

KAJIAN EKSPERIMENTAL STRUKTUR PORTAL BETON BERTULANG DENGAN DINDING PENGISI BATU BATA TERHADAP BEBAN AKSIAL LATERAL

Ari Tagor Sihombing, Zulfikar Djauhari, Ridwan
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
e-mail : aritagor_26@yahoo.com

ABSTRACT

Masonry infill is usually used to separate one room with another room or element which functions as exterior partition of building. In low or medium building, masonry infill is installed after main structures have already finished, so installing the masonry infill and finishing the building done at the same time. Although the masonry infill considered as non structural element but it has inclination to connect to portal, by giving stiff and strength to structure when it is given strong horizontal load or earth quake. The purpose of the research is to find out characteristic of portal with masonry infill structure using steel and without using steel when it is given axial lateral load.

The research show that portal with masonry infill structure using steel with dimension 0,75 m in height and 0,45 m in width is the strongest it can withstand to maximal load of 12,4 ton and has 16,3 mm deflection, even though portal with masonry infill structure without using steel with dimension 0,75 m in height and 0,45 m in width can withstand to maximal load of 9,3 ton and has 12,55 mm deflection, portal with masonry infill structure using steel has dimension 1,25 m in height and 0,5 m in width can withstand to maximal load of 10,4 ton and has 10,91 mm deflection and , portal with masonry infill structure without using steel has dimension 1,25 m in height and 0,5 m in width can withstand to maximal load of 11,2 ton and has 14,23 mm deflection.

Key words: *Masonry infill, portal with masonry infill structure, axial lateral load, maximum load, deflection*

PENDAHULUAN

Secara geografis Indonesia terletak di daerah khatulistiwa dengan morfologi yang beragam dari dataran rendah sampai pegunungan tinggi. Keragaman morfologi ini banyak dipengaruhi oleh faktor geologi akibat adanya aktivitas pergerakan lempeng tektonik aktif di sekitar perairan Indonesia yaitu lempeng Eurasia, Australia dan lempeng dasar Samudera Pasifik. Pergerakan lempeng-lempeng tektonik tersebut menyebabkan

terbentuknya jalur gempa bumi, rangkaian gunung api aktif dan patahan-patahan geologi yang merupakan zona rawan bencana gempa bumi.

Terkait dengan hal tersebut, Indonesia sebagai salah satu negara yang terletak di kawasan yang memiliki resiko kegempaan mulai dari kecil, sedang hingga besar, maka setiap pendirian bangunan maupun komponen bangunan harus memperhatikan resiko tersebut.

Selama ini kajian terhadap komponen bangunan yang difokuskan untuk menahan gaya gempa atau mendisipasi energi gempa adalah pondasi, kolom, balok, pelat lantai dalam kondisi tertentu maupun dinding struktur sedangkan komponen dinding pengisi atau dinding bata biasanya diabaikan atau dianggap sebagai beban mati saja (komponen non struktural).

Umumnya bangunan di Indonesia menggunakan dinding pengisi yang berfungsi sebagai penutup luar ataupun partisi. Hal ini berkenaan dengan kebutuhan arsitektural maupun kepentingan estetika bangunan. Meskipun selama ini dianggap sebagai komponen non struktural, akan tetapi kajian terkini mengindikasikan bahwa salah satu komponen yang memberikan pengaruh terhadap kekakuan struktur adalah elemen dinding bata.

Dinding bata biasa digunakan sebagai pemisah ruang satu dengan ruang lainnya atau elemen yang berfungsi sebagai penutup luar bangunan. Untuk bangunan bertingkat rendah dan sedang, dinding bata tersebut dipasang apabila struktur utama telah selesai dikerjakan, jadi pelaksanaannya bersamaan dengan pelaksanaan *finishing* bangunan. Oleh sebab itu dalam perencanaan, dinding bata dianggap sebagai komponen non struktural dan beban akibat berat sendiri bata dianggap sebagai beban merata. Meskipun dianggap sebagai komponen non struktural akan tetapi dinding bata mempunyai kecenderungan berinteraksi dengan portal yang ditempatinya, terutama apabila dikenakan beban horizontal (akibat gempa) yang besar. Asumsi tersebut benar bila bangunan tersebut hanya menahan beban

vertikal/gravitasi. tetapi perilaku bangunan akan berubah bila ada beban lateral seperti beban gempa (Delano. R, 2011). Fenomena ini dapat diamati pada peristiwa-peristiwa keruntuhan bangunan akibat gempa yang banyak terjadi di Indonesia.

Gambar 1 menunjukkan fenomena keruntuhan *soft-storey* akibat gempa di Padang tahun 2009 dari sebuah bangunan beton dengan dinding pengisi. Bagian atas digunakan sebagai tempat tinggal dengan banyak dinding sebagai partisi, sedangkan bagian bawah karena digunakan sebagai tempat usaha (toko) relatif sedikit dinding pengisinya. Kondisi tersebut menyebabkan bagian atas relatif sangat kaku dibandingkan bagian bawah sehingga ketika ada gempa struktur bagian bawah hancur total dan bagian atas jatuh menimpa secara utuh.



Gambar 1 Keruntuhan bangunan *Soft-storey* akibat Gempa Padang 2009

Kejadian tersebut apabila ditinjau dari tampilan fisik geometri terlihat secara jelas bahwa dinding pengisi yang menutup portal (rapat) akan berfungsi sebagai panel yang akan bekerja bersamaan dengan

struktur yang efeknya memberi kekakuan yang besar. Struktur rangka dengan dinding pengisi dapat dianggap lebih kaku dan lebih kuat. Meskipun hal tersebut telah dipahami cukup lama, tetapi dalam perencanaan secara umum pengaruh dinding pengisi masih diabaikan, karena perilakunya non-linier sehingga cukup sulit memprediksinya memakai metode elastis biasa.

Atas latar belakang tersebut, maka diusul kajian terhadap perilaku portal isi (*infilled frame*) melalui eksperimen sehingga diketahui perilaku strukturnya. Pemahaman akan perilaku portal-isi ini penting guna mendapatkan metode analisa yang efektif sehingga dapat memberikan solusi dalam perencanaan konstruksi bangunan tahan gempa di Indonesia.

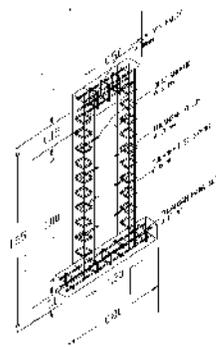
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan langkah awal yang bertujuan untuk mengetahui perilaku portal beton bertulang dengan dinding pengisi batu bata menggunakan tulangan dan tidak menggunakan tulangan yang diberikan beban aksial lateral. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan atau acuan dalam perencanaan bangunan tahan gempa di Indonesia.

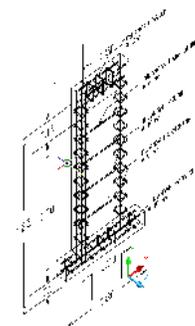
Tahapan pertama yang dilakukan sebelum melakukan analisis perilaku dinding pengisi secara teoritis dan eksperimental adalah mengumpulkan studi literatur dilanjutkan dengan perhitungan nilai momen nominal balok dan kolom menggunakan aplikasi rekayasa konstruksi dengan *visual basic 6*. Setelah didapatkan momen nominal

yang diinginkan maka sesuaikan dengan dimensi kolom dan balok. Dimensi balok yang digunakan adalah sebesar 10 cm x 15 cm dan dimensi kolom yang digunakan adalah sebesar 10 cm x 10 cm. Setelah menentukan dimensi balok dan kolom dilanjutkan rencana campuran beton (*mix desain*) K225 untuk pembuatan benda uji. Selain itu turut diperhatikan juga prinsip kolom kuat balok lemah yaitu M_n kolom $1,2 M_n$ balok. (Dewabroto.W, 2005)

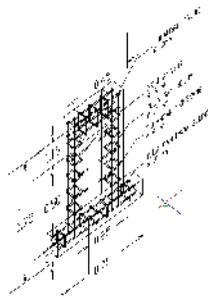
Tahapan berikutnya yaitu pembuatan benda uji sebanyak 4 buah sampel yaitu portal dengan dinding pengisi tanpa tulangan dengan ukuran tinggi 1,25 meter dan lebar 0,5 meter, portal dengan dinding pengisi menggunakan tulangan dengan ukuran tinggi 1,25 meter dan lebar 0,5 meter, portal dengan dinding pengisi tanpa tulangan dengan ukuran tinggi 0,75 meter dan lebar 0,45 meter, portal dengan dinding pengisi menggunakan tulangan dengan ukuran tinggi 0,75 meter dan lebar 0,45 meter seperti gambar di bawah ini.



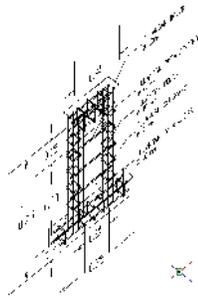
Gambar 2 Portal dengan dinding pengisi tanpa tulangan dengan ukuran tinggi 1,25 meter dan lebar 0,5 meter



Gambar 3 Portal dengan dinding pengisi menggunakan tulangan dengan ukuran tinggi 1,25 meter dan lebar 0,5 meter



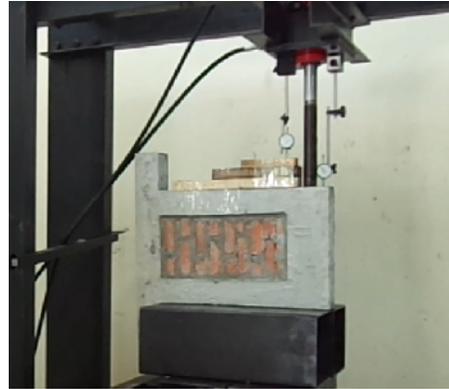
Gambar 4 Portal dengan dinding pengisi tanpa tulangan dengan ukuran tinggi 0,75 meter dan lebar 0,45 meter



Gambar 5 Portal dengan dinding pengisi menggunakan tulangan dengan ukuran tinggi 0,75 meter dan lebar 0,45 meter

Setelah benda uji dibuat maka ditunggu sampai 28 hari lalu dilakukan *test set up*. Spesimen diuji dengan cara diberi beban aksial pada pertemuan balok kolom. Kapasitas beban aksial *stroke* maksimum berdasarkan bacaan *dial gauge* pada alat adalah 200 kN (20 ton). Meskipun demikian untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan, maka aplikasi beban dibatasi sebesar 85% dari beban maksimum yaitu sebesar 170 kN (17 ton). Pada alat terdapat 2 buah *dial gauge* yang berfungsi untuk menginformasikan beban yang diberikan pada spesimen dan sebuah dongkrak untuk mendorong *stroke* untuk menekan spesimen. Selanjutnya untuk mengukur defleksi spesimen digunakan *dial gauge* yang berkapasitas satu siklus sebesar 1 mm. Terhadap spesimen dipasang 2 buah *dial gauge* pengukur defleksi dan satu *stroke* beban. *Dial gauge* pertama diletakkan di sebelah kiri *stroke* dan *dial gauge* kedua diletakkan pada sebelah kanan *stroke* atau pada ujung pertemuan balok kolom. *Dial gauge* pertama berfungsi menginformasikan atau memberikan data penurunan pada balok kolom dan *dial gauge* kedua berfungsi

untuk mengontrol *dial gauge* pertama. Gambar 6 menunjukkan *set up instrument* tersebut.



Gambar 6 *Set up* pengujian

Setelah *test set up* dilakukan pengujian benda uji. Awalnya direncanakan pengujian spesimen dilakukan dengan cara mendudukkan spesimen secara vertikal, kemudian beban aksial bekerja secara lateral pada posisi sambungan balok kolom. Akan tetapi karena keterbatasan kemampuan alat, yakni *stroke* peralatan pengujian tidak dapat dipasang secara lateral, maka posisi kedudukan spesimen dirubah sedemikian rupa sehingga pengujian dinding masih tetap dapat dilakukan.

Selanjutnya spesimen diuji dengan memompa dongkrak sehingga *stroke* menekan bagian sambungan balok kolom. Selagi *stroke* menekan bagian sambungan balok kolom, *dial gauge* satu dan *dial gauge* dua dibaca dan dicatat penurunannya/defleksi serta *dial gauge* pada alat pun dibaca dan dicatat bebannya. Pengujian ini dilakukan sampai spesimen hancur atau alat yang digunakan sudah tidak mampu lagi menekan spesimen. Data yang diperoleh dari pengujian ini adalah data beban dan data perpindahan/defleksi. Gambar 7

menunjukkan cara pengujian spesimen.

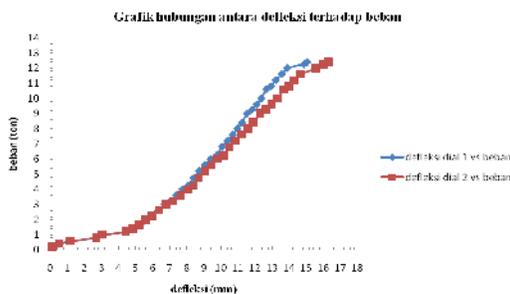


Gambar 7 Cara pengujian spesimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Portal Dinding Pengisi Menggunakan Tulangan Dengan Ukuran Tinggi 0,75 Meter Dan Lebar 0,45 Meter

Hasil dan pembahasan di bawah ini meliputi defleksi pada portal dinding pengisi terhadap beban yang diberikan. Gambar 8 menunjukkan grafik hubungan defleksi portal dinding pengisi terhadap beban pada portal dinding pengisi menggunakan tulangan dengan ukuran tinggi 0,75 meter dan lebar 0,45 meter.



Gambar 8 Grafik hubungan antara defleksi terhadap beban pada portal dinding pengisi menggunakan tulangan dengan ukuran tinggi 0,75 m dan lebar 0,45 m

Gambar 8 menunjukkan awal pengujian pada saat beban 0,2 ton

sampai 1,65 ton didapatkan bahwa dial 1 mengalami defleksi lebih besar dibandingkan dial 2. Pada saat beban 2 ton didapatkan dial 1 dan dial 2 mengalami defleksi yang sama yaitu sebesar 5,62 mm. Pada beban 2,25 ton sampai 12,4 ton secara perlahan-lahan dial 2 mengalami defleksi lebih besar dibandingkan dial 1. Terdapat 5 buah keretakan pada portal yaitu pada saat beban 9,25 ton mengalami keretakan pertama, 10,6 ton mengalami keretakan kedua, 11,2 ton mengalami keretakan ketiga, 11,6 ton mengalami keretakan keempat, dan 12 ton sampai 12,4 ton bagian balok sebelah kanan mengalami kehancuran. Pada pengujian ini dilakukan hanya sampai 12,4 ton dikarenakan alat hidrolik sudah tidak mampu menekan lagi dan oli pada selang bagian atas sudah menetes. Pola retak dari pengujian ini disajikan pada gambar dibawah.



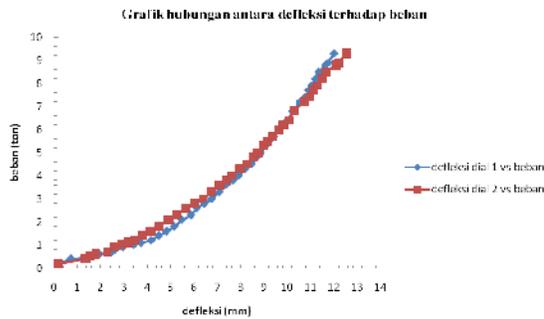
Gambar 9 Keadaan awal



Gambar 10 Keadaan akhir

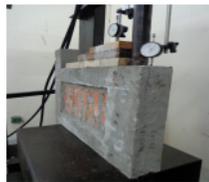
Portal Dinding Pengisi Tanpa Tulangan Dengan Ukuran Tinggi 0,75 Meter Dan Lebar 0,45 Meter

Gambar dibawah ini menunjukkan grafik hubungan defleksi portal dinding pengisi terhadap beban pada portal dinding pengisi tanpa tulangan dengan ukuran tinggi 0,75 meter dan lebar 0,45 meter.



Gambar 11 Grafik hubungan antara defleksi terhadap beban pada portal dinding pengisi tanpa tulangan dengan ukuran tinggi 0,75 m dan lebar 0,45 m

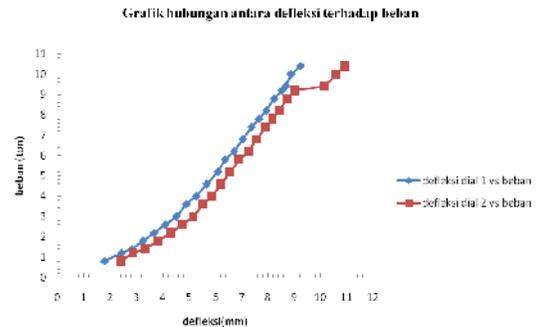
Gambar 11 menunjukkan bahwa awal pengujian pada saat beban 0,2 ton sampai 0,4 ton didapatkan bahwa dial 2 mengalami defleksi lebih besar dibandingkan dial 1. Pada saat beban 0,5 ton didapatkan bahwa dial 1 dan dial 2 mengalami defleksi yang sama yaitu 1,55 mm. Pada beban 0,6 ton sampai 6 ton secara perlahan-lahan dial 1 mengalami defleksi lebih besar dibandingkan dial 2. Pada beban 6 ton sampai 9,2 ton dial 2 mengalami defleksi lebih besar dibandingkan dial 1. Terdapat 2 buah keretakan pada portal yaitu pada saat beban 8,8 ton mengalami keretakan pertama dan 9,3 ton mengalami keretakan kedua. Pada pengujian ini dilakukan hanya sampai 9,3 ton dikarenakan alat hidrolik sudah tidak mampu menekan lagi dan oli pada selang bagian atas sudah menetes. Pola retak dari pengujian ini disajikan pada gambar di bawah.



Gambar 12 Keadaan awal **Gambar 13** Keadaan akhir

Portal Dinding Pengisi Menggunakan Tulangan Dengan Ukuran Tinggi 1,25 Meter Dan Lebar 0,5 Meter

Gambar 14 menunjukkan grafik hubungan penurunan portal dinding pengisi terhadap beban pada portal dinding pengisi menggunakan tulangan dengan ukuran tinggi 1,25 meter dan lebar 0,5 meter.



Gambar 14 Grafik hubungan antara defleksi terhadap beban pada portal dinding pengisi menggunakan tulangan dengan ukuran tinggi 1,25 m dan lebar 0,5 m

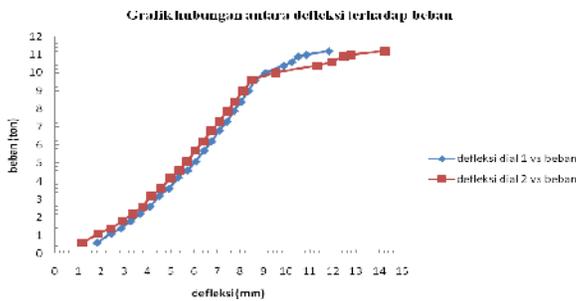
Gambar 14 menunjukkan bahwa awal pengujian pada saat beban 0,8 ton sampai 10,4 ton didapatkan dial 2 mengalami defleksi lebih besar dibandingkan dial 1. Terdapat 5 buah keretakan pada portal yaitu pada saat beban 7,4 ton mengalami keretakan pertama, 7,8 ton mengalami keretakan kedua, 8,2 ton mengalami keretakan ketiga, 9,2 ton mengalami keretakan keempat, dan 10 ton sampai 10,4 ton bagian balok sebelah kanan mengalami kehancuran. Pada pengujian ini dihentikan pada saat beban 10,4 dikarenakan kehancuran pada portal sehingga dial sudah sulit terbaca dan sangat drastis penurunannya. Pola retak dari pengujian ini disajikan pada gambar dibawah.



Gambar 15 Keadaan awal Gambar 16 Keadaan akhir

Analisa Perilaku Portal Dinding Pengisi Tanpa Tulangan Dengan Ukuran Tinggi 1,25 Meter Dan Lebar 0,5 Meter

Gambar 17 menunjukkan grafik hubungan penurunan portal dinding pengisi terhadap beban pada portal dinding pengisi tanpa tulangan dengan ukuran tinggi 1,25 meter dan lebar 0,5 meter.



Gambar 17 Grafik hubungan antara defleksi terhadap beban pada portal dinding pengisi tanpa tulangan dengan ukuran tinggi 1,25 m dan lebar 0,5 m

Gambar 17 menunjukkan bahwa awal pengujian pada saat beban 0,6 ton sampai 9,6 ton didapatkan dial 1 mengalami defleksi lebih besar dibandingkan dial 2. Pada beban 10 ton sampai 11,2 ton secara drastis dial 2 mengalami defleksi lebih besar dibandingkan dial 1. Terdapat 5 buah keretakan pada portal yaitu pada saat beban 5,7 ton mengalami keretakan pertama, 7,9 ton mengalami keretakan kedua, 8,4 ton mengalami keretakan ketiga, 9,6 ton mengalami keretakan keempat, dan 10 ton sampai 11,2 ton bagian balok sebelah kanan mengalami kehancuran. Pada

pengujian ini dihentikan pada saat beban 11,2 ton dikarenakan portal dinding pengisi mengalami guling sehingga bagian sisi lainnya terangkat. Pola retak dari pengujian ini disajikan pada gambar dibawah.



Gambar 18 Keadaan awal Gambar 19 Keadaan akhir

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kekuatan portal dinding pengisi berukuran tinggi 0,75 m dan lebar 0,45 m dengan tulangan menunjukkan $P_{maks.}$ sebesar 12,4 ton dan defleksi sebesar 16,3 mm. Sedangkan kekuatan $P_{maks.}$ tanpa tulangan adalah sebesar 9,3 ton dan defleksi sebesar 12,55 mm. Persentase perbedaan kekuatan tersebut adalah sebesar 25 % dan perbedaan defleksi sebesar 23 %. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan kekuatan dan defleksi yang cukup signifikan antara portal beton bertulang dengan dinding pengisi menggunakan tulangan dan tanpa tulangan.
2. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kekuatan portal dinding pengisi berukuran tinggi 1,25 m dan lebar 0,5 m dengan tulangan menunjukkan $P_{maks.}$ sebesar 10,4 ton dan defleksi sebesar 10,91 mm. Sedangkan kekuatan $P_{maks.}$ tanpa tulangan adalah sebesar 11,2 ton dan defleksi sebesar 14,23 mm. Persentase perbedaan

kekuatan tersebut adalah sebesar 7,14 % dan perbedaan defleksi sebesar 23,33 %. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan kekuatan yang signifikan antara portal dinding pengisi menggunakan tulangan maupun tanpa tulangan, tetapi defleksi antara kedua portal dengan dinding pengisi tersebut terdapat perbedaan yang cukup besar .

3. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kekuatan portal dinding pengisi berukuran tinggi 0,75 m dan lebar 0,45 m dengan tulangan menunjukkan $P_{maks.}$ sebesar 12,4 ton dan defleksi sebesar 16,3 mm. Sedangkan kekuatan portal dinding pengisi berukuran tinggi 1,25 m dan lebar 0,5 m menunjukkan $P_{maks.}$ sebesar 10,4 ton dan defleksi sebesar 10,91 mm. Persentase perbedaan kekuatan tersebut adalah sebesar 16,12 % dan perbedaan defleksi sebesar 33,07 %. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan signifikan kekuatan dan defleksi antara kedua portal dinding pengisi.
4. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kekuatan portal dinding pengisi berukuran tinggi 0,75 m dan lebar 0,45 m tanpa tulangan menunjukkan $P_{maks.}$ sebesar 9,3 ton dan defleksi sebesar 12,55 mm. Sedangkan kekuatan portal dinding pengisi berukuran tinggi 1,25 m dan lebar 0,5 m menunjukkan $P_{maks.}$ sebesar 11,2 ton dan defleksi sebesar 14,23 mm. Persentase perbedaan kekuatan tersebut adalah sebesar 16,96 % dan perbedaan defleksi sebesar 11,8 %. Hal ini

mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan signifikan kekuatan dan defleksi antara kedua portal dinding pengisi.

DAFTAR PUSTAKA

ACI 318-08, 2007, *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary*, CHAPTER 3—*MATERIALS*, America.

Badan Standarisasi Nasional, 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-1729-2002. Bandung

Delano, Redhi, 2011. *Kajian Seismic Capacity Portal Beton Bertulang dengan Dinding Pengisi*. Pekanbaru. Teknik Sipil FT UR.

Dewobroto, Wiryanto, 2005. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan Visual Basic 6.0*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta

Djauhari Z, Ridwan. 2011. *Kajian Eksperimental Pengaruh dinding bata tanpa tulangan (URM) dan dinding bata bertulang (RM) terhadap perilaku portal beton bertulang akibat beban gempa*. Hibah bersaing. Pekanbaru

Dorji Jigme, 2009. *Seismic Performance of Brick Infilled RC Frame Structures in Low and Medium rise Buildings in Bhutan*. Centre for Built Environment and Engineering Research Queensland University of Technology.

European Committee of Standardization (CEN), 1996, “*Design of masonry structures. Part 1-1: General rules for buildings—Detailed Rules on Lateral Loading.*” ENV 1996-1-3, Eurocode 6, UK.

Setiawan, Agus, 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03-1729-2002)*, PT Penerbit Erlangga, Jakarta

Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2847-2002), Desember 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.