

# **STUDI PEMODELAN MATEMATIS AKIBAT PENGARUH VARIASI FAKTOR REDUKSI BEBAN HIDUP PADA SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH**

**Ahmad Arif Praditia, Habir, Hence Michael Wuaten**

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Samarinda 75124

## **INTISARI**

Indonesia terletak di daerah rawan gempa, untuk mengurangi resiko akibat bencana gempa, maka digunakan struktur bangunan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen yang menekankan kewaspadaannya terhadap kegagalan struktur akibat keruntuhan geser. Dengan memperhatikan modifikasi faktor reduksi beban hidup menurut SNI 1727-2013, sehingga dilakukan penelitian terhadap variasi faktor reduksi beban hidup. Model matematis struktur SRPMM dengan pengaruh variasi faktor reduksi beban hidup disimulasikan dengan bantuan program SAP2000. Hasil Pemodelan menunjukkan penurunan nilai gaya dalam akibat variasi faktor reduksi beban hidup yang tidak signifikan, yaitu 0,89% pada gaya aksial, 0,15% pada gaya geser, dan 0,28% pada momen lentur. Perhitungan analisis statistik menghasilkan model persamaan regresi, yaitu  $y=0,001x-1,4225$  untuk gaya aksial,  $y=-0,0047x+1,4393$  untuk gaya geser, dan  $y=-0,0021x+1,1596$  untuk momen lentur, yang menunjukkan hubungan variasi faktor reduksi beban hidup mempengaruhi hasil nilai gaya dalam sebesar 10,52% hingga 13,01%. Hasil perhitungan komponen struktur primer pada SRPMM menunjukkan tidak ada perubahan kebutuhan penulangan pada balok dan kolom.

***Kata kunci : beban hidup, SRPMM, variasi faktor reduksi***

## **ABSTRACT**

Indonesia is located in an area prone to earthquakes, to reduce the risk due to earthquake disaster, then used the building structure with Moment Resisting Frame that emphasizes the awareness of structural failure due to shear collapse. By paying attention to the modification of live load reduction factor according to SNI 1727-2013, thus conducted research on the variation of live load reduction factor. The mathematical model of SRPMM structure with the influence of variation of live load reduction factor is simulated with the help of SAP2000 program. Modeling results showed a decrease in inner force values due to variations of live load reduction factor were not significant, by 0.89% in axial forces, 0.15% in shear forces and 0.28% in bending moments. The calculation of statistical analysis yields a model of regression equation,  $y=0.001x-1.4225$  for axial force,  $y=-0.0047x+1.4393$  for shear forces, and  $y=-0.0021x+1.1596$  for bending moments, which shows the correlation of variation of live load reduction factors affect the results in the force value in 10.52% up to 13.01%. The results of the calculation of the primary structural in SRPMM show no change in the need for reinforcement on beams and columns.

***Keywords : live load, SRPMM, variation of reduction factor***

## **PENDAHULUAN**

Indonesia terletak di daerah rawan gempa, untuk mengurangi resiko akibat bencana gempa tersebut perlu direncanakan struktur bangunan tahan gempa. Filosofi dasar dari perencanaan bangunan tahan gempa adalah terdapatnya. Komponen struktur yang diperbolehkan untuk mengalami kelelahan. Komponen struktur yang leleh tersebut merupakan komponen yang menyerap energi gempa selama bencana gempa terjadi. Agar memenuhi konsep perencanaan struktur bangunan tahan gempa tersebut, maka pada saat gempa kelelahan yang terjadi hanya pada balok. Oleh karena itu kolom dan sambungan harus dirancang sedemikian rupa agar kedua komponen struktur tidak mengalami kelelahan ketika gempa terjadi. (Purwono, 2005)

Model struktur dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah akan diteliti bagaimana hubungan faktor reduksi terhadap gaya dalam yang terjadi. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh variasi faktor reduksi beban hidup terhadap nilai gaya dalam, hubungan antara faktor reduksi beban hidup dengan gaya dalam dan komponen struktur beton bertulang akibat pengaruh variasi faktor reduksi beban hidup pada SRPMM.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah**

Sistem Rangka Pemikul adalah sistem rangka ruang dalam mana komponen-komponen struktur dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Model Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), jenis bangunan SRPMM akan direncanakan dengan konsep Strong Column and Weak Beam (kolom kuat dan balok lemah), namun detailing tidak seketat Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). (Purwono & Tavio, 2010)

### **Analisis Statik Ekuivalen**

Berdasarkan SNI 03-1726:2012 pasal 7.8.2.1, periode fundamental dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut:

$$T_a = C_t \times h_n^x \quad (1)$$

Dimana:

$h_n$  = ketinggian struktur (m) diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur.

$C_t$  &  $x$  = koefisien yang ditentukan sesuai SNI 1726:2012 pasal 7.8.2.1

Dalam SNI 1726:2012 Pasal 7.7.2, disebutkan bahwa berat efektif struktur (W), harus menyertakan seluruh beban mati sendiri struktur dan beban hidup bereduksi minimal 25% beban hidup lantai.

Berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.8.1.1, perhitungan koefisien respons seismik  $C_s$  ditentukan dengan persamaan berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (2)$$

Dimana:

$C_s$  = koefisien respons seismik

$S_{DS}$  = parameter percepatan desain respons spektrum dalam rentang periode pendek

$I_e$  = faktor keutamaan gempa

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.8.1, gaya geser dasar  $V$  dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$V = C_s \times W$$

Dimana:

$V$  = gaya geser dasar seismik

$C_s$  = koefisien respons seismik

$W$  = berat seismik efektif

Perhitungan distribusi beban gempa dihitung berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.8.3 sebagai berikut:

$$F_x = C_{vx} \times V \quad (3)$$

Dimana:

$$C_{vx} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (4)$$

Keterangan:

$C_{vx}$  = faktor distribusi vertikal

$V$  = gaya lateral desain total atau geser didasar struktur

$W_i$  dan  $w_x$  = berat seismik efektif total struktur ditingkat  $i$  atau  $x$

$h_x$  dan  $h_i$  = tinggi dari dasar sampai tingkat  $i$  atau  $x$

$k$  = eksponen yang terkait dengan periode struktur  $T \geq 2,5$ , nilai  $k = 2$  dan  $T \leq 0,5$ , nilai  $k = 1$ ,  $0,5 < T < 2,5$ , nilai  $k$  didapat dari interpolasi linear antara 1 dan 2

### Dinamik Respons Spektrum

Dalam analisis gempa dinamik respons spektrum yang didasarkan pada ground acceleration, parameter ragam respons spektrum berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.9.3 dengan meninjau selisih waktu getar alami.

Nilai kontrol partisipasi massa menurut SNI 1726:2012 Pasal 7.9.1 harus berjumlah minimum 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal orthogonal dari respons yang ditinjau oleh model.

Menurut SNI 1726:2012 Pasal 7.9.4, nilai akhir  $V_{dinamik}$  harus lebih besar atau sama dengan 85%  $V_{statik}$ , sehingga persyaratan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$V_{dinamik} \geq 0,85 V_{statik} \quad (5)$$

Jika nilai persyaratan belum terpenuhi, maka besarnya  $V_{dinamik}$  harus dikalikan dengan faktor skala gempa  $0,85 V_{statik}/V_{dinamik}$ .

Kriteria simpangan mengacu pada SNI 1726:2012 dengan faktor-faktor sebagai berikut:

- a. Faktor pembesaran defleksi (Cd) (SNI 1726:2012 Tabel 20).
- b. Faktor keutamaan gempa (Ie) (SNI 1726:2012 Tabel 2).
- c. Faktor reduksi untuk gedung dengan KDS (SNI 1726:2012 Pasal 7.3.4.1).
- d. Simpangan antar lantai yang diijinkan untuk gedung dengan kategori resiko II adalah  $= 0,025 \times h_{sx}$ , dengan  $h_{sx}$  adalah tinggi tingkat dibawah tingkat  $x$  (SNI 1726:2012 Pasal 7.12.1 Tabel 16).

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Objek studi yang dibahas adalah berupa struktur portal beton bertulang pada Bangunan Gedung Kost, Jl. Kh.Dewantara, Kota Samarinda. Perhitungan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur portal berlantai 10 digunakan analisis portal 3 dimensi dengan menggunakan SAP 2000 yang dibuat oleh Computers and Structures, Inc. University Avenue Berkeley, California 94704 USA. Literatur yang digunakan dalam studi ini yaitu :

- Tata Cara Perhitungan Perencanaan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung (SNI 1726-2016)
- Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)
- Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013)

## **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

### **Model Struktur**

Gedung yang dianalisis adalah bangunan rumah susun dengan jumlah lantai direncanakan adalah 10 lantai dengan kategori resiko II.

### **Kategori Desain Seismik**

Berdasarkan data hasil sondir didapatkan nilai  $N = 51,091$ , dengan mengacu pada SNI 1726:2012 Tabel 3 didapatkan kelas situs tanah keras (SC) dan nilai  $S_s = 0,15g$ . Nilai  $F_a$  berdasarkan SNI 1726:2012 tabel 4 adalah 1,2 dan  $S_1 = 0,1g$ . Merujuk pada SNI 1726:2012 tabel 6, nilai  $F_v = 1,7$ .  $S_{MS} = 0,18g$  dan  $S_{M1} = 0,17g$  menurut pasal 6.2. Merujuk pasal 6.3 nilai  $S_{DS} = 0,12$  dan  $S_{D1} = 0,113$ . Berdasarkan tabel 7 dan nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  didapatkan KDS B dan dengan merujuk pada pasal 7.2.2 didapatkan sistem penahan gempa dengan SRMM.

### **Perencanaan Struktur Sekunder Bangunan**

Perencanaan struktur sekunder bangunan meliputi tangga dan pelat lantai. Perencanaan tangga meliputi perencanaan dimensi, *antrede* dan *oprade* berdasarkan tinggi tiap lantai dan juga diperhitungkan desain penulangan yang dibutuhkan.

## Perencanaan Geometri Struktur

Tipe balok yang digunakan adalah balok tanpa *prestress* dengan pendekatan  $h = 1/10 - 1/16 L$  dan  $b = 1/2 - 2/3 h$ . Sedangkan untuk struktur kolom digunakan pendekatan dengan rumus

$$\frac{I_{kolom}}{L_{kolom}} \geq \frac{I_{balok}}{L_{balok}} \quad (6)$$

## Analisa Struktur

Analisa struktur pada studi ini dilakukan dengan permodelan pada program SAP2000, dengan memfokuskan studi pada hubungan variasi faktor reduksi. Parameter nilai faktor reduksi beban yang akan dikaji adalah dengan memvariasikan nilai faktor reduksi beban hidup sehingga parameter kombinasi beban menjadi sebagai berikut:

### A. Variasi 1

- $1,2 D + 1,6 L + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 1,0 L + 1,0 W + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 1,0 L + 1,0 EQx$
- $1,2 D + 1,0 L + 1,0 EQy$
- $1,2 D + 1,0 L + 1,0 RSPx$
- $1,2 D + 1,0 L + 1,0 RSPy$

### B. Variasi 2

- $1,2 D + 1,5 L + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 0,9 L + 1,0 W + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 0,9 L + 1,0 EQx$
- $1,2 D + 0,9 L + 1,0 EQy$
- $1,2 D + 0,9 L + 1,0 RSPx$
- $1,2 D + 0,9 L + 1,0 RSPy$

### C. Variasi 3

- $1,2 D + 1,4 L + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 0,8 L + 1,0 W + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 0,8 L + 1,0 EQx$
- $1,2 D + 0,8 L + 1,0 EQy$
- $1,2 D + 0,8 L + 1,0 RSPx$
- $1,2 D + 0,8 L + 1,0 RSPy$

### D. Variasi 1

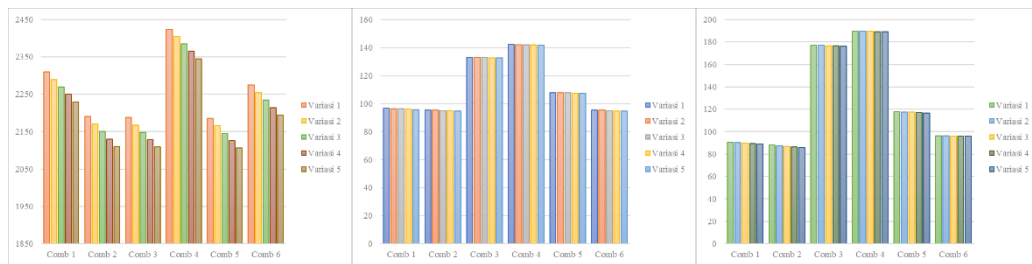
- $1,2 D + 1,3 L + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 0,7 L + 1,0 W + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 0,7 L + 1,0 EQx$
- $1,2 D + 0,7 L + 1,0 EQy$

- $1,2 D + 0,7 L + 1,0 RSPx$
- $1,2 D + 0,7 L + 1,0 RSPy$

E. Variasi 1

- $1,2 D + 1,2 L + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 0,6 L + 1,0 W + 0,5 Lr$
- $1,2 D + 0,6 L + 1,0 EQx$
- $1,2 D + 0,6 L + 1,0 EQy$
- $1,2 D + 0,6 L + 1,0 RSPx$
- $1,2 D + 0,6 L + 1,0 RSPy$

Dari hasil – hasil gaya dalam menunjukkan bahwa perubahan variasi faktor reduksi beban hidup mempengaruhi nilai gaya dalam pada struktur yang dimodelkan. Berikut grafik pengaruh variasi faktor reduksi beban hidup terhadap gaya dalam :



a. Gaya Aksial

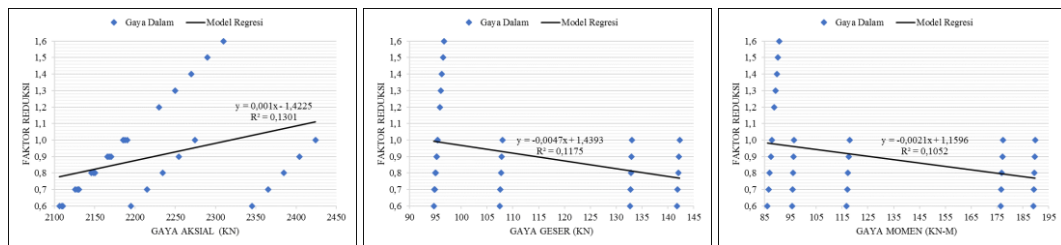
b. Gaya Geser

c. Momen Lentur

Gambar 1. Grafik pengaruh Variasi faktor reduksi beban hidup terhadap Gaya Dalam

**Analisis Regresi**

Analisis regresi dilakukan dengan Variasi faktor reduksi sebagai variabel X dan nilai gaya dalam sebagai variabel Y. Analisis regresi dihitung melalui bantuan program Excel dan didapatkan hasil sebagai berikut :



a. Gaya Aksial

b. Gaya Geser

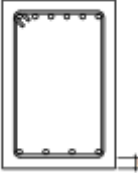
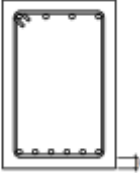
c. Momen Lentur

Gambar 2. Grafik Analisis regresi pada nilai Gaya Dalam

**Desain Penulangan Balok**

Menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.3 syarat komponen lentur pada SRPMM adalah sebagai berikut:

1. Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari sepertiga kuat lentur negatifnya pada muka tersebut. Baik kuat lentur negatif maupun kuat lentur positif pada setiap irisan penampang disepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperlima kuat lentur yang terbesar yang disediakan pada kedua muka-muka kolom di kedua ujung komponen struktur tersebut
  2. Pada kedua ujung komponen struktur lentur tersebut harus dipasang sengkang sepanjang jarak dua kali tinggi komponen struktur diukur dari muka perletakan ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus dipasang pada jarak tidak lebih daripada 50 mm dari muka perletakan. Spasi maksimum sengkang tidak boleh melebihi :
    - a.  $d/4$ ;
    - b. Delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil;
    - c. 24 kali diameter sengkang;
    - d. 300 mm
  3. Sengkang harus dipasang di sepanjang bentang balok dengan spasi tidak melebihi  $d/2$
- Dari hasil perhitungan, didapatkan desain komponen struktur balok untuk semua variasi dengan komponen struktur sebagai berikut:

Tumpuan	Lapangan
	
$400 \times 600$	
TUL. TARIK = 6 D 19	TUL. TARIK = 6 D 19
TUL. TEKAN = 4 D 19	TUL. TEKAN = 4 D 19
SENGKANG = $\emptyset$ 10 - 100	SENGKANG = $\emptyset$ 10 - 125
<b>Balok B1</b>	

Gambar 3. Detail Penulangan Balok

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penulangan Balok

Tipe Balok	Detail Penulangan Balok		Variasi Faktor Reduksi				
			Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4	Variasi 5
B1	Puntir		-	-	-	-	-
	Lentur	Tumpuan	6 D 19	6 D 19	6 D 19	6 D 19	6 D 19
			4 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19
		Lapangan	6 D 19	6 D 19	6 D 19	6 D 19	6 D 19
			4 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19
	Geser	Tumpuan	$\emptyset$ 10-100	$\emptyset$ 10-100	$\emptyset$ 10-100	$\emptyset$ 10-100	$\emptyset$ 10-100
Lapangan		$\emptyset$ 10-125	$\emptyset$ 10-125	$\emptyset$ 10-125	$\emptyset$ 10-125	$\emptyset$ 10-125	

B2	Puntir		-	-	-	-	
	Lentur	Tumpuan	6 D 19	6 D 19	6 D 19	6 D 19	6 D 19
			4 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19
		Lapangan	6 D 19	6 D 19	6 D 19	6 D 19	6 D 19
			4 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19
	Geser	Tumpuan	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100
Lapangan		Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	
S1	Puntir		-	-	-	-	
	Lentur	Tumpuan	5 D 22	5 D 22	5 D 22	5 D 22	5 D 22
			4 D 22	4 D 22	4 D 22	4 D 22	4 D 22
		Lapangan	5 D 22	5 D 22	5 D 22	5 D 22	5 D 22
			4 D 22	4 D 22	4 D 22	4 D 22	4 D 22
	Geser	Tumpuan	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100
		Lapangan	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100

Sumber: Hasil Analisa, 2017

### Desain Penulangan Kolom

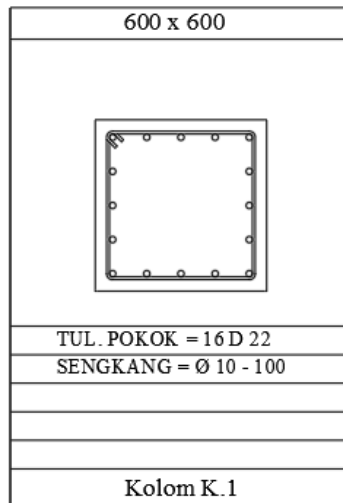
Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.9.1, luas tulangan longitudinal, As, untuk komponen struktur tekan non-komposit tidak boleh kurang dari 1% atau lebih dari 8% kali luas penampang bruto, Ag.

Menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.3 syarat komponen kolom pada SRPMM adalah sebagai berikut:

1. Spasi maksimum sengkang ikat yang dipasang pada rentang I0 dari muka hubungan balok-kolom adalah s0. Spasi s0 tersebut tidak boleh melebihi :
  - a. Delapan kali diameter sengkang ikat,
  - b. 24 kali diameter sengkang ikat,
  - c. Setengah dimensi penampang terkecil komponen struktur,
  - d. 300 mm.
2. Panjang I0 tidak boleh kurang daripada nilai terbesar berikut ini :
  - a. Seperenam tinggi bersih kolom,
  - b. Dimensi terbesar penampang kolom,
  - c. 500 mm
3. Sengkang ikat pertama harus dipasang pada jarak tidak lebih daripada 0,5s0 dari muka hubungan balok – kolom

Dari hasil perhitungan, didapatkan desain komponen struktur kolom untuk semua variasi dengan komponen struktur sebagai berikut:





Gambar 4. Detail Penulangan Kolom

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penulangan Kolom

Tipe Kolom	Detail Penulangan Kolom	Variasi Faktor Reduksi				
		Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4	Variasi 5
K1	Lentur	16 D 22	16 D 22	16 D 22	16 D 22	16 D 22
	Geser	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100
K2	Lentur	16 D 22	16 D 22	16 D 22	16 D 22	16 D 22
	Geser	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100	Ø10-100

Sumber: Hasil Analisa, 2017

## KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis perhitungan dapat disimpulkan bahwa Permodelan matematis akibat pengaruh variasi faktor reduksi beban hidup pada sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM) adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh variasi faktor reduksi beban mati terhadap gaya dalam yang terjadi pada SRPMM tidak terlalu signifikan, dengan perbedaan nilai gaya dalam rata-rata untuk gaya aksial = 0,89%, gaya geser = 0,15%, dan momen lentur = 0,28%.
2. Kesimpulan analisis regresi didapatkan model persamaan regresi,  $y = 0,001x - 1,4225$  untuk Gaya Aksial,  $y = -0,0047x + 1,4393$  untuk Gaya Geser, dan  $y = -0,0021x + 1,1596$  untuk Momen Lentur. Demikian nilai *R square* menunjukkan bahwa 10,52% - 13,01% dari keseluruhan nilai gaya dalam (Variabel terikat) dapat dijelaskan oleh perubahan dalam variabel variasi faktor reduksi (Variabel bebas).
3. Kebutuhan penulangan komponen struktur beton bertulang akibat pengaruh variasi faktor reduksi beban hidup pada SRPMM dapat diambil kesimpulan bahwa nilai hasil desain penulangan tidak mengalami perubahan pada setiap variasi.

## Saran

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan, maka didapatkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk membuktikan model regresi pada hubungan antara nilai gaya dalam dengan variasi faktor reduksi beban hidup.
2. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut untuk menghitung kebutuhan penulangan pada komponen sekunder struktur dan perencanaan pondasi.

## DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, Rony (2011). *Korelasi Hasil Percobaan CPT dengan SPT pada Lokasi Pusat Kota Pekanbaru*. Jurnal Teknik Sipil. Volume 1, No.1, 2011

Ardiansyah, Rony (2015). *SNI 2002 Nekat menggunakan faktor beban kecil?*. Diakses pada tanggal 04 Mei 2017 dari <https://ronymedia.wordpress.com/2015/09/27/sni-2002-nekat-menggunakan-faktor-beban-kecil/>

Departemen Pekerjaan Umum (1989). *SNI 03-1727-1989 Standar Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Departemen Pekerjaan Umum (2012). *SNI 03-1726-2012 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Departemen Pekerjaan Umum (2013). *SNI 03-1727-2013 Standar Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Departemen Pekerjaan Umum (2014). *SNI 03-2052-2014 Standar Baja Tulangan Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Departemen Pekerjaan Umum (2013). *SNI 03-2847-2013 Standar Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Dipohusodo, Istimawan (1993). *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Hartono (2004). *Statistik untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Ichwandri, Yudha Putra (2014). *Perencanaan Struktur Gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang Dengan Penahan Lateral Dinding Struktural*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. Volume 2, No. 1, Maret 2014

Laboratorium Beton dan Bangunan FTSP ITS (1992). *Tabel Grafik dan Diagram Interaksi untuk Perhitungan Struktur Beton Berdasarkan SNI 1992*. Surabaya.

McCormac, Jack (2014). *Design of Reinforced Concrete, Ninth Edition*. United State of America, John Wiley & Sons, Inc.

Purwono, Rachmat (2005). *Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa: Perencanaan Dan Perhitungan Sesuai SNI 1726 Dan SNI 284*. Surabaya: ITS Press

Purwono dan Tawio (2010). *Evaluasi Cepat Sistem Rangka Pemikul Momen Tahan Gempa*. Surabaya: ITS Press

Wuaten, Hence Michael (2015). *Analisa Struktur*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda