

## PENGARUH VARIASI JARAK SENGKANG KOLOM UNTUK RUMAH SEDERHANA TERHADAP BEBAN GEMPA DI PADANG

Febrin Anas Ismail<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Gempa yang terjadi di Sumatera Barat merusak banyak bangunan terutama untuk rumah sederhana (*non-engineered house*). Kerusakan ini sebagian disebabkan oleh kegagalan struktur pada kolom, yang diakibatkan oleh jarak sengkang yang tidak mengikuti peraturan yang ada. Minimnya pengetahuan masyarakat tentang fungsi sengkang yang ada di kolom juga menimbulkan korban jiwa yang cukup besar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jarak sengkang kolom untuk rumah sederhana terhadap beban gempa. Pemodelan struktur kolom dibuat dengan menggunakan dua buah portal dengan variasi jarak sengkang 20 cm dan 30 cm, portal akan diuji dengan metoda *pushover*. Pembacaan beban dilakukan tiap 2 mm dan dilihat perilaku kedua portal yang diuji secara perlahan-lahan dengan *actuator*. Hasil yang didapat adalah keruntuhan yang terjadi adalah akibat lentur, bukan terhadap geser. Semakin rapat jarak sengkang, semakin tinggi kekakuannya, karena beton disekitarnya ter-*confined* dengan baik.

**Kata Kunci :** Gempa bumi, variasi jarak sengkang, gaya geser.

### 1. PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi permukaan bumi yang biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Kebanyakan gempa bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak satu sama lain. Semakin lama gerakan tersebut menghasilkan suatu energi yang kian membesar dan akhirnya mencapai pada keadaan dimana tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan. Pada saat itulah gempa bumi akan terjadi dan gempa bumi terjadi apabila tekanan yang terjadi karena pergerakan itu sudah terlalu besar untuk dapat ditahan.

Gempa di daerah Tanah Datar (Sumatera Barat) merusak banyak bangunan terutama untuk rumah sederhana (*non-engineered house*). Untuk rumah rusak berat sebanyak 3.110 buah, rusak sedang 3.437 buah dan rusak ringan 3.551 buah. Untuk Sekolah rusak berat 68 buah, rusak sedang 30 dan rusak ringan 40. Untuk kantor rusak berat 18 buah, rusak sedang 9 buah dan rusak ringan 10 buah. Untuk mesjid/ mushalla rusak berat 74 buah, rusak sedang 28 buah dan rusak ringan 48 buah.

Selain kerusakan materil, gempa bumi juga menyebabkan timbulnya korban jiwa akibat keruntuhan bangunan, yang diakibatkan oleh kegagalan struktur terutama pada kolom. Jumlah korban tewas dalam bencana ini pada tanggal 6 Maret dilaporkan mencapai 79 orang, sedangkan pada tanggal 12-13 September 2007 dilaporkan tidak ada korban jiwa.

Oleh karena itu dirasa perlu suatu kajian khusus mengenai bagaimana konstruksi bangunan yang baik, khususnya dalam perencanaan jarak efektif sengkang kolom pada rumah *non-engineered* yang berada di daerah rawan gempa. Kajian ini dapat berupa suatu perilaku atau kesimpulan

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, e-mail: [febrin@ft.unand.ac.id](mailto:febrin@ft.unand.ac.id)

terhadap kemampuan pengaruh jarak senggang suatu kolom dalam menerima beban gempa, baik gempa kecil, sedang, maupun gempa besar.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat perilaku kolom berupa pola retak pada kolom dan perpindahan yang terjadi akibat beban gempa statis dengan metoda *pushover*. Manfaat dari penelitian sebagai pertimbangan dan acuan dalam perencanaan struktur bangunan, khususnya dalam mendesain jarak efektif senggang kolom yang dalam perencanaan rumah sederhana (*non-engineered*) di Padang.

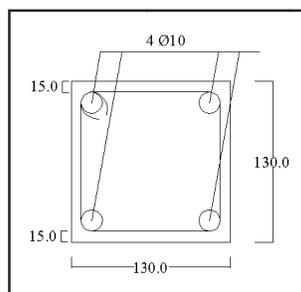
## 2. PELAKSANAAN PENGUJIAN

### 2.1 Perencanaan Benda Uji

Benda uji yang akan diteliti adalah model skala penuh (*full scale model*) variasi jarak senggang kolom dalam perencanaan rumah sederhana. Pemilihan variasi jarak senggang kolom ini bertujuan untuk menentukan jarak efektif senggang yang baik untuk digunakan.

Pada eksperimen ini dibuat dua buah portal, dengan data-data sebagai berikut :

- Ukuran kolom : 13 cm × 13 cm
- Ukuran balok : 11 cm × 13 cm
- Mutu beton :  $f_c' = 17,5$  MPa
- Mutu tulangan lentur :  $f_y = 240$  MPa
- Mutu tulangan geser :  $f_y = 240$  MPa
- Diameter tulangan utama : Ø10 mm
- Diameter tulangan senggang : Ø6 mm
- Variasi jarak senggang : Ø6 – 20 cm dan Ø6 – 30 cm



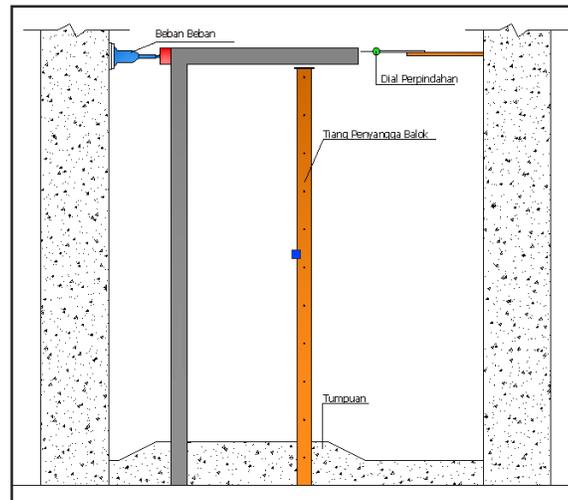
Gambar 1. Penulangan Kolom

### 2.2 Material Beton dan Baja

Campuran beton menggunakan semen normal (semen tipe 1), yaitu semen yang dapat digunakan secara umum tanpa persyaratan tertentu. Beton yang digunakan untuk benda uji direncanakan dengan mutu  $175 \text{ kg/cm}^2$  dengan perbandingan campuran 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil. Baja tulangan yang digunakan terdiri dari tulangan ulir dan tulangan polos dengan tegangan leleh aktual 240 MPa.

### 2.3 Instrumentasi dan Setup Pengujian

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah dial perpindahan. Sedangkan alat uji pembebanan yang digunakan dalam penelitian adalah *actuator* dengan kapasitas 5 ton, digunakan untuk memberikan beban horizontal pada benda uji. Setup pengujian dan sistem pembebanan pengujian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Setup Pengujian Benda Uji**

Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Memakukan papan pada bidang masif sebagai peredam dan beban dari *actuator* tidak langsung bersentuhan dengan bidang masif.
- Beban *pushover* (*actuator*) yang telah dipersiapkan, diposisikan pada bidang masif dalam arah horizontal dititik benda uji yang akan diberikan dorongan, seperti terlihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3. Actuator**

- Setelah posisi beban tepat, maka kemudian dipasang dial untuk membaca besar perpindahan ( $\delta$ ) yang terjadi pada ujung balok, seperti pada **Gambar 4**.



**Gambar 4. Dial Perpindahan**

- Dengan memberikan beban *pushover*, benda uji didorong sebesar  $P$  secara bertahap sampai benda uji mengalami perubahan (keruntuhan).
- Setelah itu diamati dan dicatat perubahan yang terjadi baik itu pada kolom dan balok dengan mencatat besar deformasi yang terjadi atau pola retak yang ditimbulkan pada benda uji.

- f. Prosedur di atas dilakukan kepada kedua benda uji. Dokumentasikan perubahan yang terjadi pada setiap benda uji dan dilakukan analisa manakah yang lebih baik (jarak senggang 20 cm atau 30 cm).

### 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN

#### 3.1 Pola Retak



(a). Depan



(b). Belakang

**Gambar 5. Pola Retak Balok Bagian Kiri untuk Jarak Senggang 30 cm**



(a). Depan



(b). Belakang

**Gambar 6. Pola Retak Balok Bagian Kanan untuk Jarak Senggang 30 cm**



(a). Depan



(b). Belakang

**Gambar 7. Pola Retak Balok Bagian Kiri Pada untuk Senggang 20 cm**



(a). Depan



(b). Belakang

**Gambar 8. Pola Retak Balok Bagian Kanan untuk Jarak Sengkang 20 cm**



**Gambar 9. Pola Retak pada Balok dan Kolom untuk Jarak Sengkang 20 cm**



(a). Jarak Sengkang Kolom 30 cm



(b). Jarak Sengkang Kolom 20 cm

**Gambar 10. Pola Retak Minor Kolom untuk Jarak Sengkang (a).30 cm, (b). 20 cm**

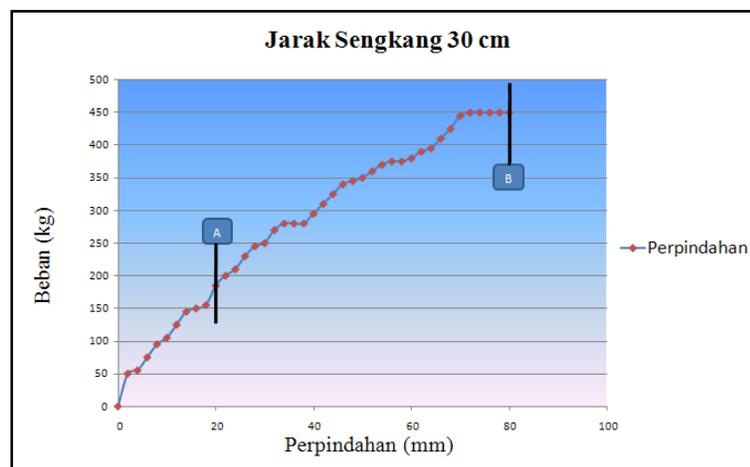


Gambar 11. Beton Mulai Hancur untuk Jarak Senggang 20 cm

Dari pola retak di atas, dapat dianalisa bahwa balok terlebih dahulu hancur, karena secara langsung menahan beban yang diterima dari aktuator, kemudian disusul dengan retak yang terjadi pada kolom. Retak yang terjadi pada pengujian ini adalah retak lentur, hal ini terjadi karena gaya yang disebabkan oleh momen lebih dominan dibandingkan dengan gaya yang terjadi akibat geser. Gaya geser yang terjadi masih cukup kuat dipikul oleh penampang akibat gaya luar yang terjadi, pada jarak senggang 30 cm maupun pada jarak senggang 20 cm.

Pola retak yang terjadi pada portal dengan jarak senggang 20 cm dan 30 cm relatif sama. Pada benda uji dengan jarak senggang 30 cm, retak terjadi secara diagonal dan horizontal pada balok sejauh kurang lebih 10 cm. Namun retak horizontal tidak sesuai dengan literatur-literatur yang ada, hal ini terjadi karena tulangan geser yang slip sehingga fungsi tulangan geser tidak berpengaruh pada kondisi ini. Sedangkan balok dengan jarak senggang 20 cm, retak terjadi sejauh kurang lebih 20 cm – 25 cm dengan pola retak yang sama dengan benda uji dengan jarak senggang 30 cm. Retak yang terjadi pada bagian kolom terletak pada bagian tarik, namun keretakan yang terjadi akibat geser sangatlah kecil (Gambar 9).

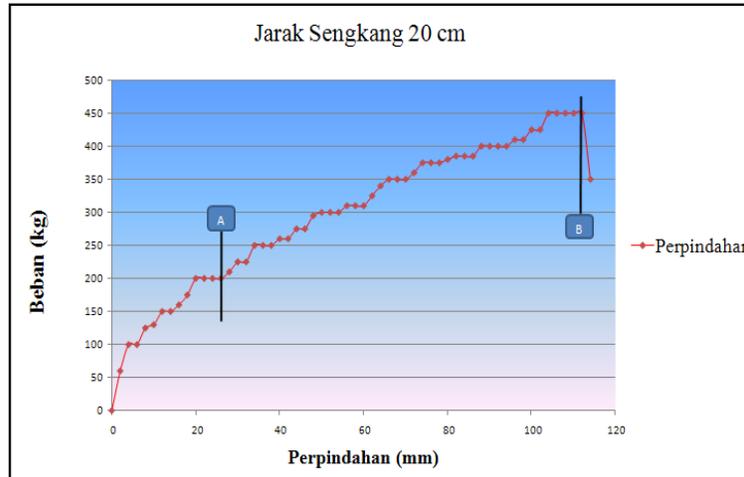
### 3.2 Hubungan Beban – Perpindahan



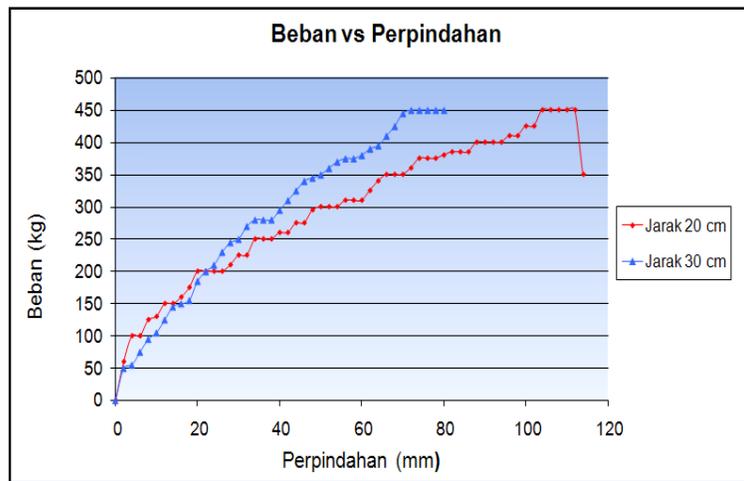
Gambar 12. Kurva Beban vs Perpindahan untuk Jarak Senggang 30 cm

Kurva hubungan beban ( $P$ ) dan besarnya deformasi ( $\delta$ ) yang terjadi pada portal untuk jarak senggang 30 cm ditunjukkan pada Gambar 12. Pada Gambar 12 dapat disimpulkan bahwa, pada jarak senggang 30 cm, beban maksimum yang dapat diterima portal adalah 450 kg dan besar

perpindahan maksimum yang dapat diterima adalah 80 mm. Pada jarak sengkang 20 cm, beban maksimum yang dapat diterima portal adalah 450 kg dan besar perpindahan maksimum yang dapat diterima adalah 114 mm. Kondisi tersebut dapat dilihat pada **Gambar 13**.



**Gambar 13. Kurva Beban vs Perpindahan untuk Jarak Sengkang 20 cm**



**Gambar 14. Kurva Pushover Beban – Perpindahan**

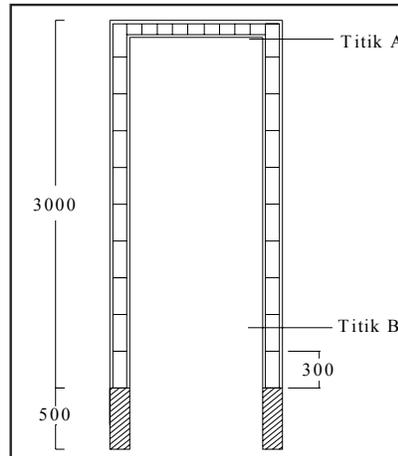
Pada portal dengan jarak sengkang 30 cm, perpindahan yang terjadi sebesar 80 mm dan pada jarak sengkang 20 cm perpindahan yang terjadi sebesar 114 mm. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin rapat jarak sengkang yang diberikan, maka akan menambah perpindahan yang dapat diterima. Penulangan sengkang dengan jarak yang lebih rapat mempengaruhi daktail pada beton bertulang, karena semakin rapat jarak sengkang, maka akan meng-*confined* beton sekitarnya dengan baik, sehingga mempengaruhi daktail yang terjadi.

Kekakuan portal dengan jarak sengkang 20 cm sebelum mencapai beban 200 kg lebih besar dibandingkan dengan kekakuan portal dengan jarak sengkang 30 cm. Hal ini dapat dilihat dari satu titik tinjau. Misalkan pada **Gambar 14**, pada beban 150 kg untuk jarak sengkang 20 cm, perpindahan yang terjadi adalah 14 mm, sedangkan portal dengan jarak sengkang 30 cm adalah 16 mm. Artinya semakin besar perpindahan yang terjadi, maka akan membuat kekakuan struktur berkurang.

Namun, setelah beban mencapai 200 kg lebih, kekakuan portal dengan jarak senggang 20 mm menjadi lebih kecil dibandingkan dengan portal dengan jarak senggang 30 cm. Hal ini terlihat dari grafik beban – perpindahan pada **Gambar 14**, dimana portal dengan jarak senggang 20 cm terjadi retak yang lebih banyak pada beton, sehingga mempengaruhi kekakuan dari struktur.

### 3.3 Analisa Tegangan dan Regangan

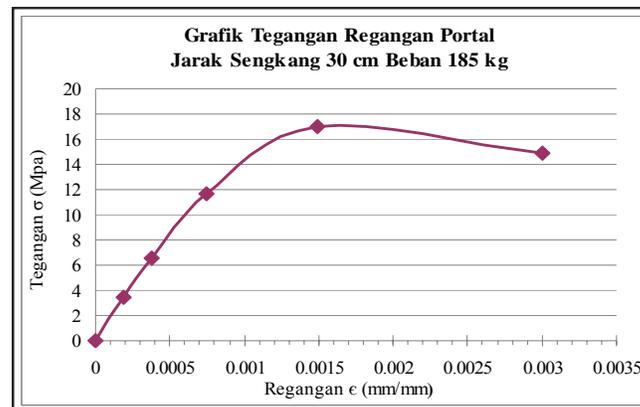
Tegangan – regangan beton bertulang diambil pada empat titik, yaitu jarak senggang 30 cm pada beban 185 kg untuk titik tinjau A, beban 450 kg dengan titik tinjau B, yaitu 500 mm kolom kanan sebelah kanan seperti terlihat pada **Gambar 15**.



**Gambar 15.** Posisi Titik Tinjau Tegangan dan Regangan untuk Jarak Senggang 30 cm

**Tabel 1.** Nilai Tegangan - Regangan pada Beberapa Pembebanan di Titik A pada Portal dengan Jarak Senggang 30 cm pada Beban 185 kg

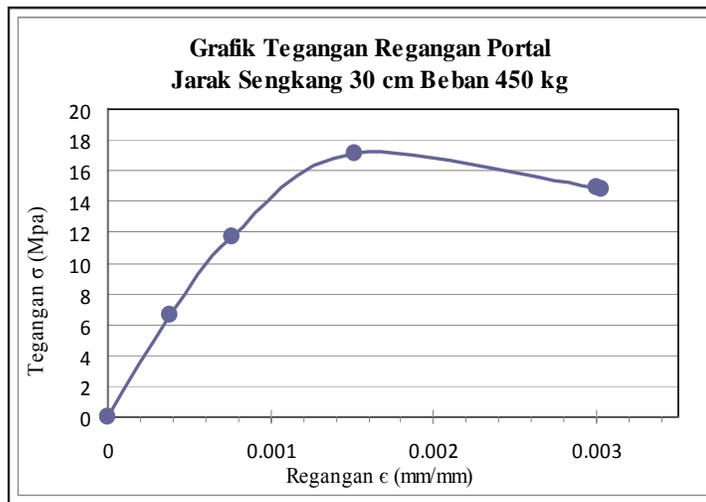
Kondisi	$P$ (N)	$\delta$ (mm)	$M$ (N.mm)	$f_c$ (MPa)	$\varepsilon$ (mm/mm)
0	0,00	0	0,00	0,000	0,000000
1	133,06	14	922736,97	3,490	0,000187
2	302,91	40	2084869,52	6,581	0,000374
3	477,67	> 80	3280567,80	11,620	0,000748
4	507,90	> 80	3487377,38	17,060	0,001496
5	520,34	> 80	3572453,70	14,880	0,003000



**Gambar 16.** Tegangan - Regangan Beton di Titik A untuk Jarak Senggang 30 cm

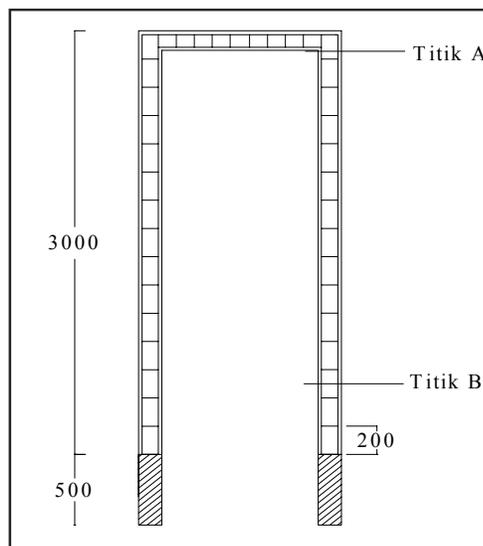
**Tabel 2. Nilai Tegangan - Regangan pada Beberapa Pembebanan di Titik B pada Portal dengan Jarak Sengkang 30 cm pada Beban 450 kg**

Kondisi	$P$ (N)	$\delta$ (mm)	$M$ (N.mm)	$f_c$ (MPa)	$\varepsilon$ (mm/mm)
0	0,00	0	0,00	0,000	0,000000
1	337,63	46	1830791,87	6,661	0,000379
2	606,34	> 80	3285433,03	11,731	0,000758
3	644,25	> 80	3490636,71	17,120	0,001516
4	659,18	> 80	3571458,52	14,810	0,003032
5	659,36	> 80	3572453,70	14,880	0,003000



**Gambar 17. Tegangan - Regangan Beton di Titik B untuk Jarak Sengkang 30 cm**

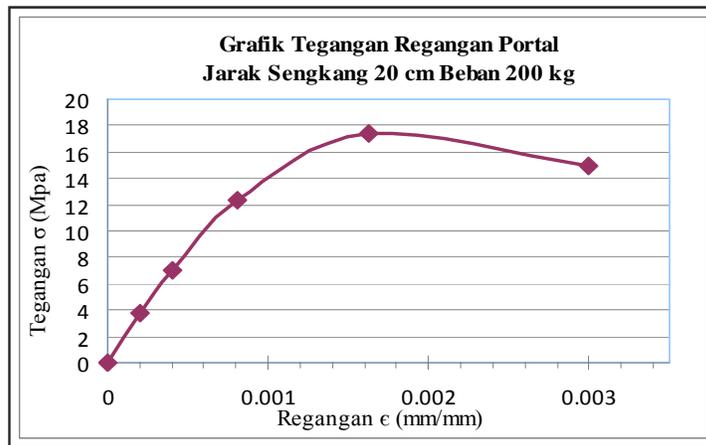
Kemudian titik regangan-regangan lain yang diambil pada jarak sengkang 20 cm juga pada kolom kanan portal, beban 200 kg untuk titik A dan pada pembebanan 450 kg pada titik B, seperti terlihat pada **Gambar 18**.



**Gambar 18. Posisi Titik Tinjau untuk Jarak Sengkang 20 cm**

Tabel 3. Nilai Tegangan – Regangan pada Beberapa Pembebanan di Titik A pada Portal dengan Jarak Senggang 20 cm pada Beban 200 kg

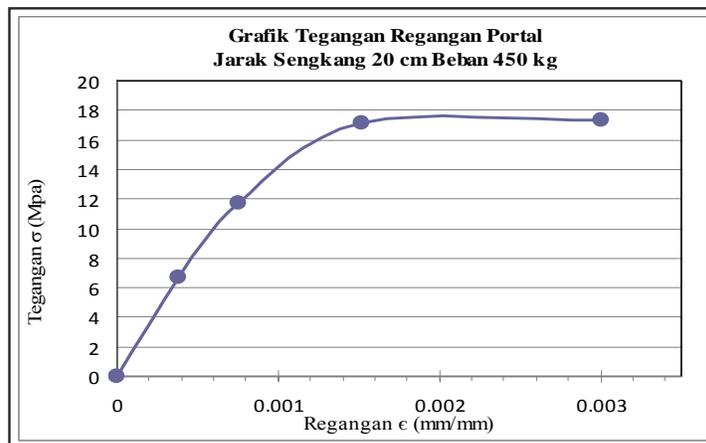
Kondisi	$P$ (N)	$\delta$ (mm)	$M$ (N.mm)	$f_c$ (MPa)	$\varepsilon$ (mm/mm)
0	0,00	0	0,00	0,000	0,000000
1	144,34	12	999944,44	3,771	0,000203
2	606,34	> 112	1955228,68	7,073	0,000406
3	644,25	> 112	3309781,74	12,325	0,000812
4	659,18	> 112	3506968,38	17,366	0,001624
5	659,36	> 112	3572453,70	14,875	0,003000



Gambar 19. Tegangan - Regangan Beton di Titik A untuk Jarak Senggang 20 cm

Tabel 4. Nilai Tegangan - Regangan pada Beberapa Pembebanan di Titik B pada Portal dengan Jarak Senggang 20 cm pada Beban 450 kg

Kondisi	$P$ (N)	$\delta$ (mm)	$M$ (N.mm)	$f_c$ (MPa)	$\varepsilon$ (mm/mm)
0	0,00	0	0,00	0,000	0,000000
1	337,63	62	1830791,87	6,661	0,000379
2	606,34	> 112	3285433,03	11,731	0,000758
3	644,25	> 112	3490636,71	17,120	0,001516
4	659,18	> 112	3584321,67	17,370	0,003000



Gambar 20. Tegangan - Regangan Beton di Titik B untuk Jarak Senggang 20 cm

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi eksperimental tersebut di atas, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin rapat jarak sengkang pada kolom, maka akan menambah kekakuan, karena beton sekitarnya ter-*confined* dengan baik.
2. Retak geser yang terjadi tidak terlalu signifikan antara jarak sengkang 20 cm dan 30 cm, hal ini dipengaruhi karena hanya beban horizontal yang ada pada struktur, tanpa memperhitungkan beban aksial yang ada.
3. Retak yang terjadi adalah retak lentur, dimana portal terlebih dahulu hancur akibat momen yang diakibatkan oleh beban luar yang bekerja. Retak geser tidak terlihat begitu jelas, hal ini terjadi karena penampang masih cukup kuat menahan gaya geser akibat beban luar, baik pada jarak sengkang 30 cm, maupun pada jarak sengkang 20 cm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Boen, T., (1983), Manual Bangunan Tahan Gempa (Rumah Tinggal), Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Boen, T., (2000), Bangunan Rumah Tinggal Sederhana : Belajar dari Kerusakan Akibat Gempa, Prosiding Lokakarya Nasional Bangunan Sederhana Tahan Gempa, UII, Yogyakarta.
- Boen, T., (2000), Gempa Bumi Bengkulu : Fenomena dan Perbaikan/ Perkuatan Bangunan (Berdasarkan Hasil Pengamatan Bangunan yang Rusak akibat Gempa Bumi Bengkulu 4 Juni 2000), Teddy Boen dan Rekan, Jakarta.
- Boen, T., (1994), *Manual Perbaikan Bangunan Sederhana yang Rusak Akibat Gempa Bumi*.
- SNI 03-1726-2002, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan.
- SNI 03-6816-2002, Tata Cara Pendetailan Penulangan Beton Bertulang Indonesia.

