

# KAPASITAS GESER DINDING STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN MEMPERHITUNGKAN PENGARUH RASIO TINGGI TERHADAP PANJANG DINDING

Teresa Florina Abidin<sup>1</sup>, Jimmy Chandra<sup>2</sup>, dan Joko Purnomo<sup>3</sup>.

**ABSTRAK :** Dinding struktur beton bertulang merupakan salah satu elemen penting dalam bangunan tinggi dimana beban lateral seperti beban angin dan gempa lebih dominan. Namun cara perhitungan dinding struktur berdasarkan *building codes* seperti American Concrete Institute [ACI] 318M-14 (2015) dan Eurocode 8 (2005) masih bersifat empiris sehingga cenderung *underestimate*. Sementara, Chandra et al. (2018) telah mengajukan cara perhitungan yang lebih konsisten dan akurat dalam berbagai variasi mutu beton maupun rasio tulangan, tetapi masih belum memperhitungkan pengaruh faktor rasio tinggi terhadap panjang ( $h_w/l_w$ ) dinding. Penelitian ini memodifikasi perumusan Chandra et al. (2018), dengan menggunakan suatu faktor yang didapatkan dari penelitian pada *deep beams* oleh Mau dan Hsu (1987). Hasil yang didapat dari 114 spesimen yang didapatkan dari literatur menunjukkan adanya konsistensi hasil yang lebih baik antara angka prediksi dengan kapasitas sesungguhnya berdasarkan percobaan. Cara perhitungan ini telah berhasil memasukkan pengaruh dari  $h_w/l_w$  dinding tanpa kehilangan akurasinya.

**KATA KUNCI:** dinding struktur; kekuatan geser; rasio tinggi terhadap panjang

## 1. PENDAHULUAN

Dinding struktur beton bertulang adalah salah satu aplikasi dari struktur dengan material beton bertulang yang biasa digunakan untuk bangunan tinggi khususnya yang didesain terhadap gempa. Pada bangunan tinggi, pengaruh beban lateral seperti beban angin dan gempa cukup dominan, sehingga seringkali diperlukan adanya dinding struktur untuk memperkuat dan memperkaku struktur bangunan. Namun, cara perhitungan kekuatan geser dinding struktur beton bertulang berdasarkan *building codes* (ACI 318M-14, 2015 dan Eurocode 8, 2005) masih berdasarkan perumusan empiris yaitu dengan melakukan percobaan pada sejumlah dinding struktur kemudian mengambil batas bawah sebagai acuan perhitungan. Oleh karena itu dalam keadaan tertentu cara perhitungan kekuatan geser dari dinding struktur beton bertulang ini kurang konsisten sehingga kekuatan geser yang sesungguhnya dari suatu dinding struktur bisa saja lebih kecil daripada kekuatan geser dari hasil perhitungan.

Ada banyak cara perhitungan geser dinding beton yang telah dikembangkan, salah satunya oleh Chandra et al. (2018) yang menggunakan prinsip *truss analogy*. Studi ini sudah berhasil mengembangkan metode perhitungan yang cukup konsisten terhadap mutu beton dan rasio tulangan *boundary* yang bervariasi. Namun cara perhitungan ini tidak mencerminkan pengaruh rasio  $h_w/l_w$  terhadap kapasitas geser dinding. Sementara, dari percobaan sebelumnya (Barda et al., 1977; Yan et al., 2008; Liang et al., 2013) telah menunjukkan bahwa dinding dengan rasio  $h_w/l_w$  yang lebih kecil (baik gagal karena lentur maupun geser) memiliki kekuatan terhadap geser yang lebih besar dibandingkan dinding yang mempunyai rasio yang lebih besar. Hasil studi lainnya (Teng dan Chandra, 2016) juga menunjukkan dinding yang memiliki  $h_w/l_w$  yang lebih rendah memiliki kekuatan yang lebih besar. Peningkatkan  $h_w/l_w$  dari 1,0 menjadi 2,0 dapat mengurangi kekuatan geser dinding sekitar 40%. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa, untuk

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [m21415231@john.petra.ac.id](mailto:m21415231@john.petra.ac.id)

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [chandra.jimmy@petra.ac.id](mailto:chandra.jimmy@petra.ac.id)

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [jpurnomo@petra.ac.id](mailto:jpurnomo@petra.ac.id)

dinding beton bertulang yang memiliki  $h_w/l_w$  mulai dari 0,5 hingga 2,0, setiap kenaikan 0,5 dalam  $h_w/l_w$  mengurangi kekuatan geser dinding sebesar 20%. Ini berlaku untuk dinding beton normal hingga sangat tinggi.

Oleh karena itu, peneliti bermaksud mengembangkan lagi metode perhitungan kekuatan geser dinding struktur yang sudah ada agar bisa mendapatkan hasil yang akurasi lebih konsisten khususnya dalam hal perbandingan  $h_w/l_w$ . Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam metode perhitungan kekuatan geser dinding struktur beton bertulang yang lebih konsisten.

## 2. RANCANGAN PENELITIAN

### 2.1. Program Eksperimen

Penelitian dilakukan dengan studi literatur dari beberapa peraturan dan metode perhitungan kapasitas geser dari struktur beton bertulang yang telah ada yang kemudian dicoba untuk memasukkan efek dari rasio  $h_w/l_w$  ke dalam perhitungan kekuatan, selanjutnya diadopsi untuk memodifikasi metode perhitungan yang telah dikembangkan oleh Chandra et al. (2018). Data-data yang digunakan pada penelitian ini seperti kekuatan tekan beton ( $f_c'$ ), tebal dinding ( $t_w$ ), panjang dinding ( $l_w$ ), tinggi dinding ( $h_w$ ), tegangan leleh tulangan baja ( $f_y$ ), kekuatan geser dinding geser beton bertulang hasil eksperimen ( $V_{exp}$ ), dan lain sebagainya diperoleh dari literatur yang berjumlah 114 buah spesimen.

### 2.2. Perhitungan *Complete Truss Model* Chandra et al. (2018)

Berdasarkan pada teori *softened truss model*, berdasarkan syarat *equilibrium* didapatkan perumusan:

$$\sigma_v = \sigma_d \sin^2 \theta + \sigma_r \cos^2 \theta + \rho_v f_v \quad (1)$$

$$\sigma_h = \sigma_d \cos^2 \theta + \sigma_r \sin^2 \theta + \rho_h f_h \quad (2)$$

$$\tau_{vh} = (\sigma_r - \sigma_d) \sin \theta \cos \theta \quad (3)$$

Berdasarkan syarat *compatibility*:

$$\varepsilon_v = \varepsilon_d \sin^2 \theta + \varepsilon_r \cos^2 \theta \quad (4)$$

$$\varepsilon_h = \varepsilon_d \cos^2 \theta + \varepsilon_r \sin^2 \theta \quad (5)$$

$$\gamma_{vh} = 2(\varepsilon_r - \varepsilon_d) \sin \theta \cos \theta \quad (6)$$

Berdasarkan *Constitutive law of material*:

Tulangan:

$$f_v = E_s \varepsilon_v \quad \text{untuk } 0 < \varepsilon_v < \min(0,8 \varepsilon_{yv}; 0,0025) \quad (7)$$

$$f_v = \min(0,8 f_{yv}; 500 \text{ MPa}) \quad \text{untuk } \varepsilon_v \geq \min(0,8 \varepsilon_{yv}; 0,0025) \quad (8)$$

$$f_h = E_s \varepsilon_h \quad \text{untuk } 0 < \varepsilon_h < \min(0,8 \varepsilon_{yh}; 0,0025) \quad (9)$$

$$f_h = \min(0,8 f_{yh}; 500 \text{ MPa}) \quad \text{untuk } \varepsilon_h \geq \min(0,8 \varepsilon_{yh}; 0,0025) \quad (10)$$

Beton:

$$\sigma_d = -\xi f_c' \left[ 2 \left( \frac{\varepsilon_d}{-\xi \varepsilon_0} \right) - \left( \frac{\varepsilon_d}{-\xi \varepsilon_0} \right)^2 \right]; \quad \xi = \left( \frac{5,8}{\sqrt{f_c'}} \leq 0,9 \right) \left( \frac{1}{\sqrt{1+400\varepsilon_r}} \right) \quad (11)$$

$$\sigma_r = E_c \varepsilon_r \quad \text{untuk } \varepsilon_r \leq 0,00008 \quad (12)$$

$$\sigma_r = 0,02 f_c' \quad \text{untuk } \varepsilon_r \leq 0,00008 \quad (13)$$

Selain itu, cara ini juga telah memperhitungkan pengaruh *boundary elemen* sehingga rumus kapasitas geser adalah sebagai berikut:

$$V_n = (\sigma_r - \sigma_d) \sin \theta \cos \theta t_w d_w + 1.64 b_{ef} d_{be} \sqrt[3]{f_c'} \quad (14)$$

Dimana  $D_u$  adalah gaya dowel dari tulangan vertikal dalam satu elemen batas (dalam Newton);  $b_{ef}$  adalah lebar efektif dari elemen batas (dalam mm);  $d_{be}$  adalah diameter *bar* ekuivalen (dalam mm);  $V_n$  adalah kekuatan geser nominal dari dinding beton bertulang (dalam Newton);  $t_w$  adalah tebal badan dinding (dalam mm); dan  $d_w$  adalah lebar efektif dari dinding (dalam mm).

Cara perhitungan ini mengasumsikan nilai dari  $\sigma_h$  sebesar 0, dan memerlukan iterasi untuk mendapatkan nilai asumsi  $\varepsilon_r$  yang memenuhi kesetimbangan.

### 2.3. Mengadopsi dan Memodifikasi Cara Perhitungan *Deep Beams* Mau dan Hsu (1987)

Mau dan Hsu (1987) telah memperhitungkan *shear span ratio* dalam perhitungan kapasitas geser pada *deep beams* dengan merumuskannya dalam koefisien  $k$ , yaitu:

$$k = \frac{d_v}{h} \left[ \frac{h}{a} \left( \frac{4}{3} - \frac{2a}{3h} \right) \right] \quad \text{untuk } 0,5 < h/a < 2,0 \quad (15)$$

sementara untuk  $h/a \leq 0,50$  koefisien  $k$  konstan sebesar  $2d_v/h$  dan bernilai 0 untuk  $h/a \geq 2,00$ .

Kemudian rumus ini disesuaikan untuk kondisi pada dinding struktur, sehingga rumus  $K$  menjadi:

$$K = -\frac{2}{3} \frac{d_w}{l_w} \quad \text{untuk } \frac{h_w}{l_w} \leq 1,0 \quad (16)$$

$$K = \frac{d_w}{l_w} \left[ \frac{l_w}{h_w} \left( \frac{2}{3} \frac{h_w}{l_w} - \frac{4}{3} \right) \right] \quad \text{untuk } 1,0 < \frac{h_w}{l_w} < 2,0 \quad (17)$$

$$K = 0 \quad \text{untuk } \frac{h_w}{l_w} \geq 2,0 \quad (18)$$

dimana  $d_w$  adalah kedalaman efektif dari dinding struktur (dalam mm),  $l_w$  adalah panjang dinding (dalam mm), dan  $h_w$  adalah tinggi dinding (dalam mm).

Penentuan batasan dari koefisien  $K$  didasarkan pada sanggahan dari Hsu dan Mo (1985). Percobaan dan perumusan dalam skripsi ini menggunakan dasar teori *softened truss model* untuk dinding pendek yang diterbitkan oleh penulis tersebut. Untuk memastikan asumsi di dalam perumusan *softened truss model* ini tetap valid, maka disarankan bahwa teori yang diajukan dibatasi untuk  $h_w/l_w = 1,0$ .

### 2.4. Modifikasi Rumus Chandra et al. (2018) dengan Memasukkan Koefisien $K$

Cara perhitungan pada dasarnya dilakukan seperti cara *complete truss model* yang diajukan oleh Chandra et al. (2018), yang dilakukan dengan memasukkan nilai koefisien  $K$ . Berdasarkan Mau dan Hsu (1987), koefisien ini kemudian dimasukkan ke dalam  $\sigma_h$ , sehingga nilai  $\sigma_h$  menjadi:

$$\sigma_h = \tau_{vh} \times K \quad (19)$$

$\sigma_h$  ini kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan Chandra et al. (2018) yang awalnya mengasumsikan nilai  $\sigma_h$  sebesar 0.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan hasil kapasitas geser berdasarkan percobaan dan kapasitas geser berdasarkan perhitungan ( $V_{exp}/V_n$ ), dari 114 buah spesimen dinding struktur beton bertulang yang didapatkan dari literatur berdasarkan cara perhitungan dari ACI 318M-14 (2015), Eurocode 8 (2015), Chandra et al. (2018), dan cara yang diajukan, serta parameter statistik dari masing-masing perumusan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Perbandingan Hasil  $V_{exp}/V_n$**

No.	Spesimen	$f_c'$ , MPa	$h_w/l_w$	$V_{exp}/V_n$			
				ACI 318M-14 (2015)	Eurocode 8 (2005)	Chandra et al. (2018)	Cara yang diajukan
Barde et al. (1977)							
1	B1-1	29	0.46	1.65	3.94	2.11	1.60
2	B2-1	16	0.46	1.51	3.45	1.70	1.31
3	B3-2	27	0.46	1.48	3.23	1.80	1.39
4	B6-4	21	0.46	1.25	2.72	1.92	1.60
5	B7-5	26	0.21	1.56	4.64	2.18	1.63
6	B8-5	23	0.96	1.24	2.24	1.46	1.13
Corley et al. (1981)							
7	B2	54	2.40	1.30	1.31	1.15	1.15
8	B5	45	2.40	1.36	1.56	1.41	1.41
9	B6	22	2.40	1.15	1.96	1.21	1.21
10	B7	49	2.40	1.26	2.05	1.17	1.17
11	B8	42	2.40	1.28	1.38	0.92	0.92
12	B9*	44	2.40	1.31	2.17	1.23	1.23
13	B10*	46	2.40	1.36	1.56	0.90	0.90
14	F1	38	2.40	1.23	1.45	0.99	0.99
15	F2	46	2.40	1.13	1.96	0.79	0.79

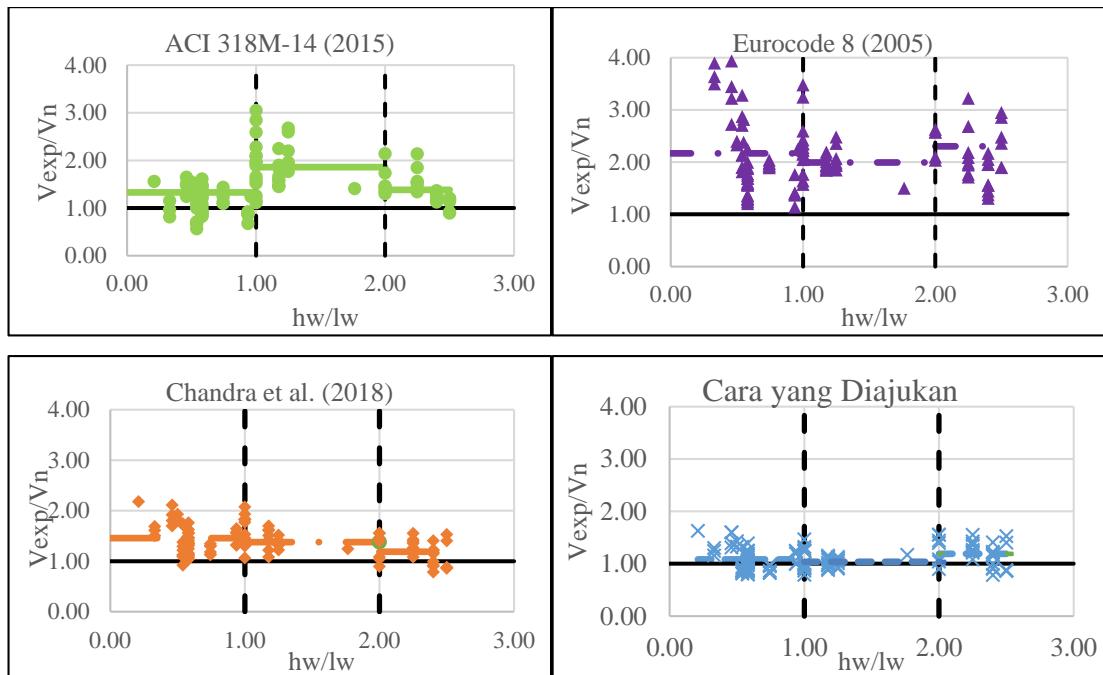
Maeda (1986)							
16	MAE03	58	0.55	1.46	2.82	1.69	1.20
17	MAE07	58	0.55	1.52	2.38	1.40	1.00
Okamoto (1990)							
18	W48M6	82	0.74	1.10	1.99	1.13	0.82
19	W48M4	82	0.74	1.12	1.97	1.13	0.82
20	W72M8	82	0.74	1.33	1.89	1.17	0.98
21	W72M6	82	0.74	1.30	1.93	1.18	0.87
22	W72M8	102	0.74	1.23	1.93	1.14	0.96
23	W96M8	102	0.74	1.44	2.04	1.12	0.95
Mo dan Chan (1996)							
24	HN4-1	32	0.58	1.22	1.58	1.35	1.04
25	HN4-2	32	0.58	1.47	1.90	1.63	1.25
26	HN4-3	32	0.58	1.20	1.56	1.33	1.03
27	HN6-1	30	0.58	1.04	1.70	1.30	1.00
28	HN6-2	30	0.58	0.83	1.36	1.04	0.80
29	HN6-3	31	0.58	0.83	1.31	1.04	0.79
30	HM4-1	38	0.58	1.33	1.69	1.41	1.08
31	HM4-2	38	0.58	1.37	1.75	1.46	1.12
32	HM4-3	40	0.58	1.49	1.88	1.55	1.19
33	LN4-1	18	0.58	1.24	2.00	1.57	1.24
34	LN4-2	18	0.58	1.40	2.25	1.76	1.39
35	LN4-3	30	0.58	1.31	1.59	1.47	1.16
36	LN6-1	31	0.58	1.08	1.58	1.35	1.06
37	LN6-2	30	0.58	0.88	1.30	1.10	0.87
38	LN6-3	30	0.58	0.92	1.37	1.16	0.91
39	LM6-1	39	0.58	0.96	1.28	1.14	0.89
40	LM6-2	37	0.58	0.90	1.21	1.08	0.85
41	LM6-3	35	0.58	0.92	1.24	1.12	0.88
42	LM4-2	66	0.58	1.61	1.78	1.37	1.07
43	LM4-3	66	0.58	1.46	1.62	1.24	0.97
Gupta dan Rangan (1998)							
44	S-1	79	1.00	1.11	1.58	1.07	0.79
45	S-2	65	1.00	1.96	2.24	1.46	0.96
46	S-3	69	1.00	2.28	2.28	1.43	0.87
47	S-4	75	1.00	1.58	2.16	1.30	0.92
48	S-5	73	1.00	2.10	2.43	1.41	0.90
49	S-6	71	1.00	2.59	2.60	1.52	0.93
50	S-7	71	1.00	1.52	2.05	1.32	0.93
Kabeyasawa dan Hiraishi (1998)							
51	W-08	103	1.18	1.48	1.93	1.29	1.16
52	W-12	138	1.18	1.46	1.95	1.15	0.98
53	No. 1	65	1.18	2.25	2.19	1.59	1.13
54	No. 2	71	1.18	1.90	1.93	1.48	1.12
55	No. 3	72	1.18	1.60	1.84	1.36	1.08
56	No. 4	103	1.18	1.84	1.88	1.30	0.97
57	No. 5	77	1.76	1.41	1.50	1.13	1.17
58	No. 6	74	1.18	1.45	1.86	0.91	1.02
59	No. 7	72	1.18	1.57	2.01	1.07	0.91
60	No. 8	76	1.18	1.66	2.13	0.92	0.88
Farvashany et al. (2008)							
61	HSCW1	104	1.25	2.20	2.36	1.41	1.10
62	HSCW2	93	1.25	2.60	2.48	1.52	1.13
63	HSCW3	86	1.25	1.96	1.85	1.22	0.93
64	HSCW4	91	1.25	2.68	1.99	1.28	0.91

65	HSCW5	84	1.25	1.93	2.07	1.32	1.01
66	HSCW6	90	1.25	1.77	1.94	1.34	1.07
67	HSCW7	102	1.25	1.85	1.94	1.34	1.05
Burgueno et al. (2014)							
68	M05C	46	2.25	1.85	2.68	1.43	1.43
69	M05M	39	2.25	2.14	3.23	1.55	1.55
70	M10C	56	2.25	1.56	2.19	1.24	1.24
71	M10M	84	2.25	1.53	2.09	1.39	1.39
72	M15C	102	2.25	1.42	1.77	1.21	1.21
73	M15M	111	2.25	1.38	1.98	1.35	1.35
74	M20C	131	2.25	1.34	1.72	1.08	1.08
75	M20M	115	2.25	1.52	1.95	1.26	1.26
Park et al. (2015)							
76	S4	47	1.00	1.66	2.16	1.77	1.26
77	S7	47	1.00	1.89	2.22	1.89	1.24
Luna et al. (2015)							
78	SW2	48	0.54	0.70	1.90	1.12	0.87
79	SW3	54	0.54	0.71	2.13	1.22	0.94
80	SW4	29	0.54	0.57	1.82	1.11	0.86
81	SW5	30	0.33	1.15	3.64	1.50	1.16
82	SW6	26	0.33	0.97	3.90	1.69	1.30
83	SW7	26	0.33	0.82	3.50	1.61	1.24
84	SW8	24	0.54	1.10	2.14	0.92	0.81
85	SW9	30	0.54	1.02	2.71	1.29	0.90
86	SW10	32	0.54	1.29	3.28	1.38	0.87
87	SW11	35	0.54	0.67	1.90	1.09	0.82
88	SW12	35	0.54	1.00	2.87	1.74	1.32
Cheng et al. (2016)							
89	M60	39	0.94	0.92	1.76	1.58	1.19
90	M115	38	0.94	0.68	1.14	1.36	1.24
91	H60	44	0.94	0.87	1.37	1.32	1.00
92	H115	44	0.94	0.88	1.39	1.38	1.25
93	H60X	42	0.94	0.88	1.41	1.32	1.00
Teng dan Chandra (2016)							
94	J1	103	1.00	2.85	3.25	1.82	1.29
95	J2	97	1.00	3.05	3.48	1.83	1.24
96	J3	111	1.00	2.09	2.36	1.77	1.32
97	J4	94	1.00	1.97	2.35	2.07	1.47
98	J5	103	2.00	1.73	4.36	0.90	0.90
99	J6	97	2.00	2.14	5.30	1.04	1.04
100	J7	111	2.00	1.46	2.58	1.09	1.09
Baek et al. (2017) <b>A</b>							
101	NS2	37	2.00	1.34	2.04	1.44	1.44
102	HS2	37	2.00	1.30	2.57	1.50	1.56
103	NS2L	37	2.00	1.40	2.63	1.40	1.40
104	HS2L	37	2.00	1.45	1.77	1.50	1.55
Baek et al. (2017) <b>B</b>							
105	NS1M	53	1.00	1.26	1.64	1.43	1.01
106	HS1M	53	1.00	1.17	1.90	1.34	0.99
107	NS0.5M	45	0.50	1.50	2.33	1.82	1.33
108	HS0.5M	37	0.50	1.54	2.40	1.85	1.43
Baek et al. (2018)							
109	SW1	20	2.50	0.91	1.90	1.53	1.53
110	SW2	20	2.50	1.14	2.36	0.87	0.87
111	SW3	20	2.50	0.90	1.90	1.40	1.40

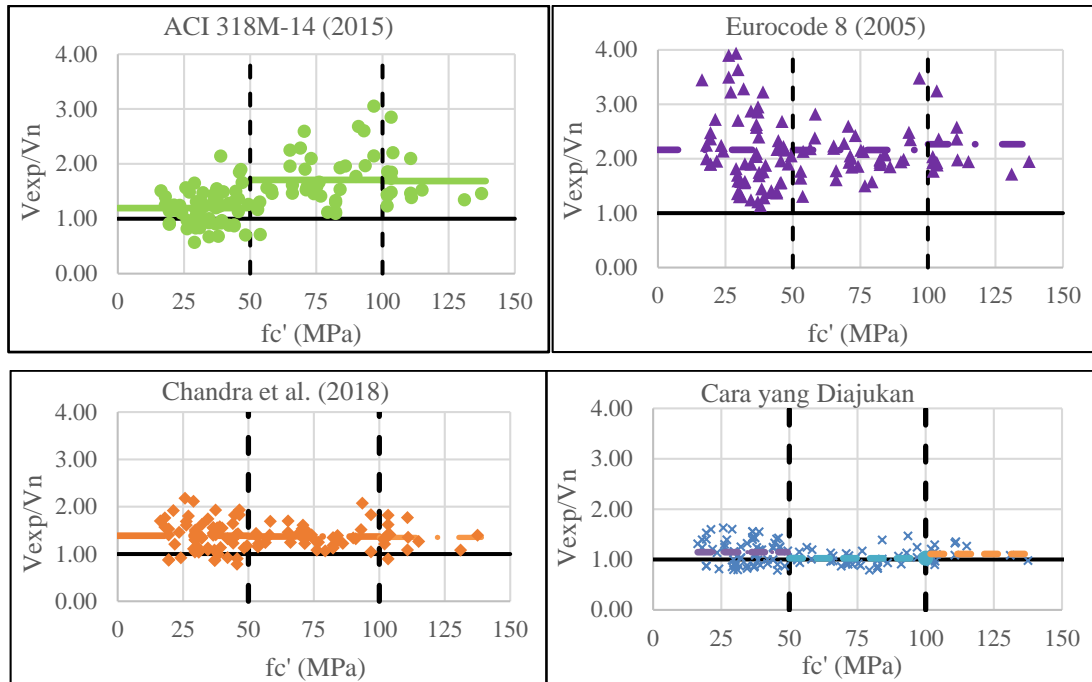
112	SW4	20	2.50	1.17	2.48	0.87	0.88
113	SW5	37	2.50	1.20	2.86	0.87	0.87
114	SW6	37	2.50	1.21	2.95	0.86	0.86
	Parameter Statistik	<i>Min</i>		0.57	1.14	0.79	0.79
		<i>Max</i>		3.05	5.30	2.18	1.63
		<i>Average</i>		1.42	2.18	1.35	1.10
		<i>Stdev</i>		0.47	0.73	0.29	0.22
		<i>COV</i>		0.33	0.33	0.21	0.20

Nilai  $V_{exp}/V_n$  dari cara yang diajukan telah memiliki nilai COV yang lebih kecil, ini berarti cara yang diajukan sudah lebih konsisten dibandingkan cara perhitungan dari ACI 318M-14 (2015), Eurocode 8 (2005), dan cara yang diajukan oleh Chandra et al. (2018). Nilai rata-rata (*Average*) dari cara ini juga lebih kecil jika dibandingkan dengan 3 cara perhitungan lainnya, yaitu sebesar 1,10. Hal ini menunjukkan bahwa dapat dikatakan secara keseluruhan perhitungan kapasitas geser dinding struktur beton bertulang dengan menggunakan cara ini telah mendekati dengan nilai kapasitas geser dinding dari hasil eksperimen.

**Gambar 1** dan **Gambar 2** menunjukkan akurasi hasil prediksi kapasitas geser dari dinding struktur beton bertulang  $V_{exp}/V_n$  dari ACI 318M-14 (2015), Eurocode 8 (2005), Chandra et al. (2018), dan cara yang diajukan berdasarkan beberapa rentang  $h_w/l_w$  dan  $f_c'$  dari dinding geser.



**Gambar 1.** Nilai  $V_{exp}/V_n$  terhadap Nilai  $h_w/l_w$  Berdasarkan ACI 318M-14 (2015), Eurocode 8 (2005), Chandra et al. (2018), dan Cara yang Diajukan



Gambar 2. Nilai  $V_{exp}/V_n$  Terhadap Nilai  $fc'$  Berdasarkan ACI 318M-14 (2015), Eurocode 8 (2005), Chandra et al. (2018), dan Cara yang Diajukan

Cara yang diajukan ini telah berhasil memodifikasi cara yang diajukan oleh Chandra et al. (2018) agar dapat memperhitungkan pengaruh  $h_w/l_w$  dalam cara perhitungan. Hal ini dapat dibuktikan dengan memperhatikan beberapa spesimen yang identik namun memiliki perbedaan pada nilai  $h_w/l_w$  saja. Contohnya pada spesimen Teng dan Chandra (2016) J1 dan J5, J2 dan J6, J3 dan J7. Spesimen J1, J2, dan J3 memiliki  $h_w/l_w = 1,0$  sedangkan spesimen J5, J6, dan J7 memiliki  $h_w/l_w = 2,0$ . Berdasarkan cara perhitungan dari Chandra et al. (2018), nilai kapasitas geser J1 dan J5 adalah 664,70 kN, J2 dan J6 adalah 694,5 kN, J3 dan J7 adalah 824,34 kN. Menurut eksperimen, spesimen dengan  $h_w/l_w = 1,0$  memiliki kapasitas geser yang lebih tinggi daripada spesimen dengan  $h_w/l_w = 2,0$ . Sedangkan berdasarkan rumus yang diajukan telah menunjukkan adanya perbedaan kapasitas hasil perhitungan dari spesimen identik tersebut, yaitu J1 = 935,64 kN dan J5 = 664,70 kN, J2 = 1023,2 kN dan J6 = 694,5 kN, serta J3 = 1101,93 kN dan J7 = 824,34 kN.

#### 4. KESIMPULAN

1. Cara perhitungan yang diajukan telah dapat memperhitungkan pengaruh  $h_w/l_w$  terhadap kapasitas geser dinding struktur beton bertulang, tanpa kehilangan konsistensi keakuratannya.
2. Pengaruh  $h_w/l_w$  dimasukkan ke dalam cara perhitungan kapasitas dinding geser yang diajukan oleh Chandra et al. (2018) dengan menambahkan koefisien K pada perumusan. Koefisien K ini dikembangkan dari Mau dan Hsu (1987), yang kemudian akan berpengaruh dalam menentukan besarnya tegangan horizontal ( $\sigma_h$ ).
3. Cara yang diajukan ini tidak praktis untuk digunakan secara luas karena memerlukan *trial and error* dalam proses perhitungannya atau memerlukan iterasi dengan program komputer, sehingga disarankan untuk mengembangkannya dengan melakukan modifikasi menjadi bentuk yang lebih sederhana (*simplified method*).

#### 5. DAFTAR REFERENSI

ACI Committee 318. (2015). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-14) and Commentary (ACI 318M-14)*, American Concrete Institute, Michigan.

- Baek, J. W., Park, H. G., Shin, H. M., and Yim, S. J. (2017)A. “Cyclic Loading Test for Reinforced Concrete Walls (Aspect Ratio 2.0) with Grade 550 MPa (80 ksi) Shear Reinforcing Bars.” *ACI Structural Journal*. Vol. 114, No. 3, 673-686.
- Baek, J. W., Park, H. G., Lee, J. H., and Bang, C. J. (2017)B. “Cyclic Loading Test for Walls of Aspect Ratio 1.0 and 0.5 with Grade 550 MPa (80 ksi) Shear Reinforcing Bars.” *ACI Structural Journal*. Vol. 114, No. 4, 969-982.
- Baek, J. W., Park, H. G., Choi, K. K., Seo, M. S., and Chung, L. (2018). “Minimum Shear Reinforcement of Slender Walls with Grade 500 MPa (72.5 ksi) Reinforcing Bars.” *ACI Structural Journal*. Vol. 15, No. 3, 761-774.
- Barda, F., Hanson, J. M., and Corley, W. G. (1977). “Shear Strength of Low-Rise Walls with Boundary Elements.” *ACI Special Publication*. Vol. 53, 149-202.
- Burgueno, R., Liu, X., and Hines, E. M. (2014). “Web Crushing Capacity of High-Strength Concrete Structural Walls: Experimental Study.” *ACI Structural Journal*. Vol. 111, No. 2, 235–246.
- Chandra, J., Chanthabouala, K., and Teng, S. (2018). “Truss Model for Shear Strength of Structural Concrete Walls.” *ACI Structural Journal*. Vol. 115, No. 2, 323–335.
- Cheng, M. Y., Hung, S. C., Lequesne, R. D., and Lepage, A. (2016). “Earthquake-Resistant Squat Walls Reinforced with High-Strength Steel.” *ACI Structural Journal*. Vol. 113, No. 5, 1065-1076.
- Comite Europeen de Normalisation . (2005). *Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance-Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings*, Comite Europeen de Normalisation, Brussels.
- Corley, W.G., Fiorato, A. E., and Oesterle, R. G. (1981). “Structural Walls.” *ACI Special Publication*. Vol. 72, 77-132.
- Farvashany, F. E., Foster, S. J., and Rangan, B. V. (2008). “Strength and Deformation of High-Strength Concrete Shearwalls.” *ACI Structural Journal*. Vol. 105, No. 1, 21-29.
- Gupta, A., and Rangan, B. (1998). “High-Strength Concrete Structural Walls.” *ACI Structural Journal*. Vol. 95, No. 2, 194-204.
- Hsu, T. T. C., and Mo, Y. L. (1985). “Softening of Concrete in Low-Rise Shearwalls.” *ACI Journal*. Vol. 82, No. 6, 883-889.
- Kabeyasawa, T., and Hiraishi, H. (1998). “Tests and Analyses of High-Strength Reinforced Concrete Shear Walls in Japan.” *ACI Special Publication*. Vol. 176, 281-310.
- Liang, X., Che, J., Yang, P., and Deng, M. (2013). “Seismic Behavior of High-Strength Concrete Structural Walls with Edge Columns.” *ACI Structural Journal*. Vol. 110, No. 6, 953-963.
- Luna, B. N., Rivera, J. P., and Whittaker, A. S. (2015). “Seismic Behavior of Low-Aspect-Ratio Reinforced Concrete Shear Walls.” *ACI Structural Journal*. Vol. 112, No. 5, 593-603.
- Mau, S. T., and Hsu, T. T. (1987). “Shear Strength Prediction for Deep Beams with Web Reinforcement.” *ACI Structural Journal*. Vol. 84, No. 6, 513-523.
- Maeda, Y. (1986). *Study on Load-Deflection Characteristics of Reinforced Concrete Shear Walls of High Strength Concrete – Part 1 Lateral Loading Test (in Japanese)*, Research Institute Maeda Construction Corporation, Tokyo, Japan.
- Mo, Y. L., and Chan, J. (1996). “Behaviour of Reinforced Concrete Framed Shear Walls.” *Nuclear Engineering and Design*. Vol. 166, No. 1, 55-68.
- Okamoto, S. (1990). *Study on Reactor Building Structure Using Ultra-High Strength Materials: Part 1. Bending Shear Test of RC Shear Wall-Outline*, Architectural Institute of Japan, Tokyo, Japan.
- Park, H. G., Baek, J. W., Lee, J. H., and Shin, H. M. (2015). “Cyclic Loading Tests for Shear Strength of Low-Rise Reinforced Concrete Walls with Grade 550 MPa Bars.” *ACI Structural Journal*. Vol. 112, No. 3, 299-310.
- Teng, S., and Chandra, J. (2016). “Cyclic Shear Behavior of High-Strength Concrete Structural Walls.” *ACI Structural Journal*. Vol. 113, No. 6, 1335–1345.
- Yan, S., Zhang, L. F., and Zhang, Y. G. (2008). “Seismic Performances of High-Strength Concrete Shear Walls Reinforced with High-Strength Rebars.” *Earth & Space 2008: Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments*. 1-8.