

## PERANCANGAN ULANG STRUKTUR GEDUNG LIPI CIBINONG DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)

Wawan Kuswaya, Syahril Taufik, Rafli Cahyo Nugroho  
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA  
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275  
Email: wawankuswaya@istn.ac.id, syahriltaufik@istn.ac.id, cahyorafli10@gmail.com

### Abstrak

Indonesia yang semakin rawan akan terjadinya gempa merupakan salah satu pendorong para ilmuwan-ilmuwan sipil dalam mengeluarkan peraturan-peraturan baru dalam perencanaan struktur agar tahan terhadap gaya akibat gempa. Struktur diharapkan mampu memberikan kapasitas tertentu untuk tetap bertahan dan berperilaku pada saat terjadi gempa kuat.

SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2020 yang merupakan peraturan baru dalam bidang sipil memberikan sistem dan tata cara tersendiri dalam merencanakan struktur gedung tahan gempa dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Aplikasi ini diterapkan pada perancangan ulang Struktur Gedung LIPI Cibinong 5 lantai yang meliputi: balok, kolom, atap. Untuk analisa statikanya menggunakan bantuan software Etabs 2018. Dengan sistem ini struktur diharapkan mempunyai ketahanan kuat terhadap momen yang disebabkan oleh gaya gempa. Selain itu SRPMM juga mengharapkan agar struktur mempunyai pola keruntuhan yang aman saat struktur tersebut harus runtuh, yaitu diharapkan agar komponen baloknya hancur terlebih dahulu dari komponen lainnya seperti kolom ataupun hubungan balok kolom. Sehingga sebelum runtuh struktur mampu memberikan waktu plastisitas yang cukup untuk keamanan tersebut.

Untuk mencapai kondisi di atas diperlukan detail penulangan yang benar dan harus diselesaikan dengan sistem yang ada terutama pada bagian sendi plastis yang kemungkinan mengalami plastisitas terlebih dahulu apabila terjadi gempa kuat. Kondisi penulangan pada kolom dan balok, menghasilkan kriteria “*Strong Column – Weak Beam*” yang memenuhi persyaratan nominal.

Kata kunci : Struktur Gedung, Tahan Gempa, SRPMM

### Abstract

*Indonesia, which is increasingly prone to earthquakes, is one of the driving forces for civil scientists in issuing new regulations in structural planning to be resistant to earthquake forces. The structure is expected to provide a certain capacity to survive and behave in the event of a strong earthquake.*

*SNI 2847-2019 and SNI 1726-2020 which are new regulations in the civil sector provide separate systems and procedures for planning earthquake-resistant structures using the Intermediate Moment Resistant Frame System (IMRFS). So that this regulation is very necessary to be socialized in the community, both from academics, consultants and implementers so that what is expected in standardization can be achieved properly. In connection with the above, the author tries to re-plan the LIPI Cibinong Building Structure with the Intermediate Moment Resistant Frame System Method (IMRFS) which includes: beams, columns, roofs. For static analysis using Etabs 2018. With this system the structure is expected to have strong resistance to moments caused by earthquake forces. In addition, IMRFS also expects that the structure will have a safe failure pattern when the structure has to collapse, that is, it is hoped that the beam components will be destroyed first from other components such as columns or beam-column connections. So that before collapsing the structure is able to provide sufficient plasticity time for the security.*

*To achieve the above conditions, correct reinforcement details are needed and must be completed with the existing system, especially in the plastic joints which are likely to experience plasticity first in the event of a strong earthquake. The design of column and beam reinforcement have been fulfilled the requirement of “*Strong Column – Weak Beam*”.*

*Keywords: Earthquake Resistant Structure, IMRFS*

### PENDAHULUAN

Indonesia terkenal dengan salah satu pusat keanekaragaman hayati dunia dan dikenal sebagai Negara *Megabiodiversity* dan merupakan peringkat ke 3 di dunia dengan negara yang memiliki keanekaragaman yang terbanyak setelah Brazil dan Colombia, tercatat pada *Mongabay Enviromental*

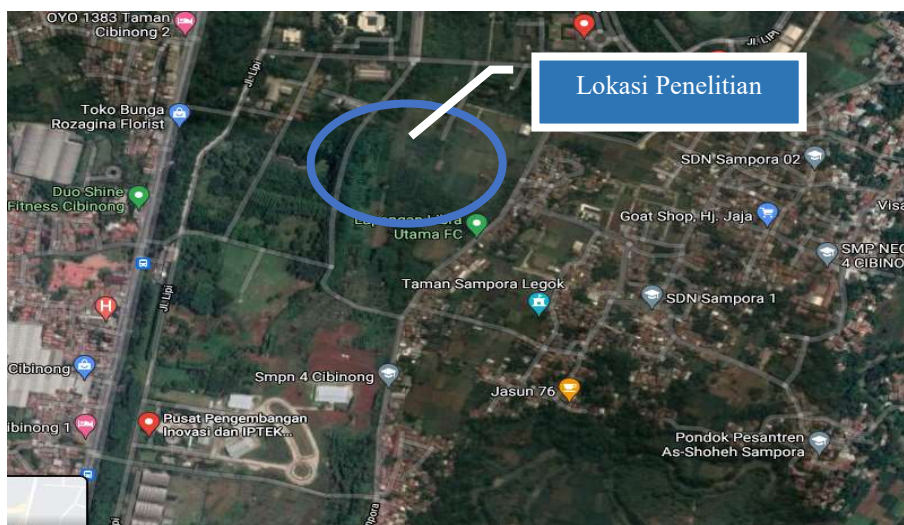
News, 25 April 2017. Kekayaan keanekaragaman hayati telah menjadi tulang punggung ratusan kelompok etnis yang tersebar di seluruh Indonesia. Menurut data Bappenas 2015 hanya sekitar 50% flora yang teridentifikasi. Selain kurangnya informasi akan keanekaragaman hayati untuk pembangunan nasional. Berdasarkan hasil pembaharuan data keanekaragaman hayati yang dilakukan oleh LIPI (2014) secara umum mengidentifikasi bahwa banyak keanekaragaman hayati yang punah atau terancam punah tetapi masih banyak data keanekaragaman hayati yang perlu digali dan dieksplorasi lebih lanjut. Hakikatnya pada proyek gedung pusat data keanekaragaman hayati LIPI di Cibinong adalah untuk melakukan pembudidayaan pada tanaman langka pada daerah Bogor dan memberikan informasi tentang jenis tanaman konservasi di Cibinong.

Sesuai hakikat tersebut, perlunya bangunan yang saling berikatan sehingga mencerminkan kondisi yang ramah lingkungan dan tahan gempa. Struktur gedung dirancang untuk memberikan jaminan keselamatan penghuni gedung, maka dari itu digunakan sistem *Strong Column Weak Beam* dan peraturan yang sesuai untuk bangunan tahan gempa adalah SNI 1726 – 2019 dan SNI 2847 – 2019. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah, sistem ini pada dasarnya memiliki tingkat daktilitas terbatas dan hanya cocok digunakan di daerah dengan resiko gempa yang sedang, keuntungan dari sistem ini adalah arsitekturnya yang sederhana dan biaya yang murah sedangkan kerugian dari sistem ini yaitu struktur sangat beresiko jika sewaktu-waktu terjadi perubahan alam dan mempengaruhi tanah yang ada.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian Pembangunan Gedung LIPI Cibinong

Lokasi dalam penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Gedung Keanekaragaman Hayati PPII LIPI Cibinong terletak di Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 47, Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16912.



Gambar 1 Lokasi Proyek Gedung Keanekaragaman Hayati LIPI Cibinong

### Metode Pengumpulan Data

Perencanaan ini tentunya membutuhkan data-data. Data tersebut akan dibagi menjadi 2 jenis yaitu data primer dan data sekunder, rinciannya adalah sebagai berikut :

- Data primer, yaitu data yang diambil langsung dari lokasi rencana pembangunan gedung antara lain : Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS), spesifikasi material, gambar konstruksi dan survei lapangan pada proyek pembangunan gedung LIPI.
- Data sekunder, yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung seperti cara mendatangi langsung instansi terkait dan mengambil hardcopynya, penelusuran web instansi, jurnal, prosiding dan lain-lain.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Awal

Sebelum melakukan perhitungan dan perancangan ulang, maka diperlukan denah terlebih dahulu untuk mengetahui kondisi gedung tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Denah Gedung LIPI Cibinong

### Parameter Respons Spektrum

Parameter respons spektrum gempa merupakan analisis seismic gempa. Pada beban gempa rencana perhitungan yang digunakan yaitu dengan metode analisa respons spektrum. Data – data yang didapat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Analisis Spektru Respon Gempa

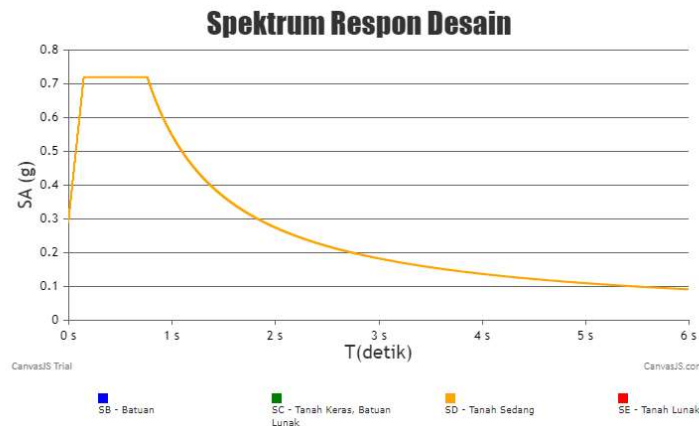
Parameter Respons Spektrum			Sumber
Kategori resiko		II	SNI 1726-2019
Faktor keutamaan	$I_o$		SNI 1726-2019
Klasifikasi situs		Tanah sedang	
Percepatan gempa $MCEr$ periode pendek	$S_S$	0,968	
Percepatan gempa $MCEr$ periode 1 detik	$S_I$	0,447	
Faktor amplikasi pendek	$F_A$	1,15	SNI 1726-2019
Faktor amplikasi 1 detik	$F_V$	1,85	SNI 1726-2019
Percepatan periode pendek	$S_{MS}$	1,1118	
Percepatan periode 1 detik	$S_{MI}$	0,828	
Percepatan desain periode pendek	$S_{DS}$	0,7412	
Percepatan desain periode 1 detik	$S_{DI}$	0,552	
Parameter periode	$T_0$	0,149	
	$T_S$	0,7449	
Sistem Struktur		SRPMM	SNI 1726-2019
Nilai faktor respons gempa ( $C_s$ )	$T_L$	20	Peta Lokasi
	$T < T_L$	0,0789	SNI 1726-2019
	$T > T_L$	1,1269	SNI 1726-2019
	$C_{s\ max}$	0,0789	SNI 1726-2019
	$C_{s\ min}$	0,0326	SNI 1726-2019

Perhitungan analisis spektrum respon gempa sebagai berikut.

- Menentukan nilai  $S_S$  dan  $S_I$   
 $S_S = 0,9688$  g  
 $S_I = 0,4477$  g  
 $T_L = 20$  detik
- Menentukan nilai  $F_A$  dan  $F_V$   
 $F_A = 1,15$  (Tabel 2.5)  
 $F_V = 1,85$  (Tabel 2.6)
- Menentukan nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{MI}$   
 $S_{MS} = F_A \times S_S = 1,1118$   
 $S_{MI} = F_V \times S_I = 0,8282$

- Menentukan nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{DI}$   
 $S_{DS} = (2/3) \times S_{MS} = 0,7412 \text{ g}$   
 $S_{DI} = (2/3) \times S_{MI} = 0,5522 \text{ g}$
- Menentukan nilai  $T_S$  dan  $T_O$   
 $T_S = S_{DI} / S_{DS} = 0,7449$   
 $T_O = 0,2 \times T_S = 0,1490$   
 $g = 9,81 \text{ m/det}^2$

Berdasarkan data diatas dapat dibuat grafik spektrum respon desain LIPI Cibinong pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Spektrum Respon Desain

### Perhitungan Pembebanan

Untuk koordinat pusat massa lantai dapat dilihat dari hasil *running* program bantu yaitu ETABS 2018, berat bangunan per lantai dengan perintah *Post Analysis Print: Centres of Cumulative Mass and Centres of Rigidity*. Berikut merupakan hasil beban tiap lantai pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Berat Bangunan per Lantai

Tingkat	Berat tiap lantai (kg)	$W_i$ (kN)
Lantai atap	4.784.786	47.847
Lantai 5	5.016.151	50.161
Lantai 4	5.233.879	52.338
Lantai 3	5.420.378	54.203
Lantai 2	5.646.170	56.461
Lantai 1	5.646.170	56.461
Total	31.747.534	317.471

### Distribusi Gaya Geser

Menghitung distribusi gaya geser horizontal gempa sepanjang tinggi gedung dan beban gempa rencana yang akan ditanggung oleh keseluruhan komponen struktur. Beban – beban yang didistribusikan bekerja pada pusat massa lantai. Untuk itu rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$F_{xi} = \frac{W_i \times h_i^k}{\sum W_i \times h_i^k} \times V_x$$

dan

$$F_{yi} = \frac{W_i \times h_i^k}{\sum W_i \times h_i^k} \times V_y$$

Dimana:

- $F_i$  adalah gaya geser horisontal akibat gempa pada lantai ke- $i$
- $z_i$  adalah ketinggian lantai pada tingkat ke- $i$
- $W_i$  adalah berat lantai tingkat ke- $i$  termasuk beban hidup
- $V$  adalah gaya geser dasar nominal;  $V = C_s \times W$ ;  $C_s = 0.0789$

Menurut desain gaya geser dan memiliki distribusi geser tiap lantai seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut.

Tabel 3 Distribusi Gaya Geser (arah x)

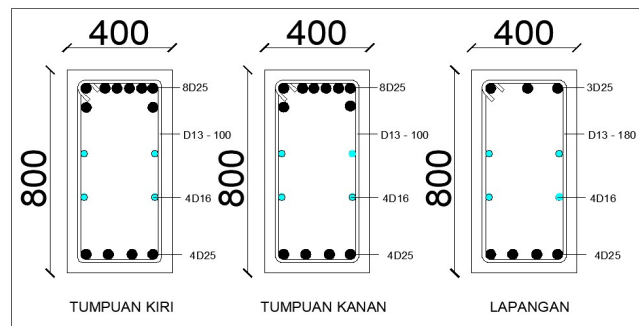
Tingkat	$W_i$ (kN)	$H$ (m)	$W \times H$ (kN)	$F_{xi}$ (kN)
Lantai atap	47.847	23,5	1124404,5	11,876
Lantai 5	50.161	20	1003220	12,45
Lantai 4	52.338	16	837408	12,991
Lantai 3	54.203	12	650436	13,453
Lantai 2	56.461	8	451688	14,041
Lantai 1	56.461	4	225844	14,014
Total	317.471		4293000,5	78,825

Tabel 4 Distribusi Gaya Geser (arah y)

Tingkat	$W_i$ (kN)	$H$ (m)	$W \times H$ (kN)	$F_{yi}$ (kN)
Lantai atap	47.847	23,5	1124404,5	7,43
Lantai 5	50.161	20	1003220	7,789
Lantai 4	52.338	16	837408	8,127
Lantai 3	54.203	12	650436	8,471
Lantai 2	56.461	8	451688	8,768
Lantai 1	56.461	4	225844	8,767
Total	317.471		4293000,5	49,352

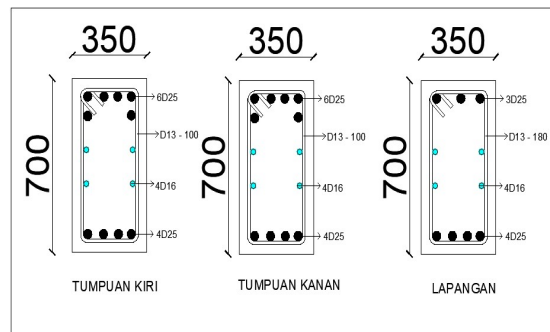
### Penulangan Penampang Balok

Perhitungan penulangan balok B1 800mm x 400mm, menghasilkan dimensi balok tumpuan bagian tarik 4D25 dan tekan 8D25 dan lapangan bagian tarik 4D25 dan tekan 3D25 seperti Gambar 4 berikut.



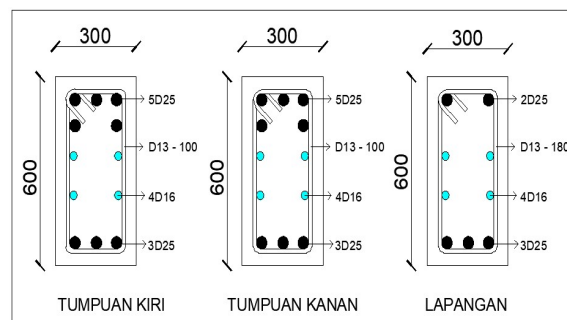
Gambar 4 Balok B1

Perhitungan penulangan balok B2 700mm x 350mm, menghasilkan dimensi balok tumpuan bagian tarik 4D25 dan tekan 6D25 dan lapangan bagian tarik 4D25 dan tekan 3D25 seperti Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Balok B2

Perhitungan penulangan balok B3 600mm x 300mm, menghasilkan dimensi balok tumpuan bagian tarik 3D25 dan tekan 5D25 dan lapangan bagian tarik 3D25 dan tekan 2D25 seperti Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Balok B3

### Penulangan Kolom

Pada perhitungan kolom 300x300 didapat pada Struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah yaitu 4D25 pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Kolom 300mm x 300mm

Tipe	Kolom 300 mm x 300 mm	
	Tumpuan	Lapangan
Potongan		
Tulangan Pokok	4D25	4D25
Tulangan Sengkang	D13-100mm	D13-150mm

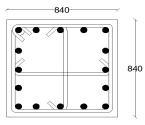
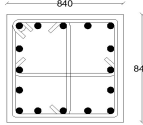
Pada perhitungan kolom 600x600 didapat pada Struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah yaitu 8D25 pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Kolom 600mm x 600mm

Tipe	Kolom 600 mm x 600 mm	
	Tumpuan	Lapangan
Potongan		
Tulangan Pokok	8D25	8D25
Tulangan Sengkang	D13-100mm	D13-150mm

Pada perhitungan kolom 840x840 didapat pada Struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah yaitu 16D25 pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Kolom 840mm x 840mm

Tipe	Kolom 840 mm x 840 mm	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Potongan		
Tulangan Pokok	16D25	16D25
Tulangan Sengkang	D13-100mm	D13-150mm

### Hasil Evaluasi *Strong Column Weak Beam*

Konsep *Strong Column Weak Beam* harus memenuhi  $\Sigma M_e \geq 6/5 \Sigma M_g$ . Dimana jumlah momen kolom harus lebih besar dari momen balok. Maka dari itu didapat hasil evaluasi pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8 Hasil Evaluasi *Strong Column Weak Beam*

Tipe Kolom (mm)	$\Sigma M_e$	$\Sigma M_e$ (kNm)	$\Sigma M_e$ (kNm)	Tipe Balok (mm)	$\Sigma M_g$	$\Sigma M_g$ (kNm)	$6/5 \Sigma M_g$ (kNm)	Ket
840 x 840	2863,63	5727,26	11454,5	400 x 800	247,83	543,09	651,71	OK
	2863,63							
600 x 600	653,83	1307,66	2615,32	350 x 700	253,71	550,14	660,16	OK
	653,83							
300 x 300	62,14	124,28	248,56	300 x 600	24,82	148,98	178,77	OK
	62,14							

### SIMPULAN

- Gaya gempa yang bekerja pada struktur bangunan lebih besar dibandingkan dengan SRPMK yang memiliki faktor reduksi yaitu  $R = 8$ , sedangkan bangunan ini direncanakan sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dengan faktor reduksi yang lebih kecil yaitu  $R = 5$
- Dalam analisa perhitungan perencanaan menghasilkan komponen balok dan kolom dengan mekanisme penulangan yang ada, mampu menahan gaya geser gempa. Dimensi komponen struktur dalam perencanaan dengan SRPMM ini sudah termasuk paling efisien.
- Analisa model struktur gedung untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah dengan detail yang memadai sebagai berikut:  
Kolom telah memenuhi konsep "*Strong Column Weak Beam*" dengan nilai rasio kuat kolom dan kuat balok sebesar  $2,5 > 1,2$ .

### SARAN

- Untuk perencanaan lanjutan jika menggunakan prinsip yang sama, perlu dicoba perencanaan struktur SRPMM dengan bentuk kolom yang berbeda, apakah itu bentuk kolom bulat, pipih ataupun kolom yang bervariasi ukurannya.
- Dalam pengerjaan skripsi ini hanya dilakukan perencana struktur atas saja seperti balok, kolom, dan hubungan balok dan kolom. Kedepannya diharapkan dapat dihitung struktur bawahnya juga.

### DAFTAR PUSTAKA

Anon, E., Tjitradi, D., Taufik, S., & Amalia, N. (2021). Seismic Response for Building Frames in the Wetlands Area. *International Journal of Civil Engineering and Technology (Ijctet)*, 43-53.

- Arisakti, I. V. (2019). *Perencanaan Ulang Struktur Beton Bertulang Pada Bangunan Atas Dengan Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Berdasarkan SNI 1726:2012 (Studi Kasus: Gedung FISIP Universitas Muhammadiyah Sidoarjo)*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Belo, J. M. (2015). *Studi Perencanaan Struktur Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Pada Bangunan Gedung B Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang Tahap I*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- BSN. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung 1726-2019*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2020). *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727-2020*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Imran Iswandi, F. H. (2014). *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.
- Wibowo, A. P. (2012). *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) Studi Kasus: Rusunawa 2 Twin Blok Pringwulung Sleman Yogyakarta (Proyek Akhir)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Yuyun Tajunnisa, M. C. (2014, Februari 1). Perbandingan Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung Tahan Gempa Antara Metode SRPMM dan SRPMK. *Jurnal Aplikasi*, 10-12.