

Studi Perbandingan Kapasitas Portal Beton Dinding Pengisi Bata Ringan Pengujian Laboratorium dan SAP 2000 Terhadap Gaya Lateral

Ahmad Zarkasi¹, Hariyadi², Adryan Fitrayudha³

^{1,2,3}Fakultas Teknik/Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Mataram

Jl. KH. Ahmad Dahlan No.1, Pagesangan, Kec. Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat - 83115

¹E-mail: ahmadzarkasi.st.mt@gmail.com

Abstrak — Gempa merupakan fenomena alam akibat tektonik dan vulkanik. Risiko timbul antara lain kerusakan bangunan gedung, korban luka-luka, kematian dan kerusakan Infrastruktur lainnya. Beban gempa dalam Ilmu struktur disimulasikan menjadi Gaya Lateral dan Gaya Siklik sehingga mudah dalam permodelan. Pemilihan Bata Ringan sebagai dinding disinyalir dapat mengurangi berat sendiri (selfweight) struktur. System Application and Processing (SAP 2000) digunakan sebagai alat bantu menganalisis permodelan struktur bangunan terhadap beban-beban yang bekerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kapasitas tahanan beban dan simpangan hasil Laboratorium dengan aplikasi SAP 2000 terhadap Gaya Lateral. Pengujian dan Analisis Portal beton dengan dinding pengisi Bata Ringan berdimensi Lebar 1.00 m dan Tinggi 1.50 m dengan properti sebagai berikut pondasi 150/200 mm, kolom 150/150 mm, Balok 150/150 mm, tulangan pokok Ø10, tulangan sengkang Ø8 dan Dinding Bata Ringan AAC 60.20.10 cm. Pengujian portal beton pengisi bata ringan di laboratorium dan Analisis SAP 2000 menggunakan gaya lateral sebagai simulasi Gaya Gempa. Hasil pengujian laboratorium diperoleh kapasitas beban lateral dan simpangan sebesar 39.15 kN dan 45.88 mm dan hasil analisis SAP 2000 diperoleh kapasitas beban lateral dan simpangan sebesar 32.62 kN dan 33.73 mm. Rasio perbandingan Kapasitas pembebanan dan Simpangan Analisis SAP 2000 dan pengujian Laboratorium adalah sebesar 0,83 dan 0,74.
Kata kunci: portal beton; bata ringan; beban lateral; simpangan.

Abstract — Earthquake is a natural phenomenon due to tectonic and volcanic. Risks that arise include damage to buildings, injuries, death and other infrastructure damage. Earthquake loads in Structural Science are simulated into Lateral Forces and Cyclic Forces so that they are easy to model. The choice of lightweight brick as a wall can reduce the self-weight of the structure. System Application and Processing (SAP 2000) is used as a tool to analyze building structure modeling against working loads. This study aims to determine the comparison of the load-bearing capacity and deviation of the results of the Laboratory with the SAP 2000 application on the Lateral Force. Testing and Analysis of concrete portal with lightweight brick infill walls with dimensions of 1.00 m wide and 1.50 m high with the following properties 150/200 mm foundation, 150/150 mm column, 150/150 mm beam, 10 main reinforcement, 8 stirrup reinforcement and brick wall Lightweight AAC 60.20.10 cm. Testing of lightweight brick infill concrete portals in the laboratory and SAP 2000 Analysis using lateral forces as simulations of Earthquake Forces. The results of laboratory testing obtained lateral load capacity and displacement of 39.15 kN and 45.88 mm and the results of SAP 2000 analysis obtained lateral load capacity and displacement of 32.62 kN and 33.73 mm. The comparison ratio of loading capacity and deviation of SAP 2000 analysis and laboratory testing is 0.83 and 0.74, respectively.
Keywords: concrete portal; light brick; lateral load; deviation.

I. PENDAHULUAN

Gempa merupakan fenomena alam yang terjadi akibat pergeseran lempang Bumi (gempa Tektonik) dan akibat meletusnya gunung berapi (Gempa vulkanik). Gempa sampai saat ini menjadi momok yang menakutkan bagi masyarakat yang tinggal di daerah Rawan Gempa. Risiko yang ditimbulkan bermacam-macam antara lain seperti kerusakan pada bangunan gedung yang dapat menimbulkan korban luka-luka,

kematian dan kerusakan Infrastruktur lainnya sehingga banyak Infrastruktur modern dituntut harus kuat dan tahan terhadap gempa. Beban struktur bangunan akibat Gempa dalam Ilmu struktur disimulasikan menjadi Gaya Lateral (searah) dan Gaya Siklik (bolak-balik) sehingga mudah dalam permodelan dan penerapannya. Dikalangan Penggiat Ilmu Struktur Bangunan banyak yang merekomendasikan penggunaan material yang ringan, kokoh, dan awet namun

ekonomis seperti Bata Ringan sebagai dinding bangunan. Dimana penggunaan Bata Ringan disinyalir dapat mengurangi Berat sendiri (*selfweight*) bangunan namun kuat ketika terjadi Gempa.

System Application and Processing (SAP 2000) digunakan sebagai alat bantu permodelan dan menganalisis struktur bangunan terhadap beban beban yang bekerja. Permodelan struktur harus sesuai dengan hasil pengujian Laboratorium agar hasil yang diperoleh sesuai dengan harapan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kapasitas tahanan beban dan defleksi hasil Laboratorium dengan aplikasi SAP 2000 terhadap Gaya Lateral.



Gambar 1. Penampang bata ringan

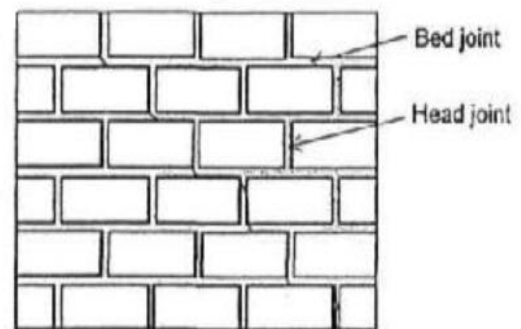
2.2 Perilaku Dinding Pengisi Bata akibat Beban Lateral

Struktur Rangka Portal Beton dengan dinding pengisi merupakan struktur dengan perilaku komposit. Dalam menahan gaya akibat gempa, kekakuan lateral dan kekuatan struktur sangat bergantung dari sifat-sifat struktur rangka, dinding pengisi, dan kekakuan rangka. Selain dapat meningkatkan kekakuan, aksi dinding juga dapat mengurangi deformasi lateral dan mengubah perilaku dinamis. Perilaku dinding pengisi sangat dipengaruhi oleh respon getas dari bata ringan terhadap beban tarik dan kekuatan mortar. Untuk itu mode keruntuhan yang biasanya terjadi adalah seperti Gambar 2 dan Gambar 3.

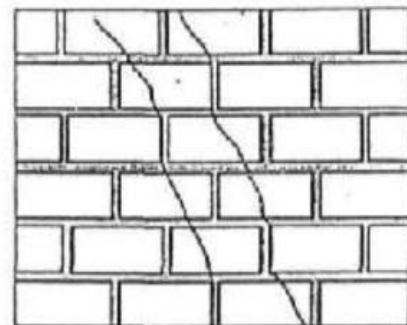
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding Bata Ringan (Beton Bata Ringan)

Bata Ringan *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) merupakan salah satu alternatif solusi untuk smart building, yang terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi dengan standar *Deutsche Industrie Norm* (DIN) dan diproduksi di Indonesia dengan teknologi Jerman. Spesifikasi Bata Ringan yaitu Panjang 600 mm; Tinggi 200 mm; Tebal 75; 100; 125; 150; 175; 200) mm; Berat jenis kering $\pm 500 \text{ kg/m}^3$; Berat jenis normal $\pm 575 \text{ kg/m}^3$; Kuat tekan $\pm 4,0 \text{ N/mm}^2$; Konduktivitas termis : $0,16 \text{ W/mK}$.



Gambar 2. Keretakan diagonal bertahap
Sumber: Crisafulii, 1997



Gambar 3. Kegagalan geser
Sumber: Crisafulii, 1997

Keruntuhan geser atau friksi, yaitu kegagalan dinding pengisi akibat ketidaklekatan atau geser pada bed joint yang terjadi pada tingkat tegangan normal rendah. Keretakan timbul secara bertahap seperti Gambar 2. Kegagalan diagonal tarik terjadi pada tegangan normal yang cukup tinggi. Keretakan terjadi pada head joint dan melalui bata tampak pada

Gambar 3. Kegagalan diagonal tekan akibat timbul tegangan normal yang sangat tinggi bila dibandingkan dengan tegangan geser.

2.3 Permodelan Dinding Bata SAP 2000

Sebagai representasi dinding pada permodelan SAP 2000. Luas wilayah dinding Bata Ringan dinotasikan dengan lambang (A_d) pada Gambar 4 dan ditentukan dengan persamaan berikut:

$$A_d = \frac{L_d T_b}{\lambda \cos^2 \theta} \quad (1)$$

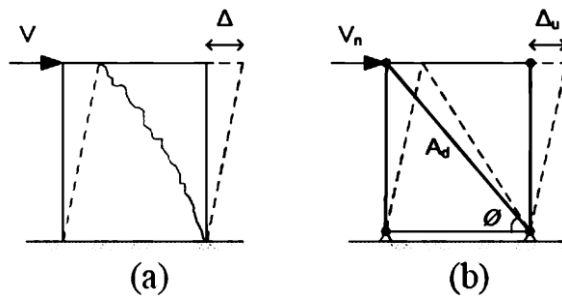
$$L_d = \sqrt{W_b^2 + H_b^2} \quad (2)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{H_b}{W_b} \right) \quad (5)$$

$$\lambda = \left(\frac{5}{3} + \frac{3}{2} \nu \right) \frac{W_b}{H_b} + \left(2 + \frac{7}{4} \nu \right) \frac{H_b}{W_b} + \left(2 + \frac{3}{2} \nu \right) \frac{H_b^3}{W_b^3} \quad (4)$$

Dengan: L_d = Panjang dari dinding bata (mm), T_b = Ketebalan dinding bata (mm), A_d = Luas wilayah representasi dinding bata, (mm^2), ν = *Poisson's ratio* diambil 0,15, ϕ = Sudut kemiringan Strut, H_b = Tinggi dinding bata mm, W_b = Lebar dinding bata (mm).

$$0,5 < \left(\frac{H_b}{W_b} \right) < 2,0 \quad (6)$$



Gambar 4. Gambar simulasi dinding bata (a) beban lateral dan deformasi dari dinding bata; (b. beban lateral dan deformasi dari dinding bata sebagai bracing tekan
Sumber: Chen, 2003 dalam Dewi, 2012

Kegagalan strut diagonal dinding bata (Θ) dipengaruhi oleh jenis susunan bata. Nilai (Θ) jenis susunan dapat dihitung berdasarkan Persamaan (6) dan (7) berikut: (Chen, 2003 dalam Dewi, 2012).

Untuk pasangan setengah bata digunakan Persamaan berikut.

$$\tan \theta = \frac{2(h+G_h)}{l+G_v} \quad (3)$$

Untuk pasangan dinding satu bata digunakan Persamaan berikut.

$$\tan \theta = \frac{2(h+G_h)}{w+l+2G_v} \quad (4)$$

Dengan: l_b = Panjang batu bata (mm), w_b = Lebar batu bata (mm), h_b = Tinggi batu bata (mm), G_h = Tebal horisontal mm, G_v = Tebal vertikal (mm).

Kekuatan utama dari dinding bata dibedakan antara dinding dengan 4 (empat) pembatas. Dimana dinding 4 (empat) merupakan dinding yang dibatasi dengan 2 (dua) kolom dan 2 (dua) balok yang dijelaskan dengan Persamaan berikut:

$$V_n = T_b (W_b \tau_f + H_b \alpha f_{mbt}) \quad (7)$$

Persamaan (8) digunakan jika $\tan \theta > \frac{H_b}{W_b}$

$$V_n = T_b (W_b \tau_f + H_b \alpha f_{mbt} + 0,5 [H'_b - H_1] [\alpha f_{mbt} + \beta f_{bt}]) \quad (8)$$

Persamaan (9) digunakan jika $\tan \theta < \frac{H_b}{W_b}$

Dengan: α dan β = koefisien kekuatan dimana keduanya diambil sebesar 0,45, f_{mbt} = Kekuatan tarik dinding bata (MPa), f_{bt} = Kekuatan tarik bata (Mpa), f_{mc} = Kekuatan tekan mortar (Mpa), f_{bh} = Kekuatan tekan bata Ringan (Mpa), N = Beban aksial compressive strut.

$$H'_b = \text{Min} (W_b, H_b) \quad (9)$$

$$H_1 = W_b \tan \theta \quad (10)$$

$$H_2 = 0,5 W_b \tan \theta < H_b \quad (11)$$

$$\tau_f = 0,0258(f_{mc})^{0,885} + (0,654 + 0,00515 f_{mc}) \frac{N}{A_d} \quad (12)$$

$$f_{mbt} = 0,323(f_{mc})^{0,338} \quad (13)$$

$$f_{bt} = 0,2(f_{bc})^{0,7} \quad (14)$$

Perpindahan ultimate (*the ultimate displacement*) dari representasi dinding bata Ringan ditentukan berdasarkan Persamaan (16):

$$\Delta_u = \lambda \frac{N}{E_u T_b} \quad (15)$$

Dengan: Δ_u = Perpindahan Ultimate (mm), E_u = Modulus elastisitas dinding bata (MPa). Karena komponen dinding bata memiliki dua titik kritis, yaitu titik ultimate dan titik sisa, Maka kekuatan residu dari dinding bata dapat dihitung dengan Persamaan berikut:

$$V_r = \tau_f T_b W_b < 0,6 V_n \quad (15)$$

Tabel 1. Gaya aksial sendi plastis dinding bata

POIN	FORCE/SF	DISPLACEMENT/SF
A	0	0
B	α	0
C	1	1
D	V_r / V_n	1,1
E	V_r / V_n	10

Sumber: Chen, 2003 dalam Dewi, 2012

2.4 Pushover Analysis

Analisis pushover adalah suatu cara analisis statik non-linier dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban-beban statik pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca elastis sampai mencapai kondisi plastis (Cipto,dkk, 2012). Pada dasarnya dalam analisa kinerja ini dilakukan perbandingan antara kapasitas (*capacity*) dengan kebutuhan (*demand*). Bila kapasitas struktur lebih besar dari kebutuhan, maka kinerja yang disyaratkan dapat dicapai. Grafik yang

menyatakan hubungan antara beban total Gaya geser dasar (*base shear*) dengan perpindahan (*displacement*) pada puncak bangunan dinamakan kurva kapasitas (*curve capacity*) (Lumantarna, 2008). Mengevaluasi level kinerja struktur ketika titik control tepat berada pada target perpindahan, yaitu merupakan hal utama dari perencanaan yang berbasis kinerja. Komponen struktur dan aksi perilakunya dapat dianggap memuaskan jika memenuhi kriteria yang dari awal sudah ditetapkan, baik terhadap persyaratan deformasi maupun kekuatan.

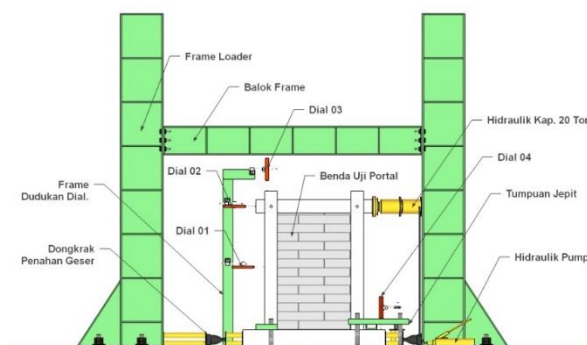
III. METODE PENELITIAN

3.1 Permodelan Benda Uji Laboratorium

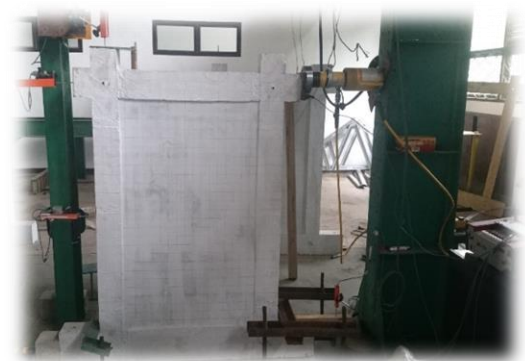
Benda Uji laboratorium berbentuk Portal beton dengan dinding pengisi Bata Ringan berdimensi Lebar 1.00 m dan Tinggi 1.50 m dapat dilihat pada Tabel 2, Gambar 4 dan Gambar 5 berikut:

Tabel 2. Spesifikasi benda uji portal beton

No	Uraian	Speifikasi	Keterangan
1.	Beton Normal	$f'_c = 20$ MPa	SNI 03-2824-2000
2.	Tulangan Pokok	$\varnothing 10$ mm	SNI-HIJ
3.	Tulangan Senggang	$\varnothing 8$ mm	SNI-HIJ
4.	Dinding Bata Ringan	60.20.10 cm	AAC
5.	Pondasi Portal (Tumpuan)	150/200 mm	Beton Normal
6.	Kolom Portal	150/150 mm	Beton Normal
7.	Balok Portal	150/150 mm	Beton Normal



Gambar 5. Simulasi benda uji pada loading frame



Gambar 6. Benda Uji pada Loading Frame Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

3.2 Permodelan Software SAP 2000

Untuk mencapai tujuan perbandingan Hasil Pengujian Laboratorium dengan Analisis Software SAP 2000 maka permodelan portal pada SAP 2000 tetap mengacu Tabel 2. Namun harus mendapatkan data material sebagai input material dalam SAP 2000 dan data material tersebut diperoleh dari pengujian Laboratorium seperti yang ditampilkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Data Material Permodel SAP 2000

Material Tipe	Parameter	Nilai
Beton Normal ⁽¹⁾	Kuat Tekan (f'_c)	21,21 MPa
	Modulus	20.336,91
	Elastisitas (E_c)	MPa
	Poisson's rasio (V_c)	0,18
Baja Tulangan PLS.10 ⁽²⁾	Tegangan Leleh (f_y)	421,57 MPa
	Modulus	166.785,44
	Elastisitas (E_s)	MPa
	Poisson's rasio (V_s)	0,30
Baja Tulangan PLS.8 ⁽³⁾	Tegangan Leleh (f_y)	340,56 MPa
	Modulus	163.132,88
	Elastisitas (E_s)	MPa
	Poisson's rasio (V_s)	0,30
Bata Ringan	Kuat Tekan Ringan ^(c) (f_B)	2,23 MPa
	Modulus	1.119,47
	Elastisitas (E_B)	MPa
	Poisson's rasio (V_B)	0,15 (Chen, 2003 dalam

	Dewi, (2012)
	Kuat Tekan Mortar (f_B)
Jenis Pembebanan	Lateral Statik (Push Over)

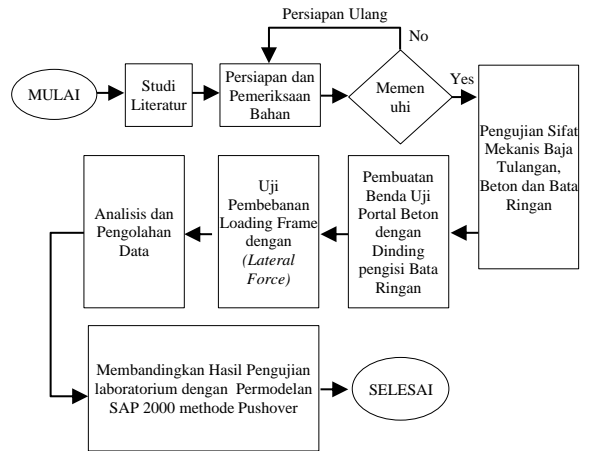
- Data beton yang di peroleh dari hasil pengujian silinder.
- Data tulangan di peroleh dari hasil pengujian Tarik Tulangan.
- Data bata Ringan di peroleh dari hasil pengujian Tekan Bata Ringan.

3.3 Analisis dan Pengolahan Data

Analisis dan Pengolahan data hasil pengujian laboratorium dilakukan dengan mengolah besarnya beban lateral dan simpangan yang terjadi sampai membangun grafik hubungan antara beban lateral dengan Simpangan. Grafik hubungan beban lateral dengan Simpangan disebut sebagai grafik *Inelastic Force* yang dibantu dengan software Microsoft (MS) Office Exel.

Hasil pengujian *Destructif Test* (DT) laboratorium berupa Beton Silinder, Baja Tulangan dan Kubus Bata Ringan dapat digunakan sebagai data Input sifat mekanik Material pada software SAP 2000. Selanjutnya dalam menjalankan analisis SAP 2000 dengan metode *Pushover* pada permodelan Portal Beton dengan dinding pengisi bata ringan permodelan Portal beton dibuat sama dengan Permodelan portal beton pada pengujian Laboratorium agar hasil yang diperoleh dapat dibandingkan. Hasil analisis SAP 2000 berupa grafik *inelastic force*. Kemudian dibandingkan hasil dari analisis pengujian laboratorium dan analisis SAP 2000.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Laboratorium

a. Sifat Mekanik Beton

Sifat mekanik beton merupakan kemampuan utama beton dalam menerima/menahan beban tekan yang dapat mempersentasikan kualitas dan mutu beton. Standar pengujian sifat mekanik beton didasarkan pada SNI 1974 2011 tentang tatacara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. Hasil uji beton silinder ditampilkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil uji silinder beton

Code	Weight (Wc) (Kg/m ³)	Beban Maximum (kN)	Poisson Ratio (ε' / ε)	Tegangan Max. (f'c) (N/mm ²)	Modulus Elastisitas (E) (N/mm ²)
1	4	5	6*	7	8**
SL.P K1	2201,29	345,20	0,11	19,53	19628,33
SL.P K2	2171,11	319,30	0,20	18,07	18490,74
SL.P K3	2216,38	460,00	0,40	26,03	22891,67
Rata - Rata	2196,26		0,24	21,21	20336,91

* ϵ' = Regangan Lateral Saat $0,4 f'c$, dan ϵ = Regangan Axial saat $0,4 f'c$

** Menggunakan persamaan $E = (Wc)^{1,5} 0,043 \sqrt{f'c}$

b. Sifat Mekanik Baja Tulangan

Sifat mekanik Baja Tulangan Polos (BJTP) beton merupakan kemampuan utama material baja/tulangan dalam menerima beban tarik yang dapat mempersentasikan kualitas dan mutu tulangan. Nilai sifat mekanik tulangan

penting diketahui sebagai dasar input material pada software SAP 2000. Penelitian ini menggunakan baja tulangan pokok sebesar Ø10 mm dan tulangan geser sebesar Ø8 mm. Hasil pengujian tulangan beton dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Uji Tulangan Polos (BJtP) Diameter 10 mm

Code	Tegangan Leleh (fy) (N/mm ²)	Tegangan Ultimate (fu) (N/mm ²)	Regangan (ε)	Modulus Elastisitas (E) (N/mm ²)
1	2	3	4	5*
PLS.10.1	451,21	576,21	0,00160	159.465,91
PLS.10.2	402,15	569,52	0,00169	149.208,04
PLS.10.3	411,35	577,18	0,00133	191.682,36
Rata - Rata	421,57	574,30	0,00154	166.785,44

* Menggunakan persamaan $E = \frac{fy}{\epsilon}$

Tabel 6. Hasil Uji Tulangan Polos (BJtP) Diameter 8 mm

Code	Tegangan Leleh (fy) (N/mm ²)	Tegangan Ultimate (fu) (N/mm ²)	Regangan (ε)	Modulus Elastisitas (E) (N/mm ²)
1	2	3	4	5*
PLS.8.1	346,39	493,40	0,00132	165.259,21
PLS.8.2	354,24	496,74	0,00130	169.551,29
PLS.8.3	321,05	443,32	0,00127	154.588,14
RATA - RATA	340,56	477,82	0,00130	163.132,88

* Menggunakan persamaan $E = \frac{fy}{\epsilon}$

c. Sifat Mekanik Bata Ringan

Sifat mekanik Bata Ringan merupakan kemampuan utama Bata Ringan dalam menerima beban yang diberikan sehingga dapat mempersentasikan kualitas dan mutu Bata Ringan. Hal ini penting diketahui sebagai dasar dalam menginput sifat material bata ringan dalam software SAP 2000. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Uji Bata Ringan

No Code Benda Uji	Berat Dalam Satuan Volume (Kg/m ³)	Tegangan (f _{BH}) (N/mm ²)	Tegangan Ultimate (fu) (N/mm ²)	Modulus Elastisitas (E) (N/mm ²)
1	2	3	4	5*
BT.1	659,85	2,70	493,40	1196,62
BT.2	660,72	2,64	496,74	1187,67
BT.3	653,89	2,12	443,32	1046,89
BT.4	669,68	1,84	443,32	1010,10
BT.5	688,15	2,44	443,32	1212,07
BT.6	680,42	2,15	443,32	1117,85
BT.7	683,15	2,19	443,32	1135,55
BT.8	677,64	2,09	443,32	1097,02
BT.9	675,99	2,03	443,32	1077,90
BT.10	684,62	2,09	443,32	1112,99
Rata - Rata	673,41	2,23	477,82	1119,47

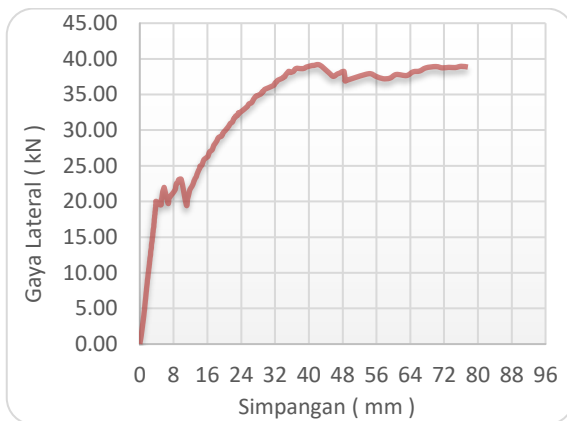
* Menggunakan persamaan $E = (Wc)^{1,5} 0,043 \sqrt{f'_c}$

Tabel 8. Hasil Uji Geser Bata Ringan

Code	Dimensi Area Perekat (mm)			Beban Tambahan (N)	Beban Mak. (kN)	Kuat tekan Mak. (f _{vH}) MPa
	h	b	t			
1	3	4	5	6	7	8
GBT.1	300	199	3,00	33,33	9,12	0.153
GBT.2	300	198	3,00	33,33	8,41	0.142
GBT.3	300	199	3,00	33,33	8,77	0.147
Rata - Rata	-	-	-	-	8,77	0.148

d. Pengujian Portal Beton Dengan Dinding Pengisi Bata Ringan

Didasarkan pada hasil pengujian laboratorium, kapasitas yang didapat berupa tahanan beban lateral dan simpangan yang terjadi pada puncak portal. Dimana hubungan antara tahanan beban dan simpangan dapat dilihat pada gambar grafik *inelastic force* berikut.

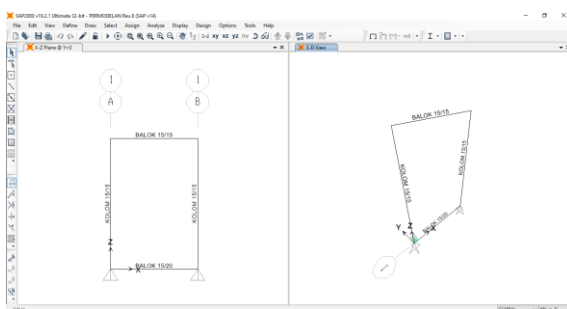


Gambar 8. Grafik hubungan gaya dan simpangan – portal dinding pengisi bata ringan

Grafik diatas menjelaskan Kondisi linear terjadi ketika beban 0.00 - 20.02 kN dan kondisi plastis terjadi pada beban 20.02 - 39.15 kN sedangkan Kondisi maksimum atau runtuhnya portal terjadi ketika beban 39.15 kN dengan simpangan sebesar 45.88 mm.

4.2 Analisis SAP 2000 v. 19.2

Dalam menganalisis Permodelan portal beton dengan dinding pengisi Bata Ringan menggunakan Software SAP 2000 data *Define Material* harus menggunakan hasil pengujian laboratorium terhadap sifat material beton. Baja tulangan, dan Bata Ringan seperti yang ditunjukkan pada tabel 3. Untuk permodelan Frame Portal Beton dengan dinding pengisi Bata Ringan disesuaikan dengan permodelan dan perlakuan sesuai benda uji Portal di Laboratorium seperti karakteristik portal yang tertera pada Tabel 2.



Gambar 9. Model frame portal beton sap 2000

Untuk mempresentasikan dan memodelkan dinding bata ringan dalam SAP 2000 dapat dimodelkan sebagai *strut* tekan bulat dan solid dengan karakteristik sebagai berikut:

- Berat Pervolume Bata Ringan, = 673,41 Kg/m³
- Kuat tekan Bata Ringan = 2,23 Mpa
- *Modulus elastisitas* bata Ringan = 1119,47 Mpa
- *Poisson's ratio* = 0,15.
- *Strut* tekan dinding Bata Ringan (d) = 0,23 Meter
- Kekuatan deformasi Bata Ringan (Vn) = 73,271 N
- Kekuatan Residu/sisa Bata Ringan (Vr) = 28,064 N

Dari karakteristik Bata Ringan diatas sehingga dapat digambarkan Gaya sendi plastis pada *frame hinge property* SAP 2000 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

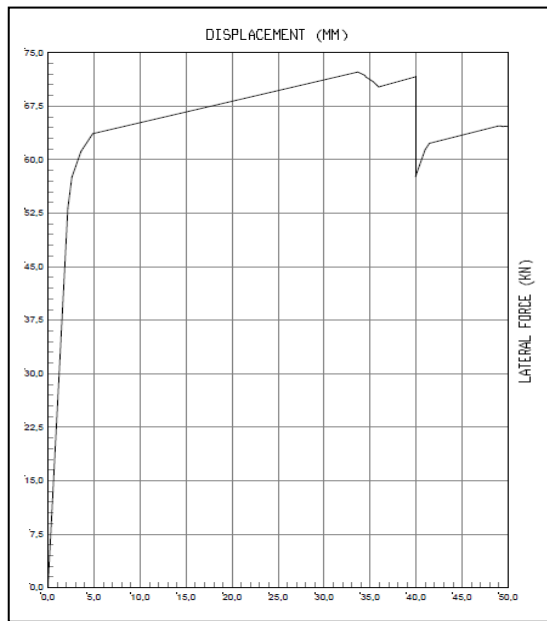
Tabel 9. Gaya aksial sendi plastis

Poin	Force/SF	Simpangan/SF
A	0	0
B	$\alpha = 0.45$	0
C	1	1
D	Vr/Vn = 0,383	1.1
E	Vr/Vn = 0,383	10

Setelah semua persiapan dan penginputan data lengkap kemudian permodelan dirunning menggunakan *methode static pushover* sehingga diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 10 dan Gambar 9 berikut:

Tabel 10. Hasil runing metode *pushover*

Step	BaseForce (kN)	Displacement (M)
1	0,000	0,000000
2	24.929	0,002135
3	26.972	0,002720
4	27.211	0,002796
5	28.858	0,003570
6	29.973	0,004958
7	32.622	0,033569
8	32.297	0,034357
9	31.434	0,034969
10	31.690	0,035469
11	24.864	0,035864
12	26.925	0,036491
13	27.128	0,037082
14	27.880	0,040237
15	27.746	0,040238

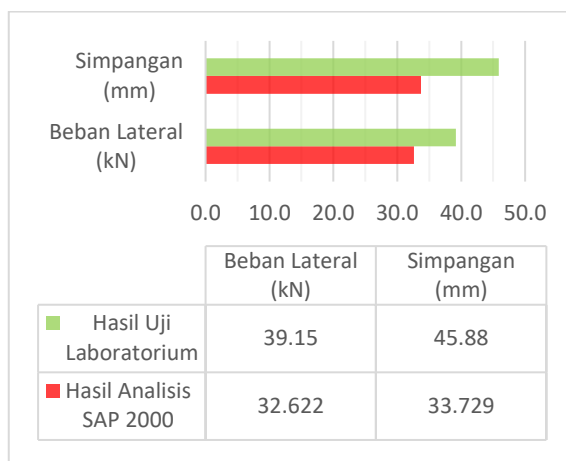


Gambar 10. Grafik Hubungan Gaya dan Simpangan SAP 2000

Dari hasil Analisis Pushover Beban maksimum yang terjadi Kondisi maksimum atau runtuhnya portal terjadi ketika beban 32.62 kN dengan simpangan sebesar 33.73 mm.

4.3 Perbandingan Kapasitas Portal Beton Dinding Pengisi Bata Ringan

Dari hasil pengujian Laboratorium dan Analisis menggunakan Software SAP 2000 diperoleh perbandingan kapasitas portal Beton dengan Pengisi Bata Ringan sebagai berikut:



Gambar 11. Diagram perbandingan kapasitas portal beton dinding pengisi bata ringan

Gambar 10 menjelaskan bahwa hasil pengujian Laboratorium lebih tinggi dari hasil

Analisis SAP 2000 yang disebabkan oleh pemberian beban yang tidak secara kontinu (bertahap). Namun, kondisi yang berbeda terjadi pada Permodelan Portal Beton Dinding Pengisi Bata Ringan yang dianalisis menggunakan SAP 2000 dimana pembebanan yang diberikan secara kontinu sampai portal dalam kondisi runtuh. Rasio Kapasitas pembebanan dan Simpangan Analisis SAP 2000 dan pengujian Laboratorium sebesar 0,83 dan 0,74.

V. KESIMPULAN

1. Kapasitas Portal Beton Dinding Pengisi Bata Ringan yang diperoleh dari hasil pengujian Laboratorium yaitu Beban Lateral sebesar 39,15 kN dengan Simpangan sebesar 45,88 mm; sedangkan Kapasitas Portal Beton Dinding Pengisi Bata Ringan yang diperoleh dari hasil Analisis SAP 2000 metode Pushover yaitu Beban Lateral sebesar 32,62 kN dengan Simpangan sebesar 33,729 mm;
2. Untuk membandingkan hasil Analisis SAP 2000 dan pengujian Laboratorium dapat dipersentasikan dalam bentuk rasio pembebanan dan simpangan yaitu sebesar 0,83 dan 0,74.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2002). *SNI-03-2491: Metode pengujian kuat tarik belah beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung (PPIUG 1983)*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan
- Utomo, C. (2012). Evaluasi struktur dengan *pushover analysis* pada Gedung Kalibata Residences Jakarta. *Jurnal Karya Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang*, 1(1), 1-10.
- Crisafulli, F. J. (1997). *Seismic behaviour of reinforced concrete structures with masonry infills*. PhD Thesis, Universitas of Centerbury, New Zealand
- Dewi, R. R. (2012). Studi perilaku model panel dinding bata pengisi pada struktur beton bertulang. *Jurnal Institut Teknologi Surabaya*, digilib.its.ac.id/public (Diunduh 23 februari 2016).
- Lumantarna B., Muljati, I. (2008). Performance of partial capacity design on fully ductile moment resisting frame in highly seismic area in indonesia. *Elevent East Asia-Pacific Conference On Structural Engineering & Construction (EASEC-11)*.
- Zarkasi, A. (2017). Perilaku struktur portal betondengan pengekang tali kawat bajaterhadap gaya lateral. *Jurnal Spektrum Sipil*, 04(1), 13-22.

Zarkasi, A. (2021). Pemodelan dinding bata ringan menggunakan Software SAP 2000 V.18.2. *SIGMA Jurnal Teknik Sipil*, 01(1), 12-20.