

ANALISA TEGANGAN DAN REGANGAN DINDING PANEL JARING KAWAT BAJA TIGA DIMENSI DENGAN VARIASI RASIO TINGGI DAN LEBAR (H_w/L_w) TERHADAP BEBAN LATERAL STATIK

Putri Dewanti S.U, Sri Murni Dewi, Wisnumurti
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: dewanti93@gmail.com

ABSTRAK

Dinding merupakan bagian bangunan yang sangat penting perannya bagi suatu konstruksi bangunan. Dinding merupakan salah satu elemen konstruksi struktur bangunan yang selain berfungsi sebagai pembatas juga berfungsi sebagai penahan beban lateral (*in-plane*). Penggunaan material konvensional untuk pembuatan dinding masih banyak dijumpai pada masyarakat Indonesia seperti batu bata maupun batako. Namun, saat ini muncul teknologi baru konstruksi dinding pracetak yaitu dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi yang berbahan EPS (*Extended Polystyrene System*) dan *wiremesh*. Dinding ini didesain sebagai dinding struktural yang berfungsi sebagai penahan beban lateral (*in-plane*). Perilaku yang akan diamati pada dinding ini adalah tegangan dan regangan yang terjadi. Pada penelitian ini digunakan tiga variasi rasio dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi yaitu dengan ukuran 60 cm x 60 cm ($H_w/L_w=1$), 90 cm x 60 cm ($H_w/L_w=1,5$), dan 120 cm x 60 cm ($H_w/L_w=2$). Tebal dinding secara keseluruhan adalah 15 cm dan tebal EPS+*wiremesh* adalah 8 cm dengan tebal beton 7 cm. Pengujian beban lateral statik (*static load test*) dilakukan dengan memberikan beban tiap 100 kg (*load control*) hingga mencapai beban maksimum dinding dan dilanjutkan dengan tahap *displacement control*. Pencatatan data dilakukan setiap tahap pembebanan yaitu pencatatan deformasi lateral total, perpanjangan diagonal dinding, regangan pada *wiremesh*, dan pengamatan mekanisme pola retak serta keruntuhan dinding (*failure mechanism*). Hasil dari penelitian dan pengolahan data adalah nilai regangan pada keadaan aktual jauh lebih kecil dari pada keadaan teoritis. Untuk grafik arah lentur, nilai regangan pada dinding A3, B3, C3 dalam kondisi aktual berturut-turut adalah $0,00004$; $1,7 \cdot 10^{-5}$; $4,2 \cdot 10^{-6}$. Untuk regangan dinding arah geser, nilai regangan dinding A3, B3, C3 arah geser dalam kondisi aktual berturut-turut adalah $4,9 \cdot 10^{-6}$; $1,9 \cdot 10^{-6}$; $2,8 \cdot 10^{-6}$.

Kata Kunci : Tegangan, regangan, dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi, rasio tinggi dan lebar (H_w/L_w), beban lateral statik.

1. Pendahuluan

Dinding adalah bagian bangunan yang sangat penting perannya bagi suatu konstruksi bangunan. Dinding membentuk dan melindungi isi bangunan baik dari segi konstruksi maupun penampilan artistik dari bangunan. Dinding juga merupakan salah satu elemen bangunan yang berfungsi memisahkan/ membentuk ruang. Ditinjau dari segi struktur dan konstruksi, dinding ada yang berupa dinding partisi/ pengisi (tidak menahan beban) dan ada yang berupa dinding struktural (*bearing wall*).

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.

Seperti yang telah diketahui Indonesia adalah negara yang sebagian besar wilayahnya merupakan daerah rawan gempa. Indonesia juga dalam *ring of fire*, sehingga Indonesia adalah negara yang rawan bencana baik itu gempa tektonik ataupun akibat vulkanik gunung meletus. Sehingga akan lebih baik jika bangunan di Indonesia didesain tahan gempa.

Penggunaan material konvensional untuk pembuatan dinding masih banyak dijumpai pada masyarakat Indonesia. Mereka masih membuat dinding dari susunan bata merah, batako, maupun batu kapur. Namun ketahanan struktur tersebut masih sangatlah kurang, terutama ketahanan terhadap beban gempa. Dinding bata konvensional masih rumit dalam segi pelaksanaan juga kurang mampu menahan beban yang cukup besar. Teknologi baru yang telah berkembang saat ini adalah digunakannya dinding pracetak sebagai pengganti dinding konvensional. Selain pengerjaannya yang lebih sederhana, dinding pracetak juga dapat mengambil alih fungsi kolom maupun balok sebagai struktur utama penahan beban.

Dinding pracetak adalah beton yang dibuat dipabrik kemudian diangkat untuk dipasang ditempatnya. Beton dengan sistem konvensional membutuhkan waktu yang lebih lama untuk dapat menerima beban karena harus menunggu umur beton. Oleh karena itu sistem pracetak lebih diminati. Selain lebih mudah dalam pelaksanaan, mutu beton juga lebih terjamin dan terjaga karena metode pembuatan dan perawatan yang sesuai. Dinding pracetak ini dibuat dengan berbagai ukuran dan bentuk sesuai dengan kegunaan dan penempatan struktur ini. Dinding pracetak yang digunakan dalam penelitian ini adalah dinding panel kawat baja tiga dimensi, produk dari PT. Modern Panel Indonesia.

Dinding konvensional maupun dinding pracetak akan menunjukkan perilaku yang berbeda jika diberikan beban dari luar. Salah satu perilaku yang dapat diamati adalah tegangan dan regangan yang timbul akibat pemberian beban.

Oleh karena itu dalam studi ini akan dilakukan pengujian untuk mengamati perilaku dari dinding panel kawat baja tiga dimensi dengan variasi rasio tinggi

dan lebar (B/H) yang dibebani dengan beban lateral statik. Perilaku yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah tegangan dan regangan pada dinding panel kawat baja tiga dimensi akibat beban lateral statik.

2. Bahan dan Metode

Panel jaring kawat baja tiga dimensi merupakan dua panel jaring kawat baja polos las pabrikan yang dihubungkan dengan rangka kawat baja polos penghubung yang dilas secara pabrikan, ruang diantara dua jaring kawat diisi dengan bahan gabus plastik (expanded polystyrene)

2.1. Bahan

a. *Expanded Polystyrene System (EPS)*

Expanded Polystyrene Foam (EPS) mempunyai karakteristik berwarna putih, terbuat dari butiran *polystyrene* yang dikembangkan. Dalam perkembangannya di bidang konstruksi EPS digunakan sebagai penyekat beton. Secara fisik, EPS hampir sama dengan styrofoam pada umumnya. Akan tetapi, EPS M-Panel diproduksi dengan kepadatan yang lebih padat dan dengan zat adiktif.

b. *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.

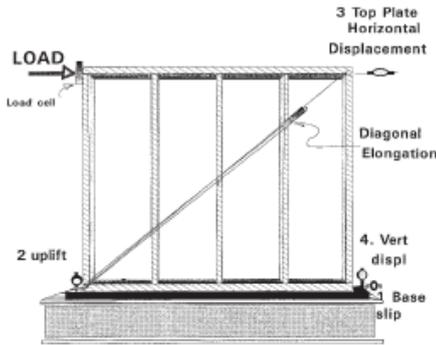
Wiremesh yang digunakan dalam dinding M-panel telah dilas, terbuat dari kawat baja yang telah di galvanis yang diletakkan di kedua sisi panel polyfoam dan saling terhubung satu dengan yang lainnya. Diameter kawat yang digunakan bervariasi mulai dari 2,5 – 5 mm, dengan kekuatan tarik lebih besar dari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

c. *Beton Shotcrete*

Lapisan terluar dinding jaring kawat baja tiga dimensi merupakan beton *shotcrete* dengan ketebalan 35 mm dan mutu K-175. Pengaplikasian beton ini ke dinding dengan cara di semprot hingga mencapai ketebalan yang dibutuhkan.

d. *Pengujian Beban Statik*

Pengujian pada penelitian ini mengacu pada peraturan ASTM E 564 tentang *Standard Practice for Static Load Test for Shear Resistance of Framed Walls for Buildings*. Dalam peraturan ini terdapat metode pengujian serta beberapa perhitungan tentang kapasitas geser serta perpindahan geser dinding.



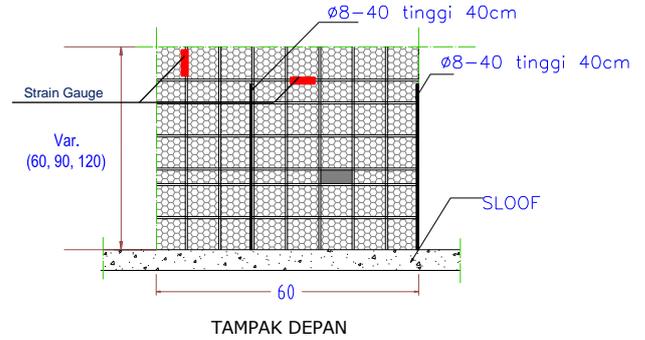
Gambar 2.1 Konfigurasi Pengujian Dinding

2.2. Rancangan Penelitian

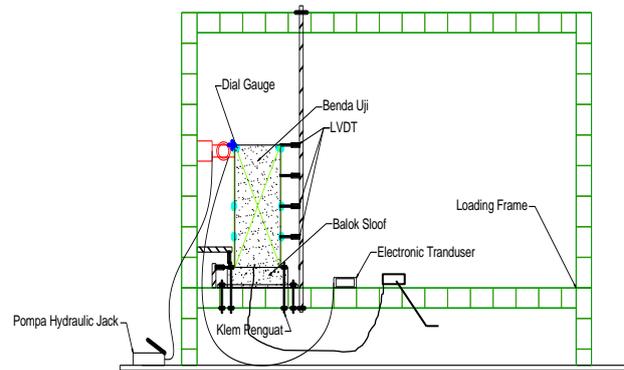
Pada penelitian ini akan digunakan tiga jenis dinding dengan variasi rasio tinggi dan lebar sebanyak 9 dinding. Terdapat tiga benda uji dinding dengan ukuran 60 x 60 cm (Dinding A), tiga benda uji dinding ukuran 60 x 90 cm (Dinding B) dan tiga benda uji ukuran 60 x 120 cm (Dinding C). Pada salah satu dari masing-masing variasi dinding, diberi penambahan *strainingauge* untuk pengukuran regangan. *Strainingauge* ini dipasang searah vertikal dan horizontal pada *wiremesh*. Dinding akan diuji secara bertahap tiap beban 100 kg sampai beban maksimum (*load control*) dan dilanjutkan sampai dinding runtuh dengan metode *displacement control*.

Data yang di baca pada penelitian ini adalah beban, deformasi total, dan regangan *wiremesh*.

Sebelum dinding di uji dengan beban lateral statik, dilakukan pengujian terhadap bahan penyusun dinding. Yaitu *shotcrete* dengan uji tekan, EPS dengan uji tekan, dan *wiremesh* uji tarik.

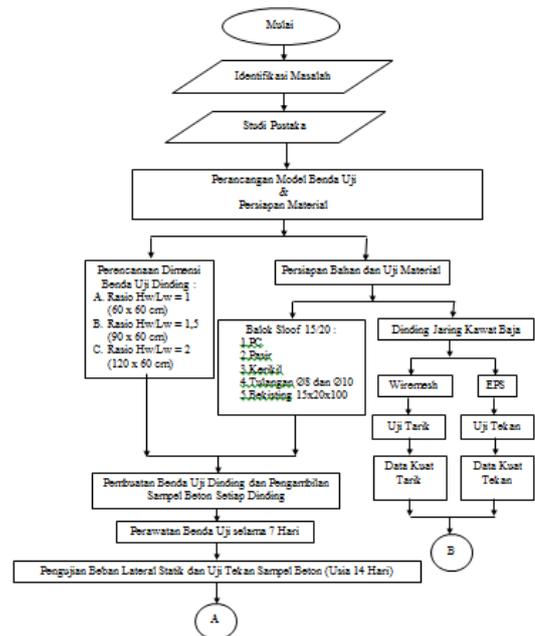


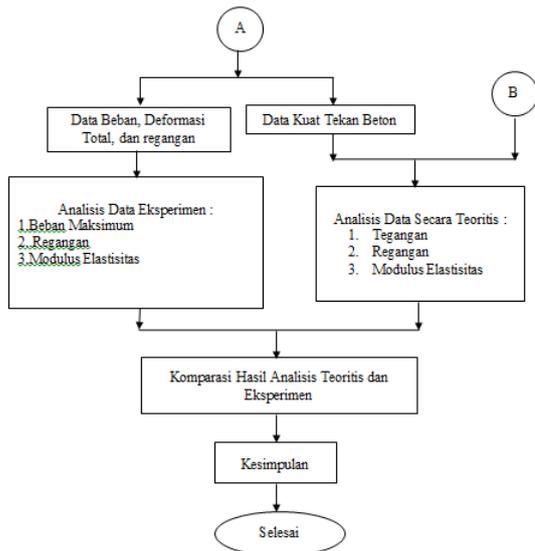
Gambar 2.2 Tampak Depan Benda Uji



Gambar 2.3 Setting Up Benda Uji

2.3. Diagram Alir Penelitian





2.4. Metode Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai regangan dari pembacaan strain meter. Nilai regangan tersebut akan dibandingkan dengan nilai regangan yang dihitung dari modulus elastisitas dinding dengan melihat nilai deformasi dan juga kuat tekan beton shotcrete dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = E \varepsilon \quad (1)$$

$$y = \frac{PL^3}{3EI} \quad (2)$$

$$E_c = w^{1.5} 33 \sqrt{f'c} \quad (3)$$

Nilai regangan ini kemudian di plotkan kedalam grafik tegangan regangan. Nilai tegangan yang digunakan dihitung berdasarkan tegangan lentur dan tegangan geser dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I} \quad (4)$$

$$\tau = \frac{D \cdot S}{b \cdot l} \quad (5)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Tekan EPS

Uji tekan EPS dilakukan dengan 3 benda uji berbentuk kubus berukuran 5 x 5 x 5 cm. Hasil kuat tekan EPS dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Data Kuat Tekan 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 x 10 ⁻⁴	1352	1413	6,76	7,06
2	0,199	1,25 x 10 ⁻⁴	1592		7,96	
3	0,162	1,25 x 10 ⁻⁴	1296		6,48	

3.2. Uji Tarik Wiremesh

Untuk uji tarik *wiremesh* didapatkan nilai kuat tarik sebesar 407,64 MPa. Hasil ini terlalu rendah dibandingkan dengan spesifikasi dari pabrik yang ada. Oleh karena itu dalam pengolahan data digunakan kuat tarik *wiremesh* sebesar 600 MPa.

3.3. Uji Tekan Beton Shotcrete

Benda uji beton shotcrete adalah kubus 5 x 5 x 5 cm sebanyak 3 buah tiap dinding. Beton shotcrete di uji saat berusia 14 hari. Nilai kuat tekan rata-rata beton shotcrete tiap dinding dapat dilihat pada table 3.2.

Tabel 3.2. Nilai kuat tekan beton shotcrete

Dinding	Kuat Tekan Rata-Rata 14 hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata 28 hari (kg/cm ²)
A1	104.0	118.2
A2	35.7	40.6
A3	10.2	11.6
B1	64.3	73.0
B2	52.0	59.1
B3	119.3	135.6
C1	19.4	22.0
C2	19.4	22.0
C3	87.7	99.7

3.4. Perhitungan Beban Maksimum

Perhitungan beban maksimum dilakukan dengan mengasumsikan dinding sebagai balok tinggi dengan ujung bebas berbeban lateral dan ujung lainnya terjepit penuh. Dinding diasumsikan bertulangan ragkap dan dihitung dari kapasitas lentur dan kapasitas gesernya. Nilai beban maksimum dari kapasitas lentur, kapasitas geser, dan saat keadaan aktual dapat dilihat pada table 3.3.

Tabel 3.3. Perbandingan Nilai Pu Berdasarkan Kapasitas Lentur, Kapasitas Geser, dan Aktual

Dinding	Beban Maks. Teoritis (kg)		Beban Maks. Aktual (kg)
	Kap. Lentur	Kap. Geser	
A1	4191.1	4180.7	3365
A2	2823.65	3619.55	4286
A3	1930.42	3250.17	1469
B1	2322.45	3890.67	1700
B2	2149.06	3783.92	2369
B3	2950.6	4276.89	2042
C1	1158.51	3410.68	1200
C2	1158.51	3410.68	1682
C3	1960.4	4069.92	1807

3.5. Perhitungan Modulus Elastisitas

Nilai modulus elastisitas digunakan untuk mencari nilai regangan teoritis. Hasil perhitungan modulus elastisitas dari deformasi dinding dapat dilihat pada table 3.4 dan nilai modulus elastisitas dari kuat tekan beton dapat dilihat pada table 3.5.

Tabel 3.4. Nilai Modulus Elastisitas dari Deformasi Dinding

Dinding	Beban (kg)	Lendutan (cm)	Modulus Elastisitas (kg/cm ²)
A1	1400	0.157	3437.274602
A2	2800	0.184	5865.783831
A3	1000	0.078	4941.869162
B1	800	0.135	7709.315892
B2	1900	4.688	527.2609658
B3	1200	0.528	2956.697856
C1	700	0.418	5164.135047
C2	1000	1.006	3065.334351
C3	1000	1.468	2100.631033

Tabel 3.5. Nilai Modulus Elastisitas dari Kuat Tekan

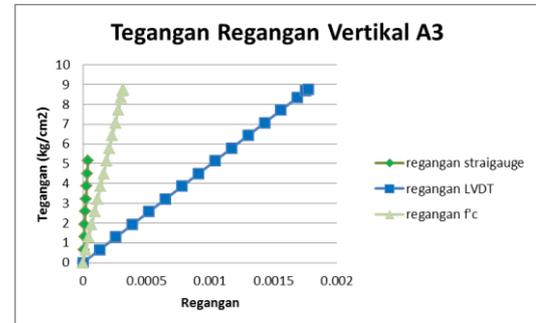
Dinding	Berat Jenis (kg/cm ³)	f _c (MPa)	Modulus Elastisitas (kg/cm ²)
A1	2042.666667	10.4	127209.5357
A2	2033.066667	3.6	73992.00242
A3	1600.266667	1.0	27619.24911
B1	2037.333333	6.4	99583.35176
B2	2002.133333	5.2	87286.6671
B3	2253.866667	11.9	157909.6207
C1	1887.466667	1.9	48766.21679
C2	1887.466667	1.9	48766.21679
C3	2222.4	8.8	132557.9859

Dari dua tabel di atas terlihat bahwa nilai modulus elastisitas dinding yang dihitung dengan dua cara memiliki nilai yang sangat jauh berbeda. Hal ini akan mempengaruhi nilai regangan yang akan dibandingkan dengan nilai regangan dari *straingauge*.

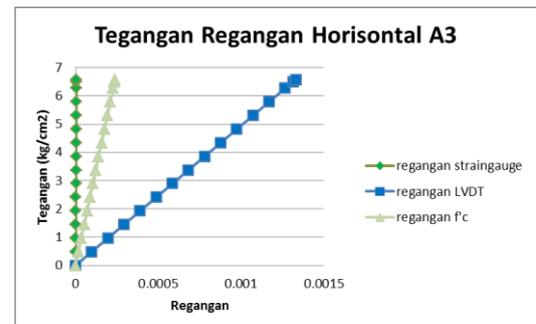
3.6. Analisa Tegangan dan Regangan

Dari hasil regangan yang didapatkan pada *straingauge*, serta

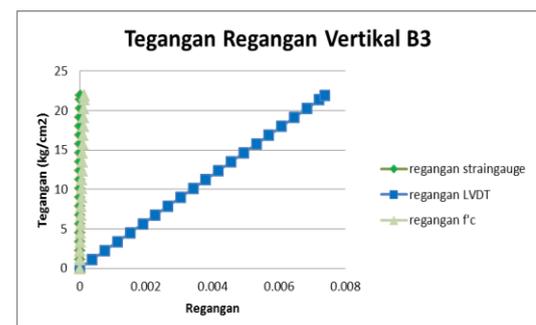
regangan dari hasil perhitungan teoritis, didapatkan grafik hubungan tegangan-regangan tiap dinding. Grafik hubungan tegangan regangan dapat dilihat pada gambar 3.1 sampai gambar 3.6.



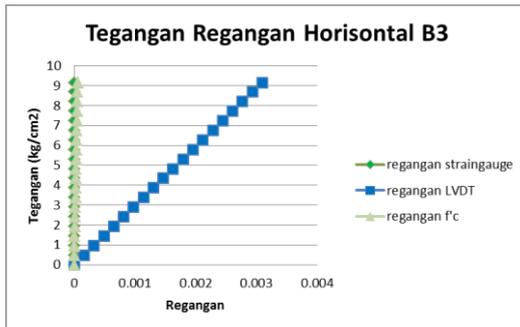
Gambar 3.1 Grafik Tegangan-Regangan pada Strain Gauge Vertikal Dinding A3



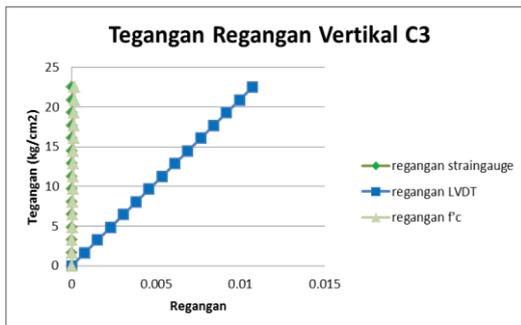
Gambar 3.2 Grafik Tegangan-Regangan pada Strain Gauge Horizontal Dinding A3



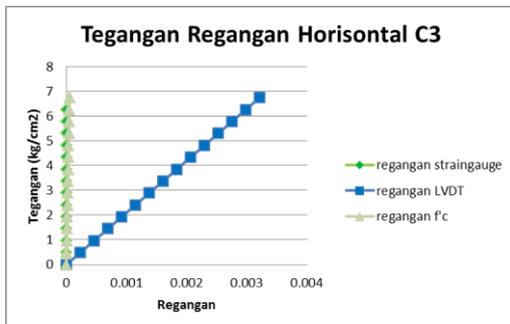
Gambar 3.3 Grafik Tegangan-Regangan pada Strain Gauge Vertikal Dinding B3



Gambar 3.4 Grafik Tegangan-Regangan pada Strain Gauge Horizontal Dinding B3



Gambar 3.5 Grafik Tegangan-Regangan pada Strain Gauge Vertikal Dinding C3



Gambar 3.6 Grafik Tegangan-Regangan pada Strain Gauge Horizontal Dinding C3

Keenam grafik diatas adalah grafik hubungan antara tegangan (kg/cm^2) dan regangan dalam kondisi aktual (pembacaan strain meter) yang dibandingkan dengan keadaan teoritis. Semua grafik menunjukkan hasil yang sama, yaitu regangan pada keadaan aktual jauh lebih kecil dari pada perhitungan teoritis. Dengan nilai regangan yang didapat dari data LVDT

memiliki nilai regangan yang paling besar. Hal ini terjadi karena nilai modulus elastisitas yang didapat dari data deformasi sangatlah kecil. Menandakan bahwa dinding tersebut sangat lunak.

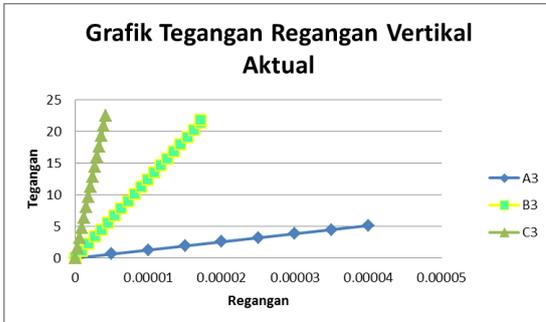
Untuk dinding A3 (60 x 60 cm) pada grafik vertikal (tegangan lentur), nilai regangan pada tegangan sebesar $5,14 \text{ kg/cm}^2$ saat pembacaan strain meter adalah sebesar 4.10^{-5} sementara pada perhitungan teoritis adalah sebesar 0,00104 untuk regangan dari data lendutan dan 0,000186 untuk regangan dari kuat tekan mortar. Pada grafik horizontal (tegangan geser) juga menunjukkan hasil yang sama. Pada tegangan sebesar $6,57 \text{ kg/cm}^2$ regangan aktual sebesar $4,1.10^{-6}$ dan regangan teoritis sebesar 0,00133 untuk regangan dari data lendutan dan 0,000238 untuk regangan dari kuat tekan mortar.

Pada dinding B3 (60 x 90 cm) untuk grafik vertikal regangan pada tegangan $21,87 \text{ kg/cm}^2$ adalah sebesar $1,7.10^{-5}$ untuk kondisi aktual, 0,0074 pada perhitungan teoritis dari deformasi dan 0,000138 pada perhitungan teoritis kuat tekan. Sementara pada grafik horizontal, untuk tegangan sebesar $9,15 \text{ kg/cm}^2$ nilai regangan yang terbaca pada strain meter adalah $1,9.10^{-6}$, untuk regangan teoritis deformasi adalah sebesar 0,00309, dan pada regangan teoritis kuat tekan adalah $5,8.10^{-5}$.

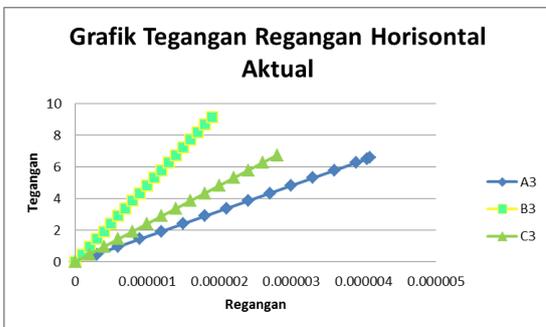
Sementara hasil yang ditunjukkan dinding C3 adalah pada grafik vertikal nilai regangan pada tegangan $22,48 \text{ kg/cm}^2$ adalah sebesar $0,42.10^{-5}$ pada keadaan aktual, 0,0107 pada perhitungan teoritis deformasi, dan 0,000169 pada perhitungan teoritis kuat tekan. Lalu pada grafik horizontal, pada tegangan $6,74 \text{ kg/cm}^2$ nilai regangan aktual adalah sebesar $0,28.10^{-5}$, 0,00321 dan $5,088.10^{-5}$ masing-masing untuk perhitungan teoritis dari deformasi dan kuat tekan.

Lalu, untuk dapat melihat perbedaan dari ketiga dinding dengan

variasi rasio tinggi dan lebar yang berbeda, dapat dilihat pada gambar 3.7 untuk *straingauge* vertikal dan gambar 3.8 untuk *straingauge* horizontal.



Gambar 3.7 Grafik Tegangan-Regangan *Straingauge* Vertikal

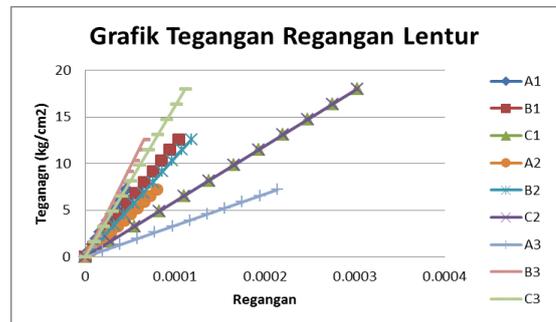


Gambar 3.8 Grafik Tegangan-Regangan *Straingauge* Horizontal

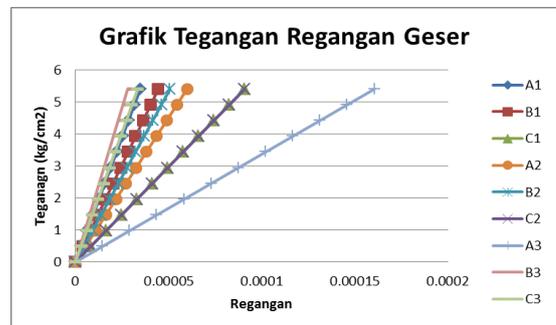
Untuk grafik arah lentur, dapat dilihat bahwa dinding yang paling tinggi memiliki regangan yang paling kecil. Lalu untuk dinding A3 (60 x 60 cm) memiliki regangan yang paling besar. Nilai regangan pada dinding A3, B3, C3, berturut-turut adalah $0,00004$; $1,7 \cdot 10^{-5}$; $4,2 \cdot 10^{-6}$. Sementara untuk regangan dinding arah geser, menunjukkan hasil yang berbeda. Untuk dinding B3 (60 x 90 cm) memiliki regangan yang paling kecil. Nilai regangan dinding A3, B3, C3 arah geser berturut-turut adalah $4,2 \cdot 10^{-6}$; $1,9 \cdot 10^{-6}$; $2,8 \cdot 10^{-6}$.

Untuk perhitungan teoritis dinding, akan dibandingkan grafik tegangan-regangan pada semua benda uji. Nilai teoritis yang dipakai adalah yang di hitung dari kuat tekan beton shotcrete. Untuk *straingauge* vertikal

dapat dilihat pada gambar 3.9 dan untuk *straingauge* horizontal pada gambar 3.10.



Gambar 3.9 Grafik Tegangan-Regangan Lentur



Gambar 3.10 Grafik Tegangan-Regangan Geser

4. Penutup

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat dilihat bahwa nilai regangan pada keadaan aktual jauh lebih kecil dari pada keadaan teoritis. Baik itu nilai teoritis yang didapat dari kuat tekan ataupun nilai deformasi. Kekakuan dinding yang didapat dari nilai deformasi sangat jauh lebih kecil dari pada kekakuan dinding yang didapat dari perhitungan kuat tekan.

Saran yang perlu diperhatikan untuk penelitian lebih lanjut adalah dalam pembuatan benda uji, khususnya shotcrete harus diperhatikan dengan baik karena akan sangat mempengaruhi nilai kuat tekannya. Selanjutnya untuk pemasangan dinding ke sloof harus diperhatikan agar tidak terjadi rigid body movement karena penganker dinding ke sloof yang kurang baik. Penelitian ini dapat dijadikan dasar

sebagai penelitian selanjutnya mengenai dinding panel kawat jaring baja tiga dimensi ini. Seperti dapat dilanjutkan dengan beban lateral siklik.

Daftar Pustaka

- ASTM E-564. 2001. Standard Practice for static Load Test for Shear Resistance of Walls for Buildings. ASTM International, 100 Barr Harbour Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United State.
- Gere, [James M.](#) dan [Stephen P. Timoshenko.](#) 2000. *Mekanika Bahan Jilid 1 Edisi Keempat.* Jakarta: Erlangga
- Pamungkas, Rais. 2011. Analisis Kinerja Dinding Bata yang Diperbaiki Dengan Plester. Jakarta : Skripsi Universitas Indonesia
- Park, R, and Paulay, T. 1974. *Reinforce Concrete Structure.* New York : John Wiley And Son
- Yehuda, Christianto. 2011. *Pemakaian Dinding Panel pada Perencanaan Struktur Dinding Geser Beton Bertulang*
- Website PT. Modern Panel Indonesia. <http://mpanelindonesia.com/>. Diakses pada 14 Agustus 2014
- Popov, E.P. 1995. *Mekanika Teknik Edisi Kedua.* Jakarta : Erlangga