

# PERMODELAN DINDING BATA RINGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE SAP 2000 V.18.2

Ahmad Zarkasi

Program Studi Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram,  
ahmadzarkasi.st.mt@gmail.com

Diterima: 01-01-2021 | Disetujui: 15-02-2021

## ABSTRAK

Perencanaan Struktur tahan gempa tidak terlepas dari pemilihan jenis material yang kuat atau kokoh namun ringan. Bata Ringan menjadi primadona dalam merencanakan struktur bangunan tahan gempa. penggunaan bata ringan untuk mengurangi beban bata sendiri (*selfweight*) pada perhitungan struktur tahan gempa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui permodelan dinding bata ringan (Hebal) dan kapasitas tahanan beban menggunakan aplikasi SAP 2000. Permodelan dinding pengisi bata ringan dilakukan menggunakan software SAP 2000 dengan portal beton : 1000 x 1500 mm, dimensi balok : 150 x 150 mm, dimensi kolom : 150 x 150 mm, dimensi pondasi/sloof : 150 x 200 mm, Tul. Pokok : 4Ø10, Tul. Sengkang : Ø8 – 150 mm, Jenis tumpuan : Jepit-Jepit, Dinding pengisi : Bata Hebel, Jenis Pembebanan : Lateral Statik (*Pushover*). Hasil dari permodelan dinding pengisi bata ringan (Hebal) yaitu untuk menggambarkan representasi wilayah dinding hebel dalam permodelan SAP 2000 dalam software SAP 2000 cukup dimodelkan sebagai strut tekan berbentuk bulat solid diameter 228,49 mm atau 0,23 m. dan hasil running SAP 2000 metode Static Pushover menghasilkan grafik *inelastic* dengan pembacaan kapasitas beban lateral yang mampu dipikul oleh portal dinding pengisi bata ringan adalah sebesar 32,62 kN yang menghasilkan simpangan sebesar 33,73 mm.

Kata kunci: bata ringan (hebal), strut, SAP 2000, *pushover*, grafik *inelastic*.

## 1. PENDAHULUAN

Gempa merupakan getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba (*Sudden Slip*), sehingga menciptakan gelombang seismik akibat pergerakan lempeng bumi melalui mekanisme tektonik. Gempa berpotensi menimbulkan korban luka-luka, kematian, sakit, ketidaknyamanan tinggal dan kerusakan bangunan. Risiko yang ditimbulkan gempa tidak dapat dicegah namun dapat diminimalkan dengan Perancangan struktur bangunan gedung tahan gempa sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang berlaku (SNI 1726). Perencanaan Struktur tahan gempa tidak terlepas dari pemilihan jenis material yang kuat atau kokoh namun ringan. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang diiringi oleh kreatifitas yang tinggi Bata Ringan (Hebal) menjadi primadona dalam merencanakan struktur bangunan tahan gempa. Keutamaan penggunaan bata ringan adalah untuk mengurangi beban bata sendiri (*selfweight*) yang dikategorikan sebagai beban mati pada perhitungan struktur tahan gempa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui permodelan dinding bata ringan (Hebal) dan kapasitas tahanan beban menggunakan aplikasi SAP 2000

## 2. LANDASAN TEORI

### Sifat Mekanik Bata Hebel

Bata Hebel merupakan material yang menyerupai beton dan memiliki sifat kuat, ringan, ekonomis, ukuran seragam, kedap suara, tahan lama, tahan panas, tahan api dan ramah lingkungan, yang diproduksi oleh pabrikan. Bata Hebel diproduksi dalam beberapa jenis produk dengan panjang 600 mm dan tinggi 200 mm, serta variasi ketebalan sebesar 75, 100, 125, 150, 175 dan 200 mm. Sifat mekanik bata Hebel terdiri dari kuat tekan bata Hebel, kuat geser bata Hebel dan *modulus elastisitas* bata Hebel masing-masing ditentukan berdasarkan Persamaan (1), (2), dan (3).

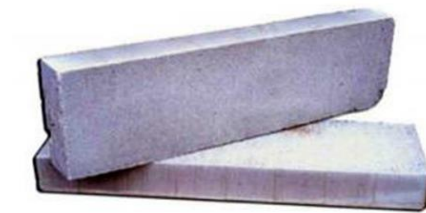
$$f'_{BH} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

$$f'_{vH} = \frac{Pu + W}{2(w_b h)} \quad (2)$$

$$E_{BH} = W_c^{1,5} 0,043 \sqrt{f'_{BH}} \quad (3)$$

dengan  $E_{BH}$  = modulus elastisitas bata hebel (MPa),  $f'_{BH}$  = kuat tekan bata hebel (MPa),  $f'_{vH}$  = kuat geser horizontal pasangan bata hebel (MPa),  $P$  = beban maksimum (N),  $A$  = luas bidang tekan ( $\text{mm}^2$ ),  $Pu$  = beban geser maksimum (N),  $W$  = Massa alat bantu (N),  $w_b$  = Lebar bata Hebel,  $h_b$  = Panjang bidang tekan/bata Hebel (mm),  $h$  = panjang bidang geser (mm),  $W_c$  = berat Bata Hebel Persatuan volume ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

Sifat mekanik bata hebel diperoleh dengan metode merusak (*destructive test*). Ukuran bata Hebel dalam pengujian kuat tekan hancur ( $f'_{BH}$ ) berdimensi 100 mm x 100 mm x 100 mm sedangkan untuk kuat geser bata Hebel ( $f'_{vH}$ ) berdimensi 300 mm x 200 mm dan pengujiannya menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM).



**Gambar 1. Penampang Bata Ringan (Hebel)**

## Permodelan Dinding Bata SAP 2000

### Perhitungan Dimensi Dinding

Sebagai representasi dinding pada permodelan SAP 2000, luas wilayah dinding hebel dinotasikan dengan lambang ( $A_d$ ) pada Gambar 1 dan ditentukan dengan Persamaan (4) s/d Persamaan (7) berikut.

$$A_d = \frac{L_d T_b}{\lambda \cos^2 \theta} \quad (4)$$

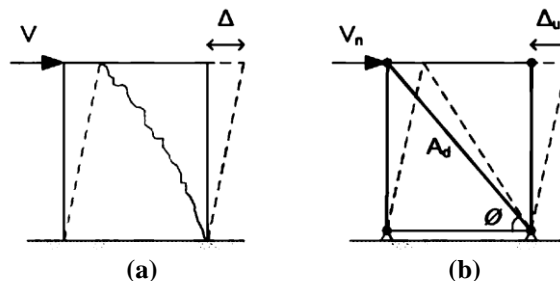
$$L_d = \sqrt{W_b^2 + H_b^2} \quad (5)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left( \frac{H_b}{W_b} \right) \quad (6)$$

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

dengan  $L_d$  = panjang dari dinding bata (mm),  $T_b$  = ketebalan dinding bata (mm),  $A_d$  = luas wilayah representasi dinding bata, ( $\text{mm}^2$ ),  $\nu$  = *poisson's ratio* diambil 0,15,  $\phi$  = sudut kemiringan strut,  $H_b$  = tinggi dinding bata mm,  $W_b$  = lebar dinding bata (mm).

$$0,5 < \left( \frac{H_b}{W_b} \right) < 2,0 \quad (8)$$



**Gambar 2. Gambar Simulasi Dinding Bata (a). Beban Lateral dan Deformasi Dari Dinding Bata. (b). Beban Lateral Dan Deformasi Dari Dinding Bata Sebagai Bracing Tekan (Chen, 2003 dalam Dewi, 2012)**

### Kekuatan dan Deformasi Dinding

Kegagalan strut diagonal dinding bata ( $\Theta$ ), dipengaruhi oleh jenis susunan bata. Nilai ( $\Theta$ ) jenis susunan dapat dihitung berdasarkan Persamaan (9) dan (10) berikut: (Chen, 2003 dalam Dewi, 2012).

Untuk pasangan setengah bata digunakan Persamaan (9).

$$\tan \theta = \frac{2(h+G_h)}{l+G_v} \quad (9)$$

Untuk pasangan dinding satu bata digunakan Persamaan (10).

$$\tan \theta = \frac{2(h+G_h)}{w+l+2G_v} \quad (10)$$

dengan lb = panjang batu bata (mm), wb = lebar batu bata (mm), hb = tinggi batu bata (mm), Gh = tebal horisontal mm, Gv = tebal vertikal (mm).

Kekuatan utama dari dinding bata dibedakan antara dinding dengan 4 pembatas. Dimana dinding 4 merupakan dinding yang dibatasi dengan 2 kolom dan 2 balok yang dijelaskan dengan Persamaan (11) dan (12) berikut:

$$V_n = T_b(W_b \tau_f + H_b \alpha f_{mbt}) \quad (11)$$

Persamaan (11) digunakan jika  $\tan \theta > \frac{H_b}{W_b}$

$$V_n = T_b(W_b \tau_f + H_b \alpha f_{mbt} + 0,5 [H'_b - H_1][\alpha f_{mbt} + \beta f_{bt}]) \quad (12)$$

Persamaan (12) digunakan jika  $\tan \theta < \frac{H_b}{W_b}$

dengan  $\alpha$  dan  $\beta$  = koefisien kekuatan, 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 hebel (Mpa),  $N$  = beban aksial *compressive* strut.

$$H'_b = \text{Min}(W_b, H_b) \quad (13)$$

$$H_1 = W_b \tan \theta \quad (14)$$

$$H_2 = 0,5 W_b, \tan \theta < H_b \quad (15)$$

$$\tau_f = 0,0258(f_{mc})^{0,885} + (0,654 + 0,00515 f_{mc}) \frac{N}{A_d} \quad (16)$$

$$f_{mbt} = 0,323(f_{mc})^{0,338} \quad (17)$$

$$f_{bt} = 0,2(f_{bc})^{0,7} \quad (18)$$

Perpindahan ultimate (*the ultimate displacement*) dari dinding bata ditentukan berdasarkan Persamaan (19):

$$\Delta_u = \lambda \frac{N}{E_u T_b} \quad (19)$$

dengan  $\Delta_u$  = 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 (20):

$$V_r = \tau_f T_b W_b < 0,6 V_n \quad (20)$$

**Tabel 1.** Gaya aksial sendi plastis dinding bata (Chen, 2003 dalam Dewi, 2012)

Poin	Force/sf	Displacement/sf
A	0	0
B	$\alpha$	0
C	1	1
D	$V_r / V_n$	1,1
E	$V_r / V_n$	10

### **Pushover Analysis**

*Static pushover analysis* adalah dimana struktur didorong secara bertahap dan ditingkatkan dengan faktor pengali hingga beberapa komponen struktur mengalami leleh dan berdeformasi inelastis dan satu target perpindahan lateral dari suatu titik acuan tercapai. 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 kontrol 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.

### 3. METODE PENELITIAN

#### Rancangan dan Permodelan Portal

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, penelitian ini membuat rancangan permodelan pada SAP 2000 dengan portal beton: 1000 x 1500 mm, dimensi balok: 150 x 150 mm, dimensi kolom : 150 x 150 mm, dimensi pondasi/sloof: 150 x 200 mm, Tul. Pokok : 4Ø10, Tul. Sengkang : Ø8 – 150 mm, Jenis tumpuan : Jepit-Jepit, Dinding pengisi: Bata Hebel, Jenis Pembebanan: Lateral Statik (*Pushover*) serta data pendukung lainnya yang disajikan pada Table 2 berikut:

**Tabel 2.** Data Material Permodel SAP 2000

Material tipe	Parameter	Symbol	Nilai
Beton PK <sup>(a)</sup>	Kuat Tekan	$f_c$	21,21 MPa
	Modulus Elastisitas	$E_c$	20.336,91 MPa
	Poisson's rasio	$V_c$	0,18
Baja Tulangan P.10	Tegangan Leleh	$f_y$	421,57 MPa
	Modulus Elastisitas	$E_s$	166.785,44 MPa
	Poisson's rasio	$V_s$	0,30
Baja Tulangan P.8	Tegangan Leleh	$f_y$	340,56 MPa
	Modulus Elastisitas	$E_s$	163.132,88 MPa
	Poisson's rasio	$V_s$	0,30
Dinding Hebel	Kuat Tekan Hebel	$f_B$	2,23 MPa
	Modulus Elastisitas	$E_B$	1.119,47 MPa
	Poisson's rasio	$V_B$	0,15 (Chen, 2003 dalam Dewi, 2012)
	Kuat Tekan Mortar	$f_B$	

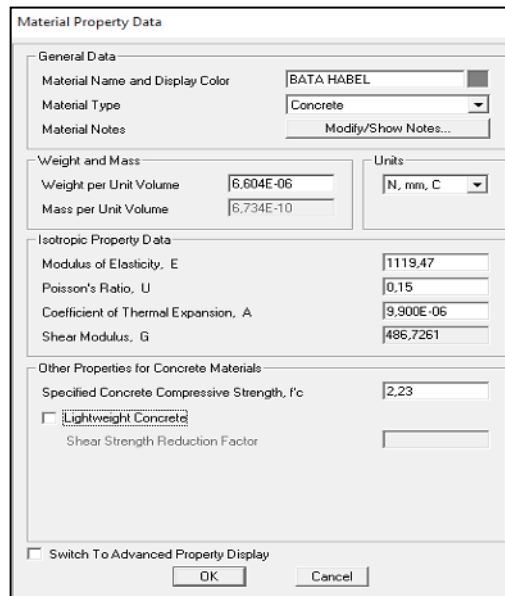
<sup>(a)</sup> Data beton yang di peroleh dari hasil pengujian silinder.

#### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan mengisikan data properti Tabel 2 kedalam SAP 2000 kemudian menggambarkan bentuk permodelan portal pada lembar kerja SAP 2000. Selanjutnya untuk menjalankan permodelan portal dengan pengisi dinding bata ringan (Hebel) metode *Pushover Analisis* sehingga menghasilkan grafik *inelastic force*.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan pasangan dinding bata Hebel dalam *software* SAP 2000 cukup dimodelkan sebagai strut tekan berbentuk bulat solid dengan karakteristik material hasil dari pengujian mekanik bata hebel yaitu berat per volume dinding bata Hebel = 673,41 kg/m<sup>3</sup>, kuat tekan bata hebel ( $f_{BH}$ ) = 2,23 Mpa, modulus elastisitas bata Hebel ( $E_{BH}$ ) = 1119,47 Mpa dan poisson's ratio sebesar ( $V_{BH}$ ) = 0,15. *Input property* material dinding bata Hebel dalam SAP 2000 dapat dilihat pada Gambar berikut.



**Gambar 3. Input Properti Material Dinding Hebel SAP 2000**

### Menentukan Dimensi Strut

Representasi wilayah dinding hebel dimodelkan dengan strut tekan yang direncanakan berbentuk bulat solid dimana dimensi strut disimbolkan dengan ( $A_d$ ). Nilai ( $A_d$ ) dihitung dengan Persamaan (4) s/d (7) sebagai berikut:

diketahui:

$$\begin{aligned} H_b &= 1325 \text{ mm}, & w &= 100 \text{ mm} \\ W_b &= 850 \text{ mm}, & h &= 200 \text{ mm} \\ T_b &= 100 \text{ mm}, & l &= 600 \text{ mm} \\ V &= 0,15 \end{aligned}$$

Perhitungan:

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

$$\lambda = \left(\frac{5}{3} + \frac{3}{2}0,15\right) \frac{850}{1325} + \left(2 + \frac{7}{4}0,15\right) \frac{1325}{850} + \left(2 + \frac{3}{2}0,15\right) \frac{1325^3}{850^3} = 13,17$$

$$L_d = \sqrt{W_b^2 + H_b^2} \qquad \phi = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{H_b}{W_b} \right)$$

$$L_d = \sqrt{850^2 + 1325^2} \qquad \phi = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{1325}{850} \right)$$

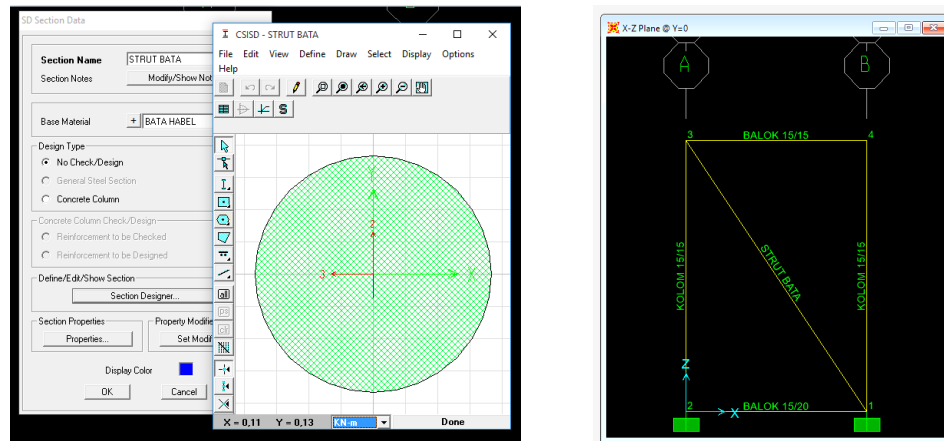
$$L_d = 1574,21 \text{ mm} \qquad \phi = 57,32^\circ$$

$$A_d = \frac{L_d T_b}{\lambda \text{Cos}^2 \theta}$$

$$A_d = \frac{1574 \cdot 100}{13,17 \cdot \text{Cos}^2 52,32} = 41003,19 \text{ mm}^2 = 0,04 \text{ m}^2$$

$$d = 228,49 \text{ mm} = 0,23 \text{ m}$$

Dari perhitungan diperoleh diameter strut sebagai representasi wilayah tekan dinding bata hebel sebesar 228,49 mm atau 0,23 m. Data tersebut menjadi input permodelan frame section strut SAP 2000 seperti Gambar 3.



(a). Section property Strut (b). Permodelan strut bata ringan

**Gambar 4. Permodelan Dinding Hebel dalam SAP 2000**

### Kekuatan dan Deformasi Dinding Bata Hebel

Untuk mengetahui kekuatan dan deformasi dari dinding bata, harus diketahui besarnya Gaya aksial yang terjadi pada strut yaitu (N). Gaya aksial yang mampu dipikul bata akibat beban lateral (N) sebesar 8700 N. Maka kuat tekan Strut dapat dihitung sebagai berikut.

diketahui:

$$\begin{aligned} G_h &= 103 \text{ mm}, & f_{bh} &= 2,23 \text{ MPa}, & f_{bt} &= 0,148 \text{ MPa} \\ G_v &= 203 \text{ mm}, & f_{mc} &= 8,00 \text{ MPa}^* \\ \alpha \ \& \ \beta &= 0,45 \text{ mm}, & f_{mbt} &= 0,652 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(\*). Kuat tekan mortar diambil minimum kekuatan dari produk perekat bata ringan MU 380

$$\tan \theta = \frac{2(h+G_h)}{1+G_v}$$

$$\tan \theta = \frac{2(200+103)}{600+203} = 0,75 < \frac{H_b}{W_b}$$

$$H_1 = W_b \tan \theta = 974,54 \text{ mm}$$

$$H_2 = 0,5 W_b, \tan \theta = 487,27 \text{ mm}$$

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

$$\tau_f = 0,0258(8,00)0,885 + (0,654 + 0,00515(8,00)) \frac{8700}{41003,19} = 0,3302$$

Dari perhitungan tersebut kekuatan utama dinding bata ditentukan dengan dinding 4 pembatas, dan  $\tan \theta < \frac{H_b}{W_b}$  sehingga menggunakan Persamaan (12). Perhitungan perkiraan kekuatan bata sebagai berikut:

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

$$\begin{aligned} V_n &= 100(850 * 0,3302 + 1325 * 0,45 * 0,652 \\ &\quad + 0,5 [1325 - 974,54][0,45 * 0,652 + 0,45 * 0,148]) \end{aligned}$$

$$V_n = 73,271 \text{ N}$$

Kekuatan residu atau kekuatan sisa dari dinding bata hanya dibatasi kurang dari 60% dari kekuatan utama dinding bata Hebel, sehingga perhitungannya sebagai berikut:

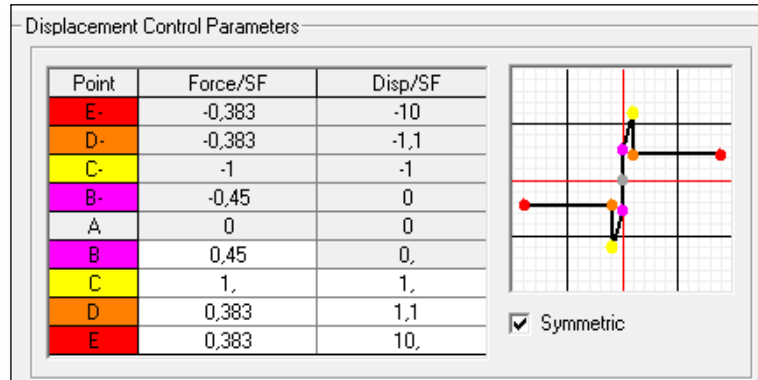
$$V_r = \tau_f T_b W_b < 0,6 V_n$$

$$V_r = 0,3302 * 100 * 850 < 0,6 * 73,271 = 28,064 < 43,963 \dots \text{OK}$$

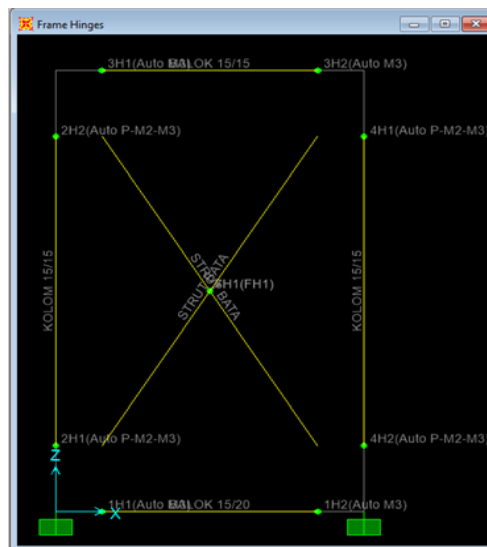
Dari perhitungan di atas diperoleh beban aksial sendi plastis pada dinding bata Hebel (*strut*) sebagai berikut.

**Tabel 3.** Gaya Aksial Sendi Plastis Dinding Bata

Point	Force/SF	Displacement/SF
A	0	0
B	$\alpha = 0,45$	0
C	1	1
D	$V_r/V_n = 0,383$	1,1
E	$V_r/V_n = 0,383$	10



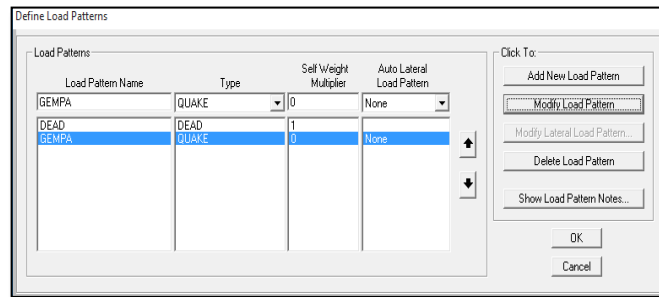
**Gambar 5.** Frame Hinge Property (FH1) Dalam SAP 2000.



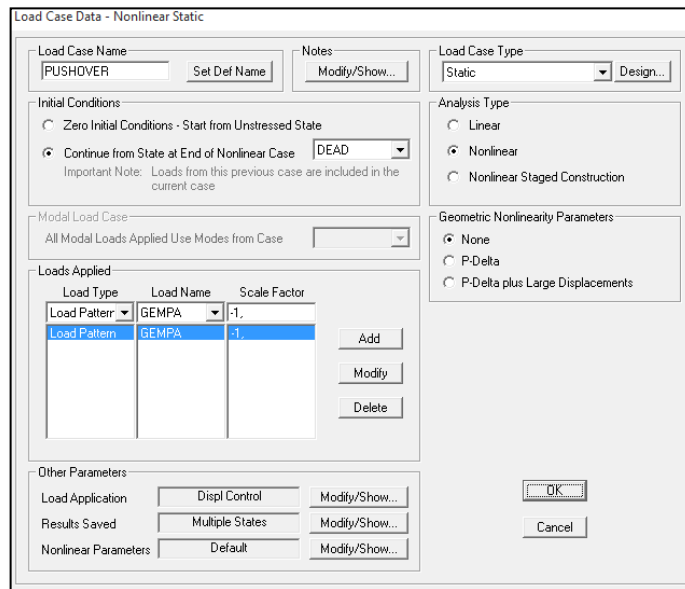
**Gambar 6.** Tampilan Hinge pada SAP 2000.

### Runing Program SAP 2000 Methode Static Pushover.

Untuk menjalankan metode static *pushover analysis* terlebih dahulu membuat nama pembebanan pada define *load patterns* dan *Load Case* seperti gambar berikut:

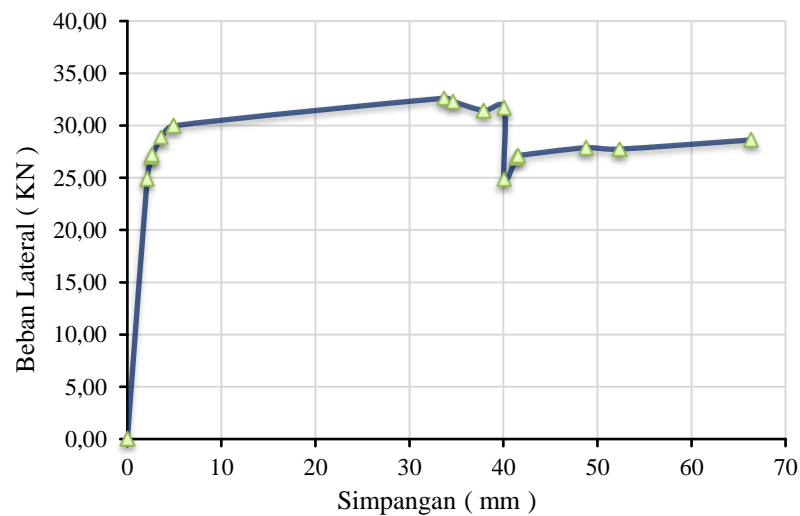


**Gambar 7. Load Patterns SAP 2000.**



**Gambar 8. Load Case Data SAP 2000.**

Setelah semua tahapan selesai dilakukan, kemudian melakukan running pada program SAP 2000 sehingga diperoleh grafik hubungan beban dan simpangan berikut:



**Gambar 9. Grafik Hubungan Beban dan Simpangan.**



Dapat disimpulkan dari grafik tersebut diperoleh Beban lateral maksimum sebesar 32,62 kN dengan simpangan yang terjadi 33,73 mm.

## **5. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil permodelan dinding bata ringan (hebal) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk menggambarkan representasi wilayah dinding hebel dalam permodelan SAP 2000 dalam software SAP 2000 cukup dimodelkan sebagai strut tekan berbentuk bulat solid diameter 228,49 mm atau 0,23 m.
2. Kapasitas beban lateral yang mampu dipikul oleh portal dengan dinding pengisi bata ringan adalah sebesar 32,62 kN yang menghasilkan simpangan sebesar 33,73 mm.

## **6. SARAN**

Dari keseluruhan rangkaian penelitian ini penulis dapat memberikan saran agar penelitian selanjutnya yang sejenis dapat lebih sempurna dari penelitian ini seperti:

1. Pengujian selanjutnya dapat memodelkan dinding bata ringan dengan metode plat atau shell pada SAP 2000.
2. Untuk material dinding pengisi dapat divariasikan menggunakan berbagai macam jenis bahan pengisi seperti Batako, Batu bata, dan lain sebagainya.

## **7. DAFTAR PUSTAKA**

Dewi. R. R, (2012). Studi Perilaku Model Panel Dinding Bata Pengisi Pada Struktur Beton Bertulang. *ITS-Undergraduate* 17657, 10-14.