

**ANALISIS DINAMIK DINDING PASANGAN BATU BATA RUMAH  
SATU LANTAI DI KOTA MALANG**

**SKRIPSI  
TEKNIK SIPIL**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**ADITYA CHELIEVAN  
NIM. 145060100111042**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS DINAMIK DINDING PASANGAN BATU BATA RUMAH**  
**SATU LANTAI DI KOTA MALANG**

**SKRIPSI**  
**TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ADITYA CHELIEVAN**  
**NIM. 145060100111042**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 15 Mei 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Dr. Ir. Wisnumurti, MT.**  
NIP. 19641207 199002 1 001

**Dr. Eng. Achfas Zacoeb, ST, MT.**  
NIP. 19751122 199903 1 003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi S1

**Dr. Eng Indradi W, ST. M.Eng (Prac.)**  
NIP. 19810220 200604 1 002

## HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI:

ANALISIS DINAMIK DINDING PASANGAN BATU BATA RUMAH SATU LANTAI DI  
KOTA MALANG

Nama Mahasiswa : Aditya Chelievan  
NIM : 145060100111042  
Program Studi : Teknik Sipil  
Minat : Struktur

### TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji I : Prof. Dr. Ir. Agoes SMD., MT.  
Dosen Penguji II : Dr. Eng. Achfas Zacoeb, ST., MT.  
Dosen Penguji III : Dr. Ir. Wisnumurti, MT.

Tanggal Ujian : 3 Mei 2018  
SK Penguji : 875/UN10.F07/PP/2018

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 8 Mei 2018

Mahasiswa,

Aditya Chelievan

NIM. 145060100111042

## **RIWAYAT HIDUP**

Aditya Chelievan lahir di Bogo, 4 Juni 1996. Anak ketiga dari 3 bersaudara dari Enita Agustina dan Budi Sukiantono. Dari lahir hingga TK menetap di Kota Bogor hingga tahun 2000 lalu pindah ke Kota Malang untuk meneruskan studi SD Santo Yusup II, melanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama di SMPK Kolese Santo Yusup II lalu memilih SMAK Kolese Santo Yusup Malang untuk meneruskan ke jenjang sekolah menengah atas selama 3 tahun dan kemudian diterima SBMPTN untuk studi di Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang dan lulus tahun 2018.

Selama menjalani studi di Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang penulis mendapat berbagai pengalaman seperti kegiatan himpunan mahasiswa sebagai koordinator di beberapa event serta sebagai perwakilan atlet bulutangkis dari Fakultas Teknik hingga menjuarai beberapa perlombaan.

Malang, 15 Mei 2018

Penulis

FOR MY BELOVED FAMILY  
MOM, DAD, AND MY SISTERS

*“do with love, love come to you”*  
*- Chelievan -*

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan anugerah-Nya dan rahmat-Nya sehingga saya dapat merampungkan skripsi yang berjudul “ANALISIS DINAMIK DINDING PASANGAN BATU BATA RUMAH SATU LANTAI DI KOTA MALANG” dengan lancar. Skripsi ini adalah persyaratan akhir akademis yang ditetapkan untuk memperoleh sarjana di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Pastinya kami dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar karena bantuan dari banyak pihak. Karena itu, kami ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. **Dr. Eng. Alwafi Pujiraharjo, ST., MT.** Ketua Jurusan Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya
2. **Dr. Eng. Eva Arifi, ST, MT.** Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya
3. **Dr. Eng Indradi W, ST, M..Eng (Prac)** Selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
4. **Dr. Ir. Wisnumurti, MT.** Selaku KKJF Struktur serta Dosen Pembimbing 1 Skripsi
5. **Dr. Eng. Achfas Zacoeb, ST., MT.** Selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi
6. **Segenap Dosen dan Karyawan** di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
7. **Papa, mama, Kak Lavi, Kak heidy** yang Selalu Mendoakan dan Mendukung Selama Kuliah.
8. **Archi, Jovan, Naad, Mia, Fajrina, dan Santi** sebagai teman seperjuangan skripsi dan saling mendukung satu sama lain.
9. **MBDM Brotherhood** yang selalu menjadikan motivasi dan turut membantu dalam mengerjakan skripsi ini.
10. **Teman-teman** di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
11. **Maria Stefanny** yang selalu mendukung pada segala situasi
12. Dan semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan skripsi ini, yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Kami sadar bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, segala kritik dan saran guna membangun skripsi ini menjadi lebih baik sangatlah diharapkan. Akhir kata, kami berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca.

Malang, April 2018

Aditya Chelievan





## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.2 Gempa Bumi.....	5
2.3 Bangunan Bata Merah .....	6
2.3.1 Dinding pasangan bata merah .....	6
2.3.2 Mortar.....	12
2.3.3 Modulus elastisitas .....	13
2.3.4 Rasio poisson .....	14
2.3.5 Modulus geser .....	15
2.3.6 Berat jenis .....	16
2.3.7 Elemen struktur .....	16
2.4 Titik Pusat Massa.....	21
2.5 Kekakuan Dinding.....	21
2.6 Kekakuan Elemen Struktur Kolom.....	22
2.7 Kekakuan Ekvivalen.....	22
2.8 Analisis Seismik .....	23
2.8.1 Analisis Spektrum Respons .....	23

2.8.2	Analisis Modal Satu Derajat Kebebasan.....	26
2.9	Gaya Geser Dasar .....	26
2.10	Hipotesis Penelitian .....	28
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
3.1	Software Analisis.....	29
3.2	Karakteristik Material.....	29
3.2.1	Dinding Bata Merah.....	29
3.2.2	Modulus Elastisitas .....	29
3.2.3	Rasio Poisson .....	29
3.2.4	Modulus Geser .....	29
3.2.5	Berat Jenis .....	30
3.2.6	Elemen Struktur .....	31
3.3	Pembebanan.....	32
3.3.1	Beban Mati .....	32
3.3.2	Beban Hidup .....	32
3.3.3	Beban Gempa Rencana .....	33
3.3.4	Kombinasi Pembebanan.....	35
3.4	Model Rumah .....	35
3.5	Prosedur Analisis.....	42
3.6	Diagram Alur Penelitian.....	43
<b>BAB IV</b>	<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
4.1	Berat Lantai dan Kekakuan Dinding .....	45
4.1.1	Beban Lantai .....	45
4.1.2	Kekakuan struktur .....	49
4.2	Analisis Dinamik SDOF.....	51
4.2.1	Arah $x$ .....	52
4.2.2	Arah $y$ .....	54
4.3	Tegangan Dinding .....	56
4.3.1	Eksentrisitas .....	56
4.3.2	Distribusi Tegangan .....	60
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>65</b>
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran .....	65

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>71</b>
----------------------------	-----------



## DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
<b>Tabel 2.1</b>	Modul Bata Merah.....	8
<b>Tabel 2.2</b>	Dimensi batu menurut Wisnumurti .....	8
<b>Tabel 2.3</b>	Karakteristik Kuat Tekan Bata 4x4x4 cm .....	9
<b>Tabel 2.4</b>	Karakteristik Kuat Tekan Bata Menurut SNI.....	9
<b>Tabel 2.5</b>	Kuat Tekan Bata Merah Berdasar ASTM C67-07 .....	10
<b>Tabel 2.6</b>	Kuat Tekan Bata Merah Berdasar Asal Bata Merah .....	11
<b>Tabel 2.7</b>	Tingkat Absorpsi Bata Merah Beberapa Daerah.....	11
<b>Tabel 2.8</b>	Pengaruh Tebal Mortar Pada Dinding Bata Merah .....	12
<b>Tabel 2.9</b>	Modulus Elastisitas Bata Merah, Prisma, dan Model Dinding.....	14
<b>Tabel 2.10</b>	Poisson Ratio Pasangan Bata 3 Lapis.....	15
<b>Tabel 2.11</b>	Modulus Geser dari Berbagai Daerah .....	15
<b>Tabel 2.12</b>	Berat Jenis Bata Merah Berdasarkan Asal .....	16
<b>Tabel 2.13</b>	Karakteristik Mortar Semen Dari Pasir Kasar.....	16
<b>Tabel 2.14</b>	Parameter-Parameter Respons Spectral Percepatan Jalan Raya Ampeldento Pada Tanah Keras .....	24
<b>Tabel 2.15</b>	Hubungan Spektra Percepatan Dan Waktu Tanah Keras .....	25
<b>Tabel 2.16</b>	Faktor R, Cd, dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa.....	27
<b>Tabel 3.1</b>	Karakteristik batu bata merah yang digunakan .....	31
<b>Tabel 3.2</b>	Dimensi Elemen Struktur .....	31
<b>Tabel 3.3</b>	Beban Mati .....	32
<b>Tabel 4.1</b>	Tabel perhitungan kekakuan dinding lantai 1 terhadap sumbu y .....	50
<b>Tabel 4.2</b>	Perhitungan kekakuan dinding terhadap sumbu x.....	51
<b>Tabel 4.3</b>	Gaya gempa pada dinding searah sumbu x .....	54
<b>Tabel 4.4</b>	Gaya gempa pada dinding arah y .....	55
<b>Tabel 4.5</b>	Perhitungan titik pusat berat bangunan dinding searah sumbu x .....	57
<b>Tabel 4.6</b>	Perhitungan jarak titik pusat kekakuan bangunan .....	58
<b>Tabel 4.7</b>	Distribusi gaya pada dinding searah sumbu x 100% .....	61
<b>Tabel 4.8</b>	Distribusi gaya pada dinding searah sumbu y 100% .....	62
<b>Tabel 4.9</b>	Tegangan geser dinding.....	62

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
<b>Gambar 2.1</b>	Perbandingan reinforced masonry (a), dan confined masonry (b). ....	7
<b>Gambar 2.2</b>	Model pemakaian bentuk bata merah .....	9
<b>Gambar 2.3</b>	Grafik distribusi kuat tekan kubus 4x4x4 cm.....	10
<b>Gambar 2.4</b>	Grafik distribusi kuat tekan berdasarkan SNI.....	10
<b>Gambar 2.5</b>	Mortar sebagai perekat dinding pasangan bata merah.....	12
<b>Gambar 2.6</b>	Grafik rasio regangan tegangan.....	13
<b>Gambar 2.7</b>	Konstruksi tie-beam: a) perpotongan dinding; b) pembengkokkan arah longitudinal.....	17
<b>Gambar 2.8</b>	Detail tie-beam .....	18
<b>Gambar 2.9</b>	Sambungan balok dan kolom pengikat pada level atap.....	18
<b>Gambar 2.10</b>	Detail sengkang .....	19
<b>Gambar 2.11</b>	Pengurangan jarak antar sengkang pada ujung kolom .....	19
<b>Gambar 2.12</b>	Detil pondasi untuk bangunan pasangan bata merah.....	20
<b>Gambar 2.13</b>	Dimensi balok latei.....	20
<b>Gambar 2.14</b>	Model jepit-bebas.....	22
<b>Gambar 2.15</b>	Kombinasi pegas (a) pegas paralel, (b) pegas seri.....	23
<b>Gambar 2.16</b>	Letak Spektrum Respon Jalan Raya Ampeldento .....	23
<b>Gambar 2.17</b>	Grafik spektrum respons Jalan Raya Ampeldento untuk tanah keras ...	25
<b>Gambar 2.18</b>	Model Matematis Satu Derajat kebebasan .....	26
<b>Gambar 3.1</b>	Detail pondasi batu kali menerus.....	32
<b>Gambar 3.2</b>	Letak Spektrum Respon Kota Malang.....	33
<b>Gambar 3.3</b>	Grafik spektrum respons Kota Malang untuk tanah keras .....	33
<b>Gambar 3.4</b>	Lokasi Jalan Raya Ampeldento .....	36
<b>Gambar 3.5</b>	Denah rumah tipe 48/91 Jalan Ampeldento keadaan asli.....	36
<b>Gambar 3.6</b>	Denah rumah tipe 48/91 modifikasi .....	37
<b>Gambar 3.7</b>	Penamaan panel dinding.....	37
<b>Gambar 3.8</b>	Detail samping atap gewel.....	38
<b>Gambar 3.9</b>	Rencana atap.....	38
<b>Gambar 3.10</b>	Denah rumah sesuai ketentuan EERI dan IAEE .....	39



<b>Gambar 3.11</b>	Tampak depan rumah menurut EERI dan IAEE.....	40
<b>Gambar 3.12</b>	Tampak belakang rumah menurut EERI dan IAEE.....	41
<b>Gambar 4.1</b>	Visualisasi rumah keseluruhan .....	45
<b>Gambar 4.2</b>	Perhitungan luas dinding pada sketchup (kotak merah).....	46
<b>Gambar 4.3</b>	Perhitungan luas balok pada sketchup (kotak merah) .....	46
<b>Gambar 4.4</b>	Perhitungan luas sisi atas kolom pada sketchup (kotak merah).....	47
<b>Gambar 4.5</b>	Perhitungan luas sisi plafond kolom pada sketchup (kotak merah) .....	47
<b>Gambar 4.6</b>	Perhitungan luas beton pada gewel (kotak merah).....	48
<b>Gambar 4.7</b>	Perhitungan luas atap.....	48
<b>Gambar 4.8</b>	Penamaan panel dinding.....	49
<b>Gambar 4.9</b>	Dimensi dinding searah X .....	50
<b>Gambar 4.10</b>	Dimensi dinding searah sumbu y .....	51
<b>Gambar 4.11</b>	Model SDOF.....	52
<b>Gambar 4.12</b>	Mode shape satu derajat kebebasan .....	52
<b>Gambar 4.13</b>	Jarak antar pusat masa dan pusat kekakuan dinding terhadap sumbu (0,0).....	56
<b>Gambar 4.14</b>	Eksentrisitas bangunan.....	59
<b>Gambar 4.15</b>	Menjelaskan arah gaya dan momen yang terjadi akibat eksentrisitas. ...	60
<b>Gambar 4.16</b>	Momen akibat eksentrisitas .....	60
<b>Gambar 4.17</b>	Jarak titik pusat kekakuan ke setiap elemen dinding.....	61
<b>Gambar 4.18</b>	Diagram tegangan geser dinding D .....	63
<b>Gambar 4.19</b>	Grafik tegangan geser dinding dan syarat batas tegangan.....	64

## ABSTRAK

**Aditya Chelievan**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, April 2018, Analisis Dinamik Dinding Pasangan Batu Bata Rumah Satu Lantai di Kota Malang, Dosen Pembimbing: Wisnumurti, dan Achfas Zacoeb.

Letak geologis Indonesia yang berada pada pertemuan 3 lempeng bumi menjadikan Indonesia sebagai daerah yang rawan terjadinya gempa. Gempa bumi yang terjadi menyebabkan kerusakan pada bangunan terutama bangunan rumah tinggal (*non-engineering structure*) dan sering kali memakan korban jiwa akibat tertimpa runtuhnya bangunan rumah tinggal yang menggunakan dinding pasangan batu merah. Pada konstruksi pasangan batu bata merah yang menyatu dengan struktur (*confined masonry*) menjadikan dinding sebagai elemen struktur dinding geser saat terjadinya gempa. Terlebih lagi kota yang memiliki banyak penduduk seperti Kota Malang merupakan objek yang dominan terhadap runtuhnya rumah tinggal dengan pasangan batu bata merah. Konstruksi bangunan rumah tinggal di Kota Malang yang menggunakan bata merah tidak terlepas dari material yang ada di sekitar. Sifat karakteristik material yang berbeda-beda juga memberikan kapasitas dan dampak akibat gempa yang berbeda-beda juga. Material bata merah yang digunakan menjadi batas utama keruntuhan dinding pada bangunan rumah tinggal. Dalam penelitian ini dapat diambil nilai tegangan geser dinding rumah satu lantai akibat gempa di Kota Malang.

Bangunan rumah tinggal satu lantai dengan pasangan batu bata merah asal Kota Tulungagung dianalisis menggunakan data spektrum respons gempa yang diperoleh dari pusat penelitian dan pengembangan permukiman Indonesia tahun 2011. Gaya gempa yang digunakan 100% arah X dan 100% arah Y untuk mendapatkan tegangan geser. Tidak bertemunya titik pusat massa dan titik pusat kekakuan menyebabkan muncul adanya momen torsi yang memberikan gaya lebih besar dibanding gaya akibat gempa murni.

Pada penelitian terdahulu, tegangan geser rata-rata yang dapat ditahan pasangan dinding batu bata merah sebesar  $1,69 \text{ kg/cm}^2$ . Pada penelitian ini tegangan geser terbesar yang didapat akibat gempa di Kota Malang sebesar  $1,529 \text{ kg/cm}^2$ , 90,47% dari maksimum tegangan batas hingga mencapai keruntuhan.

**Kata-kata Kunci:** gempa, pasangan batu bata merah, rumah, tegangan geser, eksentrisitas, derajat kebebasan tunggal

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## ABSTRACT

**Aditya Chelievan**, *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, April 2018, Dynamic Analysis Clay Brick Masonry Wall of One Storey House in Malang City, Academic Supervisor: Wisnumurti, dan Achfas Zacoeb.*

The geological location of Indonesia which is at the meeting of 3 plates of the earth makes Indonesia as an area prone to earthquakes. The earthquakes cause damage to the buildings, especially house (non-engineering structure) and oftentimes take many victims due to crashing ruins from clay brick walls. On confined masonry buildings, walls become elements of shear wall structures during the earthquake. Moreover, the city that has many residents such as Malang is the dominant object against the collapse of the clay brick house. Construction of clay brick masonry wall in Malang City can not be separated from the clay brick around. The different characteristic of the materials also give the difference seismic capacities and impacts as well. Clay brick is the main boundary of the collapse of walls. In this research, the researcher get the shear stress value of one-storey house clay brick masonry wall in Malang city.

The wall of the house with clay brick from Tulungagung is analyzed using response spectrum data from Research and Development Center of Indonesia Settlement in 2011. The earthquake force use 100% X and 100% Y direction to get the shear stress. The center point of the mass and the center of the stiffness that is not meeting each other, cause torque moment which is provides a greater force than the pure force from earthquake.

In the previous research, the average shear stress that the clay brick wall can hold is  $1.69 \text{ kg / cm}^2$ . In this research, the largest shear stress as a result of the earthquake in Malang City amounted to  $1,529 \text{ kg/cm}^2$ , 90,47% of the maximum stress limit to reach the collapse.

**Keywords:** *earthquake, clay brick, house, shear stress, eccentricity, single degree of freedom*

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*