

EVALUASI KEKAKUAN BATU BATA LUBUK PAKAM PADA BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN ANALISIS *PUSHOVER*

Rhini Wulan Dary, Sri Frapanti, Citra Utami
Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Medan, Indonesia
e_mail : rhini.wede@gmail.com

Abstrak — Penelitian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai kuat tekan dan modulus elastisitas batu bata untuk mendapatkan nilai yang berstandar nasional, mengetahui gaya geser yang terjadi pada bangunan, dan untuk mengetahui apakah batu bata yang berasal dari Desa Bakaran Batu Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang layak untuk dijadikan sebagai bahan bangunan atau tidak. Struktur bangunan dimodelkan sebagai portal 2 dimensi dengan portal ber dinding penuh (*fully-infilled wall frame*). Konstruksi bangunan dianggap berfungsi sebagai ruko (rumah toko) 4 lantai dengan tinggi kolom perlantainya 4 m dan panjang bentang 6 m. Untuk preliminary design diasumsikan dimensi kolom bagian bawah K60x60, kolom bagian atas K50x50 dan balok B25x50 dengan mutu beton $f'c$ 30 Mpa, mutu baja f_y 400 Mpa, diameter tulangan utama D16 dan tulangan sengkang \varnothing 10 mm. Tebal plat lantai 12 cm. Analisisnya menggunakan beban dorong statik (*pushover*). Hasil yang diperoleh nilai kuat tekan dan modulus elastisitas batu bata pada panglong 1 sebesar 4.34 Mpa dan 2089.38 Mpa, panglong 2 sebesar 6.02 Mpa dan 2759.36 Mpa, panglong 3 sebesar 5.01 Mpa dan 2360.55 Mpa. Menurut SNI 03-4164-1996, nilai modulus elastisitas tanpa plesteran 2237 Mpa maka batu hanya pada panglong 2 dan 3 yang memenuhi standar SNI. Pada saat mencapai performance point, antara batu bata yang diperoleh dari panglong 2 dengan panglong 1 dan 3 terdapat perbedaan gaya geser dasar berturut-turut sebesar 99.71% dan 99.87%. Dari analisis *pushover* diperoleh sendi plastis yang terjadi. Sendi plastis akan muncul terlebih dahulu pada balok atau kaki kolom kemudian terjadi pada kolom. Dengan adanya strut mengakibatkan sebagian gaya yang bekerja ke balok akan diterima juga oleh strut. Semua struktur berada pada daerah IO-LS yang menunjukkan bahwa secara keseluruhan kinerja struktur baik..

Kata kunci: *fully-infilled wall frame*, batu bata, analisis *pushover*, gaya geser.

Abstract — The study was conducted to determine the value of compressive strength and modulus of elasticity of bricks to obtain a national standard value, to know the shear forces that occur in buildings, and to determine whether bricks originating from Bakaran Batu Village, Lubuk Pakam Subdistrict, Deli Serdang Regency deserve to be made as building material or not. The structure of the building is modeled as a 2-dimensional portal with a fully-infilled wall frame. The construction of the building is considered to function as a shop (shop house) 4 floors with a height of 4 m of repairs and span length of 6 m. For the preliminary design, it is assumed the dimensions of the lower column K60x60, the upper column K50x50 and the beam B25x50 with the quality of concrete $f'c$ 30 Mpa, the quality of steel f_y 400 Mpa, the main reinforcement diameter D16 and stirring reinforcement \varnothing 10 mm. 12 cm thick floor plate. The analysis uses *pushover*. The results obtained for compressive strength and modulus of elasticity of bricks in section 1 were 4.34 Mpa and 2089.38 Mpa, panglong 2 were 6.02 Mpa and 2759.36 Mpa, panglong 3 were 5.01 Mpa and 2360.55 Mpa. According to SNI 03-4164-1996, the elastic modulus value without 2237 Mpa plastering then the stone is only in 2 and 3 sections that meet SNI standards. When achieving performance points, between bricks obtained from Long 2 and 1 and 3, there are differences in basic shear forces of 99.71% and 99.87%, respectively. From the *pushover* analysis plastic joints were obtained. Plastic joints will appear first on the beam or leg column then occur in the column. With the presence of strut, the strut will also receive some of the forces acting on the beam. All structures are in the IO-LS area which shows that overall structure performance is good..

Keywords: *Fully-infilled wall frames*, bricks, *pushover* analysis, shear force.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia pada saat ini berkembang sangat pesat, terutama pembangunan dibidang konstruksi seperti

gedung maupun perumahan. Hal ini menyebabkan permintaan akan bahan bangunan semakin meningkat, sehingga banyak masyarakat yang membangun pabrik batu bata untuk memenuhi kebutuhan pasar guna

mendukung sarana dan prasarana pembangunan konstruksi.

Untuk mendukung perkembangan dan pertumbuhan tersebut, maka batu bata sebagai salah satu material konstruksi akan semakin dibutuhkan. Selain batu bata ada juga bata ringan, bata yang diproduksi menggunakan mesin.

Para pengusaha batu bata menemukan masalah dari jenis bahan baku, proses pembuatan, pengeringan, pengangkutan sehingga mempengaruhi kualitas produksi.

Dalam penelitian ini batu bata yang diteliti berasal dari Desa Bakaran Batu Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang karena menggunakan bahan baku tanah liat yang lebih baik dan lebih mudah diperoleh. Dalam Penelitian ini menghitung nilai kuat tekan batu bata, selanjutnya melakukan analisis *pushover* pada bangunan bertingkat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Batu Bata

Batu bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuat dinding. Batu bata terbuat dari tanah lempung yang dibakar sampai berwarna kemerah-merahan (Wikipedia, 2013).

Batu bata merah adalah salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah lempung ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan berubah warna, serta akan mengeras seperti batu setelah didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air (Ramli, 2007).

Definisi batu bata merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air (SNI15-2094-2000).

Batu bata merah adalah batu buatan yang terbuat dari suatu bahan yang dibuat oleh manusia supaya mempunyai sifat-sifat seperti batu. Hal tersebut hanya dapat dicapai dengan memanasi (membakar) atau dengan pengerjaan-pengerjaan kimia (Nuraisyah Siregar, 2010).

Syarat Mutu Batu Bata

Adapun syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 meliputi beberapa aspek seperti:

a. Pandangan Luar

Batu bata merah harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warna seragam, dan berbunyi nyaring bila dipukul.

b. Ukuran

Standar Bata Merah di Indonesia oleh Y.D.N.I (Yayasan Dana Normalisasi Indonesia) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut :

- (1) Panjang 240 mm, lebar 115 mm dan tebal 52 mm
- (2) Panjang 230 mm, lebar 110 mm dan tebal 50 mm

c. Kuat Tekan

Kuat tekan batu bata dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Klasifikasi Kekuatan Bata (SNI15-2094-2000)

Mutu Bata Merah	Kuat Tekan Rata-Rata	
	Kgf/cm ²	N/mm ²
Tingkat I	Lebih besar dari 100	>10
Tingkat II	100-80	10-8
Tingkat III	80-60	8-6

Perencanaan Tahan Gempa Berbasis Kinerja

Perencanaan tahan gempa berbasis kinerja (*performance based seismic design*) merupakan proses yang dapat digunakan untuk perencanaan bangunan baru maupun perkuatan (*upgrade*) bangunan yang sudah ada, dengan pemahaman yang realistis terhadap resiko keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang (Dewobroto, 2005).

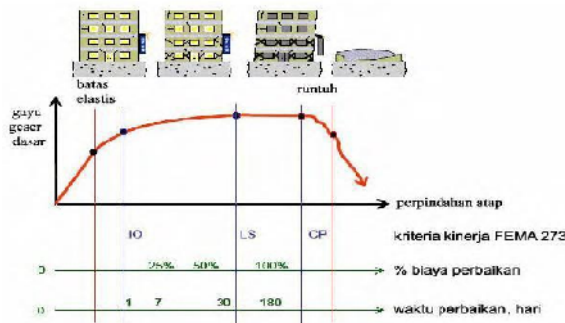
Proses perencanaan tahan gempa berbasis kinerja diawali dengan membuat model rencana bangunan struktur kemudian melakukan simulasi

kinerjanya terhadap berbagai kejadian gempa. Setiap simulasi ini memberikan informasi tingkat kerusakan (*level of damage*), ketahanan struktur, sehingga dapat memperkirakan berapa besar keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang akan terjadi. Perencana selanjutnya dapat mengatur ulang resiko kerusakan yang dapat diterima sesuai dengan resiko biaya yang akan dikeluarkan. Tingkat kehancuran pada bangunan menurut kriteria FEMA 273 dapat dilihat pada Gambar 1.

Waktu Getar Bangunan

Untuk mencegah penggunaan struktur bangunan gedung yang terlalu flexibel, nilai waktu getar alami fundamental T_1 dari struktur bangunan gedung harus dibatasi, bergantung pada koefisien β untuk wilayah gempa dan jenis struktur bangunan gedung. Berdasarkan SNI 03-1726-2003 Pasal 5.6 batasan waktu getar alami fundamental dalam Pers (1).

$$T_1 < \beta H^{3/4} \dots \dots \dots (1)$$



Gambar 1: Tingkat Kehancuran Pada Bangunan Gempa Nominal Statik Ekuivalen

Apabila kategori gedung memiliki faktor keutamaan (I) dan strukturnya untuk suatu arah sumbu utama denah struktur dan sekaligus arah pembebanan gempa rencana memiliki faktor reduksi gempa (R) dan waktu getar alami fundamental (T_1), dihitung menurut Pers (2).

$$V = \frac{C_d I}{R} W_t \dots \dots \dots (2)$$

Diagonal Tekan Ekuivalen (*Equivalent Diagonal Strut*) Berdasarkan FEMA 273

Lebar efektif *diagonal compression strut* yang digunakan untuk menganalisis kekuatan

dan kekakuan dinding pengisi bata berdasarkan model FEMA 273 dapat dihitung dengan Pers (3) dan (4).

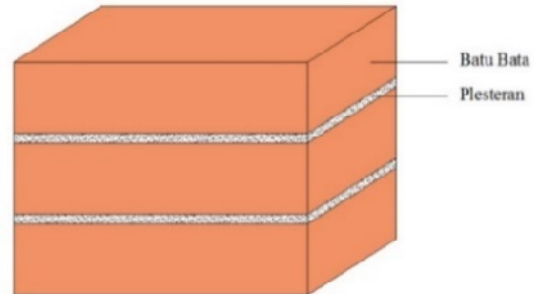
$$a = 0.175 (\lambda_1 h_{col})^{-0.4} r_{inf} \dots \dots \dots (3)$$

$$\lambda_1 = \left[\frac{E_{me} t_{inf} \sin 2\theta}{4 E_{fe} I_{col} h_{inf}} \right]^{1/4} \dots \dots \dots (4)$$

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan uji laboratorium batu bata, yang diambil dari beberapa sampel yang ada dipabrik pembuatan batu bata. Dari hasil laboratorium diperoleh nilai kuat tekan dan modulus elastisitas batu bata. Dari data ini, dianalisa secara numeric dengan analisa statik non linier *pushover* dan hasil evaluasi kekakuan batu bata akan ditampilkan dalam sistem informasi *pushover*.

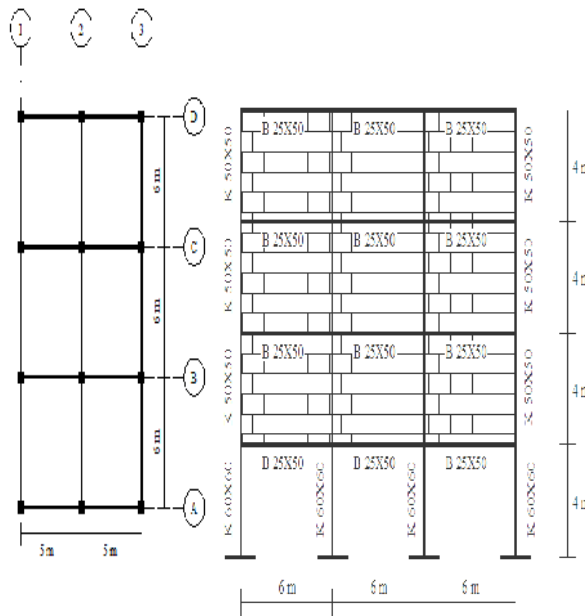
Benda uji yang digunakan sebanyak 9 buah. Adapun gambar benda uji dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Benda uji

Setelah mendapat hasil pengujian laboratorium, data tersebut diolah dan dimasukkan ke dalam analisa numeric. Struktur bangunan dimodelkan sebagai portal 2 dimensi yang terdiri dari 3 model dengan kondisi portal berdinding penuh (*fully-infilled wall frame*) dan properties batu bata yang berbeda-beda sesuai dengan hasil pengujian laboratorium. Konstruksi bangunan dianggap berfungsi sebagai ruko (rumah toko) 4 lantai dengan tinggi kolom perlantainya 4 m dan panjang bentang 6 m. Untuk *preliminary design* diasumsikan dimensi kolom bagian bawah K60x60, kolom bagian atas.

K50x50 dan balok B25x50 dengan mutu beton f'_c 30 Mpa, mutu baja f_y 400 Mpa, diameter tulangan utama D16 dan tulangan sengkang \emptyset 10 mm. Tebal plat lantai 12 cm. Adapun denah dan potongan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Denah; (b) Potongan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

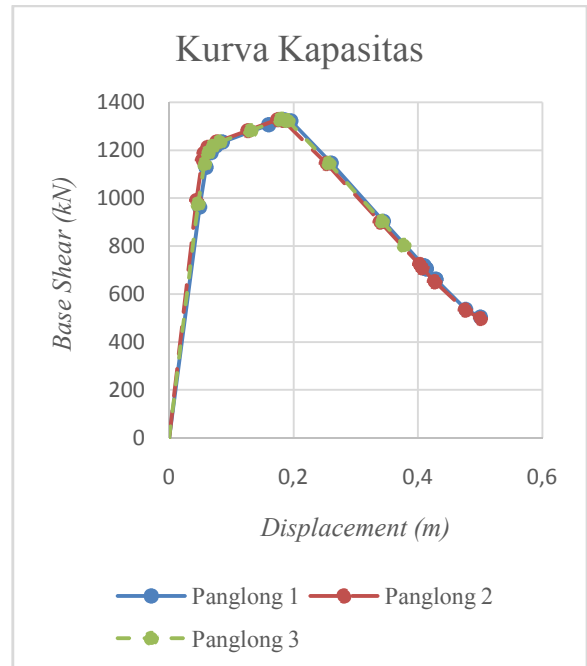
Perbandingan titik kinerja (*performance point*) dan daktilitas dari semua model struktur dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 3. Pada saat mencapai *performance point* antara lokasi panglong 2 dengan panglong 1 dan 3 terdapat perbedaan gaya geser dasar berturut-turut sebesar 99.71% dan 99.87%.

Tabel 2: Perbandingan titik kinerja (*performance point*) dan daktilitas dari model struktur

Lokasi	Gaya Geser Dasar (kN)	Displacement (m)
Panglong 1	1221.419	0.077
Panglong 2	1224.995	0.071
Panglong 3	1223.356	0.074

Tabel 2 : Lanjutan

Lokasi	Daktilitas	E_m (Mpa)
Panglong 1	8.47	2089.38
Panglong 2	7.46	2759.36
Panglong 3	8.17	2360.55



Gambar 4. Kurva kapasitas lokasi panglong 1, 2 dan 3

Dari Gambar 3 terlihat dari nilai titik kinerja dan daktilitas yang hampir sama antara ketiga lokasi panglong. Berdasarkan hasil yang diperoleh, keberadaan dinding bata yang dimodelkan sebagai diagonal tekan ekivalen akan menambah kapasitas struktur.

Di sisi lain jika ditinjau dari daktilitas, nilai daktilitas yang terbesar adalah lokasi panglong 1, kemudian diikuti oleh panglong 2 dan 3. Dari analisis ini dapat ditarik kesimpulan bahwa modulus elastisitas batu bata (E_m) berpengaruh terhadap daktilitas struktur namun tidak signifikan. Keberadaan dinding bata bisa mengakibatkan menurunnya daktilitas dari struktur. Dinding bata bisa menyebabkan struktur menjadi lebih kaku.

V. KESIMPULAN

Dari sendi plastis yang terjadi, sendi plastis akan muncul terlebih dahulu pada balok atau kaki kolom kemudian terjadi pada kolom. Dengan adanya *strut* mengakibatkan sebagian gaya yang bekerja ke balok akan diterima juga oleh *strut*. Semua struktur berada pada daerah IO-LS yang menunjukkan bahwa secara keseluruhan kinerja struktur baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Antonius dan Widhianto, A. (2013). *Soft Storey pada Respon Dinamik Struktur Gedung Beton Bertulang Tingkat Tinggi (1995)*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Aryanto, A. (2008). *Kinerja Portal Beton Bertulang dengan Dinding Pengisi Bata Ringan terhadap Beban Gempa*. Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Asim, B., dkk. (2014). *Effect of Soft Storey on the Seismic Behaviour Multi - Storey Building—an Experimental Study*. International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science.
- Asteris, P.G. (2003). *Lateral stiffness of brick masonry in filled planed frame*. Journal of Struktural Engineering, ASCE, 129 (8), 1071-1079.
- ATC-40 (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*. Report SSC 96-01, California Seismic Safety Commission, Penerbit: Applied Technology Council, Redwood City.
- Berny, A. E.R. (2013). *Perhitungan Inter Story Drift Pada Bangunan Tanpa Set-back dan Dengan Set-back Akibat Gempa*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 1.
- Carvalho, G., Rita, B., & Carlos, B. (2012). *Nonlinear Static and Dynamic Analyses of Reinforced Concrete Buildings-Comparison of Different Modelling Approaches*. Portugal.
- Chopra, A. (2001). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*. Penerbit: Prentice Hall, New York.
- Davis, R., dkk. (2004). *Effect of Infill Stiffness on Seismic Performance of Multi- Storey RC Framed Building In India*. World Conference on Earthquake Engineering. Canada.
- Dewobroto, W. (2005). *Analisa Inelastis Portal-Dinding Pengisi dengan "Equivalent Diagonal Strut"*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 12.
- Dewobroto, W. (2005). *Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover*. Universitas Pelita Harapan.
- Sitompul, M. (2015). *Studi Parametrik Kinerja Dinding Pengisi Bata Merah pada Struktur Beton Bertulang Akibat Beban Gempa*. Tesis, Program Studi Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara.