

P-20

ANALISIS KINERJA SEISMIK RUMAH PASANGAN BATU BATA
SEISMIC PERFORMANCE ANALYSIS OF BRICK MASONRY HOUSES

Samsul Hasibuan

Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari No 44, Yogyakarta

E-mail: Samsulhasibuan@gmail.com

Diterima 10-09-2020	Diperbaiki 20-10-2020	Disetujui 7-12-2020
---------------------	-----------------------	---------------------

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang letaknya dekat dengan pertemuan lempeng besar bumi, hal ini menyebabkan gempa sering terasa dan berimbas pada bangunan. Mayoritas bangunan yang rusak akibat gempa adalah rumah, sedangkan gedung-gedung tinggi relatif mampu bertahan karena kemampuan gedung sudah diperhitungkan dengan matang. Laporan-laporan studi lapangan mengenai keruntuhan bangunan gedung ataupun perumahan ketika terjadi gempa bumi besar di Indonesia masih didominasi pada bangunan yang tidak dihitung dimana hanya menggunakan struktur pasangan bata dan struktur dinding bata terkekang. Pada makalah ini rumah pasangan batu bata akan di modelkan dan dianalisis menggunakan bantuan software ETABS v9.7.4 dengan asumsi rumah pasangan batu bata tersebut berada di wilayah zona Gempa 4 dengan percepatan puncak di batuan dasar sebesar 0,20 (g) dan rumah tersebut dibangun di daerah tanah lunak. Selanjutnya hasil analisis memperlihatkan kinerja pada rumah pasangan batu bata akibat Gempa yang terjadi. Overall rumah pasangan batu bata termasuk dalam level kinerja (Life Safety).

Kata kunci: *ETABS v9.7.4, Life Safety, Performa, Rumah, Seismik*

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries that is located close to the meeting of the earth large plates, this causes earthquakes to occurs frequently and has an impact on buildings. Majority of the buildings damaged by the earthquake were houses, while tall buildings are relatively able to survive because the ability of the buildings has been calculated carefully. Field study reports regarding collapsing of buildings or housing during a major earthquake in Indonesia are still dominated by uncounted buildings which only use masonry structures and confined masonry structures. In this paper the brick masonry house will be modeled and analyzed using the ETABS v9.7.4 software, with the assumption that the brick masonry house is in the earthquake zone 4 area with a peak acceleration at bedrock of 0,20 (g) and the house is built on soft ground area. Furthermore, the analysis results show the performance of brick masonry houses due to the earthquake that occurred. Overall brick masonry houses are included in the performance level (Life Safety).

Keywords: *ETABS v9.7.4, House, Life Safety, Performance, Seismic*

PENDAHULUAN

Tempat tinggal merupakan salah satu dari kebutuhan primer manusia, sehingga kemampuan rumah perlu dikaji demi kelancaran kegiatan dan kenyamanan masyarakat. Indonesia adalah salah satu negara yang letaknya dekat dengan pertemuan lempeng besar bumi, hal ini menyebabkan gempa sering terasa dan berimbas pada bangunan. Mayoritas bangunan yang rusak

akibat gempa adalah rumah, sedangkan gedung-gedung tinggi relatif mampu bertahan karena kemampuan gedung sudah diperhitungkan dengan matang [1],[2]. Laporan-laporan studi lapangan mengenai keruntuhan bangunan gedung ataupun perumahan ketika terjadi gempa bumi besar di Indonesia masih didominasi pada bangunan yang tidak dihitung dimana hanya menggunakan struktur dinding pasangan bata

merah dan struktur dinding bata terkekang. Hal ini terjadi hampir diseluruh wilayah Indonesia yang terjadi gempa yang mengakibatkan runtuhnya bangunan. Sehingga keruntuhan bangunan tanpa dihitung tersebut menjadi isu penting karena menimbulkan banyak korban jiwa [3],[4]. SNI 15-2094:2000 [5] menjelaskan bahwa bata merah adalah bahan bangunan yang berbentuk prisma segi empat panjang. Pejal atau berlubang dengan volume lubang maksimum 15% dan digunakan untuk konstruksi dinding bangunan, yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa dicampur bahan aktif dan dibakar pada suhu tertentu. Batu bata ini merupakan bahan bangunan yang paling banyak digunakan di Indonesia. Umumnya

sebagai bahan non-struktural digunakan untuk dinding pembatas pada gedung atau konstruksi tingkat tinggi, tetapi sebagian masyarakat menggunakan batu bata sebagai konstruksi rumah sederhana untuk penyangga atau pemikul beban yang berada di atasnya. Pemanfaatan batu bata dalam konstruksi baik non-struktural ataupun struktural perlu adanya peningkatan produk yang dihasilkan, baik dengan cara meningkatkan kualitas bahan material batu bata sendiri maupun penambahan dengan bahan lainya [6],[7]. Batu bata mempunyai banyak variasi ukuran yang telah diizinkan dalam peraturan SNI 15-2094:2000 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi ukuran batu bata

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65±2	90±3	190±4
M-5b	65±2	110±4	190±4
M-6a	52±3	110±4	230±4
M-6b	55±3	110±6	230±5
M-6c	70±3	110±6	230±5
M-6d	80±3	110±6	230±5

Adapun modulus elastik, modulus geser, modulus bulk pada berbagai macam material dalam hal ini termasuk material batu bata ditampilkan pada Tabel 2. Untuk analisis dalam kondisi linear, kekakuan dari dinding

struktur batu bata tidak terkekang seharusnya dianggap berbanding lurus dan proporsional dengan bentuk geometri dari dinding dalam keadaan utuh, tidak ada retak.

Tabel 2. Material padat

Bahan	Modulus Elastik, E (N/m ²)	Modulus Geser, G (N/m ²)	Modulus Bulk, B (N/m ²)
Besi, gips	100 x 10 ⁹	40 x 10 ⁹	90 x 10 ⁹
Baja	200 x 10 ⁹	80 x 10 ⁹	140 x 10 ⁹
Kuningan	100 x 10 ⁹	35 x 10 ⁹	80 x 10 ⁹
Aluminium	70 x 10 ⁹	25 x 10 ⁹	70 x 10 ⁹
Beton	20 x 10 ⁹		
Batu bata	14 x 10 ⁹		
Marmar	50 x 10 ⁹		70 x 10 ⁹
Granit	45 x 10 ⁹		45 x 10 ⁹
Kayu (pinus)			
(sejajar dengan urat kayu)	10 x 10 ⁹		
(tegak lurus terhadap urat kayu)	1 x 10 ⁹		
Nilon	5 x 10 ⁹		
Tulang (tunggai)	15 x 10 ⁹		

Dalam beberapa kasus gempa, ternyata dinding bata ikut memikul beban lateral. Keretakan yang terjadi pada dinding bata menunjukkan terjadi transfer beban dari portal ke dinding bata. Selain itu, pada beberapa bangunan terjadi mekanisme keruntuhan *soft-story*. Keruntuhan *soft-story* diakibatkan karena konfigurasi dinding pengisi yang berbeda

antara lantai satu dengan lantai-lantai di atasnya. Keruntuhan atau kegagalan yang terjadi pada rumah pasangan batu bata dapat

dilihat pada Gambar 1 [8]. Dari permasalahan yang ada makalah ini bertujuan sebagai langkah mitigasi bencana pada kekuatan rumah pasangan batu bata yang mengandalkan kekuatan dari pasangan batu bata. Pada

makalah ini rumah pasangan batu bata akan di model kan dan dianalisis menggunakan bantuan *software* ETABS v9.7.4 [9],[10],[11] dengan asumsi rumah pasangan batu bata tersebut berada di wilayah zona Gempa 4

dengan percepatan puncak batuan dasar sebesar 0,20 (g) dan rumah tersebut dibangun di daerah tanah lunak. Selanjutnya dapat diketahui perilaku pada rumah pasangan batu bata akibat Gempa yang terjadi.

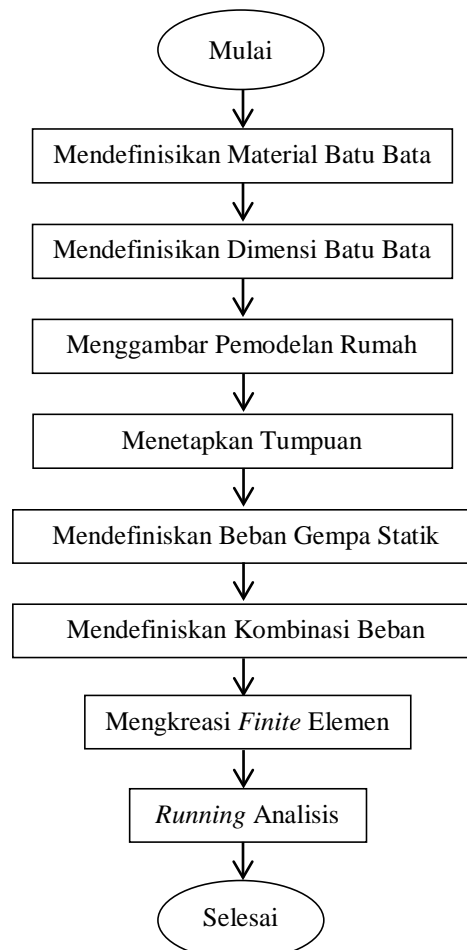


Gambar 1. Kegagalan pada rumah pasangan batu bata

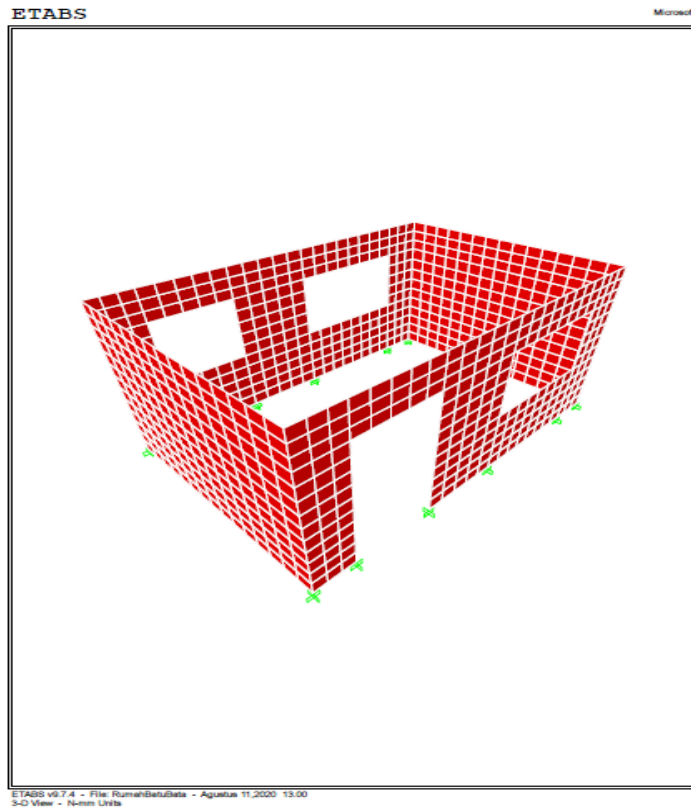
METODOLOGI

Makalah ini menggunakan metode analisis *finite* elemen dengan beban Gempa statik ekuivalen yang terdapat pada *software* ETABS v9.7.4 dengan mendefinisikan faktor wilayah Gempa, tipe tanah, serta faktor respon reduksi [12] maka setelah di *running* beban lateral otomatis terdefinisi. Untuk lebih

jelasan ditampilkan diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 2. Selanjutnya ukuran variasi batu bata yang digunakan yaitu M-5a dengan dimensi yang bisa dilihat pada Tabel 1. Hasil pemodelan rumah batu pada *software* ETABS v9.7.4 disajikan pada Gambar 3 [13],[14],[15],[16].



Gambar 2. Diagram alir penelitian

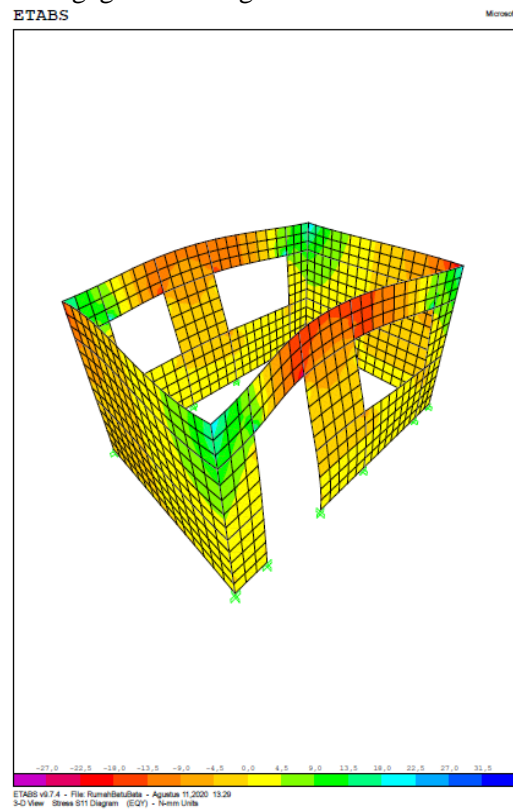
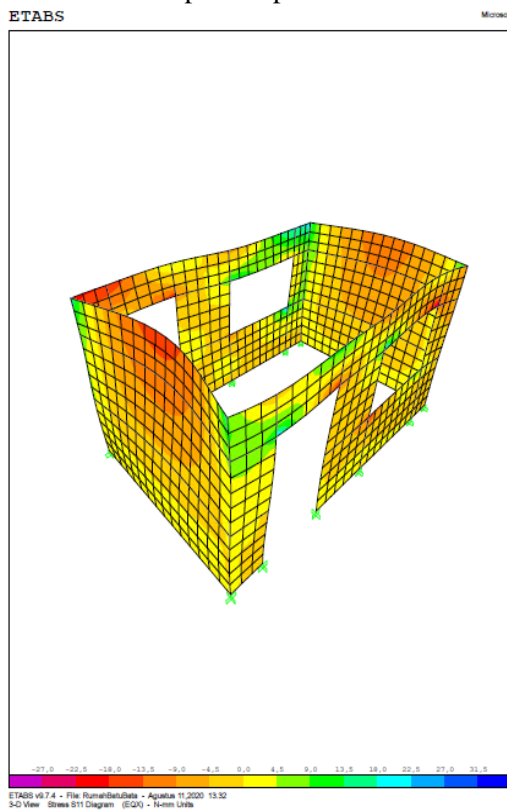


Gambar 3. Pemodelan rumah pasangan batu bata

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *running software* ETABS v9.7.4 untuk deformasi dan tegangan akibat Gempa arah X dan Y ditampilkan pada Gambar 4.

Berdasarkan tegangan dan deformasi pada rumah pasangan batu bata seperti pada Gambar 4, maka rumah tersebut mulai mengalami kegagalan dengan diberi warna merah.



Gambar 4. Tegangan dan deformasi akibat Gempa arah X dan Y

Selanjutnya nilai-nilai *output* dari rumah pasangan batu bata hasil analisis direkap dan

ditampilkan pada Tabel 3. Dari rekapan nilai *output* pada Tabel 3 hasil analisis untuk beban

lateral yang terjadi pada rumah pasangan batu bata sebesar 2087,82 kN untuk Gempa arah X, nilai tersebut lebih besar dari beban lateral untuk Gempa arah Y dikarenakan pada arah X nilai kekakuan struktur lebih kaku yaitu sebesar 481699,75 kN/m dibandingkan nilai

kekakuan pada arah Y yaitu hanya sebesar 166492,27 kN/m. Nilai simpangan maksimum yang diukur dari dasar lantai akibat Gempa yaitu sebesar 0,14 m dan nilai simpangan maksimum yang diukur dari dasar lantai dibawahnya yaitu sebesar 0,075 m.

Tabel 3. Nilai *output* hasil analisis

Gempa Arah X		Gempa Arah Y	
Beban lateral maksimum (kN)	2087,82	Beban lateral maksimum (kN)	1453,24
<i>Displacement</i> maksimum (m)	0,04	<i>Displacement</i> maksimum (m)	0,14
<i>Drift</i> maksimum (m)	0,025	<i>Drift</i> maksimum (m)	0,075
Nilai geser maksimum (kN)	377,11	Nilai geser maksimum (kN)	270,53
Nilai kekakuan maksimum (kN/m)	481699,75	Nilai kekakuan maksimum (kN/m)	166492,27

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya maka penulis menarik kesimpulan bahwa rumah dengan pasangan batu bata untuk variasi ukuran M-5a tidak cocok apabila diterapkan pada wilayah zona Gempa 4 dan dibangun di daerah tanah lunak. Hal ini dikarenakan jika dilihat dari nilai *drift* dan *displacement* maka rumah tersebut masih belum memenuhi syarat deformasi level kinerja struktur atau termasuk dalam level kinerja (*Life Safety*) dimana rumah akan mengalami kerusakan yang cukup signifikan tetapi belum sampai runtuh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditya, A., Zacoeb, A & Wisnumurti., "Dynamic Analysis of Clay Brick Masonry Walls of Two-Storey House in Malang City," *Mhs. Jur. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, hal. 483–490, 2018.
- [2] Sitompul, M., "Studi parametrik kinerja dinding pengisi bata merah pada struktur beton bertulang akibat beban gempa," *Rekayasa Strukt. dan Infrastruktur*, vol. 9, no. 2, hal. 40–48, 2015.
- [3] Hakas, P & Cahyati, "Gaya Lateral In Plane Struktur Dinding Pasangan Bata ½ Batu Melalui Beban Statik," *Pros. Semin. Nas. Tek. Sipil*, no. 2459–9727, hal. 370–377, 2016.
- [4] Hakas, P., Setyawan, E.A & Saleh, F., "Analysis Physical and mechanical attributes of masonry in Yogyakarta," *J. Ris. Rekayasa Sipil*, vol. 1, no. 2, hal. 94–104, 2018.
- [5] SNI 15-2094, *Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding*. Bandung: BSN, 2000.
- [6] Maharjan, A & Parajuli, H. R., "Seismic Performance Evaluation of Brick Masonry Houses Constructed with Reinforced Concrete Bands," *Nepal J. Sci. Technol.*, vol. 19, no. 1, hal. 204–214, 2020, doi: <https://doi.org/10.3126/njst.v19i1.29821>.
- [7] Leksono, R. S., Iranata, D & Kristijanto, H., "Studi Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Dinding Bata Pada Bangunan Bertingkat," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, hal. 30–33, 2012.
- [8] Nayak, S & Dutta, S.C., "Failure of masonry structures in earthquake : A few simple cost effective techniques as possible solutions Failure of masonry structures in earthquake : A few simple cost effective techniques as possible solutions," *Eng. Struct.*, vol. 106, no. Oktober, hal. 53–67, 2016, doi: 10.1016/j.engstruct.2015.10.014.
- [9] CSI, "ETABS v9.7.4," in *Instructions Manual*, Berkeley, CA: Computer and Structures, Inc, 2011.
- [10] Afandi, N. R., "Evaluation of Seismic Performance of Concrete Structures With Pushover Analysis Method Using SAP 2000 Program (A Case Study of Hospital Building in Surakarta)," 2010.
- [11] Sathiparan, N., Sakurai, K., Numada, M & Meguro, K., "Experimental investigation on the seismic performance of PP-band strengthening brick masonry houses Experimental

- Investigation on the Seismic Performance of PP-Band Strengthening Brick Masonry Houses,” *Bull. Earthq. Eng.*, no. December, hal. 1–40, 2013, doi: 10.1007/s10518-013-9502-z.
- [12] SNI 1726, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN, 2019.
- [13] Zieba, J & Skrzypczak, I., “Analysis of reliability of compressed masonry structures,” *Open Access*, vol. 10, hal. 462–468, 2020, doi: <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0055>.
- [14] Navaratnarajah, S., Meguro, K & Numada, M., “Seismic Evaluation of Earthquake Resistance and Retrofitting Measures for Two Story Masonry Houses,” *Bull. Earthq. Eng.*, no. August, hal. 1–42, 2014, doi: 10.1007/s10518-014-9587-z.
- [15] Moroni, M.O., Astroza, M & Acevedo, C., “Performance and Seismic Vulnerability of Masonry Housing Types Used in Chile,” *J. Perform. Constr. Facil.*, vol. 3828, no. Agustus, hal. 173–179, 2004, doi: 10.1061/(ASCE)0887-3828(2004)18:3(173).
- [16] Bothara, J.K., Mander, J.B., Dhakal, R.P., Khare, R.K & Maniyar, M.M., “Seismic performance and financial risk of masonry houses,” *ISET J. Earthq. Technol.*, no. September, hal. 1–27, 2007.