



## Analisis Kinerja Seismik Rumah Pasangan Batu Bata

Samsul Hasibuan

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

[Samsulhasibuan@gmail.com](mailto:Samsulhasibuan@gmail.com)

### Abstract

Indonesia is one of the countries that is located close to the junction of the large plates of the earth, this is why earthquakes are often felt and have an impact on buildings. The majority of buildings damaged by the earthquake were houses, while tall buildings were relatively able to survive because the capacity of the buildings had been carefully calculated. 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 and confined brick wall 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, Life Safety, House, Seismic, Performance

### Abstrak

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. 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. 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 kedalam level kinerja (*Life Safety*).

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

### 1. 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

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-09-2020 | Selesai Revisi : 30-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

[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]. Dalam [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 lainnya [6],[7]. Batu bata mempunyai banyak variasi ukuran yang telah diizinkan dalam peraturan [5] 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

Adapaun modulus elastik, modulus geser, modulus bulk pada berbagai macam material dalam hal ini termasuk material batu bata ditampilkan pada Tabel 3. 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. 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

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-09-2020 | Selesai Revisi : 30-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

bencana pada kekuatan rumah pasangan batu bata yang mengandalkan kekuatan dari pasangan batu bata. Konsep perencanaan bangunan tahan gempa struktur bangunan yang didesain tahan gempa harus memiliki beberapa kriteria meliputi kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur (keruntuhan). Konsep dasar perencanaan bangunan tahan gempa adalah sebagai berikut:

- a) Saat diterpa gempa dengan skala ringan, struktur bangunan dan fungsi bangunan harus dapat tetap berjalan (*servicable*) sehingga struktur harus kuat dan tidak ada kerusakan baik pada elemen struktural dan elemen nonstruktural bangunan.
- b) Saat diterpa gempa dengan skala medium, struktur diperbolehkan mengalami kerusakan pada elemen nonstruktural, tetapi tidak diperbolehkan terjadi kerusakan pada elemen struktural.
- c) Saat diterpa gempa dengan skala besar, diperbolehkan terjadi kerusakan pada elemen struktural dan nonstruktural, namun tidak boleh sampai menyebabkan bangunan runtuh sehingga tidak ada korban jiwa atau dapat meminimalkan jumlah korban jiwa.

Pada makalah ini rumah pasangan batu bata akan di modelkan 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. Hasil akhir kinerja pada rumah pasangan batu bata akan ditentukan berdasarkan level kinerja dari batasan deformasi level kinerja struktur menurut ATC 1996 dapat dilihat pada Tabel 2 [12]. Penjelasan untuk level kinerja pada Tabel 2 yaitu:

- a) *Immediate Occupancy* (IO); bila gempa terjadi, struktur mampu menahan gempa tersebut, struktur tidak mengalami kerusakan struktural dan tidak mengalami kerusakan non-struktural, sehingga dapat langsung dipakai.
- b) *Life Safety* (LS); bila gempa terjadi, struktur mampu menahan gempa dengan setidaknya sebagian kekuatannya terhadap keruntuhan. Namun, bangunan berpotensi rusak melebihi batas perbaikan ekonomis.
- c) *Collapse Pervention* (CP); bila gempa terjadi, struktur mengalami kerusakan struktural yang sangat berat tetapi tetap dapat menopang bobotnya asalkan tidak ada gempa lanjut.
- d) *Structural Stability* (SS); Kondisi dimana struktur telah mengalami kerusakan parsial ataupun total, kerusakan yang terjadi telah menyebabkan degradasi kekuatan dan kekakuan pada sistem *drift* penahan gaya lateral.

Tabel 2. Level kinerja struktur

Parameter	Performance level			
	IO	DC	LS	SS
Rasio simpangan total maksimum	0,01	0,01 sd 0,02	0,02	0,33 Vi/Pi
Rasio simpangan inelastis maksimum	0,005	0,005 sd 0,015	Tidak dibatasi	Tidak dibatasi

**Informasi Artikel**

Diterima Redaksi : 22-09-2020 | Selesai Revisi : 30-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

Tabel 3. Material padat

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



Gambar 1. Kegagalan pada rumah pasangan batu bata

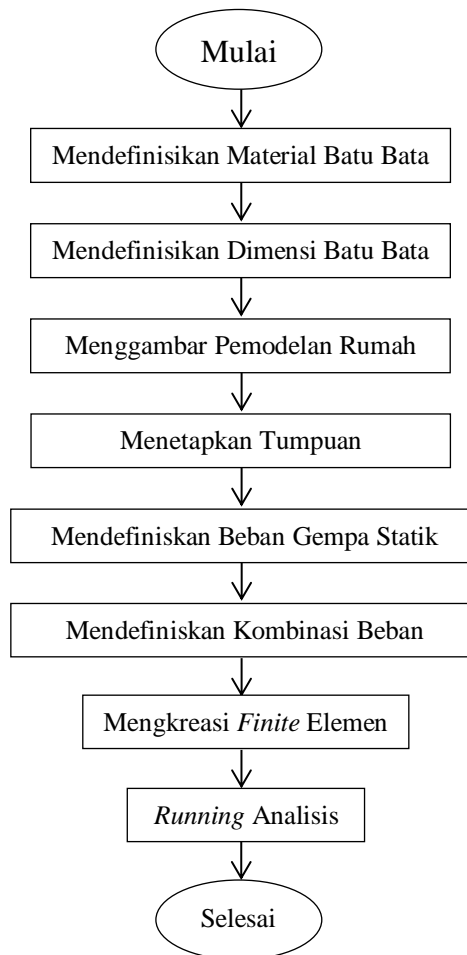
## 2. Metode Penelitian

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 SNI 1726, 2019 maka setelah di *running*

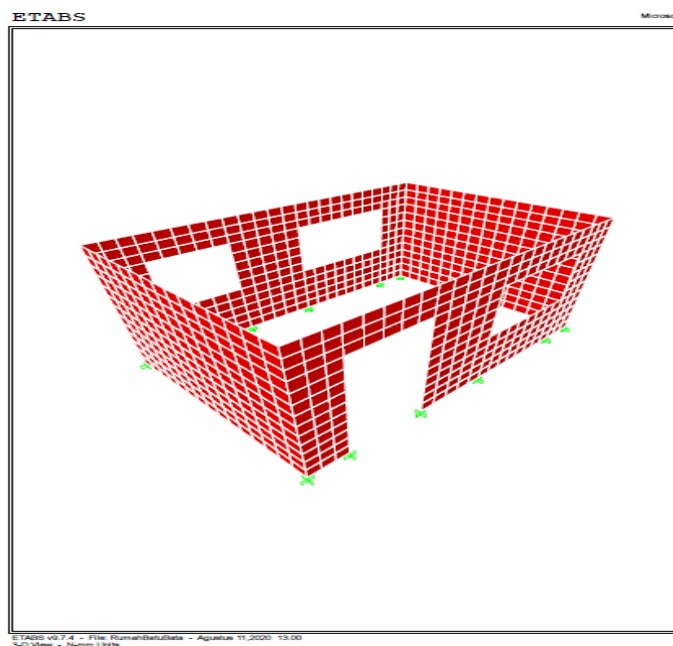
beban lateral otomatis terdefinisi. Untuk lebih jelasnya ditampilkan diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 2. Selanjutnya ukuran variasi batu bata yang digunakan yaitu M-5a dengan dimensi yang bisa dilihat pada Tabel 2. Hasil pemodelan rumah batu pada *software* ETABS v9.7.4 disajikan pada Gambar 3 [13]-[16].

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-09-2020 | Selesai Revisi : 30-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020



Gambar 2. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Pemodelan rumah pasangan batu bata

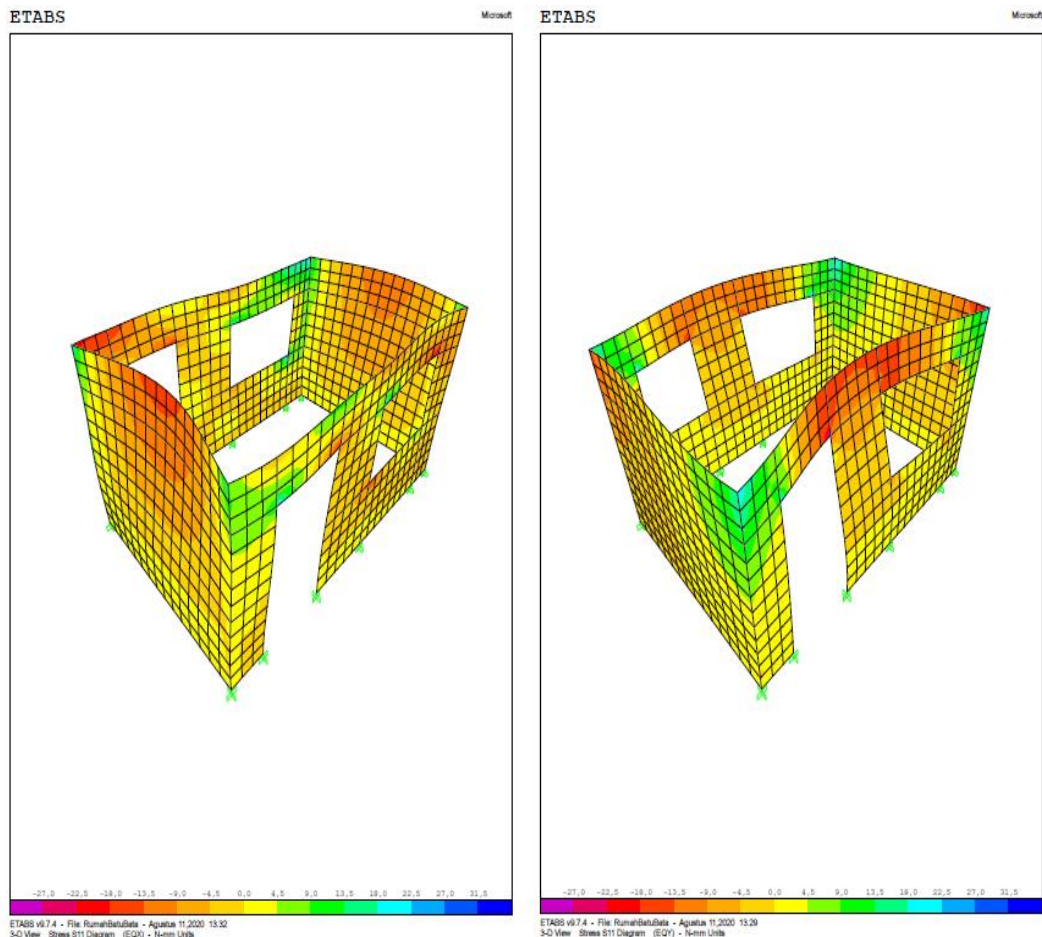
### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-09-2020 | Selesai Revisi : 30-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

### 3. 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

### 4. 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* hasil *running software*

ETABS v9.7.4 maka rumah tersebut masih belum memenuhi syarat deformasi level kinerja struktur atau termasuk kedalam level kinerja (*Life Safety*).

### Daftar Pustaka

- [1] Aditya, A., Zacoeb, A., & Wisnumurti., "Dynamic Analysis of Clay Brick Masonry Walls of Two-Storey House in Malang

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-09-2020 | Selesai Revisi : 30-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

- 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] M. D. Prayuda, H & 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] H. R. Maharjan, A & Parajuli, “Seismic Performance Evaluation of Stone 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] R. S. Leksono, D. Iranata, dan H. Kristijanto, “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] N. R. Afandi, “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] K. Sathiparan, N., Sakurai, K., Numada, M., & Meguro, “Experimental investigation on the seismic performance of PP-band strengthening stone masonry houses Experimental Investigation on the Seismic Performance of PP-Band Strengthening Stone Masonry Houses,” *Bull. Earthq. Eng.*, no. December, hal. 1–40, 2013, doi: 10.1007/s10518-013-9502-z.
- [12] ATC, *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings*, vol. 1. Redwood City, California: Applied Technology Council, 1996.
- [13] M. M. Bothara, J.K., Mander, J.B., Dhakal, R.P., Khare, R.K., & Maniyar, “Seismic performance and financial risk of masonry houses,” *ISET J. Earthq. Technol.*, no. September, hal. 1–27, 2007.
- [14] C. Moroni, M.O., Astroza, M., & Acevedo, “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).
- [15] Navaratnarajah, S., Meguro, K., &

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-09-2020 | Selesai Revisi : 30-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

---

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.

- [16] 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>.

**Informasi Artikel**

Diterima Redaksi : 22-09-2020 | Selesai Revisi : 30-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

---