

# STUDY OF THE FORM CONCRETE PANEL WALL WITH APPLICATION OF TECHNOLOGY SELF COMPACTING CONCRETE

## KAJIAN BENTUK SEKAT DINDING PANEL BETON DENGAN PENERAPAN TEKNOLOGI PEMADATAN MANDIRI

Budi Setiawan <sup>1)</sup>, Mochammad Solikin <sup>2)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417 Ext. 221  
Email : iwanabirawa@yahoo.com

### ABSTRACT

Concrete is a construction material favored by most people because it has many advantages, however, concrete also has some disadvantages. One way to overcome the weaknesses that have concrete is to use precast concrete technology and the use of lightweight concrete, as it can increase the efficiency of the execution time of jobs and security of buildings against earthquake hazards. On the wall of multistory buildings are non-structural components of the wall where the burden should be borne by the structural elements so that the weight of the wall effect on the planning dimension of structural elements. This study aimed at generating technology in making lightweight precast concrete wall (wall panel), by providing a cavity in the longitudinal cross section of concrete, and assess its feasibility as a wall material. Manufacture of lightweight precast concrete with a thin cavity current is likely carried out considering the technology has been the discovery of self compacting concrete (SCC) is concrete without gravel with self compacting.

**Key word:** panel wall, SCC

### ABSTRAK

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang digemari oleh kebanyakan masyarakat karena memiliki banyak keunggulan, tetapi, beton juga mempunyai beberapa kelemahan. Salah satu cara mengatasi kelemahan yang dimiliki beton adalah dengan menggunakan teknologi beton pracetak dan pemakaian beton yang ringan, karena dapat meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan serta keamanan bangunan terhadap bahaya gempa. Pada bangunan bertingkat dinding merupakan komponen non struktur yang mana beban dinding ini harus dipikul oleh elemen-elemen struktur sehingga berat dinding berpengaruh terhadap perencanaan dimensi elemen struktur. Penelitian ini bertujuan menghasilkan teknologi pembuatan dinding beton pracetak ringan (dinding panel), dengan cara cara memberikan rongga pada penampang memanjang beton, serta mengkaji kelayakannya sebagai bahan dinding. Pembuatan beton pracetak ringan dengan rongga tipis saat ini sangat mungkin dilaksanakan mengingat telah ditemukannya teknologi self compacting concrete (SCC) yaitu beton tanpa kerikil dengan pemadatan mandiri.

**Kata-kata kunci:** dinding panel, SCC

### PENDAHULUAN

Pemakaian beton sebagai bahan utama konstruksi bangunan pada saat ini, sudah tidak diragukan lagi keunggulannya. Kemudahan dalam pengerjaannya, kekuatan yang semakin tinggi dalam memikul beban menjadikan beton sebagai pilihan utama untuk bahan konstruksi. Selain itu beton juga memiliki kelemahan yaitu memerlukan proses pengerasan selama 28 hari. Pekerjaan dalam urutan selanjutnya tidak dapat dikerjakan hingga beton memiliki kekuatan awal yang cukup. Mengingat kelemahan tersebut, para ahli konstruksi mengembangkan beton pracetak (*precast*). Meskipun pemakai beton pracetak sangat menguntungkan namun terdapat kendala dalam pemakaiannya yaitu mobilitas dan pemasangan. Hal ini disebabkan beton memiliki berat sendiri yang sangat besar. Salah satu cara mengurangi kelemahan pemakaian beton pracetak adalah dengan membuat konsep beton pracetak ringan.

Pemakaian material yang ringan sangat bermanfaat dalam konstruksi terutama untuk struktur di daerah rawan gempa seperti di Indonesia. Mengingat resiko yang cukup besar tersebut maka bangunan beton bertulang harus mampu memikul beban gempa rencana. Salah satunya dengan menurunkan berat bangunan gedung, diantaranya penggunaan material dinding yang ringan. Saat ini pemakaian batu bata masih menjadi primadona sebagai dinding bangunan. Meskipun memiliki berat volume yang cukup besar, batu bata atau batako memiliki keunggulan, yaitu relatif kedap udara dan tahan terhadap pengaruh cuaca. Oleh karenanya,

penggantian bahan dinding dengan bahan yang lebih ringan, harus tetap memperhatikan keunggulan batu bata atau batako tersebut. Bahan dinding yang dikenal saat ini dengan memiliki keunggulan seperti batu bata atau batako adalah dinding panel beton pracetak. Dinding panel beton pracetak terdiri dari unit-unit kecil siap cetak memiliki keunggulan waktu pemasangan yang cepat dan hasil yang rapi, sehingga mengurangi biaya pelaksanaan pekerjaan. Teknologi beton ringan aerasi (*Aerated Lightweight Concrete/ ACL*) cukup dapat mengatasinya, Akan tetapi pembuatan beton aerasi cukup rumit, maka perlu dikembangkan teknologi yang lebih sederhana lagi salah satunya dengan cara memberikan rongga atau lubang pada penampang memanjang. Pembuatan beton pracetak ringan dengan rongga tipis di dalamnya saat ini mungkin dilaksanakan mengingat telah ditemukannya teknologi *self compacting concrete* (SCC) yaitu beton tanpa kerikil dengan pemadatan mandiri (Prajitno, 2007). Berdasarkan uraian yang disebutkan di atas dapat dikemukakan permasalahan mengenai karakteristik rancangan campuran beton (*mix design*) *self compacting concrete* (SCC) dengan  $f_{as} = 0,45$  yang menggunakan bahan tambah (*admixture*) jenis superplasticizer serta bentuk sekat dinding panel beton berongga yang paling optimum digunakan sebagai dinding panel.

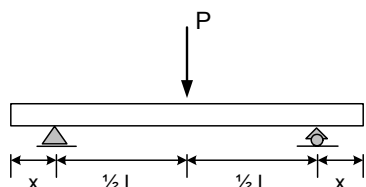
Salah satu teknologi beton yang relatif baru dewasa ini adalah *self compacting concrete/ SCC* yaitu beton yang dalam proses pemadatan pada bekistingnya tidak perlu bantuan peralatan seperti mesin penggetar. Hal ini dimungkinkan karena beton yang dihasilkan memiliki *workability* yang sangat baik sehingga dapat

mengalir untuk mengisi ruang begisting yang telah disediakan (Hoedajanto, 2007; British Concrete Cement, 2005.). Teknologi ini pada awalnya dikembangkan pada akhir tahun 1980-an di Jepang, namun berkembang secara baik di Eropa (Okamura dan Ouchi, 2003). Beberapa metode pengukuran workability yang biasa digunakan adalah mortar flow test, L shape dan mortar funnel test. Pengujian mortar flow test ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengujian mortar flow test (Prajitno, 2007)

Bahan utama pembuatan *self compacting concrete*, sama dengan bahan pembuatan beton ditambah dengan *anti-segregation admixture* dan *superplasticizer admixture*. Pemakaian *self compacting concrete* sangat bermanfaat untuk pengecoran pelat beton yang tipis atau elemen struktur yang sulit proses pemadannya (Nordic I. C., 2005). Pada pembuatan pelat beton yang tipis, maka pemakaian agregat kasar sangat dibatasi atau bahkan ditiadakan. Beton yang dibuat dari bahan-bahan berupa pasir, semen dan air tanpa kerikil (agregat kasar) dikenal dengan nama mortar atau mortel (Subakti, 1995). Menurut Tjokrodinuljo (1996) mortar dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu mortar lumpur (*mud mortar*), mortar kapur, mortar semen dan mortar khusus. Pengujian lentur dinding panel dimaksudkan mengetahui beban lentur maximum yang dapat diterima oleh dinding panel dan tegangan maximum yang terjadi pada serat bagian atas dan bawah dinding panel beton. Besarnya tegangan lentur pada dinding panel dengan beban terpusat, P di tengah dapat dihitung menggunakan rumus pendekatan mekanika.



Gambar 2. Pengujian lentur

$$M_R = \frac{\frac{1}{4} \cdot P \cdot L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} \quad (1)$$

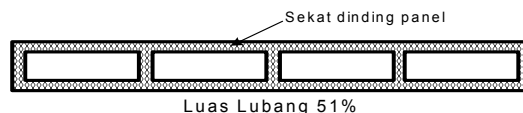
- $M_R$  = Modulus of Repture (kN/mm<sup>2</sup>)
- $P$  = Beban Maksimum (kN)
- $L$  = Panjang Bentang (mm)
- $B$  = Lebar benda uji (mm)
- $H$  = Tinggi benda uji (mm)
- $X$  = 2,5 cm

Dengan diperolehnya paket teknologi dinding panel beton berongga maka akan diperoleh beberapa manfaat di bidang konstruksi bangunan, antara lain mengurangi berat sendiri dinding yang biasa digunakan dalam konstruksi bangunan, mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan dan mempermudah tercapainya standar kualitas dinding bangunan, meningkatkan keamanan konstruksi terhadap bahaya gempa dan memudahkan masyarakat mengakses teknologi dinding bangunan yang lebih baik, karena bahan dan sistem pembuatan dinding panel berongga yang relative mudah.

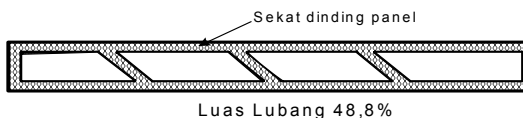
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan suatu paket teknologi berupa dinding panel beton yang ringan yang memenuhi persyaratan teknis sebagai bahan bangunan. Dinding panel beton ringan tersebut dihasilkan dengan dibuatnya rongga-rongga pada potongan memanjang, yang dibatasi oleh sekat-sekat tipis. Dinding panel beton berongga yang dihasilkan akan diuji secara ekperimental di laboratorium dan juga dilakukan analisa teoritis terhadap kelayakannya sebagai bahan bangunan. Seluruh kegiatan penelitian memerlukan 3 tahapan penelitian yaitu pada tahap I adalah menentukan bentuk sekat dinding yang paling optimum dan pada tahap kedua menentukan ketebalan optimum sekat dari bentuk tahap I. Sedangkan untuk tahap ketiga yaitu menentukan pengujian antar sambungan dinding terhadap elemen struktur lain yaitu balok dan kolom.

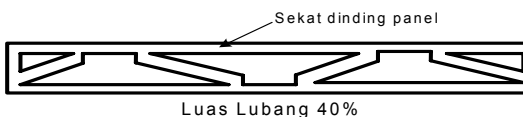
Mengingat begisting untuk penelitian ini berupa sekat-sekat tipis, maka pemakaian mortar beton normal tidak akan mampu mengisi ruang begisting yang dibuat. Oleh karenanya digunakan teknologi *self compacting concrete (SCC)* yang memiliki workability yang sangat baik. Sebagai tulangan pada dinding panel, maka seluruh sekat dinding panel diberi kawat ayam untuk menerima beban tarik / lentur pada dinding panel. Penelitian ini dimulai dengan melakukan uji coba secara *trial and error* untuk memperoleh rancangan campuran mortar beton sehingga memenuhi kriteria sebagai mortar beton *self compacting concrete (SCC)*. Selanjutnya rancangan campuran beton tersebut digunakan membuat dinding panel beton berlubang sesuai bentuk yang direncanakan. Terdapat 3 buah bentuk variasi lubang dinding panel. Ketiga bentuk variasi lubang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Dimensi bentuk lubang dinding panel tipe 1



Gambar 4. Dimensi bentuk lubang dinding panel tipe 2



Gambar 5. Dimensi bentuk lubang dinding panel tipe 3

Rongga-rongga pada dinding panel terbentuk dari sekat-sekat dengan ketebalan sebesar 2,5 cm. Dengan berbagai variasi lubang pada permukaan melintang dinding panel beton maka diperoleh prosentase luas lubang yang berbeda untuk ketiga bentuk lubang pada permukaan melintang dinding panel

## Bahan Penelitian

Material yang digunakan dipilih dari bahan-bahan yang ada di sekitar Surakarta dengan alasan kemudahan mendapatkan material dan agar pembuatan benda uji sesuai kondisi lingkungan. Bahan-bahan penelitian tersebut terdiri dari air, semen Portland, agregat halus, kawat kasa dan berupa Viscocrete 10 yang diproduksi oleh PT. Sika Indonesia. Sedangkan begisting untuk penelitian ini dibuat dari multiplex ketebalan 1 cm dengan diperkuat kayu sebagai rangkanya.

## Peralatan Penelitian

Sebagian besar peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini tersedia di Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik

Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Peralatan inti yang digunakan dalam penelitian ini antara lain molen, mesin uji tekan (UTM) dan mesin uji lentur.

### Pengujian Dinding Panel

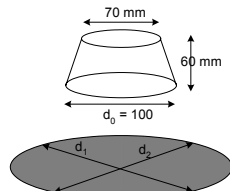
Pengujian yang dilakukan dalam penelitian dinding panel beton berlubang terdiri dari pengujian mortar beton segar dan pengujian mortar beton yang telah mengeras. Pengujian mortar beton segar berupa mortar flow test, sedangkan pengujian mortar beton yang telah mengeras berupa kuat tekan mortar beton, uji serapan air dinding panel, uji berat volume dinding panel, dan uji kuat lentur dinding panel (DPU, 1990).

#### 1. Mortar flow test

Pengujian mortar flow test dilakukan setelah campuran beton yang dibuat terlihat homogen dan siap dituang ke dalam begisting dan dihitung nilai deformability (Samekto dan Rahmadiyanto, 2001), dengan rumus:

$$\Gamma_m = \frac{[(d_1 \times d_2) - 100]}{100} \quad (2)$$

$\Gamma_m$  = nilai deformabilitas  
 $d_1$  dan  $d_2$  = diameter campuran mortar yang saling tegak lurus



Gambar 6. Skema pengujian mortar flow test  
 Nilai  $\Gamma_m$  yang ideal sebesar 5

#### 2. Uji kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton dimaksudkan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton, sehingga diketahui mutu mortar beton. Pengujian kuat tekan mortar memakai benda uji kubus beton menggunakan mesin uji tekan beton.

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (3)$$

$f_c'$  = kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup> atau N/mm<sup>2</sup>)  
 P = gaya tekan retak (kg atau N)  
 A = Luas permukaan benda uji (cm<sup>2</sup> atau mm<sup>2</sup>)

#### 3. Uji serapan air dinding panel

Uji serapan air dinding panel dimaksudkan memperoleh nilai serapan air dinding panel, mengingat dinding seringkali berhubungan dengan udara luar.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{(A - B)}{B} \times 100\% \quad (4)$$

A = berat dinding panel jenuh air (kg)  
 B = berat dinding panel kering udara (kg)

#### 4. Uji berat volume dinding panel

Uji berat volume dilakukan untuk membandingkan apakah berat volume dinding panel lebih ringan dibandingkan berat volume batu bata. Berat volume dinding panel dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Berat volume, } \gamma_c \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{W}{V} \quad (5)$$

W = Berat benda uji (kg)  
 V = Volume dinding panel/beton (m<sup>3</sup>)

#### 5. Uji Kuat lentur dinding panel

Uji kuat lentur dilakukan dengan meletakkan benda uji dinding panel pada loading frame alat uji tekan UTM, dengan dimodifikasi sedemikian hingga siap dibebani oleh benda uji dinding panel yang dibuat. Adapun gambar skema pengujian lentur dinding panel ditampilkan pada Gambar 1 diatas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rancangan Campuran Mortar

Rancangan campuran mortar dibuat mengikuti standar pengujian mortar beton yang terdapat di ASTM C109 (Annual Book ASTM, 2002). Dalam standar tersebut disebutkan bahwa rasio pasir dan semen yang digunakan sebesar 2,75 sedangkan faktor air semen yang digunakan sebesar 0,45. Rancangan campuran akhir sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan material mortar self-compacting concrete

No	Nama bahan	Jumlah pemakaian per m <sup>3</sup> mortar	Berat jenis	Volume (liter)
1.	Semen	530,15 kg/m <sup>3</sup>	3,15	168,3
2.	Air	238,57 kg/m <sup>3</sup>	1,00	238,6
3.	Pasir	1.457,91 kg/m <sup>3</sup>	2,50	583,2
4.	Superplasticizer	15,00 lt/ m <sup>3</sup>		15,0
5.	Udara (diasumsikan 1%)	10,00 lt/ m <sup>3</sup>		10,0
			Jumlah volume =	1.000,0
			fas =	0,45
			Rasio pasir semen =	2,75

### Hasil pengujian mortar flow test

Hasil pengukuran beberapa buah uji mortar flow test menghasilkan nilai  $d_1$  dan  $d_2$  serta deformability berdasarkan rumus (2) diperoleh nilai rata-rata nilai  $\Gamma_m$  deformability adalah =

$$\frac{5,00 + 5,13 + 5,00 + 5,25 + 5,00 + 5,13}{6} = 5,08$$

Mengingat nilai deformability mortar hasil pengujian mortar flow test memberikan hasil sebesar 5,08, yaitu mendekati nilai ideal deformability sebesar 5, maka mortar beton yang dihasilkan memenuhi kriteria sebagai self compacting concrete.

### Hasil pengujian kuat tekan kubus mortar

Dasar dari analisa kekuatan struktur beton adalah kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Oleh karenanya pengujian kuat tekan mortar beton sangat penting dilakukan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap kubus mortar beton berukuran 10 x 10 x 10 cm<sup>3</sup> setelah dirawat selama 28 hari.

Tabel 2. Hasil uji kuat tekan kubus mortar beton.

No sampel	Beban yang menyebabkan retak	Kuat tekan beton (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
1	365 kN	36,5	
2	285 kN	28,5	
3	360 kN	36,0	31,4
4	250 kN	25,0	
5	330 kN	33,0	
6	295 kN	29,5	

Hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan mutu beton telah memenuhi syarat sebagai beton struktural tahan gempa karena kuat tekannya melebihi 20 MPa (SNI-1726-2002, BSN 2002).

### Hasil pengujian serapan air dinding panel

Uji serapan air dinding panel dimaksudkan memperoleh nilai serapan air dinding panel, mengingat dinding seringkali berhubungan dengan udara luar. Hasil pengujian serapan air ditampilkan dalam table berikut ini.

Hasil serapan air dinding panel sebesar 1.12% menunjukkan nilai serapan air yang sangat kecil apabila dibandingkan dengan persyaratan fisis bata beton yang serapan airnya bisa sampai 25%. Nilai serapan air yang sangat kecil tersebut dapat dipahami, karena bahan pembuatan dinding panel beton berlubang mengacu pada pembuatan beton yang memiliki serapan air sangat rendah. Dengan nilai serapan air yang sangat rendah tersebut, dinding panel sangat sesuai dipakai sebagai dinding yang berhubungan dengan udara luar atau kondisi cuaca yang sangat ekstrim.

Tabel 3. Hasil pengujian serapan air dinding panel.

No. benda uji	Berat jenuh (gram)	Berat kering (gram)	Penyerapan air (%)
1	5.050,0	5.025,0	0.50
2	5.380,0	5.300,0	1.49
3	5.400,0	5.325,0	1.39
Penyerapan air rata-rata =			1.12

### Hasil pengujian kuat lentur dinding panel

Pengujian lentur dinding panel sangat diperlukan terutama dalam kaitannya dengan proses mobilisasi pemasangan dinding panel. Ketika dinding panel diangkat dan diletakkan pada suatu tumpuan tertentu, maka akan timbul momen yang bekerja pada dinding panel. Dengan demikian, dinding panel harus memiliki kekuatan yang cukup menahan momen tersebut.



Gambar 7. Pengujian lentur dinding panel type I

Hasil pengujian kuat lentur dinding panel ditampilkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat lentur dinding panel.

Dinding panel	Tegangan lentur rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
Dinding panel type I	17,83
Dinding panel type II	14,54
Dinding panel type III	14,25

Berdasarkan hasil kuat lentur dinding panel beton berlubang diperoleh, dinding panel type I memiliki tegangan lentur paling besar. Hal ini disebabkan dinding panel type I paling teratur bentuknya sehingga merupakan sistem struktur yang stabil dalam memikul beban. Dengan demikian dinding panel beton berlubang type I paling baik dalam memikul beban.

### Hasil pengujian berat satuan dinding panel

Berat satuan dinding panel sangat diperlukan untuk diambil kesimpulan apakah dinding panel beton berlubang dalam penelitian ini, terbukti lebih ringan dari dinding yang selama ini digunakan dalam konstruksi bangunan.

Berat satuan dinding panel ditampilkan dalam berat persatuan volume dan berat persatuan luas dinding panel. Volume dinding panel beton berlubang adalah volume dinding sesuai dimensinya dengan mengabaikan lubang rongga di dalamnya. Volume dinding tersebut menyesuaikan dengan volume dinding ketika terpasang, seperti volume dinding batu bata. Hasil pengujian berat satuan dinding panel dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian berat satuan dinding panel

Dinding panel	Berat pervolume rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Berat perluas rata-rata (kg/m <sup>2</sup> )
Dinding panel type I	1.124,91	134,99
Dinding panel type II	1.134,49	136,83
Dinding panel type III	1.352,31	162,28

Apabila dibandingkan dengan berat volume batu bata sebesar 1.500 kg/m<sup>3</sup> maka berat volume dinding panel type I lebih ringan sebesar:

$$\frac{(1.500,00 - 1.124,91)}{1.500,00} \times 100\% = 25,00\%$$

Selanjutnya apabila dibandingkan dengan berat perluas dinding batu bata dengan ketebalan 15 cm (termasuk finishing) yang memiliki berat satuan luas 225 kg/m<sup>2</sup>, maka berat persatuan luas dinding panel type I lebih ringan sebesar:

$$\frac{(225,00 - 134,99)}{225,00} \times 100\% = 40,00\%$$

Melihat perbandingan berat satuan dinding panel beton berlubang dengan dinding batu bata tersebut, maka dinding panel beton berlubang sangat layak dijadikan alternatif dinding panel yang ringan. Apalagi jika berat dinding panel dapat diturunkan lagi, seperti mengurangi ketebalan sekat atau dengan digunakannya agregat yang ringan, maka dinding panel beton berlubang merupakan salah satu pilihan teknologi dinding yang ringan. Dengan perbaikan berat satuan dinding panel akan mendekati berat volume beton aerasi (berat jenis 500 – 780 kg/m<sup>3</sup>) namun dengan teknologi yang lebih sederhana. Melihat hasil-hasil pengujian yang diperoleh pada tahun pertama penelitian, maka sangat perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap dinding panel beton berlubang type I, yaitu tentang perbaikan rancangan campuran beton, ketebalan sekat dinding panel, perilaku mekanis dinding panel, system sambungan dinding antar dinding panel dan system sambungan dinding panel dengan balok atau kolom.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian Pemanfaatan teknologi *self compacting concrete (scc)* dalam pembuatan dinding panel beton berlubang untuk mendapatkan dinding panel yang ringan ini adalah:

1. Bahan-bahan untuk penelitian berkualitas baik dan memenuhi syarat sebagai bahan pembuat beton, kecuali untuk pasir yang memiliki kadar lumpur lebih dari kadar yang diijinkan.
2. Rancangan campuran beton berpedoman pada standar pengujian mortar beton, ASTM C109 dan dibuat untuk mencapai volume absolute sebesar 1 m<sup>3</sup>.
3. Rasio pasir dan semen yang digunakan sebesar 2,75 sedangkan factor air semen sebesar 0,45.
4. Hasil pengujian *mortar flow test* menghasilkan nilai deformability 5,08 dimana hasil tersebut bersesuaian dengan deformability ideal sebesar 5. Hal ini menunjukkan rancangan campuran beton memenuhi kriteria sebagai *self compacting concrete*.
5. Kuat tekan rata-rata mortar kubus beton sebesar 31,4 MPa melebihi batas minimum struktur tahan gempa namun perlu

evaluasi terhadap rancangan campuran beton agar diperoleh kuat tekan yang sesuai.

6. Serapan air dinding panel sebesar 1,12% sangat rendah jika dibandingkan dengan persyaratan serapan air dinding beton pada umumnya.
7. Kuat lentur dinding panel beton berlubang type I sebesar 17,83 kg/cm<sup>2</sup>; dinding panel type II sebesar 14,54 kg/cm<sup>2</sup>; dan dinding panel type III sebesar 14,25 kg/cm<sup>2</sup>.
8. Dengan kuat lentur maximum sebesar 17,83 kg/m<sup>3</sup> dapat dibuat dinding panel beton berlubang dengan panjang sampai dengan 5 m.
9. Berat volume dinding panel beton berlubang type I sebesar 1.124,91 kg/cm<sup>3</sup>; dinding panel type II sebesar 1.134,49 kg/cm<sup>3</sup>; dan dinding panel type III sebesar 1.352,31 kg/cm<sup>3</sup>.
10. Berat volume dinding panel type I lebih ringan 25% dibandingkan dengan berat volume pasangan batu bata.
11. Berat persatuan luas dinding panel beton berlubang type I sebesar 134,99 kg/cm<sup>2</sup>; dinding panel type II sebesar 136,83 kg/cm<sup>2</sup>; dan dinding panel type III sebesar 162,28 kg/cm<sup>2</sup>.
12. Berat satuan luas dinding panel type I lebih ringan 40% dibandingkan dengan berat satuan luas pasangan batu bata.
13. Dari penelitian awal yang dilakukan, dinding panel beton berlubang memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai alternatif dinding beton.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Dirjen Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional atas bantuannya pada penelitian Hibah Bersaing, Sesuai dengan Surat Per-

janjian Pelaksanaan Hibah Penelitian 074/SP2H/PP/DP2M/IV/2009 Tertanggal 06 April 2009.

### DAFTAR PUSTAKA

- British Concrete Cement. (2005). *Self-compacting concrete (SCC)*, United Kingdom.
- Annual Book ASTM, (2002), *American standard testing materials*, USA.
- BSN. (2002). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. SNI – 1726 – 2002.
- DPU. (1990), *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK.SNI.T-15-1990-03)*, Yayasan LPMB.
- Hoedajanto, W. dkk. (2007). *Kajian eksperimental kinerja panel lantai & panel dinding habel*, Seminar HAKI.
- Nordic Innovation Centre. (2005). *Self-Compacting Concrete*. Danish Technological Institute, Denmark.
- Okamura, H., dan Ouchi, M. (2003). "Self Compacting Concrete." *Journal of Advanced Concrete Technology*. USA.
- Prajitno, H. (2007). "Sika ViscoCrete sebagai dispersan untuk self compacting concrete." *Konferensi Nasional Teknik Sipil I*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Samekto, W. dan Rahmadiyanto, C. (2001) *Teknologi Beton*, Pen. Kanisius, Yogyakarta.
- Subakti, A. (1995). *Teknologi beton dalam praktek*. Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, Surabaya.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Nafiri, Yogyakarta.