

---

**ASESMEN DAN PERKUATAN STRUKTUR GEDUNG TERHADAP GEMPA  
PADA BANGUNAN RUSUNAWA I  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**Pramono Kurniawan**  
**Alumni Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknik Sipil,**  
**Universitas Sebelas Maret Surakarta**  
**Email: pramprc@yahoo.com**

**ABSTRAK**

Asesmen dan perkuatan struktur Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret terhadap gempa rencana dilakukan untuk mendapatkan kinerja batas layan gedung yang disyaratkan SNI 03-1726-2002. Perkuatan struktur gedung terhadap gaya lateral yang disebabkan oleh beban gempa rencana menggunakan dinding geser beton bertulang. Simpangan antar lantai maksimum arah x maupun arah y yang terjadi pada gedung eksisting akibat beban gempa rencana diberi perkuatan dinding geser (model I). Simpangan antar lantai maksimum arah x maupun arah y yang terjadi pada model I diberi perkuatan dinding geser (model II). Simpangan antar lantai maksimum arah x maupun arah y yang terjadi pada model II diberi perkuatan dinding geser (model III). Sampai simpangan antar lantai maksimum arah x maupun arah y memenuhi syarat kinerja batas layan sesuai SNI 03-1726-2002. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simpangan antar lantai maksimum gedung eksisting arah x pada As.E sebesar 0,04324 meter, syarat maksimum 0,01636 meter, arah y pada As.16 sebesar 0,04233 meter, syarat maksimum 0,01909 meter. Perkuatan model I simpangan antar lantai maksimum arah x pada As.A sebesar 0,02357 meter, syarat maksimum 0,01385 meter, arah y pada As.1 sebesar 0,06466 meter, syarat maksimum 0,01615 meter. Perkuatan model II simpangan antar lantai maksimum arah x pada As.E sebesar 0,01767 meter, syarat maksimum 0,01385 meter, arah y pada As.1 sebesar 0,01527 meter, syarat maksimum 0,01385 meter. Perkuatan model III simpangan antar lantai maksimum arah x pada As.E sebesar 0,01036 meter, syarat maksimum 0,01385 meter, arah y pada As.1 sebesar 0,00815 meter, syarat maksimum 0,01385 meter. Perkuatan model III memenuhi syarat SNI 03-1726-2002 tentang kinerja batas layan untuk gedung.

**Kata kunci** : asesmen, perkuatan, dinding geser, simpangan antar lantai.

**ABSTRACT**

Assessment and strengthening of building structure Rusunawa I Sebelas Maret University to earthquake performance of the plan is to get the required building serviceability limit SNI 03-1726-2002. Strengthening the building structure against lateral forces caused by the earthquake load plans using reinforced concrete shear walls. The maximum story drift x direction or y direction that occurred in existing buildings due to earthquake loading plan given the strengthening of wall shear (model I). The maximum story drift x direction or y direction that occurred in model I given the strengthening of shear wall (model II). The maximum story drift x direction or y direction that occurred in the model II given the strengthening of shear wall (model III). Up to a maximum story drift x direction or y direction eligible serviceability limit performance in accordance with SNI 03-1726-2002. The results showed that the maximum story

drift x direction of existing buildings on As.E of 0.04324 meters, the maximum requirement 0.01636 meters, y direction on As.16 of 0.04233 meters, the maximum requirement 0.01909 meters. Strengthening model I the maximum story drift x direction on As.A of 0.02357 meters, the maximum requirement 0.01385 meters, y direction on As.1 of 0.06466 meters, the maximum requirement 0.01615 meters. Strengthening model II the maximum story drift x direction on As.E of 0.01767 meters, the maximum requirement 0.01385 meters, y direction on As.1 of 0.01527 meters, the maximum requirement 0.01385 meters. Strengthening model III the maximum story drift x direction on As.E of 0,01036 meters, the maximum requirement 0.01385 meters, y direction on As.1 of 0,00815 meters, the maximum requirement 0.01385 meters. Strengthening model III eligible SNI 03-1726-2002 on serviceability limit for building performance.

**Keywords** : assessment, strengthening, shear walls, floor story drift.

## PENDAHULUAN

Asesmen dan perkuatan struktur Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret terhadap gempa rencana dilakukan untuk mendapatkan kinerja batas layan gedung yang disyaratkan SNI 03-1726-2002. Perkuatan struktur gedung terhadap gaya lateral yang disebabkan oleh beban gempa rencana menggunakan dinding geser beton bertulang.

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh Gempa Rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pelepasan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui  $0,03/R$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil.

Permasalahan yang dapat diteliti dari Gedung Rusunawa I UNS terhadap gempa rencana yaitu : simpangan antar lantai gedung eksisting, penempatan dan kebutuhan dinding geser agar bangunan gedung eksisting memenuhi syarat kinerja batas layan gedung yang disyaratkan SNI 03-1726-2002, dan disain penulangan dinding geser yang mampu menahan gaya lateral akibat gempa rencana.

Dari permasalahan-permasalahan tersebut diatas maka penelitian ini bertujuan untuk dapat memahami, mengetahui dan

member solusi perbaikan struktur gedung eksisting terhadap gempa rencana sesuai kinerja batas layan yang disyaratkan SNI 03-1726-2002.

## METODE PENELITIAN

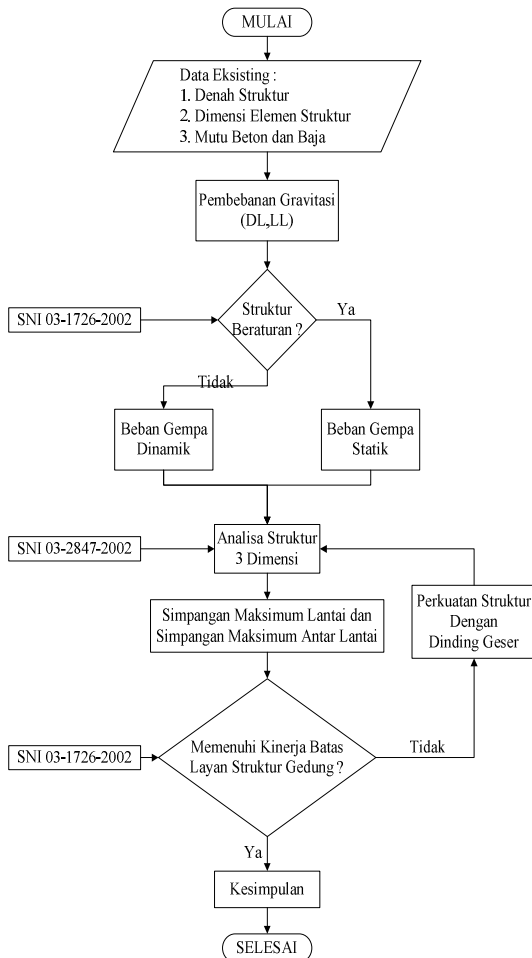
Data struktur dan pembebanan eksisting dimodelkan sebagai struktur rangka pemikul momen menengah beton bertulang dan metoda analisis pengaruh gempa dengan analisis ragam spectrum respon sesuai dengan SNI 03-1726-2002.

Proses analisis data struktur rangka eksisting menggunakan alat bantu software SAP2000 V.11.00. Perilaku struktur rangka eksisting Gedung Rusunawa I UNS terhadap gempa, dikontrol dengan hasil analisis terhadap simpangan lantai dan simpangan antar lantai maksimum struktur eksisting arah x maupun arah y, apakah sudah sesuai dengan Kinerja Batas Layan Gedung menurut SNI 03-1726-2002. Bila tidak sesuai maka struktur rangka eksisting perlu adanya perkuatan terhadap gempa.

Dari hasil analisis struktur gedung eksisting, simpangan lantai yang maksimum baik arah x maupun arah y, diberi perkuatan dinding geser, kemudian dianalisis lagi dengan dimodelkan sebagai sistem ganda, terdiri dari struktur rangka pemikul momen menengah dan dinding geser beton bertulang. Perilaku desain perkuatan struktur pertama Gedung Rusunawa I UNS terhadap gempa dikontrol dengan hasil analisis terhadap simpangan lantai dan simpangan antar lantai maksimum struktur arah x maupun arah y,

apakah sudah sesuai dengan Kinerja Batas Layan Gedung menurut SNI 03-1726-2002.

Bila tidak sesuai maka perkuatan pertama struktur rangka perlu adanya perkuatan lagi terhadap gempa rencana. Begitu seterusnya sampai struktur aman terhadap gempa rencana yang sesuai dengan SNI 03-1726-2002. Bagan alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

**HASIL PENELITIAN**

Dari hasil perhitungan analisa struktur dengan beban dinamik menggunakan Spektrum Respons pada Wilayah Gempa Tiga dan kondisi tanah Sedang, simpangan maksimum antar lantai Gedung eksisting dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Simpangan Maksimum Antar Lantai Arah Sumbu X pada Struktur Eksisting Gedung Rusunawa I UNS terhadap Gempa Rencana.

TINGKAT	SIMPANGAN MAKSIMUM ANTAR LANTAI		
	ARAH X (METER)	SYARAT SNI (METER)	KETERANGAN
ROOF	0,02114	0,01636	Tidak memenuhi syarat
4	0,02772	0,01636	Tidak memenuhi syarat
3	0,03771	0,01636	Tidak memenuhi syarat
2	0,04324	0,01636	Tidak memenuhi syarat
1	0,03495	0,01909	Tidak memenuhi syarat

Tabel 2 Simpangan Maksimum Antar Lantai Arah Sumbu Y pada Struktur Eksisting Gedung Rusunawa I UNS terhadap Gempa Rencana.

TINGKAT	SIMPANGAN MAKSIMUM ANTAR LANTAI		
	ARAH Y (METER)	SYARAT SNI (METER)	KETERANGAN
ROOF	0,01417	0,01636	Memenuhi syarat
4	0,02259	0,01636	Tidak memenuhi syarat
3	0,03211	0,01636	Tidak memenuhi syarat
2	0,03936	0,01636	Tidak memenuhi syarat
1	0,04233	0,01909	Tidak memenuhi syarat

Perencanaan penampang dinding geser :

$$V_u \leq 0,85 \times 5 / 6 \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d$$

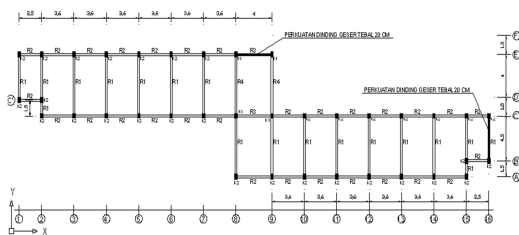
$$b_w = V_u / ( 0,85 \times 5 / 6 \times \sqrt{f'c} \times d )$$

Dengan  $V_u$  adalah gaya geser hasil dari analisa struktur pada penampang yang ditinjau,  $f'c$  adalah kuat desak beton,  $b_w$  adalah tebal dinding geser,  $h$  adalah lebar badan dinding geser, dan  $d$  adalah tinggi efektif dinding geser yaitu diambil 0,81xh. Sehingga perencanaan tebal dinding geser dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tebal Dinding Geser

NO	$V_u$ (TON)	$d$ (METER)	$f'c$ (TON/M2)	$b_w$ (METER)	TEBAL DINDING YANG DIPAKAI (METER)
1	22,10	3,48	2.905,00	0,1662	0,20
2	17,61	3,24	2.905,00	0,1424	0,20
3	13,94	2,03	2.905,00	0,1803	0,20

Langkah-langkah penempatan dinding geser pada simpangan lantai yang maksimum baik arah sumbu x maupun arah sumbu y, Dari hasil analisa struktur bahwa Bangunan Eksisting Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret mengalami simpangan lantai maksimum arah sumbu x pada as.E, sedangkan simpangan lantai maksimum arah sumbu y pada as.16. Penempatan Dinding Geser Model I dengan melihat fungsi-fungsi ruang yang ada agar tetap berfungsi seperti semula maka Penempatan Dinding Geser Model I dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penempatan Perkuatan Dinding Geser Model I

Dari Perkuatan Dinding Geser Model I hasil perhitungan analisa struktur simpangan maksimum antar lantai dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Simpangan Maksimum Antar Lantai Arah Sumbu X Setelah Diadakan Perkuatan Dinding Geser Model I Gedung Rusunawa I UNS terhadap Gempa Rencana.

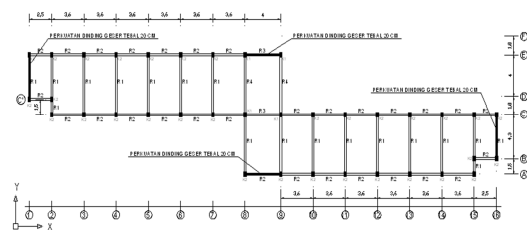
TINGKAT	SIMPANGAN MAKSIMUM ANTAR LANTAI		
	ARAH X (METER)	SYARAT SNI (METER)	KETERANGAN
ROOF	0,02259	0,01385	Tidak memenuhi syarat
4	0,02306	0,01385	Tidak memenuhi syarat
3	0,02357	0,01385	Tidak memenuhi syarat
2	0,02193	0,01385	Tidak memenuhi syarat
1	0,01764	0,01615	Tidak memenuhi syarat

Tabel 5 Simpangan Maksimum Antar Lantai Arah Sumbu Y Setelah Diadakan Perkuatan Dinding Geser Model I Gedung Rusunawa I UNS terhadap Gempa Rencana.

TINGKAT	SIMPANGAN MAKSIMUM ANTAR LANTAI		
	ARAH Y (METER)	SYARAT SNI (METER)	KETERANGAN
ROOF	0,02065	0,01385	Tidak memenuhi syarat
4	0,03377	0,01385	Tidak memenuhi syarat
3	0,04898	0,01385	Tidak memenuhi syarat
2	0,06040	0,01385	Tidak memenuhi syarat
1	0,06466	0,01615	Tidak memenuhi syarat

Perkuatan Dinding Geser Model I Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret mengalami simpangan lantai maksimum arah sumbu x pada as.A, sedangkan simpangan lantai maksimum arah sumbu y pada as.1.

Penempatan Dinding Geser Model II dengan melihat fungsi-fungsi ruang yang ada agar tetap berfungsi seperti semula dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Penempatan Perkuatan Dinding Geser Model II

Dari Perkuatan Dinding Geser Model II hasil perhitungan analisa struktur simpangan maksimum antar lantai dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

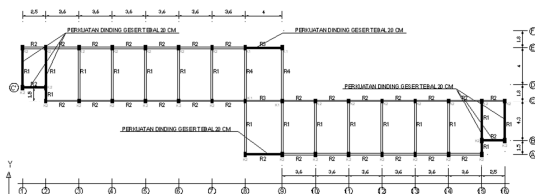
Tabel 6 Simpangan Maksimum Antar Lantai Arah Sumbu X Setelah Diadakan Perkuatan Dinding Geser Model II Gedung Rusunawa I UNS terhadap Gempa Rencana.

TINGKAT	SIMPANGAN MAKSIMUM ANTAR LANTAI		
	ARAH X (METER)	SYARAT SNI (METER)	KETERANGAN
ROOF	0,01767	0,01385	Tidak memenuhi syarat
4	0,01764	0,01385	Tidak memenuhi syarat
3	0,01642	0,01385	Tidak memenuhi syarat
2	0,01326	0,01385	Memenuhi syarat
1	0,00786	0,01615	Memenuhi syarat

Tabel 7 Simpangan Maksimum Antar Lantai Arah Sumbu Y Setelah Diadakan Perkuatan Dinding Geser Model II Gedung Rusunawa I UNS terhadap Gempa Rencana.

TINGKAT	SIMPANGAN MAKSIMUM ANTAR LANTAI		
	ARAH Y (METER)	SYARAT SNI (METER)	KETERANGAN
ROOF	0,01507	0,01385	Tidak memenuhi syarat
4	0,01527	0,01385	Tidak memenuhi syarat
3	0,01425	0,01385	Tidak memenuhi syarat
2	0,01176	0,01385	Memenuhi syarat
1	0,00729	0,01615	Memenuhi syarat

Dari hasil analisa struktur bahwa Perkuatan Dinding Geser Model II Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret mengalami simpangan lantai maksimum arah sumbu x pada as.E, sedangkan simpangan lantai maksimum arah sumbu y pada as.1. Penempatan Dinding Geser Model III dengan melihat fungsi-fungsi ruang yang ada agar tetap berfungsi seperti semula dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Penempatan Perkuatan Dinding Geser Model III

Dari Perkuatan Dinding Geser Model III hasil perhitungan analisa struktur

simpangan antar lantai terlihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8 Simpangan Maksimum Antar Lantai Arah Sumbu X Setelah Diadakan Perkuatan Dinding Geser Model III Gedung Rusunawa I UNS terhadap Gempa Rencana.

TINGKAT	SIMPANGAN MAKSIMUM ANTAR LANTAI		
	ARAH X (METER)	SYARAT SNI (METER)	KETERANGAN
ROOF	0,00861	0,01385	Memenuhi syarat
4	0,00887	0,01385	Memenuhi syarat
3	0,01036	0,01385	Memenuhi syarat
2	0,00709	0,01385	Memenuhi syarat
1	0,00439	0,01615	Memenuhi syarat

Tabel 9 Simpangan Maksimum Antar Lantai Arah Sumbu Y Setelah Diadakan Perkuatan Dinding Geser Model III Gedung Rusunawa I UNS terhadap Gempa Rencana.

TINGKAT	SIMPANGAN MAKSIMUM ANTAR LANTAI		
	ARAH Y (METER)	SYARAT SNI (METER)	KETERANGAN
ROOF	0,00570	0,01385	Memenuhi syarat
4	0,00581	0,01385	Memenuhi syarat
3	0,00537	0,01385	Memenuhi syarat
2	0,00815	0,01385	Memenuhi syarat
1	0,00306	0,01615	Memenuhi syarat

Perkuatan Struktur Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret dengan penempatan dinding geser Model III, dapat memenuhi syarat sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 8.1 tentang Kinerja Batas Layan Struktur Gedung terhadap gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa rencana.

Perencanaan dinding geser struktural khusus berdasarkan SNI beton (BSN, 2002b). Untuk perencanaan perkuatan dinding geser pada Bangunan Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret, diambil dari gaya geser yang paling besar yang bekerja pada dinding geser yang ada.

Gaya geser yang paling besar yang bekerja pada dinding geser yang ada terletak pada Dinding Geser As.15B-16B. Besarnya gaya geser bidang terfaktor  $V_u = 1,4761$  ton, besarnya momen lentur terfaktor  $M_u =$

4,4356 ton.m, dan besarnya gaya aksial terfaktor  $P_u = 218,7009$  ton. Kuat tekan beton dinding geser sama dengan kolom dan balok struktur yang sudah ada yaitu  $2905 \text{ ton/m}^2$  (29,05 MPa), kuat leleh baja tulangan yang digunakan  $40.000 \text{ ton/m}^2$  (400 MPa), ketebalan dinding geser 0,20 m, panjang badan dinding geser 2,20 m, ketinggian dinding geser 15,50 m. Hasil perhitungan penulangan pada dinding geser dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Penulangan Dinding Geaser.

TEBAL DINDING GESER (meter)	MUTU BETON (MPa)	MUTU BAJA TULANGA (MPa)	TULANGAN VERTIKAL (milimeter)	TULANGAN HORISONTAL (milimeter)
0,20	29,05	400	2 D 13 - 300	2 D 13 - 300

### Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Simpangan antar lantai yang diakibatkan oleh beban gempa rencana yang berada di Wilayah Gempa 3 dan kondisi tanah Sedang, pada struktur rangka eksisting Bangunan Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret, terhadap arah sumbu x terletak pada as.E sebesar 0,04324 meter, yang disyaratkan menurut SNI 03-1726-2002 sebesar 0,01636 meter, terhadap arah sumbu y terletak pada as.16 sebesar 0,04233 meter, yang disyaratkan menurut SNI 03-1726-2002 sebesar 0,01909 meter. Sehingga Struktur Rangka Eksisting Bangunan Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret belum memenuhi persyaratan sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 8.1 tentang Kinerja Batas Layan struktur gedung akibat beban gempa rencana.
2. Penempatan dan Kebutuhan perkuatan dinding geser pada Struktur Rangka Bangunan Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret agar persyaratan SNI 03-1726-2002 terpenuhi menggunakan Penempatan Perkuatan Dinding Geser Model III.

3. Disain dan penulangan perkuatan dinding geser agar mampu menahan gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa rencana pada Bangunan Gedung Rusunawa I Universitas Sebelas Maret sebagai berikut :
  - a) Kuat desak beton sama dengan kolom dan balok struktur yang sudah ada, yaitu 29,05 MPa, dengan ketebalan dinding geser sebesar 0,20 meter.
  - b) Tegangan leleh baja tulangan sama dengan tulangan lentur kolom dan balok struktur yang ada yaitu 400 MPa, dengan kebutuhan tulangan vertikal sebesar 2 D13-300 mm, dan tulangan horizontal sebesar 2 D13-300 mm.

### Daftar Pustaka

- Alyavus B, 2007. "Stress Distribution in a Shear Wall-Frame Structure Using Unstructured-Refined Finite Element Mesh". *G.U. Journal of Science*, Vol.20, No.1, 2007.
- Anonim, 1989. "Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung". SNI 03-1789-1989. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Anonim, 2002. "Tata Cara Perencanaan Katahanan Gempa untuk Bangunan Gedung". SNI 03-1726-2002. Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Anonim, 2002. "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung". SNI 03-2847-2002. Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Dewobroto, W, 2006. "Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000". *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.3, No.1, Januari 2006.
- Dewobroto, W, 2007. "Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000". PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- McCormac, J.C., 2004. "Desain Beton Bertulang". Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Pinem,EE dan M.Arfa, AK, 2007. "Structural Behavior Analysis Of

- Earthquake Resistant Building With Shear Wall And Outrigger*". Tesis FTSL-ITB.
- Pranata, Y.A, 2006. "Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Pushover Analisis (sesuai ATC40, FEMA 356 dan FEMA 440)". *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.3, No.1, Januari 2006.
- Pranata dan Wijaya, 2008. "Kajian Daktilitas Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Analisis Riwayat Waktu dan Beban Dorong". *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.8, No.3, Januari 2008.
- Su R.K.L, 2008. "*Seismic Behavior Of Buildings With Transfer Structures In Low-To-Moderate Seismicity Regions*". *Department of Civil Engineering, The University of Hong Kong, Hong Kong, China, 2008.*
- Suryanti, R dan Sarfika,H., 2007. "Respons Struktur SDOF Akibat Beban Sinusoidal dengan Metode Integral Duhamel". *Jurnal Teknik Sipil*. Vol.7, No.3, Juni 2007.
- Teguh M, dkk, 2006. "*Seismic Performance Of Pile-To-Pile Cap Connections*". *Electronic Journal of Structural Engineering*, 6, 2006.
- Wanga Q.F, dkk, 2009. "*A Storey Element For Analyzing Frame-Shear Wall Structures*". *Asian Journal of Civil Engineering (building and housing)* Vol.10, No.2, 2009.