

PENGUJIAN KAPASITAS LENTUR DAN KAPASITAS TUMPU KONSTRUKSI DINDING ALTERNATIF BERBAHAN DASAR *EPOXY POLYSTYRENE* (EPS)

Agus Setiawan

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Nusantara
Jln. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480
agustinusset@yahoo.com

ABSTRACT

This research has an objective to investigate the capacity of alternative wall panel construction, with EPS (Epoxy Polystyrene) as a based material. EPS with 5 cm of thickness and 1 m of width used as specimens at this research. The specimens reinforced with wire mesh ($\phi 4 - 150$ mm) both sides, and finished by mortar cement with 1,5 and 3 cm of thickness. Each specimen was tested in the laboratory to obtain their flexural capacity and bearing capacity. Specimen with 8,5 cm of thickness has 150 kg/m² of flexural capacity, while specimen with 11 cm of thickness has 450 kg/m² of flexural capacity. Alternative wall panel with EPS, can be used as a bearing wall, with 2,9 tons/m of bearing capacity.

Keywords: Epoxy Polystyrene, wire mesh, flexural capacity, bearing capacity

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki kapasitas dari konstruksi panel dinding alternative, dengan menggunakan Epoxy Polystyrene (EPS) sebagai bahan dasar. Panel EPS yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ketebalan 5 cm dengan lebar 1 m. Benda uji panel EPS diberi tulangan wire mesh ($\phi 4 - 150$ mm) di kedua sisinya, dan selanjutnya diberi lapis finishing dari mortar semen setebal 1,5 dan 3 cm. Tiap benda uji diuji di laboratorium untuk memperoleh kapasitas lentur dan kapasitas tumpu dari panel dinding alternative tersebut. Benda uji dengan ketebalan 8,5 cm memiliki kapasitas lentur sebesar 150 kg/cm², sedangkan benda uji dengan tebal 11 cm memiliki kapasitas lentur sebesar 450 kg/cm². Dari hasil pengujian kapasitas geser diperoleh hasil bahwa panel dinding alternatif ini dapat digunakan sebagai dinding penumpu dengan kapasitas tumpu sebesar 2,9 ton/m.

Kata kunci: Epoxy Polystyrene, wire mesh, kapasitas lentur, kapasitas tumpu

PENDAHULUAN

Perkembangan jenis dan bahan baku material bangunan mengalami perkembangan yang cukup pesat. EPS yang dikenal masyarakat luas sebagai *styrofoam*, semula hanya dimanfaatkan di bidang seni namun kini mulai memegang peran di bidang material bangunan. EPS sebagai bahan bangunan alternatif sudah mulai digunakan dalam berbagai bidang konstruksi, mulai dari konstruksi jalan raya, bendungan, hingga sebagai dinding bangunan. Selain ringan, mudah dan cepat dalam pelaksanaan konstruksinya, bahan EPS juga mudah dibentuk sesuai keinginan pengguna. Tuntutan yang tinggi terhadap penyediaan fasilitas perumahan sederhana di Indonesia, membuat pihak pengembang perumahan mencari alternatif bahan bangunan yang mudah dikonstruksikan dan murah, namun aspek kekuatan/kualitas bahan tentunya tidak dapat diabaikan begitu saja.

Pelaku konstruksi di Indonesia juga mulai mengembangkan penggunaan EPS sebagai bahan alternatif dalam pembuatan konstruksi dinding. Waktu pengerjaan yang cepat, dan berat yang relatif ringan menjadi salah satu keandalan konstruksi dinding EPS ini. Namun konstruksi dinding ini belumlah terstandarkan secara resmi, sehingga harus dilakukan serangkaian percobaan untuk menguji kekuatan material. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan intensitas beban lentur dan intensitas beban tumpu maksimum yang dapat dipikul oleh suatu panel dinding EPS.

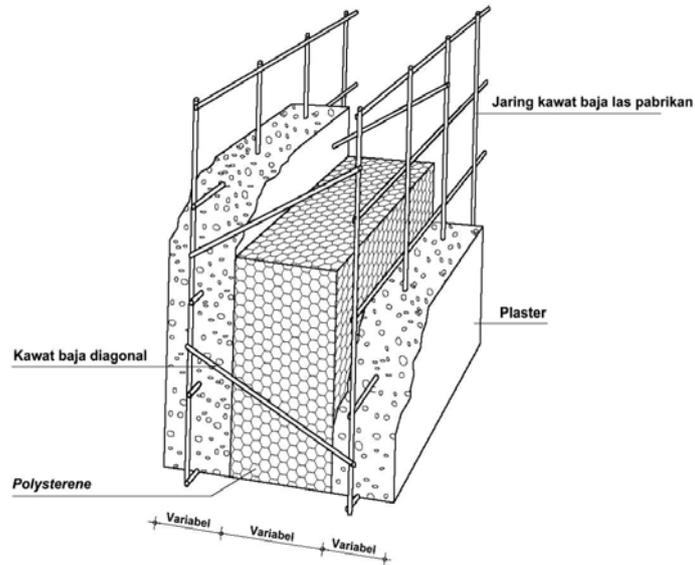
METODE

Panel dinding alternatif secara umum tersusun dari panel *epoxy polystyrene* (EPS) yang dirangkai dengan jaring kawat baja (*wire mesh*) di kedua sisinya dan kemudian diberi lapis finishing berupa plesteran yang terdiri dari campuran antara pasir dan semen dalam suatu perbandingan tertentu. Dalam uraian berikut dijelaskan tentang bahan atau benda uji yang akan digunakan dalam penelitian ini serta langkah atau metode pengujian yang dilakukan, meliputi pengujian kapasitas lentur dan pengujian kapasitas tumpu dari panel dinding alternatif berbahan dasar *epoxy polystyrene*.

Gambar 1 menunjukkan panel tipikal dengan tebal insulasi 40 mm s.d 150 mm, tebal satu lapis plesteran antara 40 mm s.d 50 mm sehingga ketebalan panel dinding keseluruhan adalah 120 mm s.d 250 mm. Tebal insulasi dan plesteran bertulang tergantung pada insulasi panas dan kapasitas struktur yang diperlukan. Kekuatan dan kekakuan panel tiga dimensi ini dicapai melalui kawat baja silang yang dilas ke kedua sisi jaring kawat baja las pabrikan. Susunan jaring kawat baja tiga dimensi tersebut akan berperilaku komposit penuh dalam hal kekakuan dan menyalurkan gaya geser.

Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa panel dinding, yang dibuat dari bahan EPS setebal 5 cm. Kedua sisi dinding diberi lapisan tulangan besi berdiameter 4 mm yang dipasang pada keseluruhan permukaan dinding dengan jarak antar tulangan sebesar 150 mm. Kedua lapis tulangan pada kedua sisi dinding dihubungkan dengan sejumlah stek tulangan yang berdiameter 4 mm dan diikatkan dengan kawat bendrat. Setelah lapis tulangan terpasang secara sempurna pada kedua sisi panel EPS, maka selanjutnya dilakukan proses finishing pada kedua sisi panel tersebut dengan pemberian plesteran dan acian setebal 2 – 3 cm yang merupakan campuran antara semen Portland (PC) dengan pasir dalam perbandingan 1 : 4.



Gambar 1 Penampang Panel Dinding Alternatif Berbahan Dasar EPS

Pengujian Kapasitas Lentur

Benda uji panel dinding EPS diletakkan pada dua tumpuan secara horizontal, seperti pada gambar 2. Beban ditambahkan secara bertahap di atas benda uji, dengan menggunakan kubus – kubus beton dan air. Penambahan beban dilakukan bertahap setiap interval 100 kg/m^2 , setiap penambahan beban, besar lendutan di tengah bentang dicatat setiap interval waktu 15 menit selama 1 jam. Pada beban puncak, beban ditahan selama 24 jam, dan lendutan maksimum dibaca keesokan harinya. Pelepasan beban juga dilakukan secara bertahap, dan lendutan yang terjadi selama pelepasan beban tetap dicatat.



Gambar 2 Posisi Pengujian Kapasitas Lentur Dinding EPS

Pengujian Kapasitas Tumpu

Benda uji panel dinding EPS diletakkan pada *loading frame* dalam arah vertikal. Selanjutnya di sisi atas benda uji diberi tumpukan kayu yang berfungsi untuk meratakan beban dari *hydraulic jack*. *Hydraulic jack* dipasang pada sisi atas benda uji tepat di tengah bentang. Selanjutnya beban mulai

diberikan pada benda uji melalui penekanan oleh *hydraulic jack*, besar beban dapat dibaca pada manometer yang ada. Besar deformasi dalam arah lateral terbaca melalui *dial gauge* yang dipasang. Pembebanan dihentikan ketika benda uji mulai mengalami keruntuhan/retak.



Gambar 3 Posisi Pengujian Kapasitas Tumpu Dinding EPS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kapasitas Lentur Dinding EPS

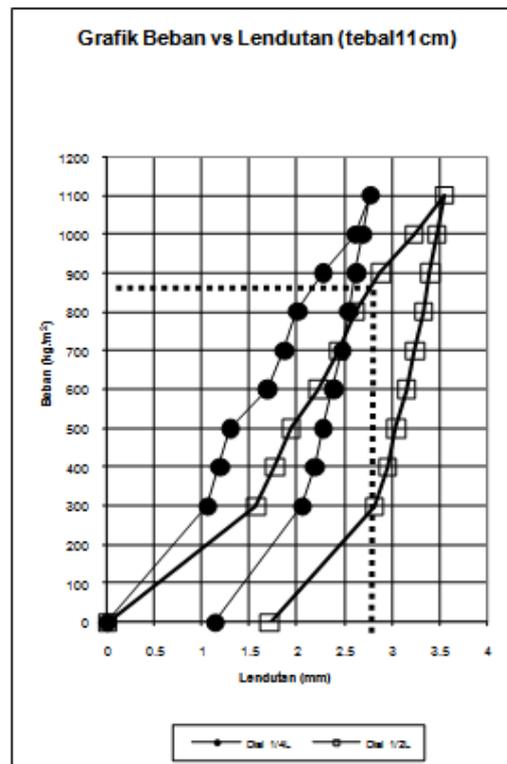
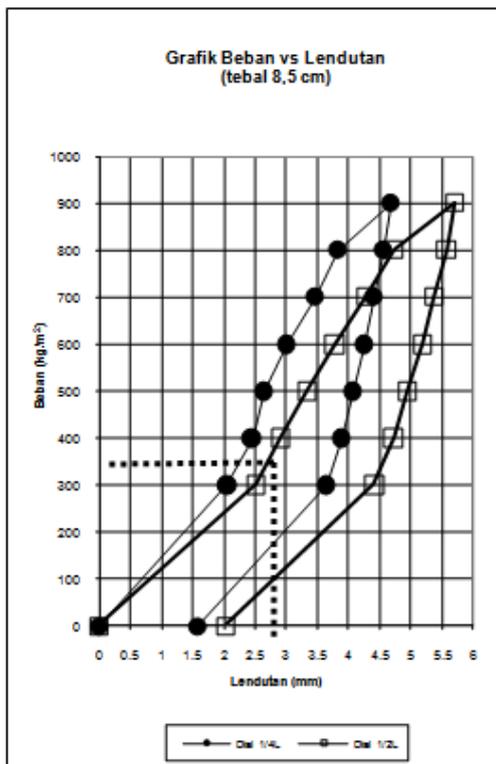
Hasil pengujian kapasitas lentur panel dinding EPS disajikan dalam tabel 1 dan 2, masing – masing untuk ketebalan dinding 8,5 cm dan 11 cm. Selanjutnya Gambar 3 dan 4 menunjukkan korelasi antara beban uji dengan lendutan yang terjadi pada panel dinding EPS, untuk tebal dinding 8,5 cm dan 11 cm.

Kedua kurva uji pembebanan pada gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa lendutan pelat tidak kembali pada posisi semula (nol) setelah dilakukan pelepasan beban (rebound), hal ini mengindikasikan bahwa pelat telah dibebani hingga batas plastisnya.

Acuan lendutan ijin yang diperbolehkan untuk memenuhi syarat serviceability suatu konstruksi pelat diambil dari SNI 03-2847-2002 “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung” Ps. 11.5(2(6)), yang menyatakan bahwa lendutan seketika akibat beban hidup (L) tidak boleh melampaui $\lambda/360$, dengan λ adalah bentang pelat bersangkutan. Dengan mengingat bahwa bentang pelat uji adalah 1,00 m (= 1000 mm), maka lendutan ijin maksimum adalah sebesar $1000/360 \approx 2,75$ mm.

Selanjutnya dari gambar 4 dan 5 terlihat hasil pada lendutan 2,75 mm, beban maksimum yang dapat dipikul oleh kedua pelat adalah 350 kg/m^2 untuk pelat dengan tebal 8,5 cm dan 850 kg/m^2 untuk pelat dengan tebal 11 cm. Dengan mengasumsikan beban mati tambahan yang bekerja adalah sebesar 100 kg/m^2 , serta mengingat faktor beban yang disyaratkan dalam SNI untuk beban mati sebesar 1,2 dan beban hidup sebesar 1,6, maka dapat direkomendasikan hal – hal berikut, untuk pelat 8,5 cm

hanya dapat memikul beban hidup sebesar 150 kg/m^2 , sedangkan untuk pelat dengan ketebalan 11 cm dapat memikul beban hidup sebesar 450 kg/m^2 .



Gambar 4 Kurva Beban vs Lendutan ($t = 8,5 \text{ cm}$)

Gambar 5 Kurva Beban vs Lendutan ($t = 11 \text{ cm}$)

Tabel 1 Hasil Loading Test Pelat EPS Tebal 8,5 cm

No	Beban Uji (kg/m^2)	Durasi Beban (menit)	Jam Ke	Bacaan Dial (x 0.01 mm)	
				1/4 bentang	1/2 bentang
1	0	0	0	0	0
			15'	0,25	202
2	300	30'	0,5	203	249
			0,75	205	251
			1	205	252
			1,25	230	286
3	400	30'	1,5	233	290
			1,75	234	291
			2	245	292
			2,25	257	324
4	500	30'	2,5	261	329
			2,75	263	331
			3	265	333
			3,25	294	371
5	600	30'	3,5	299	375
			3,75	300	377
			4	301	378
			4,25	338	416
6	700	30'	4,5	343	420

			45'	4,75	345	422
			60'	5	347	427
7	800		15'	5,25	376	464
			30'	5,5	381	469
			45'	5,75	382	470
			60'	6	384	472
			1440'	31	468	570
9	800		15'	31,25	457	557
			30'	31,5	457	557
10	700		15'	31,75	442	539
			30'	32	442	538
11	600		15'	32,25	426	518
			30'	32,5	425	518
12	500		15'	32,75	408	495
			30'	33	407	495
13	400		15'	33,25	391	473
			30'	33,5	390	472
14	300		15'	33,75	366	442
			30'	34	365	441
15	0		15'	34,25	157	203
			30'	34,5	157	202

Tabel 2 Hasil Loading Test Pelat EPS Tebal 11 cm

No	Beban Uji (kg/m ²)	Durasi Beban (menit)	Jam Ke	Bacaan Dial (x 0.01 mm)	
				1/4 bentang	1/2 bentang
1	0	0	0	0	0
2	300	15'	0,25	104	152
		30'	0,5	106	156
		45'	0,75	106	156
		60'	1	106	157
3	400	15'	1,25	117	172
		30'	1,5	118	175
		45'	1,75	119	176
		60'	2	119	177
4	500	15'	2,25	127	190
		30'	2,5	129	191
		45'	2,75	129	192
		60'	3	130	194
5	600	15'	3,25	165	219
		30'	3,5	167	221
		45'	3,75	168	222
		60'	4	169	223
6	700	15'	4,25	184	241
		30'	4,5	186	243
		45'	4,75	186	244
		60'	5	187	244
7	800	15'	5,25	199	258
		30'	5,5	200	260
		45'	5,75	201	261

		60'	6	201	262
8	900	15'	6,25	225	284
		30'	6,5	227	286
		45'	6,75	228	288
		60'	7	228	289
9	1000	15'	7,25	261	323
		30'	7,5	261	324
		45'	7,75	262	324
		60'	8	262	324
10	1100	15'	8,25	273	336
		30'	8,5	273	337
		45'	8,75	274	338
		60'	9	274	338
		1440'	33	278	356
9	1000	15'	33,25	270	349
		30'	33,5	270	348
10	900	15'	33,75	264	342
		30'	34	263	341
11	800	15'	34,25	256	334
		30'	34,5	255	334
12	700	15'	34,75	248	326
		30'	35	248	325
13	600	15'	35,25	240	317
		30'	35,5	239	316
14	500	15'	35,75	229	306
		30'	36	228	305
15	400	15'	36,25	219	297
		30'	36,5	219	296
16	300	15'	36,75	206	282
		30'	37	206	282
17	0	15'	37,25	114	171
		30'	37,5	114	171

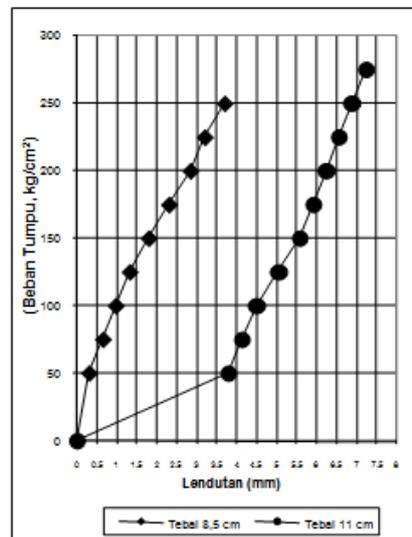
Pengujian Kapasitas Tumpu Dinding EPS

Hasil pengujian kapasitas tumpu panel dinding EPS disajikan dalam tabel 3. Selanjutnya Gambar 6 menunjukkan korelasi antara beban uji dengan lendutan yang terjadi pada panel dinding EPS, untuk tebal dinding 8,5 cm dan 11 cm.

Tabel 3 Hasil Uji Kapasitas Tumpu Konstruksi Dinding EPS

No	Beban (kg/cm ²)	Bacaan Dial (x0.01 mm)	
		t = 8,5 cm	t = 11 cm
1	0	0	0
2	50	0,3	3,8
3	75	0,65	4,15
4	100	0,97	4,5
5	125	1,32	5,05
6	150	1,8	5,6
7	175	2,31	5,925
8	200	2,85	6,25
9	225	3,21	6,575

10	250	3,71	6,9
11	275		7,25



Gambar 6 Hasil Uji Kapasitas Tumpu

Dari hasil pengujian diperoleh data bahwa untuk dinding EPS tebal 8,5 cm, telah terjadi retakan pada benda uji saat beban menunjukkan angka 250 kg/cm². Sedangkan pada benda uji dinding EPS tebal 11 cm diperoleh deformasi yang hampir 10 kali lipat lebih besar dari dinding tebal 8,5 cm (pada beban 50 kg/cm²), sehingga dalam analisa selanjutnya akan didasarkan pada benda uji pertama saja dengan ketebalan 8,5 cm.

Beban maksimum yang dapat dipikul dinding EPS adalah 250 kg/cm², dengan memperhitungkan luas penampang dongkrak hidrolik sebesar 22,9 cm², maka diperoleh beban uji sebesar 5725 kg. Beban tambahan lain berupa merata beban dari kayu sebesar 100 kg. Sehingga total beban tumpu yang dipikul oleh dinding EPS adalah sebesar 5825 kg, atau setara dengan beban merata 2900 kg/m.

Dengan mengasumsikan bahwa suatu konstruksi rumah sederhana bertingkat dua dengan menggunakan pelat lantai EPS pula, maka dapat dihitung bahwa total beban ultimit yang harus dipikul oleh suatu dinding EPS adalah sebesar 900 kg/m (untuk modul pelat ukuran 2 × 2 m²). Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Beban layan yang harus dipikul :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri pelat EPS (tebal 11 cm)} &= 130 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban mati tambahan (plafond, keramik dll)} &= 100 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban hidup rumah tinggal} &= 250 \text{ kg/m}^2 \\
 q_u &= 1,2(130+100) + 1,6(250) = 676 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Beban maksimum yang harus dipikul oleh konstruksi dinding EPS (*interior panel*) = 2 × 676 × 2/3 ≈ 900 kg/m

PENUTUP

Beberapa simpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang telah dilakukan, adalah (1) pelat EPS dengan tebal 8,5 cm (lebar 1 m) mampu memikul beban layan sebesar 150 kg/m^2 ; (2) pelat EPS dengan tebal 11 cm (lebar 1m) mampu memikul beban layan sebesar 450 kg/m^2 ; (3) konstruksi dinding EPS ternyata dapat digunakan sebagai dinding struktural (sebagai *bearing wall*) dengan kemampuan memikul beban tumpu ultimit sebesar 2900 kg/m.

Saran yang dapat diberikan dalam masalah pemakaian konstruksi pelat atau dinding EPS, antara lain (1) pelat EPS dengan ketebalan 11 cm mampu digunakan sebagai konstruksi pelat lantai pada bangunan rumah tinggal dua lantai sederhana, namun untuk bentang besar masih perlu dilakukan pengujian beban (*loading test*) dalam skala penuh di lapangan; (2) dinding EPS dengan tebal 8,5 cm layak diperhitungkan sebagai dinding struktural, yang mampu berkontribusi membantu kolom struktur dalam distribusi beban layan yang bekerja. Namun dinding dengan ketebalan 11 cm perlu dipertimbangkan untuk mengingat aspek durabilitas material; (3) masih perlu diuji kapasitas geser dinding EPS dalam kapasitasnya untuk memikul beban gempa, sehingga diharapkan dapat menjadi konstruksi dinding alternatif yang tahan gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Tata Cara Perencanaan dan Pelaksanaan Bangunan Gedung Menggunakan Panel Jaring Kawat Baja Tiga Dimensi (PJKB-3D) Las Pabrik, SNI 7392.2008*, Bandung: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton, SNI 03-28467-2002*, Bandung: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Cormack, J. C. (2004). *Desain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Hasoun, M. N., & Manaseer, A. A. (2005). *Structure Concrete Theory and Design*, Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Nawy, E. G. (2005). *Reinforced Concrete a Fundamental Approach*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2003). *Design of Concrete Structures*, New York: Mc Graw Hill.