

# TINJAUAN PENGARUH BEBAN GEMPA TERHADAP GEDUNG BERLANTAI YANG PANJANG (study kasus : Pasar induk kota Bondowoso)

**Ridho Hamni Zein**

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [ridho.cauljeon@gmail.com](mailto:ridho.cauljeon@gmail.com)

## ***Abstrack***

*The traditional market is a place for buyers and sellers that indicatet by the transaction the seller and the buyer directly. Bondowoso Central market on Wahid Hasyim street is the largest market in the Bondowoso city. Viewed from the market sketch this is a building with large lenght. Based on SNI regulations on chapter abaout earthquakes. a large lenght building had a poor response to the earthquake, based on the rules of SNI the writer interested to know how the response of buildings against earthquake loads.*

*The study was began with collect data such as building sketch, From the sketch then analyzed Eccentricity of the building. Eccentricity is the center of mass and stiffness which of the building. Interaction center of mass and center of stiffness controlled according to earthquake regulations.*

*The results of this study indicate that the eccentricity, is influenced by the stiffness of beams and columns. Changes column dimensions and the dimensions of the beam Impact to the centre of stiffness. Eccentricity in the building impact to the building torque*

*Keywords : Impact of earthquake loads on floors building*

## **1. PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Pasar tradisional merupakan tempat bertemunya penjual dengan pembeli yang ditandai dengan adanya transaksi penjual dan pembeli secara langsung. Dalam pasar tradisional terdapat kios-kios, los dan dasaran terbuka yang dibuka oleh penjual maupun pengelola pasar. Pada pasar tradisional kebanyakan menjual kebutuhan sehari hari seperti bahan-bahan makanan berupa ikan, buah, sayur-sayuran, telur, daging, kain, pakaian barang elektronik, jasa dan lain-lain. Selain itu, di pasar tradisional ada pula yang menjual kue-kue dan barang-barang lainnya. Di dalam proses terjadinya jual beli di butuhkan fasilitas yang dapat mendukung terjadinya proses jual beli seperti halnya bangunan.

Gempa bumi yang sering terjadi di Indonesia hampir selalu menimbulkan korban jiwa. Namun dapat dipastikan bahwa korban jiwa tersebut bukan diakibatkan secara langsung oleh gempa, tetapi diakibatkan oleh keruntuhan bangunan pada saat terjadi gempa. Runtuhnya bangunan saat terjadi gempa akan menimpa orang yang berada didalamnya sehingga dapat menimbulkan

luka-luka bahkan kematian. Hal tersebut menjadikan meningkatnya kebutuhan bangunan tahan gempa. Dengan bangunan tahan gempa maka korban jiwa akibat adanya gempa dapat diminimalkan. Bangunan tahan gempa adalah bangunan yang dapat merespon gaya gempa dengan sifat daktail dan mampu bertahan dari keruntuhan struktur yang signifikan. Beban gempa yang terjadi akan berpengaruh pada perencanaan struktur bangunan.

Pasar induk kota Bondowoso yang berada di jalan wahid hasyim ini merupakan pasar terbesar di kota Bondowoso. Pasar yang pernah terbakar ini memiliki dua lantai untuk melayani para penjual dan pembeli. Proses jual beli terjadi di pasar ini di setiap harinya dimana proses jual beli terjadi diatas bangunan. Bangunan menderita beban yang dari beban hidup dan beban mati yang terdapat di dalam gedung. Beban mati bisa berupa kios-kios pedagang, bahan-bahan makanan yang di perjual belikan. Beban hidup biasanya di tinjau dari segi manusia. dari pembebanan tersebut di tinjau apakah bangunan tersebut kuat terhadap gempa, mengingat gempa di wilayah jawa

timur khususnya bondowoso potensi gempanya meningkat.

Melihat dari gambar bestek Pasar induk ini memiliki bentang bangunan yang panjang, di dalam peraturan SNI mengenai gempa sebuah gedung panjang memiliki respon yang buruk terhadap gempa, berdasarkan peraturan SNI penulis tertarik untuk mengetahui bagaimana respon gedung terhadap beban gempa.

#### Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konstruksi terhadap beban gempa berdasarkan pada SNI 03-1726-2002 ?
2. Bagaimana Pengaruh beban gempa terhadap letak pusat massa dan kekakuan ?

#### Batasan Masalah

Agar studi ini tidak meluas dan tetap dalam pembahasan yang semestinya maka kita melakukan batasan masalah sebagai berikut :

1. proses analisa beban gempa menggunakan peraturan gempa SNI 03-1726-2002
2. Proses analisa beban gempa menggunakan program bantu SAP 2000 V.15
3. Tidak menghitung RAB
4. proses analisa mengikuti gambar bestek yang sudah ada
5. perhitungan struktur yang ditinjau struktur atas saja lantai 2 (pusat massa dan kekakuan

#### Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi di jurusan teknik sipil, fakultas teknik sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir adalah :

1. Mengetahui dan mengkaji perilaku struktur saat terjadi gempa
2. Mengkaji perletakan pusat massa dan pusat kekakuan terhadap peraturan SNI 03-1726-2002

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

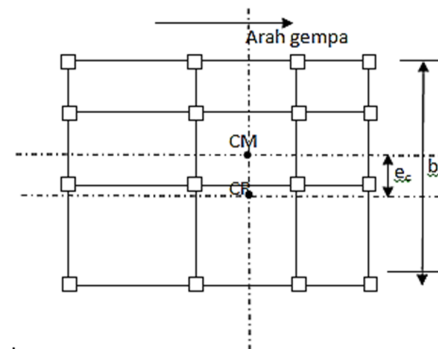
### Eksentrisitas

Eksentrisitas terjadi karena pusat rotasi dan pusat massa pada gedung tidak berimpit, dengan adanya hal ini mengakibatkan gedung akan mengalami momen torsi yang mengakibatkan gedung mengalami punter, contohnya pada struktur yang tidak beraturan.

### Momen punter rencana

Untuk memperhitungkan gerakan memuntir, gaya geser tingkat akibat gempa (yaitu  $F_d$  diatas taraf yang ditinjau) harus dikerjakan suatu eksentrisitas rencana  $e_d$  yang diukur dari titik pusat kekakuan.

Eksentrisitas teoritis  $e_c$  adalah jarak pusat massa dan pusat kekakuan tegak lurus arah gempa yang ditinjau



Pusat massa, titik tangkap resultante dari jumlah semua beban gravitasi yang bekerja diatas taraf yang ditinjau

Pusat kekakuan, titik tangkap resultante gay geser yang bekerja yang terdapat pada taraf lantai yang bersangkutan.

### Eksentrisitas rencana ( $e_d$ )

- c.1. jika  $e_c < 0,1b$  dan gedung tersebut bertingkat  $\leq 4$ , maka  $e_d = 0$

Jadi momen punter rencana = 0 --> tidak ada punter.

c.2. jika  $0,1b < e_c < 0,3b$ ,

maka  $e_d$  dipilih dari 2 keadaan yang kritis yaitu:

$$e_d = 1,5e_c + 0,05b$$

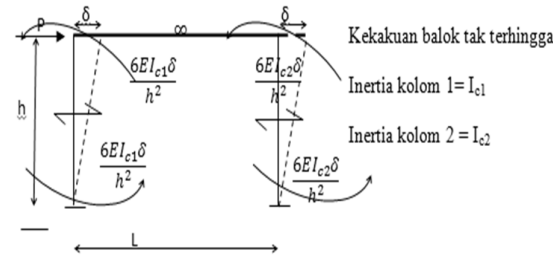
atau,

$$e_d = e_c - 0,05b$$

pengaruh torsi hanya perlu ditinjau untuk pembebanan gempa dalam satu arah saja.

c.3. jika  $e_c > 0,3b$ , maka struktur harus dianalisa dengan analisa dinamis 3 dimensi

**KOEFISIEN DISTRIBUSI GESER (“D” value)**



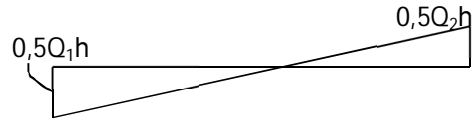
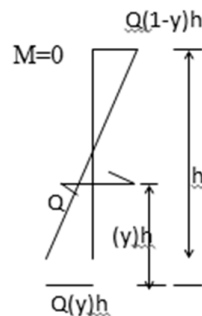
$$D_1 = \frac{12EK_{c1}}{h^2}; D_2 = \frac{12EK_{c2}}{h^2}$$

Dimana  $K_c = K \cdot k_{c1}$ ; dengan  $K$  = kekakuanstandart ;  $k_c$  = “ratio stiffness kolom”

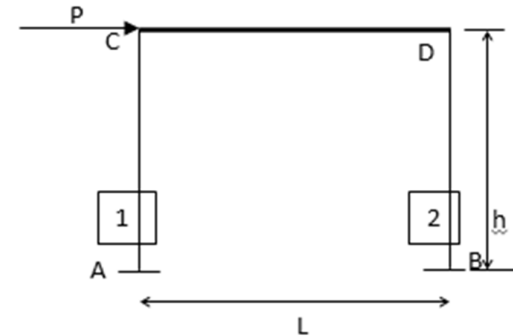
Lebih lanjut, dengan mengingat nilai  $D = \frac{Q}{\delta}$  dan  $P = Q_1 + Q_2$ , maka diperoleh gaya geser

$$Q_1 = \frac{k_{c1}}{k_{c1} + k_{c2}} P \quad Q_2 = \frac{k_{c2}}{k_{c1} + k_{c2}} P$$

Diagram momen kolom sbb



Menentukan gaya normal yang bekerja pada kolom:



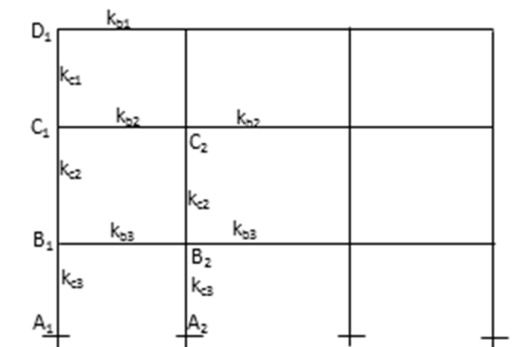
$$\sum M_D = 0$$

$$-R_A \cdot L + P \cdot h - \frac{Q_1 \cdot h}{2} - \frac{Q_2 \cdot h}{2} = 0$$

$$\rightarrow R_A = \frac{(Q_1 + Q_2) \cdot h}{2L} \uparrow$$

$$R_B = \frac{(Q_1 + Q_2) \cdot h}{2L} \downarrow$$

**Metode praktis untuk menganalisa portal**



Tinjau kolom C1D1:

$$\bar{k} = \frac{k_{b1} + k_{b2}}{2k_{c1}}$$

Tinjau kolom B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>:

$$\bar{k} = \frac{2k_{b2} + 2k_{b3}}{2k_{c2}}$$

Tinjau kolom A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>:

$$\bar{k} = \frac{k_{b3}}{k_{c3}}$$

Tinjau kolom A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>:

$$\bar{k} = \frac{k_{b2} + k_{b3}}{k_{c3}}$$

### Rumus-rumus a untuk berbagai kondisi perletakan

A. perletakan sendi :

$$a = \frac{0,5\bar{k}}{1 + 2\bar{k}}$$

B. perletakan jepit:

$$a = \frac{0,5 + \bar{k}}{2 + \bar{k}}$$

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### Data Gedung

Fungsi gedung : Pasar/Perniagaan

Jumlah lantai : 2 lantai

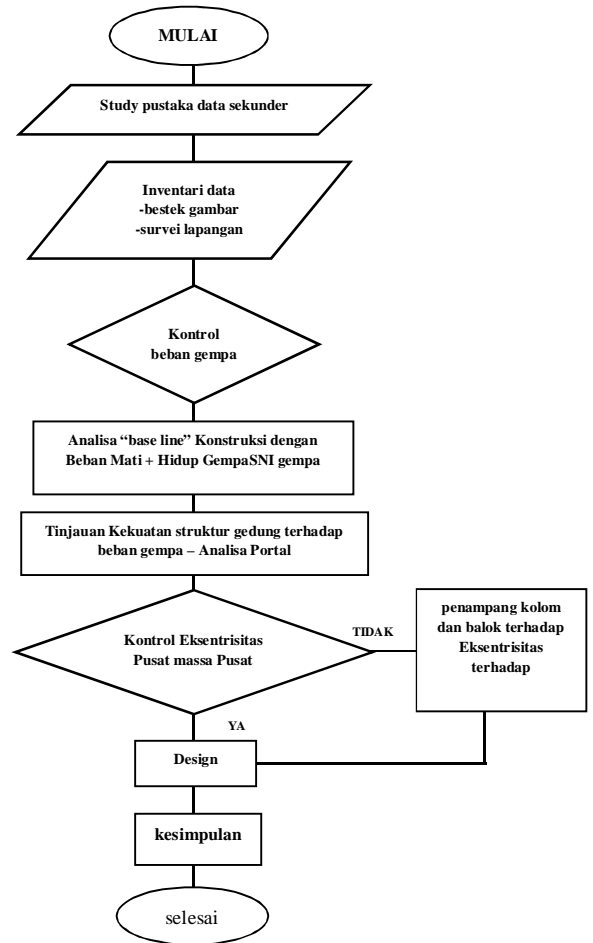
Alamat : Bondowoso

Panjang gedung : 141.7 m

Lebar gedung : 39.6 m

Zona Gempa : 3

### Diagram Alur Penelitian



### Peraturan yang di pakai

1. Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SNI 03-2847-2002)
2. SKSNI T-15-1991-03
3. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983
4. Buku Pedoman untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung 1983

5. Peraturan Beton Indonesia 1971

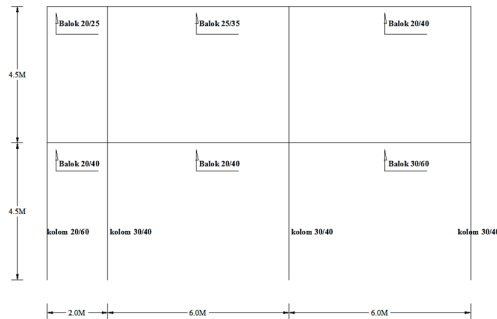
6. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia 1983

7. Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03 1726 2002)

#### 4. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

##### Analisa Portal

Analisa di lakukan pada masing-masingportal pada bangunan pasar, di bawah ini merupakan satu dari portal yang di analisa. Semua portal di analisa menggunakan metode yang sama seperti contoh perhitungan di bawah ini.



Inersia Kolom

$$I_c = \frac{1}{12} (20)(60)^3 = 360.000 \text{ cm}^4$$

$$I_c = \frac{1}{12} (30)(40)^3 = 160.000 \text{ cm}^4$$

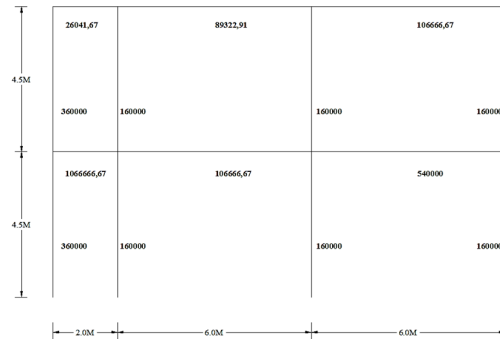
Inersia Balok

$$I_b = \frac{1}{12} (20)(25)^3 = 26.042 \text{ cm}^4$$

$$I_b = \frac{1}{12} (20)(40)^3 = 106.667 \text{ cm}^4$$

$$I_b = \frac{1}{12} (25)(35)^3 = 89.323 \text{ cm}^4$$

$$I_b = \frac{1}{12} (30)(60)^3 = 540.000 \text{ cm}^4$$



$$K_c = \frac{I_c}{h} = \frac{360000}{450} = 800 \text{ ambil } K=1000$$

(angka standar, terserah kita besarnya)

Jadi,  $k_c = 0,8 \text{ cm}^3$

$$K_c = \frac{I_c}{h} = \frac{160000}{450} = 355,56 \text{ ambil } K=1000$$

(angka standar, terserah kita besarnya)

Jadi,  $k_c = 0,35 \text{ cm}^3$

$$K_b = \frac{I_b}{h} = \frac{26042}{200} = 130,2 \text{ ambil } K=1000$$

(angka standar, terserah kita besarnya)

Jadi,  $k_b = 0,13 \text{ cm}^3$

$$K_b = \frac{I_b}{h} = \frac{106667}{200} = 533,33 \text{ ambil } K=1000$$

(angka standar, terserah kita besarnya)

Jadi,  $k_b = 0,53 \text{ cm}^3$

$$K_b = \frac{I_b}{h} = \frac{89323}{600} = 148,87 \text{ ambil } K=1000$$

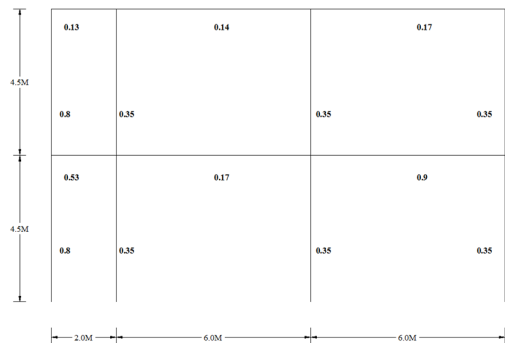
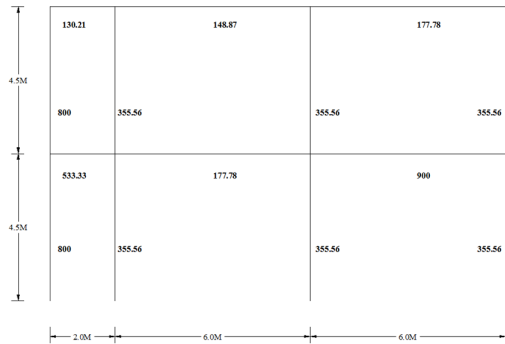
(angka standar, terserah kita besarnya)

Jadi,  $k_b = 0,14 \text{ cm}^3$

$$K_b = \frac{I_b}{h} = \frac{540000}{600} = 900 \text{ ambil } K=1000$$

(angka standar, terserah kita besarnya)

Jadi,  $k_b = 0,9 \text{ cm}^3$



$$\bar{k} = \frac{k_b}{k_c} = \frac{0,13+0,53}{2*0,8} = 0,4125;$$

$$\bar{k} = \frac{k_b}{k_c} = \frac{0,53}{0,8} = 0,6625;$$

$$\bar{k} = \frac{k_b}{k_c} = \frac{0,13+0,15+0,53+0,18}{2*0,4} = 1,2375;$$

$$\bar{k} = \frac{k_b}{k_c} = \frac{0,53+0,18}{0,356} = 1,994;$$

$$\bar{k} = \frac{k_b}{k_c} = \frac{0,15+0,18+0,18+0,9}{2*0,4} = 1,762;$$

$$\bar{k} = \frac{k_b}{k_c} = \frac{0,18+0,9}{0,4} = 2,7;$$

$$a = \frac{0,5+\bar{k}}{2+\bar{k}} ; a = \frac{0,5+0,4125}{2+0,4125} = 0,37$$

$$a = \frac{0,5+\bar{k}}{2+\bar{k}} ; a = \frac{0,5+0,6625}{2+0,6625} = 0,43$$

$$a = \frac{0,5+\bar{k}}{2+\bar{k}} ; a = \frac{0,5+1,2375}{2+1,2375} = 0,53$$

$$a = \frac{0,5+\bar{k}}{2+\bar{k}} ; a = \frac{0,5+1,994}{2+1,994} = 0,62$$

$$a = \frac{0,5+\bar{k}}{2+\bar{k}} ; a = \frac{0,5+1,762}{2+1,762} = 0,60$$

$$a = \frac{0,5+\bar{k}}{2+\bar{k}} ; a = \frac{0,5+2,7}{2+2,7} = 0,68$$

$$D = \frac{12EK}{h^2} a \cdot k_c = \frac{12(200000)(1000)}{450^2} 0,37 (0,8) = 3586,26 \text{ kg/cm}$$

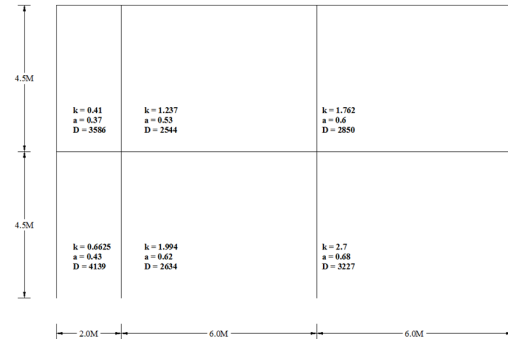
$$D = \frac{12EK}{h^2} a \cdot k_c = \frac{12(200000)(1000)}{450^2} 0,43 (0,8) = 4139,80 \text{ kg/cm}$$

$$D = \frac{12EK}{h^2} a \cdot k_c = \frac{12(200000)(1000)}{450^2} 0,53 (0,4) = 2544,25 \text{ kg/cm}$$

$$D = \frac{12EK}{h^2} a \cdot k_c = \frac{12(200000)(1000)}{450^2} 0,62 (0,356) = 2634,81 \text{ kg/cm}$$

$$D = \frac{12EK}{h^2} a \cdot k_c = \frac{12(200000)(1000)}{450^2} 0,60 (0,4) = 2850,74 \text{ kg/cm}$$

$$D = \frac{12EK}{h^2} a \cdot k_c = \frac{12(200000)(1000)}{450^2} 0,68 (0,4) = 3227,73 \text{ kg/cm}$$



### Pusat massa

Xm=

$$\frac{\text{jumlah Luas Plat di tinjau } X \text{ jarak pusat plat terhadap sumbu } 'X'}{\text{jumlah keseluruhan luas plat-Void}}$$

Ym=

$$\frac{\text{jumlah Luas Plat di tinjau } X \text{ jarak pusat plat terhadap sumbu } 'Y'}{\text{jumlah keseluruhan luas plat-Void}}$$

$$Xm = \frac{74658,9}{4717,39} = 15,8263$$

$$Xm = \frac{93189}{4717,39} = 19,7543$$

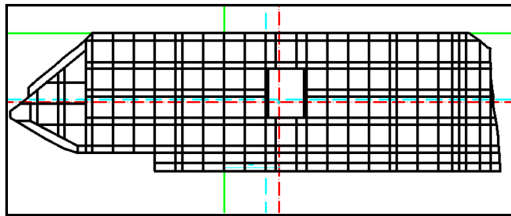
Pusat kekakuan

$$X_r = \frac{\sum(D_y \cdot x)}{\sum D_y}; \quad Y_r = \frac{\sum(D_x \cdot y)}{\sum D_x}$$

$$X_r = \frac{967,4351}{79,86} = 12,1143$$

$$y_r = \frac{1571,472}{82,90} = 18,95638$$

Jadi di dapat nilai Pusat Massa dan Pusat kekakuan, Pusat massa berada pada titik 15,8 ; 19,75. Sedangkan pusat kekakuan berada pada 12,11 ; 18,95



Salib sumbu pusat kekakuan

Pusat Massa

$$\text{Lebar gedung (a)} = 39,6$$

$$\text{Panjang Gedung (b)} = 141,7$$

Jarak sumbu y Pusat massa dan kekakuan = 0,8 M

Jarak sumbu x Pusat massa dan kekakuan = 3,71 M

$$E_c y = 0,8 < 0,1 (39,6)$$

$$= 0,8 < 3,96$$

$$E_c x = 3,71 < 0,1 (141,7)$$

$$= 3,71 < 14,1$$

Eksentrisitas rencana masuk pada kriteria c.1 jadi momen punter = 0. (lihat bab II-24)

Analisa eksentrisitas di atas sudah melalui perubahan dimensi penampang kolom dan balok, saat analisa menggunakan Dimensi Eksisting eksentrisitas tidak memenuhi persyaratan c1,c2 dan c3 (lihat bab II-24). Perubahan dimensi ini untuk bertujuan untuk menggeser pusat kekakuan. Sehingga didapatkan pusat massa dan kekakuan seperti di atas.

Tabel 4.4 a. perubahan balok

| Balok Existing | Balok Baru |
|----------------|------------|
| B15 X 25       | B 20 X 25  |
| B15 X 40       | B20X 40    |
| B15 X 50       | B 20 X 50  |
| B15 X 30       | B 25 X 35  |
| B20 X 50       | B 30 X 50  |
| B20 X 65       | B 30 X 65  |
| B20 X 30       | B 20 X 40  |
| B25 X 50       | B 30 X 60  |
| B25 X 60       | B 30 X 60  |
| BG15 X 40      | B 20 X 40  |

Tabel 4.4.b. perubahan Kolom

| Kolom Existing | Kolom Baru |
|----------------|------------|
| K 20X 60       | K 20X 60   |
| K 30 X 30      | K 30 X 40  |

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Respon gempa yang dimiliki gedung pasar

Bondowoso masih cukup baik hal ini di

tinjau dari hasil sap dengan hasil warna

kuning, warna kuning ini mengindikasikan struktur masih layak dan kuat menahan beban yang terjadi.

2. Setelah di analisa masing-masing portal, di dapat nilai Pusat Massa dan Pusat kekakuan, Pusat massa berada pada titik 15,8 ; 19,75. Sedangkan pusat kekakuan berada pada 12,11 ; 18,9. Jarak sumbu y Pusat massa dan kekakuan = 0,8 M Jarak sumbu x Pusat massa dan kekakuan = 3,71 M. menggeser posisi pusat kekakuan di lakukan dengan merubah dimensi balok dan kolom hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai eksentrisitas rencana. Eksentrisitas rencana masuk pada kriteria c.1 jadi momen punter =0

#### **SARAN**

1. Untuk tujuan pengembangan skripsi ini harus dilakukan peninjauan yang lebih detail.

2. Sebaiknya dalam merencanakan gedung harus diperhitungkan lebih teliti menyangkut pembabunan gempa, arah gempa.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Purwono M.Sc, Prof. Ir. Rachmat. 2005. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya : ITS Pers
- <http://www.pu.go.id/publik/bencana/gempa>. 20 januari 2017
- Priyono, pujo(1999), *Struktur beton1 jilid 2 Universitas Muhammadiyah jember*.
- Priyono, pujo(2015), *Struktur beton2 jilid 1 Universitas Muhammadiyah jember*.
- Priyono, pujo(2015), *Beton tahan gempa jilid 1 Universitas Muhammadiyah jember*.
- Priyono, pujo(2015), *Beton prategang jilid 1 Universitas Muhammadiyah jember*.
- <http://google.com>
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)