

PERILAKU GESER PADA DINDING PANEL JARING KAWAT BAJA TIGA DIMENSI DENGAN VARIASI RASIO TINGGI DAN LEBAR (H_w/L_w) TERHADAP BEBAN LATERAL STATIK

Ari Wibowo¹, Wisnumurti¹, Ribut Hermawan²

¹Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur

²Mahasiswa / Program Studi Sarjana Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur

ABSTRAK

Dinding geser merupakan salah satu konsep penyelesaian masalah gempa dalam bidang Teknik Sipil. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dinding geser bahwa dinding geser tidak boleh runtuh akibat gaya geser. Dinding geser hanya boleh runtuh akibat adanya momen plastis yang menyebabkan timbulnya sendi plastis pada bagian kakinya. Dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi yang didesain sebagai dinding struktural salah satu contohnya pada jenis dinding M-Panel yaitu *single panel structures* (PSM). Dinding M-Panel jenis PSM ini merupakan dinding struktural yang didesain untuk menahan beban lateral. Dinding ini didesain dengan beberapa ketebalan yang sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perilaku geser yang terjadi pada dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi seperti dinding M-Panel jenis PSM terhadap beban lateral statik yang dalam hal ini berupa pengujian beban statik (*Static Load Test*) dengan variasi rasio tinggi dan lebar (H_w/L_w) dinding. Dari hasil penelitian diketahui bahwa perilaku geser (*shear behavior*) yang dominan terjadi pada dinding dengan rasio tinggi dan lebar dinding (H_w/L_w) = 1.

Kata kunci : dinding geser, M-Panel, beban statik, rasio

1. PENDAHULUAN

Teknologi dunia konstruksi yang semakin berkembang membuat banyak elemen konstruksi yang sangat inovatif bermunculan. Seperti halnya dinding yang umumnya dibuat dari susunan batu bata, baik bata merah maupun bata ringan, kini muncul teknologi baru konstruksi dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi yang berbahan EPS (*Extended Polystyrene System*) dan *wiremesh*. Salah satu produsen produk tersebut adalah PT. M-Panel Indonesia yang saat ini produknya sudah banyak digunakan untuk konstruksi dinding rumah dan gedung namun belum banyak penelitian di laboratorium di Indonesia mengenai dinding M-Panel ini. Jenis dinding M-Panel ini ada beberapa macam, ada yang hanya berfungsi sebagai dinding

partisi, ada pula yang berfungsi sebagai dinding struktural.

Dinding merupakan salah satu elemen konstruksi struktur bangunan yang selain berfungsi sebagai pembatas juga dapat berfungsi sebagai penahan beban lateral (*in-plane*). Beban lateral tersebut biasanya berupa beban akibat getaran gempa. Dinding sangat kaku pada arah *in-plane* nya. Bila terkena getaran gempa yang tinggi, akan terjadi keretakan yang disertai dengan reduksi kekuatan dan kekakuannya. Kerusakan yang terjadi bisa berupa keruntuhan ataupun retak diagonal (Key, 1998).

Perilaku dinding dalam menerima beban biasanya terlihat pada mekanisme keruntuhan suatu dinding yang diawali dengan timbulnya keretakan pada dinding,

kemudian tulangan leleh dan pada akhirnya dinding runtuh. Rasio tinggi dan lebar (H_w/L_w) pada dinding akan mempengaruhi bagaimana perilaku dinding tersebut dalam menerima beban lateral. Pada perbedaan rasio tinggi dan lebar (H_w/L_w) dinding tersebut nantinya akan dapat dilihat pada dinding mana yang akan terjadi mekanisme kegagalan geser (*shear dominant*), lentur (*flexural dominant*), atau bahkan terjadi geser dan lentur. Perilaku geser (*Shear Behavior*) pada dinding ditandai dengan adanya mekanisme kegagalan geser atau retak geser pada dinding. Keruntuhan atau kegagalan dinding jenis ini sifatnya getas dan menghasilkan perilaku disipasi yang jelek.

Dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi yang didesain sebagai dinding struktural salah satu contohnya pada jenis dinding M-Panel yaitu *single panel structures* (PSM). Dinding M-Panel jenis PSM ini merupakan dinding struktural yang didesain untuk menahan beban lateral. Dinding ini didesain dengan beberapa ketebalan yang sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya.

Berdasarkan semua uraian tersebut di atas, diperlukan penelitian untuk meneliti lebih lanjut mengenai perilaku geser pada dinding pada dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi seperti dinding M-Panel jenis PSM tersebut terhadap beban lateral statik yang dalam hal ini berupa pengujian beban statik (*Static Load Test*) dengan variasi rasio tinggi dan lebar (H_w/L_w) dinding tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding M-Panel

Dinding panel merupakan sebuah lembaran material yang biasanya dibentuk atau dipotong menjadi persegi panjang, yang difungsikan sebagai dinding penghias, peredam suara, penahan panas serta dapat dikombinasikan dengan suatu bahan lain pendukung untuk menjaga keseragaman dalam penampilannya. (Wikipedia, 2014)

Dinding panel dapat dikatakan sebagai salah satu bentuk inovasi dalam bidang konstruksi. Melalui penelitian yang dilakukan lebih dari 30 tahun, Modern Panel telah melakukan suatu pembaharuan dalam bidang pembangunan. Terinspirasi dari sistem bangunan dinding panel di Eropa, saat ini M-Panel telah memproduksi dinding panel sebagai pengganti batu bata yang memiliki kelebihan proses pembangunan lebih cepat serta kualitas bangunan yang baik.

2.1.1 Expanded Polystyrene System (EPS)

Polystyrene merupakan salah satu material penyusun pracetak menjadi pilihan dikarenakan beberapa kelebihan yang dimilikinya seperti ringan, kedap suara, insulasi panas, tahan lama, tidak beracun, tidak berbahaya, mengandung bahan kimia yang tidak aktif serta uap air dan kelembaban tidak menyebabkan kerusakan permanen pada material ini. (Yehuda, 2011)

Komposisi penyusun *Polystyrene* terdiri atas *carbon*, *hydrogen*, dan 98% udara *Polystyrene* merupakan material yang 100% dapat didaur ulang. Secara umum terdapat tiga bentuk *polystyrene*, yaitu *extruded polystyrene*, *expanded polystyrene foam*, dan *extruded polystyrene foam*. *Polystyrene foam* merupakan insulator panas yang baik, oleh karena itu sering digunakan sebagai material insulator bangunan seperti panel insulator struktur bangunan. *Polystyrene foam* ini juga biasanya digunakan untuk beban struktur arsitektural yang tidak berat seperti ornamen tiang (Wikipedia, 2014).

2.2 Kawat Baja (Wiremesh)

Wiremesh adalah besi fabrikasi bertegangan leleh tinggi yang terdiri dari dua lapis kawat baja yang saling bersilang tegak lurus. Setiap titik persilangan dilas secara otomatis menjadi satu, menghasilkan penampang yang homogen, tanpa kehilangan kekuatan dan luas penampang yang konsisten. (Yehuda, 2011).

Wiremesh yang digunakan dalam dinding M-panel telah dilas, terbuat dari kawat baja yang telah di galvanis yang diletakkan di kedua sisi panel polyfoam dan saling terhubung satu dengan yang lainnya. Diameter kawat yang digunakan bervariasi mulai dari 2,5 – 5 mm, dengan kekuatan tarik lebih besar dari 600MPa.

2.3 Spesifikasi M-Panel Jenis PSM 80

Struktur M-Panel jenis *Single Panel Structures* (PSM) terdiri dari 2 lapisan beton plesteran di kedua sisinya. Lapisan beton dengan tebal 35 mm (1,4 inch) dengan perbandingan PC:Pasir yaitu 1:4 atau setara dengan beton mutu K175. Tetapi untuk dinding non struktural ketebalan plesteran dapat diperkecil dan kuat tekan yang lebih rendah. Dinding ini juga terdiri dari 2 rangkaian kawat wiremesh dikedua sisinya dan dihubungkan dengan *connector* kawat wiremesh juga. Untuk pengisi tengahnya digunakan EPS (*Expanded Polystyrene*).

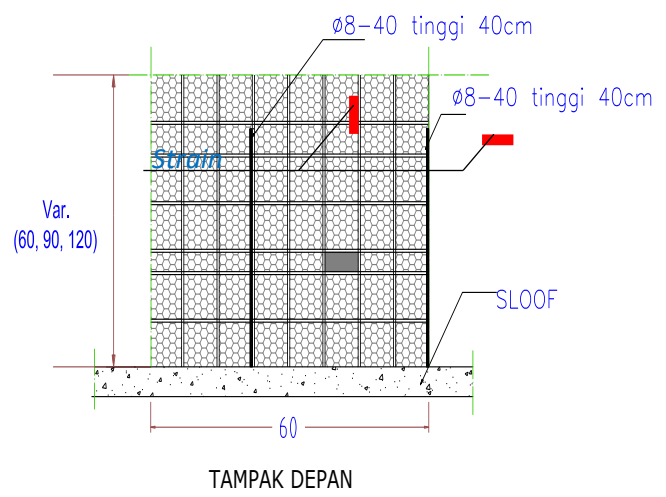
Dengan **a** merupakan tebal EPS, **b** adalah jarak memanjang antar kawat wiremesh, **c** adalah tebal beton, dan **d** adalah tebal total dinding PSM. Karakteristik kawat wiremesh dengan kuat leleh (f_y) lebih dari 600 MPa dan kuat tarik (f_t) lebih dari 680 MPa. Untuk lebih lengkapnya berikut adalah tabel spesifikasi dinding M-Panel jenis PSM.

3. METODOLOGI PENELITIAN

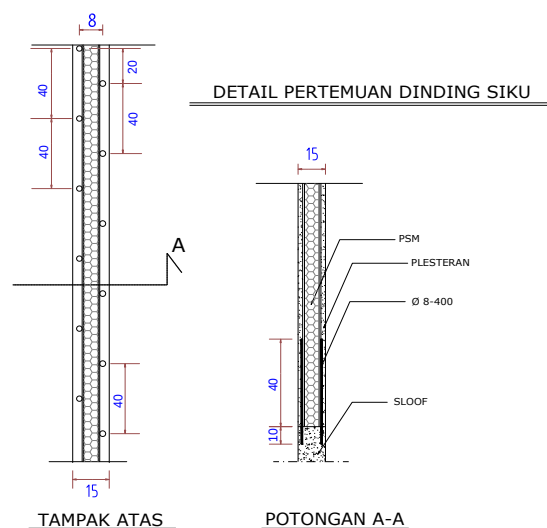
Penelitian ini tergolong penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium. Objek dalam penelitian ini adalah dinding m-panel dengan variasi tinggi dibanding lebar (H_w/L_w) sebesar 1 ; 1,5 ; dan 2. Sedangkan pengujian dinding terhadap beban lateral statik dilakukan setelah beton berumur 14 hari dengan mutu K225 (beton normal) untuk balok sloof dan dengan mutu beton setara K175 untuk plesteran dinding.

Benda uji berupa dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi yaitu dinding M-Panel PSM 80 berukuran 60 x 60 cm, 60 x

90 cm dan 60 x 120 cm yang merupakan rangkaian EPS dan wiremesh. Jumlah benda uji masing-masing ukuran berjumlah 3 buah, sehingga total benda uji berjumlah 9 buah. Dinding tersebut dilapisi plester beton dengan metode pelaksanaan shotcrete dengan alat Horizontal Spray dengan ketebalan 35 mm yang dilakukan 2 tahap. Setelah benda uji mencapai umur 14 hari kemudian dilakukan *setting up* pengujian pada dinding. Pengujian pembebanan (*Static Load Test*) pada dinding dilakukan dengan arah pembebanan *in plane*. Benda uji diberikan beban hingga mencapai keruntuhan.



Gambar 1. Tampak depan benda uji



Gambar 2. Tampak atas dan samping benda uji

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Material Penyusun Dinding

Material penyusun dinding yang digunakan adalah *wiremesh* dan EPS (*Extended Polystyrene*) serta beton pada dinding dan balok sloof. Sebelum melakukan pengujian beban lateral statik pada dinding, kami melakukan pengujian yaitu uji tekan pada EPS serta sampel beton dinding dan sloof, dan uji tarik pada *wiremesh*.

4.1.1 Extended Polystyrene System (EPS)

Hasil yang didapat pada uji tekan EPS yaitu kuat tekan rata-rata (f'_c) sebesar $7,06 \text{ kg/cm}^2$ atau $0,7 \text{ MPa}$. Serta berat jenis EPS rata-rata sebesar 1413 kg/m^3 Seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji tekan sampel kubus EPS

Benda Uji	Berat (kg)	Volume (m^3)	Berat Jenis (kg/m^3)	Berat Jenis Rata-rata (kg/m^3)	Kuat Tekan (kg/cm^2)	Kuat Tekan Rata-rata f'_c (kg/cm^2)
1	0,169	$1,25 \times 10^{-4}$	1352	1413	6,76	7,06
2	0,199	$1,25 \times 10^{-4}$	1592		7,96	
3	0,162	$1,25 \times 10^{-4}$	1296		6,48	

4.1.2 Wiremesh

Untuk pengujian tarik *wiremesh* didapatkan hasil sebesar $407,64 \text{ MPa}$. Hasil ini berbeda dengan spesifikasi *wiremesh* tersebut yang mempunyai kuat tarik sampai 600 MPa . Dalam pengujian didapatkan tidak sampai 600 MPa dikarenakan terjadi slip pada penjepit alat uji tariknya dan bagian yang putus pada bagian yang dijepit. Sehingga kuat tarik yang semestinya didapatkan bisa lebih dan sampai 600 MPa . Dalam analisis selanjutnya digunakan kuat tarik *wiremesh* sebesar 600 MPa ($f_y = 600 \text{ MPa}$).

4.2 Analisa Kuat Geser Ultimit

Kuat geser ultimit diperoleh dari hasil pengujian dan dari perhitungan teoritis. Kuat geser ultimit aktual dapat dilihat pada **Tabel 2** sednagkan kuat geser aktual teoritis dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Kuat geser ultimit (S_u) aktual dinding

Benda Uji	P_u (kg)	b (m)	S_u (kg/m)
A1	3365	600	5,61
A2	4286	600	7,14
B2	2369	600	3,95
B3	2042	600	3,40
C2	1682	600	2,80
C3	1807	600	3,01

Tabel 3. Kuat geser ultimit (S_u) teoritis dinding

Benda Uji	P_u (kg)	b (m)	S_u (kg/m)
A1	4180,70	600	6,97
A2	3619,55	600	6,03
B2	2149,06	600	3,58
B3	2950,60	600	4,92
C2	1158,51	600	1,93
C3	1960,40	600	3,27

Dari hasil perhitungan *ultimate shear strength* (S_u) dari tabel maupun grafik tersebut baik berdasarkan aktual maupun teoritis juga menunjukkan bahwa dinding A1 dan A2 mempunyai kuat geser yang terbesar dibanding dinding B dan C. Berdasarkan kondisi aktual dengan beban maksimum dari hasil pengujian kuat geser dinding A lebih dari 5 kg/m . Sedangkan pada perhitungan secara teoritis didapatkan kuat geser ultimit dinding A juga terbesar yaitu lebih dari 6 kg/m . Hasil ini tidak jauh berbeda antara perhitungan aktual dan teoritisnya. Sehingga dari semua uraian pembahasan dan perhitungan kuat geser ultimit dinding, dapat dikatakan bahwa dinding yang berperilaku geser dominan adalah dinding A dengan rasio tinggi dan lebar $H_w/L_w = 1$.

4.3 Analisis Kekakuan Geser (G')

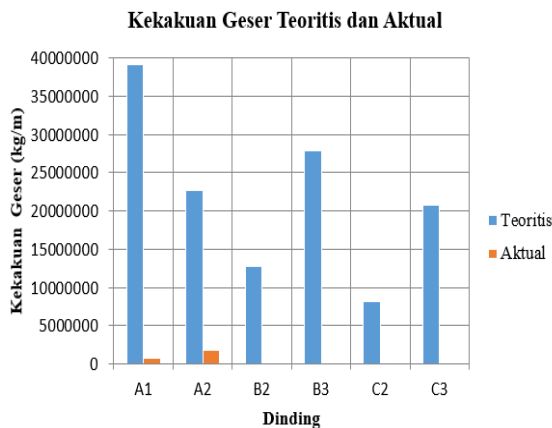
Analisis kekakuan geser juga dilakukan perhitungan berdasarkan data pengujian (aktual) dan secara teoritis. Analisa perhitungan kekakuan geser aktual

dihitung seperti pada ASTM E 564 dengan rumus : $G' = \frac{P}{\Delta} \times \frac{a}{b}$

Perhitungan kekakuan ini dilakukan pada tahanan beban yang sama seperti pada perbandingan sebelumnya yaitu beban berkisar 1700 kg, dimana dinding C2 sudah mencapai beban puncak maksimum. Perhitungan kekakuan geser aktual seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Kekakuan geser global (G') aktual dinding

Benda Uji	Pu (kg)	Δ (mm)	a (mm)	b (mm)	G' (kg/m)
A1	1700	2,31	600	600	735930,736
A2	1700	0,95	600	600	1789473,684
B2	1700	43,74	900	600	58299,040
B3	1700	12,36	900	600	206310,680
C2	1682	33	1200	600	101939,394
C3	1674	57,72	1200	600	58004,158



Gambar 3. Perbandingan kekakuan geser teoritis dan aktual

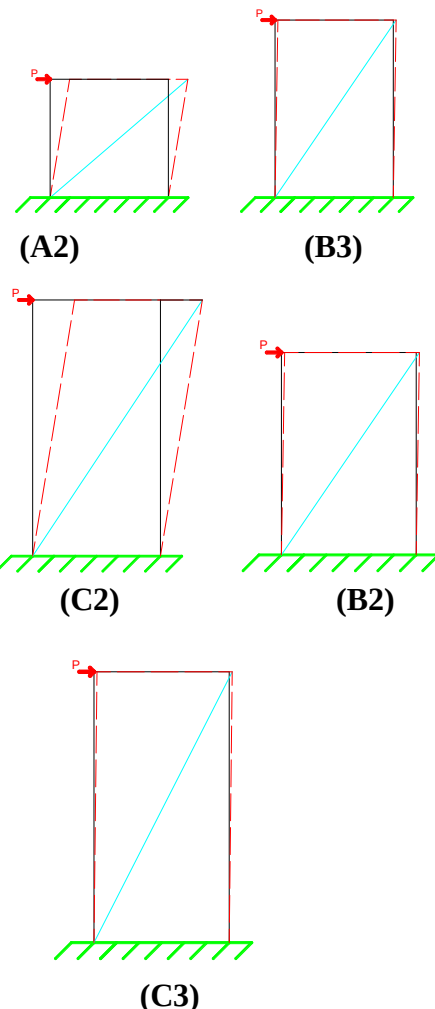
Dapat dilihat pada Gambar 3 jika hasil analisis secara teoritis menghasilkan kekakuan geser yang lebih besar dari pada analisis aktual. Hasil analisis secara aktual, dinding yang memiliki kekakuan geser paling besar yaitu dinding A2, sedangkan secara teoritis dinding yang memiliki kekakuan geser paling besar adalah dinding A1. Sehingga dapat dikatakan baik secara aktual maupun teoritis bahwa dinding A

dengan rasio tinggi dan lebar (H_w/L_w) = 1 memiliki kekakuan geser paling besar dibandingkan dengan dinding B dan C.

4.4 Deformasi Geser Pada Dinding

Tabel 5. Deformasi geser aktual dinding

Benda Uji	a (mm)	b (mm)	c (mm)	δ (mm)	Δv (mm)	Δ_{total} (mm)	$\Delta v/\Delta_{tot}$ (%)
A1	600	600	848,528	-	-	2,31	-
A2	600	600	848,528	0,62	0,877	0,95	92,3
B2	900	600	1081,67	0,08	0,144	43,74	0,3
B3	900	600	1081,67	0,08	0,144	12,36	1,2
C2	1200	600	1341,64	0,88	1,968	33	6,0
C3	1200	600	1341,64	0,04	0,089	59,72	0,1



Gambar 4. Deformasi geser dinding

Berdasarkan hasil perhitungan deformasi geser pada tabel tersebut, dapat dikatakan bahwa dinding A2 yaitu dinding dengan rasio tinggi dan lebar dinding

(H_w/L_w) = 1 mengalami deformasi geser terbesar daripada kedua dinding lainnya. Sementara dinding lainnya juga mengalami deformasi geser tetapi tidak begitu besar seperti dinding A2. Pada dinding A2 deformasi gesernya sebesar 0,877 mm, deformasi geser ini hampir 92% dari deformasi total pada beban 1700 kg yaitu sebesar 0,95 mm. Dinding B2 deformasi gesernya sebesar 0,144 mm dan berkisar hanya 0,3% saja dari deformasi total yang terjadi yaitu sebesar 43,74 mm. Sedangkan untuk dinding B3 deformasi gesernya sebesar 0,144 mm yang hanya 1,2% dari deformasi total yaitu 12,36 mm. Dinding C2 deformasi gesernya sebesar 1,968 mm yang hanya 5,96% dari deformasi totalnya yaitu sebesar 33 mm. Serta dinding C3 yang deformasi gesernya sebesar 0,089 mm yang sangat kecil jika dibandingkan dengan deformasi totalnya sebesar 59,72 mm, yakni hanya berkisar 0,1% saja.

Memang seharusnya prosentase deformasi geser dibanding deformasi total yang terkecil terjadi pada dinding dengan tinggi yang lebih besar dari dinding lainnya. Akan tetapi pada dinding B dan C tidak semua menunjukkan hasil yang seharusnya, hal ini juga dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhi. Seperti yang dijelaskan pada subbab sebelumnya yakni pada deformasi total yakni yang menyebabkan hal tersebut terjadi seperti kekuatan material pada dinding, atau mungkin faktor alat yang kurang teliti dalam hal pembacaan deformasi.

Seperti yang terlihat pada gambar deformasi geser dinding berikut ini yang jelas terlihat bahwa deformasi geser dinding A2 yang paling besar.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta analisis dan pembahasan data, dapat ditarik beberapa kesimpulan guna menjawab permasalahan dalam penelitian perilaku geser dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi dengan variasi rasio tinggi dan

lebar (H_w/L_w) terhadap beban lateral statik, yaitu sebagai berikut:

1. Beban maksimum (P_u) yang bekerja pada dinding dengan rasio tinggi dan lebar dinding (H_w/L_w) = 1 mempunyai kapasitas beban yang paling besar baik secara aktual dan teoritis dibandingkan dengan dinding lainnya yaitu berkisar antara 3 sampai 4 ton lebih.
2. Mekanisme keruntuhan geser yang terjadi pada dinding ditunjukkan dengan terjadinya retak geser atau retak tarik diagonal pada muka dinding. Mekanisme ini lebih terlihat dominan pada dinding dengan rasio tinggi dan lebar dinding (H_w/L_w) = 1.
3. Perilaku geser (*shear behavior*) yang dominan terjadi pada dinding dengan rasio tinggi dan lebar dinding (H_w/L_w) = 1. Hal ini dibuktikan dengan bentuk deformasi horizontal total yang menunjukkan bentuk deformasi geser, perhitungan analitis deformasi geser secara aktual maupun teoritis yang terjadi pada dinding ini terbesar (dominan) daripada dinding lainnya, serta dinding ini mempunyai kekakuan geser global (*Global Shear Stiffness*) dan kuat geser ultimit (*ultimate shear strength*) paling besar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM E-564. 2001. *Standard Practice for Static Load Test for Shear Resistance of Framed Walls for Buildings*. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
- Badan Standar Nasional. SNI-1726-2002 *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*
- R. Park & Pauley. 1975. *Reinforced Concrete Structure*. John Wiley & Sons Inc.
- Schueller, Wolfgang. 1977. *High-Rise Building Structures*. John Wiley & Sons Inc.
- Timothy. 2005. *Aplicability Metoda Desain Kapasitas pada Perancangan Struktur Dinding Geser Beton Bertulang*
- Yehuda, Christiano. 2011. *Pemakaian Dinding Panel Pada Proyek Konstruksi di Indonesia*. Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya

Website Wikipedia Bahasa Indonesia. *Dinding*.
<http://id.wikipedia.org>. Diakses pada tanggal
15 Agustus 2014

Website PT Modern Panel Indonesia. *Dinding M-
Panel*. <http://mpanelindonesia.com>. Diakses
pada tanggal 15 Agustus 2014