

Agung Sedayu, M.T.



Rumahku

y a n g **Tahan**

**Gempa**

### Isi Buku

- Isyarat al-Qur'an dan Hadits tentang gempa, solusi, & fenomena alam yang berkaitan dengannya.
- Gempa & jenis-jenisnya.
- Tips yang mudah & murah membuat rumah sederhana tahan gempa.
- Perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa.

# Rumahku yang Tahan Gempa

## RUMAHKU YANG TAHAN GEMPA

Agung Sedayu, M.T.



UIN-MALIKI PRESS

2010



**Rumahku yang Tahan Gempa**  
Agung Sedayu  
© UIN-Maliki Press, 2010

251 + xviii hlm; 14,5 x 21 cm

*All right reserved*

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.  
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi  
buku ini dengan cara apapun, tanpa izin tertulis dari Penerbit

Penulis: Agung Sedayu  
Copy Editor: A. Halim Fathani  
Desain Sampul & Isi : Robait Usman

UMP 10016  
Cetakan I: Juni 2010  
ISBN 978-602-958-275-8

Diterbitkan pertama kali oleh  
**UIN-MALIKI PRESS (Anggota IKAPI)**  
Jalan Gajayana 50 Malang 65144  
Telepon/Faksimile (0341) 573225  
E-mail: [admin@uinmalikipress.com](mailto:admin@uinmalikipress.com)  
<http://www.uinmalikipress.com>

## **Kata Pengantar**

Segala puji bagi Allah swt, yang telah memberikan barokah, hidayah dan nikmat yang tiada terhitung jumlahnya bagi semua hambanya di seluruh alam semesta ini. Shalawat serta salam tercurah kepada junjungan Nabi serta Rasul Muhammad saw., beserta keluarga, sahabat dan generasi perjuangan yang tetap istiqomah dengan iman dan Islam.

Dari sini penulis menyusun sebuah buku yang berjudul "*Rumahku yang Tahan Gempa*", adalah untuk menggali mukjizat yang terkandung dalam al-Qur'an sebagai sumber hukum tertinggi umat islam. Di dalam al-Qur'an banyak sekali terkandung ilmu pengetahuan yang belum diketahui oleh umat manusia. Pada hakikatnya semua ilmu pengetahuan adalah bersumber dari Allah swt, yang mana Allah swt memberikan dan menurunkan ilmunya yang maha luas tersebut melalui media kitab-kitab suci yang dibawa oleh para nabi dan rasul terdahulu, yang kemudian semuanya disempurnakan dalam kitab al-Qur'anul karim yang diamanatkan kepada Muhammad Rasulullah saw untuk disampaikan kepada umat manusia. Kandungan al-Qur'an sangat luas bahkan mengenai jagat raya juga banyak disebutkan. Fenomena-fenomena

alam juga banyak diceritakan dan diperjelas, termasuk di dalamnya peristiwa gempa yang marak melanda dunia dan khususnya negeri tercinta Indonesia. al-Qur'an memberikan keterangan secara global, dan perlu diterjemahkan ke dalam penerapan lebih mendetail, yakni dengan sunnah yang pernah disampaikan dan dicontohkan oleh Rasulullah saw. Oleh sebab itu kajian buku ini juga menyertakan penjelasan hadits Rasulullah saw.

Gempa hadir dalam bentuk yang beragam dengan dampak buruk yang banyak pula. Banyak yang menyebut bahwa gempa merupakan bencana atau musibah, yang seolah-olah manusia adalah korban yang tak berdaya, dengan kata lain gempa tersebut adalah kehendak dan rencana Allah swt. Sebenarnya kalau kita telaah lebih teliti, sebenarnya gempa bukan hanya bencana alam murni saja, namun juga diperkirakan karena ulah jahil manusia. Tindakan manusia yang sering dan banyak merusak alam, membuat alam menjadi tidak seimbang dan berakibat rusaknya susunan alam tersebut. Sebenarnya bencana yang sering terjadi pada planet bumi ini, baik gempa, banjir, longsor, gunung meletus adalah akibat perbuatan siapa? maka jawabannya adalah bergantung pada perspektif masing-masing manusia yang bergantung pada amal dan perbuatannya. Sudah saatnya kita melakukan introspeksi diri, apakah bencana gempa yang terjadi adalah azab, cobaan, hukuman, ujian, atau merupakan tantangan? Jawabannya adalah bergantung pada hasil renungan diri setiap manusia. Di dalam buku ini dibahas keterangan al-Qur'an dan hadits yang menceritakan dan memberikan pemecahan tentang fenomena gempa, selain

itu juga dibahas konstruksi tahan gempa untuk rumah tinggal sederhana yang disertai perhitungan struktur balok beton bertulang untuk bangunan rumah tinggal biasa.

Dalam penyusunan buku ini, penulis yakin bahwa masih banyak kekurangannya, untuk itu kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun sangat kami harapkan. Akhirnya penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan, dan mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang turut membantu doa, dukungan, semangat, bantuan, dan bimbingan. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan menambah keyakinan dan kemantapan kita kepada Sang Khalik Allah Aza Wajalla. Penulis berdoa semoga Allah swt. memberkahi dan menambah khasanah ilmu pengetahuan kita serta tetap istiqamah dalam belajar ilmu (*thalabul ilmi*) Allah swt, sebagaimana Firman-Nya, "*dan agar orang-orang yang telah diberi ilmu, meyakini bahwasanya al-Qur'an itulah yang hak dari Tuhan-mu lalu mereka beriman dan tunduk hati mereka kepadanya dan sesungguhnya Allah adalah Pemberi Petunjuk bagi orang-orang yang beriman kepada jalan yang lurus.*" (QS. al-Hajj:54)

Malang, Juni 2010

Penulis



## Daftar Isi

KATA PENGANTAR-----	i
DAFTAR ISI-----	iv
DAFTAR GAMBAR-----	viii
DAFTAR TABEL-----	xix
<b>BAB.1. PENDAHULUAN-----</b>	<b>1</b>
A. Al-Qur'an sebagai Sumber Ilmu Mengenai Jagat Raya-----	1
B. Penjelasan Gempa di Dalam al-Qur'an dan Sunnah-----	2
C. Hikmah di Balik Fenomena Gempa-----	14
<b>BAB.2. STRUKTUR DALAM AL-QUR'AN DAN HADITS-----</b>	<b>21</b>
A. Konsep Struktur dalam al-Qur'an dan Hadits-----	21
B. Komponen-komponen Struktur-----	28
C. Sistem Struktur-----	32
<b>BAB.3. BEBAN DAN REAKSI-----</b>	<b>37</b>
A. Kestimbangan dan Kestabilan Struktur -----	37
B. Beban Struktural Dasar-----	44
1. Beban atau Muatan Bangunan-----	44
2. Tipe Pembebanan -----	50
C. Kestimbangan Gaya dan Momen-----	52
D. Ilmu Ukur Sudut untuk Resultan Gaya-----	57
E. Reaksi-reaksi pada Bangunan-----	58
<b>BAB.4. GEMPA BUMI: DEFINISI DAN JENIS-JENISNYA-----</b>	<b>46</b>
A. Tentang Gempa Bumi-----	63
B. Hakikat Gempa Bumi-----	65

- C. Cara Bumi Berelaksasi----73
- D. Gempa Susulan dan Tsunami----80

**BAB.5. KONSEP RUMAH SEDERHANA TAHAN GEMPA----87**

- A. Rumah Sebagai Tempat Berdiam dan Berkumpul Manusia----87
- B. Membangun Rumah Sederhana Tahan Gempa----89
  - 1. Karya Tulisan Arief Sabaruddin----89
  - 2. Ketentuan Rumah Tahan Gempa Menurut Puslitbang Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum. ----99
  - 3. Konsep Rumah RISHA yang Tahan Guncangan 8 - 9 Skala Richter----102

**BAB.6. STRUKTUR BALOK BETON BERTULANG----109**

- A. Beton Bertulang dalam al-Qur'an----109
- B. Sejarah Munculnya Beton----117
- C. Beton Bertulang Sebagai Beton Komposit----118
- D. Struktur Balok Beton Bertulang----120
  - 1. Definisi Balok (*Beam*)----120
  - 2. Defleksi dan Deformasi Balok----126
  - 3. Efek Settlement Tumpuan dan Pembebanan Sebagian----126
  - 4. Momen Retak Balok----127
  - 5. Momen Nominal----129
  - 6. Faktor-faktor Reduksi Kekuatan----130
  - 7. Balok Underreinforced dan Overreinforced----130
  - 8. Rumus-rumus Perhitungan Balok----131
- E. Keseimbangan Struktur dalam Balok----135
- F. Analisis Kekakuan (*Stiffnes*) Struktur Balok----136
- G. Balok Diagonal ----138

**BAB.7. PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG TAHAN GEMPA----143**

- A. Prinsip Perencanaan Struktur di Dalam al-Qur'an dan Sunnah----143
- B. Struktur Beton di Daerah Gempa Perencanaan----148
- C. Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Menurut SNI 03-1726-2003 ----150

- D. Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Menurut SKSNI T-15-1991-03----153
  - 1. Tingkat Daktilitas Struktur----153
- E. Gaya Gempa (*Earthquake Load*)----154
- F. Tingkat Risiko dan Peta Wilayah Gempa di Indonesia----157
  - 1. Wilayah Gempa Indonesia----157
  - 2. Frekuensi Terjadinya Gempa-gempa Dangkal----159
  - 3. Pola Pelemahan (*Attenuation*) Pengaruh Getaran Gempa----160

**BAB.8. PERENCANAAN STRUKTUR BALOK TAHAN GEMPA DENGAN BEBAN TRAPESIUM----165**

- A. Objek Kajian dan Perencanaan----165
- B. Luasan dan Dimensi Bangunan----168
- C. Perhitungan Beban Hidup dan Mati Plat Lantai----173
- D. Data Pembebanan Struktur----175
- E. Analisis Lentur Murni dan Beban Lintang Balok----176
- F. Perhitungan Lendutan Balok----191
- G. Perhitungan Tingkat Daktilitas Balok ----193
  - a. Tata Cara Perhitungan Balok----193
  - b. Perhitungan Daktilitas Balok Bentang 4,5 m----196
- H. Kesimpulan----201

**BAB.9. PERENCANAAN STRUKTUR BALOK TAHAN GEMPA DENGAN BEBAN SEGITIGA----211**

- A. Perhitungan Beban Hidup dan Mati Plat Lantai----211
- B. Data Pembebanan Struktur----213
- C. Analisis Lentur Murni dan Beban Lintang Balok----214
- D. Perhitungan Lendutan Balok----223
- E. Perhitungan Tingkat Daktilitas Balok ----228
  - 1. Tata Cara Perhitungan Daktilitas Balok----228
  - 2. Perhitungan Daktilitas Balok Bentang 2,5 m----230
- F. Kesimpulan----236
- DAFTAR PUSTAKA----247
- TENTANG PENULIS----251



## Daftar Gambar

- Gambar 1.1. Rekaman Getaran Gempa Bumi—-4  
Gambar 1.2. Keretakan Tanah Akibat Gempa Liwa Tahun 1994—-4  
Gambar 1.3. Kerusakan Tanah Akibat Gempa Kerinci Tahun 1995—-5  
Gambar 1.4. Bagian Depan Kerusakan Bangunan STIE Yogyakarta Sebab Gempa Tahun 2006—-5  
Gambar 1.5. Bagian Dalam Kerusakan Bangunan STIE Yogyakarta Sebab Gempa Tahun 2006—-6  
Gambar 1.6. Bangunan Sekolah yang Ambruk pada Bencana Gempa Sumatera Barat 2009—-7  
Gambar 1.7. Bangunan Pemerintahan yang Rusak Berat pada Bencana Gempa Sumatera Barat 2009—-8
- Gambar 2.1. Filosofi Pohon sebagai Struktur Alam. --24  
Gambar 2.2. Analogi pada Struktur Pohon dan Bangunan--25  
Gambar 2.3. Pasak Gunung Api—-26  
Gambar 2.4. Pondasi Tiang Pancang—-26  
Gambar 2.5. Bagian Struktur Dua - Gaya—-28  
Gambar 2.6. Bagian Struktur yang Dibebeani Secara Transversal—-30  
Gambar 2.7. Sistem Seri—-34  
Gambar 2.8. Sistem Paralel Redundant—-35  
Gambar 2.9. Sistem Campuran—-35
- Gambar 3.1. Rangka yang Mengalami Deformasi Akibat Gaya Lateral —-40  
Gambar 3.2. Perubahan Bentuk Rangka Karena Beban Gravitasi—-40  
Gambar 3.3. Pemakaian Bracing untuk Memperkaku Rangka —-40  
Gambar 3.4. Batang Balok yang Mengalami Kesetimbangan Gaya—- 41  
Gambar 3.5. Struktur Rangka Stabil dan Tidak Stabil —-42  
Gambar 3.6. Patahnya Batang Akibat Rendahnya Kekuatan Balok —-43  
Gambar 3.7. Lenturnya Batang yang Besar Akibat Kurang Kuatnya Balok—- 43  
Gambar 3.8. Penampang yang Tebal Lebih Kaku terhadap Lentur —-44  
Gambar 3.9. Penampang yang Tipis Lebih Rawan terhadap Lentur —-44  
Gambar 3.10. Balok yang Dikenai Beban Terbagi Merata —-49  
Gambar 3.11. Balok yang Dikenai Beban Terbagi Segitiga —-49  
Gambar 3.12. Muatan Tak langsung dengan Sistem Portal —-50  
Gambar 3.13. Muatan langsung dengan Sistem Kolom Tunggal —-50  
Gambar 3.14. Gaya Digambarkan dengan Garis Berpanah sebagai Vektor —-53  
Gambar 3.15. Vektor Gaya yang Memiliki Arah dan Besaran—- 53  
Gambar 3.16. Kolom yang Memiliki Gaya dalam Akibat Gaya Luar—- 54  
Gambar 3.17. Momen Merupakan Hasil Gaya dengan Jarak Titik yang Ditinjau —-55  
Gambar 3.18. Vektor Gaya - Gaya dalam Keadaan Setimbang —-55

Gambar 3.19. Tipe Arah Vektor Gaya --- 56  
 Gambar 3.20. Resultan Dua Gaya --- 57  
 Gambar 3.21. Resultan Vektor Empat Gaya ---58  
 Gambar 3.22. Resultan Vektor Enam Gaya ---58  
 Gambar 3.23. Hukum Statika Struktur tentang Kesetimbangan ---59  
 Gambar 3.24. Balok Sederhana yang Menerapkan Struktur Statis Tentu --- 60  
 Gambar 3.25. Struktur Balok Statis Tak Tentu ---61  
 Gambar 3.26. Struktur Rangka Statis Tak Tentu ---61  
 Gambar 3.27. Struktur Busur Statis Tak Tentu --- 62

Gambar 7.1. Perencanaan Capacity Design --- 149  
 Gambar 7.2. Peta Lempeng Tektonik --- 158  
 Gambar 7.3. Frekuensi Kejadian Gempa Dangkal dengan Magnitude Atas --- 160  
 Gambar 7.4. Peta Wilayah Gempa di Indonesia --- 162  
 Gambar 7.5. Respon Percepatan Struktur Wilayah Gempa di Indonesia. ---163

Gambar 8.1. View Bagian Depan Bangunan ---167  
 Gambar 8.2. View Bagian Belakang Bangunan --- 168  
 Gambar 8.3. Denah Lantai 1 --- 169  
 Gambar 8.4. Denah Lantai 2 --- 170  
 Gambar 8.5. Tampak Depan 171  
 Gambar 8.6. Rencana Balok Struktur Lantai 2 ---172  
 Gambar 8.7. Denah Pembebanan Plat Lantai Untuk Balok 4,5 m ---173  
 Gambar 8.8. Gaya-Gaya yang Menyebabkan Momen pada Titik Pusat Pelat ---174  
 Gambar 8.9. Balok Bentang 4,5 m ---177  
 Gambar 8.10. Penampang Balok 25 x 40 cm ---178  
 Gambar 8.11. Panjang Daerah Geser pada Tumpuan ---182  
 Gambar 8.12. Potongan Membujur Balok Hasil Desain Ukuran 25 x 40 ---184

Gambar 8.13. Potongan AA' ---184  
 Gambar 8.14. Potongan BB' ---184  
 Gambar 8.15. Penampang Balok 22 x 40 cm ---185  
 Gambar 8.16. Panjang Daerah Geser pada Tumpuan ---189  
 Gambar 8.17. Potongan Membujur Balok Hasil Desain Ukuran 22 x 40 ---191  
 Gambar 8.18. Potongan AA' ---191  
 Gambar 8.19. Potongan BB' ---191  
 Gambar 8.20. Lendutan pada Balok ---192  
 Gambar 8.21. Koefisien Gempa Dasar (C) untuk Zona Gempa 3 ---195  
 Gambar 8.22. Balok Bentang 4,5 m dengan Beban Geser Gempa Horizontal ---197  
 Gambar 8.23. Daerah Plastis dan Luar Plastis Balok Bentang 4,5 m Akibat Gaya Geser Gempa untuk Balok Eksisting 25 X 40 cm dan Balok Desain 22 x 40 cm --- 197  
 Gambar 8.24. Diagram Lentur Balok --- 204  
 Gambar 8.25. Diagram Geser Balok 206

Gambar 9.1. Denah Pembebanan Plat Lantai untuk Balok 2,5 m --- 212  
 Gambar 9.2. Gaya-gaya yang Menyebabkan Momen pada Titik --- 212  
 Gambar 9.3. Balok Bentang 2,5 m --- 215  
 Gambar 9.4. Penampang Balok 15 x 30 cm --- 216  
 Gambar 9.5. Panjang Daerah Geser pada Tumpuan --- 218  
 Gambar 9.6. Potongan Membujur Balok Hasil Desain Ukuran 15 x 30 cm --- 220  
 Gambar 9.7. Potongan AA' --- 221  
 Gambar 9.8. Potongan BB' --- 221  
 Gambar 9.9. Penampang Balok 15 x 27 cm --- 221  
 Gambar 9.10. Panjang Daerah Geser pada Tumpuan --- 224  
 Gambar 9.11. Potongan Membujur Balok Hasil Desain Ukuran 15 x 27 --- 226



- Gambar 9.12. Potongan AA' --- 226  
 Gambar 9.13. Potongan BB' --- 226  
 Gambar 9.14. Koefisien Gempa Dasar (C) untuk Zona Gempa 3 --- 229  
 Gambar 9.15. Balok Bentang 2,5 m dengan Beban Geser Gempa Horizontal --- 231  
 Gambar 9.16. Daerah Plastis dan Luar Plastis Balok Bentang 2,5 m Akibat Gaya Geser Gempa untuk Balok eksisting 15 x 30 cm --- 231  
 Gambar 9.17. Daerah Plastis dan Luar Plastis Balok Bentang 2,5 m Akibat Gaya Geser Gempa untuk Balok Desain 15 x 27 cm --- 234  
 Gambar 9.18. Diagram Lentur Balok --- 239  
 Gambar 9.19. Diagram Geser Balok --- 240

## Daftar Tabel

- Tabel 5.1. Perencanaan Struktur Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa----90  
 Tabel 8.1. Perhitungan Tulangan Lentur Balok 25 x 40 cm----180  
 Tabel 8.2. Perhitungan Tulangan Lentur Balok 22 x 40 cm----187  
 Tabel 8.3. Hasil Survei Balok Eksisting Bentang 4,5 m----202  
 Tabel 8.4. Jumlah Tulangan Lentur Balok 25 x 40 cm----203  
 Tabel 8.5. Jumlah Tulangan Lentur Balok 22 x 40 cm----206  
 Tabel 9.1. Perhitungan Tulangan Lentur Balok 15 x 30 cm----217  
 Tabel 9.2. Perhitungan Tulangan Lentur Balok 15 x 27 cm----222  
 Tabel 9.3. Hasil Survei Balok Eksisting Bentang 2,5 m----236  
 Tabel 9.4. Jumlah Tulangan Lentur Balok 15 x 30 cm----237  
 Tabel 9.5. Jumlah Tulangan Lentur Balok 15 x 27 cm----241



Kajian mengenai gempa sangat menarik untuk dibahas, apalagi topik tentang gempa masih sangat hangat masa-masa ini. Karena bencana ini terus merundung negeri tercinta kita ini, dan korban yang diakibatkannya tidak tanggung-tanggung sampai ribuan nyawa hilang dan milyaran rupiah materi yang sirna begitu saja. Al-Qur'an sebagai penuntun hidup umat Islam sebagai sumber hukum yang tertinggi dalam agama Islam, yang kemudian dijabarkan oleh Rasul saw melalui sunnah atau hadits. Al-Qur'an dan hadits sudah cukup banyak memberikan isyarat tentang gempa ini, dan bahkan peristiwa masa lalu juga diceritakan, banyak kalangan yang menyebut bahwa gempa merupakan bencana bagi manusia pendiam planet bumi ini, namun di balik itu pasti ada hikmahnya bergantung pada sudut pandang dan amalan kita masing-masing. Sebenarnya kalau kita simak lebih teliti, gempa bukan semata-mata kehendak Allah swt, tetapi juga karena ulah tangan manusia sendiri yang merusak keseimbangan alam yang diciptakan Allah swt, sebagaimana firman-Nya dalam QS. ar-Ruum: 41. Buku ini berusaha menghadirkan keajaiban al-Quran yang berisi isyarat mengenai gempa dan solusi pemecahannya di bidang konstruksi bangunan, penjelasan di dalamnya juga didukung pula oleh sunnah Rasul saw.



UIN-MALIKI PRESS  
Jalan Gajayana 50 Malang 65144  
Telepon/Faksimile 0341-573225  
e-mail: admin@uinmalikiipress.com  
<http://uinmalikiipress.com>

ISBN 978-602-958-275-8



9 786029 582758

