

ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN 4 LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA BANGUNAN KLINIK KECANTIKAN BLUECROSS MEDIKA INTERNATIONAL

Gladis Indriyanti Putri¹, I Wayan Intara², I Made Jaya³, I Gusti Agung Arie Krismayanti⁴

¹ Mahasiswa Program Studi Diploma 3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali,
Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

^{2, 3, 4} Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta
Selatan, Badung, Bali–80364

Email korespondensi: gladisindriya04@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries with a high level of seismic activity, thus structural design requires special attention to earthquake resistance. This study aims to analyze the structural performance of the Bluecross Medika International Clinic Building in Denpasar using a Special Moment Resisting Frame (SMRF) reinforced concrete system in accordance with SNI 1726:2019. The research was conducted using a quantitative-descriptive approach through 3D structural modeling in SAP2000, with earthquake loads calculated using the response spectrum method. The analyzed parameters include base shear, interstory drift, fundamental period, and modal mass participation. The analysis results indicate that the base shear meets the minimum requirement of 90% of the equivalent static analysis value, interstory drift is within the allowable limit, the fundamental period complies with the SNI requirement, and modal mass participation meets the $\geq 90\%$ criterion. Therefore, the structural performance satisfies SMRF requirements for high seismic zones, ensuring building safety and occupant comfort.

Keywords: SMRF, structural performance, SNI 1726:2019, response spectrum, SAP2000

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tinggi sehingga perencanaan struktur bangunan memerlukan perhatian khusus terhadap ketahanan gempa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja struktur Gedung Klinik Bluecross Medika International di Denpasar dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berbahan beton bertulang sesuai ketentuan SNI 1726:2019. Metode penelitian dilakukan secara kuantitatif-deskriptif melalui pemodelan struktur 3D

menggunakan perangkat lunak SAP2000, dengan beban gempa dihitung menggunakan metode respons spektrum. Parameter yang dianalisis meliputi gaya geser dasar, simpangan antar lantai (*interstory drift*), periode getar, dan partisipasi massa. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai gaya geser dasar memenuhi syarat minimal 90% dari nilai analisis statik ekuivalen, simpangan antar lantai berada di bawah batas izin yang ditetapkan, periode getar sesuai dengan persyaratan SNI, dan partisipasi massa memenuhi ketentuan $\geq 90\%$. Dengan demikian, kinerja struktur dinyatakan memenuhi persyaratan SRPMK untuk wilayah gempa tinggi, sehingga dapat menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna bangunan.

Kata Kunci: SRPMK, kinerja struktur, SNI 1726:2019, respons spektrum, SAP2000

PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik, sehingga memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi. Kondisi ini menyebabkan bangunan di Indonesia harus direncanakan dengan mempertimbangkan pengaruh gempa untuk menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna. Salah satu pendekatan perencanaan struktur tahan gempa yang umum digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem ini dirancang untuk memiliki daktilitas tinggi, sehingga mampu menyerap dan mendisipasikan energi gempa dengan baik.

Kota Denpasar, sebagai ibu kota Provinsi Bali, termasuk dalam wilayah dengan kategori risiko gempa tinggi berdasarkan SNI 1726:2019. Oleh karena itu, perencanaan dan evaluasi kinerja bangunan di wilayah ini harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut. Bangunan yang menjadi objek penelitian ini adalah Klinik Bluecross Medika International yang dirancang menggunakan sistem SRPMK berbahan beton bertulang.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja struktur gedung terhadap beban gempa sesuai ketentuan SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, dan SNI 1727:2020. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan metode respons spektrum. Parameter yang dianalisis meliputi gaya geser dasar, simpangan antar lantai (*interstory drift*), periode getar struktur, dan partisipasi massa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan tahan gempa, khususnya yang menggunakan sistem SRPMK di wilayah dengan risiko gempa tinggi.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menganalisis kinerja struktur bangunan terhadap beban gempa. Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa gambar rencana arsitektur dan struktur, spesifikasi material, serta ketentuan teknis dari SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, dan SNI 1727:2020.

Lokasi dan Objek Penelitian

Objek penelitian adalah Gedung Klinik Bluecross Medika International yang berlokasi di The Sanur Lot H3A, Sanur Kaja, Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali. Gedung ini dirancang dengan sistem Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berbahan beton bertulang, dengan jumlah lantai dan dimensi sesuai dokumen perencanaan.

Langkah-Langkah Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data
 - a. Data gambar arsitektur dan struktur gedung.
 - b. Spesifikasi material (mutu beton, mutu baja tulangan).
 - c. Data wilayah gempa dan parameter desain dari SNI 1726:2019.
2. Pemodelan Struktur
 - a. Membuat model tiga dimensi struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000 sesuai gambar rencana.
 - b. Menentukan jenis dan penampang elemen struktur (kolom, balok, pelat).
3. Penentuan Beban
 - a. Beban mati dan beban hidup sesuai SNI 1727:2020.
 - b. Beban gempa menggunakan metode respons spektrum sesuai SNI 1726:2019.
4. Analisis Struktur
 - a. Menghitung respon struktur terhadap beban gempa, meliputi gaya geser dasar, simpangan antar lantai, periode getar, dan partisipasi massa.
5. Evaluasi Kinerja Struktur
 - a. Membandingkan hasil analisis dengan batasan dan persyaratan pada SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019.

Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan secara kuantitatif dengan memproses output dari SAP2000. Data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk menggambarkan kinerja struktur, kemudian dibandingkan dengan ketentuan standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Material

Mutu beton yang diterapkan pada Bangunan *Bluecross Medika International* pada bagian pelat, kolom, balok, pondasi, tie beam sebesar 30 MPa serta mutu baja tulangan yang diterapkan sebesar 420 MPa (BJTS 420B) dan tulangan sengkang sebesar 280 MPa (BJTP 280).

Pembebanan pada Struktur Gedung

Pembebanan pada struktur gedung berupa beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin.

Beban Mati

Beban mati merupakan beban yang berasal dari seluruh elemen bangunan yang bersifat permanen, termasuk komponen tambahan serta peralatan tetap yang terpasang secara permanen pada struktur bangunan.

Tabel 1. Beban Mati

Beban Mati pada Pelat	
<i>Firstfloor, Secondfloor, Thirdfloor</i>	= 125,5 kg/m ²
<i>Rooftop</i>	= 38,5 kg/m ²
<i>Mezzanine</i>	= 112 kg/m ²
Beban Mati pada Tangga Utama	
<i>Groundfloor</i>	= 263,77 kg/m ²
<i>Firstfloor</i>	= 263,24 kg/m ²
<i>Secondfloor</i>	= 263,24 kg/m ²
<i>Thirdfloor</i>	= 263,77 kg/m ²
Beban Mati pada Dinding	

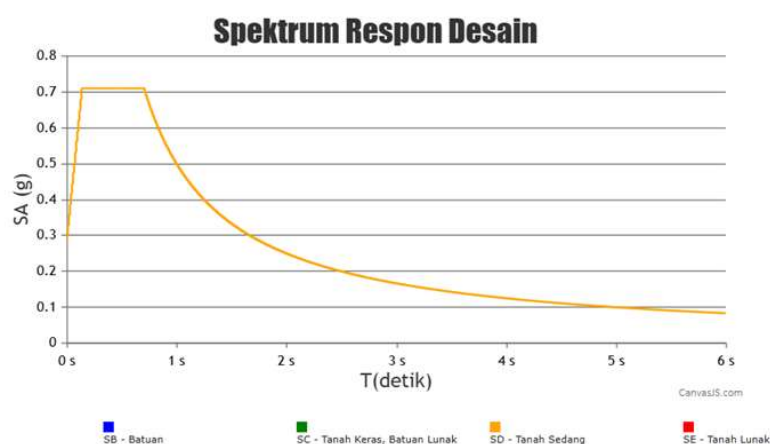
<i>Groundfloor</i>	= 578,76 kg/m
<i>Firstfloor</i>	= 483,36 kg/m
<i>Secondfloor</i>	= 483,36 kg/m
<i>Thirdfloor</i>	= 524,7 kg/m
Lift dan Tangga	= 333,9 kg/m
<i>Mezzanine</i>	= 318 kg/m
Beban Mati pada Atap	
Atap	= 207,95 kg/m ²

Beban Hidup

Beban hidup itu gaya yang muncul sebab aktivitas orang-orang yang menggunakan atau tinggal di dalam bangunan, tapi tidak termasuk bagian dari konstruksi atau beban dari lingkungan, seperti angin, hujan, gempa bumi, banjir, atau beban mati. Besarnya beban hidup ini ditentukan berdasarkan fungsi ruang sesuai standar SNI 1727:2020.

Beban Gempa

Beban gempa merupakan gaya yang harus diperhitungkan di struktur bangunan akibat pengaruh gempa bumi. Di Indonesia, perencanaan dan penentuan beban gempa pada bangunan bangunan diatur dalam SNI terbaru yaitu SNI 1726:2019. Grafik respon spektrum dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Respon Spektrum Desain

Sumber: Desain Spektra Indonesia

Beban Angin

Beban angin merupakan gaya yang bekerja di permukaan bangunan karena tekanan dan hisapan angin yang terjadi di sekitar struktur. Beban angin muncul karena tiupan atau dorongan angin ke bangunan. Umumnya ada dua jenis beban angin, yaitu tekanan dan hisapan angin, dengan arah gaya yang tegak lurus ke permukaan atap.

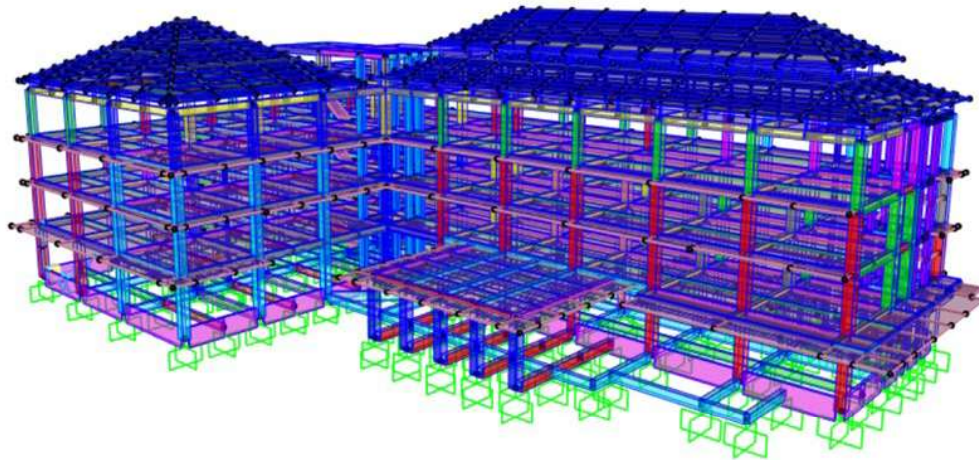
Tabel 2. Beban Angin

Parameter Beban Angin		Catatan
Kecepatan Angin Dasar (V)	40.9 m/s	HB 212:2022
Faktor Arah Angin (K_d)	0.85	Sistem Penahan Gaya Angin utama (SPGAU)
Kategori Kekasaran Permukaan	B	Area perkotaan
Kategori Eksposur	B	Kategori Kekasaran Permukaan = B
Efek Topografi (K_a)	1	Area Datar (tidak berbukit)
Gust-Effect Factor (G)	0.85	Diizinkan diambil 0.85
Internal Pressure Coefficients (GC_{pi})	± 0.18	Enclosed Buildings (Transverse Direction)
	± 0.18	Enclosed Buildings (Longitudinal Direction)
Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan (K_h)	1.41	Tabel 26.10-1
Velocity Pressure (q_h) (pada elevasi atap)	871.62	$q_z = 0,613 K_h K_{zt} K_d V^2 (N/m^2)$
	0.872	$q_h (kN/m^2)$
$q_h \times G$	0.741	(kN/m^2)

Sumber : Laporan Final Struktur Gedung *Bluecross Medika International*

Model Struktur Bangunan

Pemodelan struktur tiga dimensi menggunakan *software* SAP2000 berdasarkan data *section properties* yang telah ditetapkan. Pemodelan diawali dengan elemen kolom dan balok pada lantai dasar dan lantai berikutnya, kemudian dilanjutkan dengan pemodelan pelat lantai. Seluruh pemodelan mengacu pada gambar denah kolom, balok, dan pelat.



Gambar 2. Model Struktur Bangunan

Adapun hasil analisis software SAP2000 sebagai berikut.

Partisipasi Massa

Partisipasi massa merupakan parameter penting untuk memastikan respon dinamik struktur telah mencakup minimal 90% massa total pada arah analisis. Hasil analisis menunjukkan partisipasi massa pada arah X dan Y masing-masing sebesar 96%, yang berarti memenuhi persyaratan SNI 1726 : 2019.

Periode Getar Struktur

Periode getar struktur yang diperoleh dari hasil analisis untuk arah X adalah 0,877 detik dan untuk arah Y adalah 0.906 detik, yang berada dalam rentang nilai yang diharapkan untuk bangunan dengan jumlah lantai dan kekakuan sejenis. Nilai ini sesuai dengan estimasi perhitungan empiris SNI 1726:2019, sehingga dapat dikatakan model struktur memiliki kekakuan dan massa yang realistis.

Gaya Geser Dasar

Analisis gaya geser dasar dilakukan untuk memastikan nilai gaya yang diperoleh dari metode respons spektrum memenuhi ketentuan minimal 90% dari nilai analisis statik ekuivalen sesuai SNI 1726:2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa gaya geser dasar yang diperoleh untuk arah X adalah sebesar 8855,29 kN dan untuk arah Y adalah sebesar 8562,261 kN dan memenuhi persyaratan (>90% nilai statik ekuivalen). Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan struktur dan beban gempa yang digunakan telah sesuai dengan ketentuan standar. Tabel 1 berikut menyajikan hasil analisis untuk gaya geser dasar dinamik dan statik.

Tabel 1. *Base Reaction*

Output Case Text	Case Type Text	Step Type Text	Global FX KN	Global FY KN	Global FZ KN
Eqsx	LinStatic		-7649.954	3.046E-09	-1.307E-09
Eqsy	LinStatic		3.731E-09	-7407.015	-7.177E-10
EQDX	LinRespSpec	Max	8855.29	601.978	18.162
EQDY	LinRespSpec	Max	681.135	8562.261	31.294

Sumber: Hasil Analisis SAP2000

Simpangan Antar Lantai (*Interstory Drift*)

Simpangan antar lantai dianalisis untuk memastikan deformasi horizontal struktur berada dalam batas yang diizinkan untuk SRPMK. Hasil analisis menunjukkan bahwa simpangan maksimum terjadi pada *first floor* sebesar 39,29 mm untuk arah X dan sebesar 38,53 mm untuk arah Y, masih berada di bawah batas yang diizinkan oleh SNI 1726 : 2019. Hal ini mengindikasikan bahwa struktur memiliki kekakuan lateral yang memadai untuk menahan beban gempa. Tabel 2 berikut menyajikan hasil analisis simpangan antar lantai untuk arah X dan tabel 3 berikut menyajikan hasil analisis simpangan antar lantai untuk arah Y.

Tabel 2. Simpangan Antar Lantai Arah X

Lantai	Hsx (mm)	dx (mm)	Δx (mm)	Δa (Ijin) (mm)	Kontrol $\Delta x < \Delta$ ijin
Third Floor	4500	38.5572	37.1211	45	OK
Second Floor	4200	28.4332	38.0423	42	OK
First Floor	4200	18.0581	39.2982	42	OK
Ground Floor	5000	7.340369	26.9147	50	OK
Dasar	0	0	0	0	

Sumber: Perhitungan *Excel*

Tabel 1. 3 Simpangan Antar Lantai Arah Y

Lantai	Hsx (mm)	dx (mm)	Δy (mm)	Δa (Ijin) (mm)	Kontrol $\Delta x < \Delta$ ijin
Third Floor	4500	36.4999	31.6070	45	OK
Second Floor	4200	27.8798	34.7542	42	OK
First Floor	4200	18.4014	38.5313	42	OK
Ground Floor	5000	7.8929	28.9405	50	OK
Dasar	0	0	0	0	

Sumber: Perhitungan *Excel*

Uraian Perubahan Dimensi

Pada saat proses menganalisis struktur gedung Bluecross Medika International ini, terjadi perubahan dimensi pada kolom yang berdasarkan data eksisting ialah 70x70 diubah menjadi 80x80 dikarenakan

pada saat menghitung simpangan lantai arah y pada *first floor* dan *second floor* tidak memenuhi. Perubahan dimensi ini dilakukan pada *ground floor*, *first floor*, dan *second floor* dan untuk *third floor* tetap menggunakan ukuran kolom berdasarkan data eksisting yaitu 60x60. Ini dikarenakan beberapa hal, antara lain : pembebanan yang dipakai berbeda atau berdasarkan perhitungan sendiri.

KESIMPULAN

Dari hasil tinjauan terhadap struktur gedung Bluecross Medika International, Adapun simpulan dari riset ini dapat disimpulkan: Kontrol kinerja struktur yang meliputi : partisipasi massa, periode fundamental (T), gaya geser dinamik serta statik , dan simpangan antar lantai sudah memenuhi yang berarti dalam kondisi aman dengan perubahan dimensi kolom utama yang dilakukan menjadi 80x80. Nilai simpangan tertinggi untuk arah x dan y terdapat pada *first floor* dengan nilai sebesar 39,29 mm dan 38,53mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Sistem and P. Standar, "Penerapan Standar Nasional Indonesia," no. 8, 2020.
- [2] R. J. Honarto, B. D. Handono, and R. E. Pandaleke, "Perencanaan Bangunan Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus di Kota Manado," *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 2, pp. 201–208, 2019.
- [3] K. Kunci, "N U R a," vol. 7, no. 1, pp. 0–6, 2010.
- [4] B. C. Zega, P. N. Prasetyono, F. Nadiar, and A. Triarso, "Desain Struktur Bangunan Baja Tahan Gempa Menggunakan SNI 1729:2020," *Publ. Ris. Orientasi Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 108–113, 2022, doi: 10.26740/proteksi.v4n2.p108-113.
- [5] Badan Standardisasi Nasional, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung," *Sni 2847-2019*, no. 8, p. 720, 2019.
- [6] J. M. Guci, R. A. Safitri, and A. Nurjaen, "Perencanaan Bangunan Gedung Tahan Gempa 11 Lantai Dengan Sistem Ganda," *Structure*, vol. 3, no. 2, p. 125, 2021, doi: 10.31000/civil.v3i2.7162.
- [7] B. A. B. Ii and T. Pustaka, "2% dalam 50 tahun). Untuk klasifikasi wilayah gempa, peta gempa terbaru ini menggunakan warna-warna yang menunjukkan parameter S," vol. 1, pp. 7–53, 2021.
- [8] K. K. Dwi Sungkono, "Respon Spektra Gempa Kota Yogyakarta, Surakarta Dan Semarang Berdasarkan Peta Gempa Sni 2012 Dan Peta Gempa 2017," *JUTEKS J. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, p. 39, 2019, doi: 10.32511/juteks.v4i1.304.
- [9] S. A. R. S. Hasibuan, *Buku Ajar Struktur Beton 1*, no. March. 2023.

- [10] M. S. Ummah, "TEKNIK PONDASI," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0A>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0A>
https://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [11] A. Kurniawan, "Tinjauan pelaksanaan sloof pada proyek pembangunan mase kejaksan kota pagar alam," *J. kongsruksi*, vol. v, no. ii, pp. 1–45, 2019.
- [12] "Pelat".
- [13] A. Fauzan, "Tinjauan Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Tangga Pada Proyek Pembangunan Gedung Mapolda Sumatera Selatan," *Binadarma*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2020, [Online]. Available: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0A>,
<http://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0A>, <http://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0A>,
<https://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0A>,
<http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article>
- [14] Mahadhika, D. Restu, Firdaus, and M. Iqbal, "Metode Pelaksanaan Balok dan Pelat Lantai pada Lantai 6 sampai Lantai Atap RSUD Dr. M. Soewandhie, Surabaya.," *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11)*, 951–952., vol. 3, no. 1, pp. 10–27, 2022, [Online]. Available: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- [15] Muhammad Hilmi, Erizal, and J. Febrita, "Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat dengan Metode Analisis Respon Spektrum Berdasarkan SNI 1726:2019," *J. Tek. Sipil dan Lingkungan*, vol. 6, no. 3, pp. 143–158, 2021, doi: 10.29244/jsil.6.3.143-158.
- [16] R. Risnandar and M. Ryanto, "Bertulang Elemen Balok Dan Kolom Pada Gedung Bertingkat 10 Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen," *J. Axial*, vol. 2, no. 2, 2022.
- [17] Badan Standardisasi Indonesia, "SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain," *Jakarta*, no. 8, pp. 1–336, 2020.
- [18] J. Chalisto, N. Mamarimbing, R. S. S. I. Kawet, R. F. Roring. 2023. Analisis Perbandingan Perhitungan Gaya-Gaya dalam Program SAP2000 v21 dengan Metode Matriks Kekakuan pada Gedung Rumah Susun Mahasiswa Universitas Negeri Manado. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 13(1): 11-24.
- [19] PPPURG-1989. (1989): Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta. 3-6.