

KAJIAN BANGUNAN DI INDONESIA DENGAN AMERIKA (STUDI KASUS RUMAH DI BANTUL)

Adi Setiabudi Bawono

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Teknologi Yogyakarta, Alumni Magister
Teknik Sipil konsentrasi Manajemen Rekayasa Kegempaan Universitas Islam Indonesia
e-mail: adisetiabb@yahoo.com

ABSTRACT

One of the activities of mitigation the earthquake is detect of damage and estimate the probability of building material losses because of earthquake in each typical building on an area.

In the developed countries attempt to predict the probability of damage to the building caused by the quake has been a lot done. One method used is HAZUS Method (Hazard United States). In evaluating the damage to buildings, one method is used assessing HAZUS level the probability of damage to each building. This study is an initial study to compare building in Bantul-Indonesia and United State Of America.

The Data collected includes the characteristic of houses. Conclusion obtained from this research is that house in bantul different with HAZUS type of building.

Keyword: *mitigation, earthquake, HAZUS.*

Pendahuluan

Peristiwa 27 Mei 2006 yang lalu adalah hari yang bersejarah bagi negara kita Indonesia, terutama bagi kota Yogyakarta. Pada tanggal tersebut gempa yang amat dahsyat mengguncang Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya. Dampak dari gempa 27 Mei 2006 di Yogyakarta menyebabkan rusaknya bangunan struktur dan infrastruktur, fasilitas umum, tempat wisata serta tempat usaha masyarakat.

Banyaknya korban jiwa dan korban harta paling banyak disebabkan oleh rusaknya bangunan. Jumlah korban jiwa dan korban harta dapat diminimalkan apabila ada upaya mitigasi yang telah dilakukan. Salah satu kegiatan mitigasi tersebut adalah dengan memprediksi probabilitas kerusakan serta estimasi kerugian yang ditimbulkan akibat gempa pada tiap tipikal bangunan pada suatu daerah. Di negara-negara maju upaya untuk memprediksi probabilitas kerusakan bangunan akibat gempa sudah banyak dilakukan.

Salah satu metode yang digunakan di Amerika untuk mengevaluasi kerusakan bangunan dengan menggunakan *software* HAZUS dengan berbagai kajian didalamnya. Studi kasus dalam penelitian ini adalah bangunan rumah di Bantul dibandingkan dengan di Amerika, studi kasus ini merupakan suatu kajian awal untuk menghitung probabilitas kerusakan bangunan, berdasarkan perbedaan karakteristik yang tertuang dalam Modul HAZUS

Sarwidi (2002) mengartikan gempa sebagai getaran / guncangan pada dasar atau pijakan. Karena manusia hidup di bumi, maka dasar yang menjadi pijakan adalah bumi/tanah.

Widodo (2006) menyebutkan bahwa gempa tektonik adalah gempa yang umumnya paling besar dibandingkan dengan jenis gempa-gempa yang lain.

Boen (2006) dalam laporannya tentang gempa 27 Mei 2006, menyebutkan bahwa terdapat perbedaan intensitas gempa dan lokasi pusat gempa yang terjadi di Yogyakarta, acuan pusat survei kegempaan yang digunakan adalah USGS (*United State Geological Survey*), NIED (*National Institute for Educational Development*) dan BMG (Badan Meteorologi dan Geofisika).

Sarwidi dan Winarno (2006) meneliti tentang kajian perbandingan kerugian bencana gempa 27 Mei 2006 dalam sektor rumah tinggal antara hasil estimasi dan hasil kerugian aktual.

NIBS (2002) membuat suatu panduan *Earthquake Loss Estimation Methodology* dengan nama HAZUS 99 Service Release 2.

Gulati (2006) menggunakan bantuan software HAZUS untuk mengolah data yang diperoleh. Skenario gempa bumi yang diambil adalah Gempa Chamoli di Dehradun (Uttaranchal) tahun 1999.

Tinjauan pustaka dalam kajian ini menggunakan studi pustaka dari penelitian orang lain yang pernah dilakukan dan juga melalui pendekatan-pendekatan yang relevan disesuaikan dengan kondisi di Indonesia, khususnya di daerah Bantul.

LANDASAN TEORI

HAZUS (*Hazard United States*)

NIBS (*The National Institute of Building Sciences*) mengembangkan *software* dengan nama HAZUS untuk asesmen risiko akibat berbagai bencana. *Software* ini dikeluarkan oleh FEMA (*The Federal Emergency Management Agency*) pada tahun 1997 untuk menaksir kerugian akibat gempa bumi di Amerika Serikat. Versi terbaru dari *software* ini diluncurkan pada Januari 2005 dengan nama HAZUS MH MR-1 untuk assessmen risiko bencana gempa, termasuk bencana banjir dan topan. HAZUS untuk bencana gempa bumi diluncurkan awal 2003 sebagai bagian dari suatu analisis risiko kebencanaan. Dengan *software* ini para pemakai dapat memperkirakan kerugian dan probabilitas kerusakan bangunan maupun infrastruktur yang diakibatkan oleh gempa bumi.

Probabilitas Kerusakan

Salah satu upaya pengurangan risiko bencana gempa di Amerika adalah dengan cara menghitung seberapa besar tingkat probabilitas pada keempat kategori kerusakan (*slight, moderate, extensive, complete*) pada tiap rumah, berdasarkan tipe bangunan, *seismic design code, capacity cuve* bangunan. Dengan diketahui seberapa besar probabilitas kerusakan pada tiap rumah yang diteliti, dapat digunakan dalam upaya untuk mitigasi bencana.

Tipe Bangunan Versi HAZUS dan di Yogyakarta

Amerika membagi bangunan menjadi 36 tipe bangunan versi HAZUS. Ke 36 tipe bangunan tersebut dibedakan seperti pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 4. Model Bangunan HAZUS (NIBS,2002)

No	Label	Description	Height			
			Range		Typical	
			Name	Stories	Stories	Feet
1 2	W1 W2	Wood, Light Frame (≤ 5.000 sq. Ft) Wood Commercial and Industrial (> 5.000 sq. Ft)		1 – 2 All	1 2	14 24
3 4 5	S1L S1M S1H	Steel Moment Frame	Low-Rise Mid-Rise High-Rise	1 – 3 4 – 7 8 +	2 5 13	24 60 156
6 7 8	S2L S2M S2H	Steel Braced Frames	Low-Rise Mid-Rise High-Rise	1 – 3 4 – 7 8 +	2 5 13	24 60 156
9	S3	Steel Light Frame		All	1	15
10 11 12	S4L S4M S4H	Steel Frame wit Cast-in Place Concrete Shear Walls	Low-Rise Mid-Rise High-Rise	1 – 3 4 – 7 8 +	2 5 13	24 60 156
13 14 15	S5L S5M S5H	Steel Frame With Unreinforced Masonry Walls	Low-Rise Mid-Rise High-Rise	1 – 3 4 – 7 8 +	2 5 13	24 60 156
16 17 18	C1L C1M C1H	Concrete Moment Frame	Low-Rise Mid-Rise High-Rise	1 – 3 4 – 7 8 +	2 5 12	20 50 120
19 20 21	C2L C2M C2H	Cocncrete Shear Walls	Low-Rise Mid-Rise High-Rise	1 – 3 4 – 7 8 +	2 5 12	20 50 120
22 23 24	C3L C3M C3H	Concrete Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	Low-Rise Mid-Rise High-Rise	1 – 3 4 – 7 8 +	2 5 12	20 50 120
25	PC1	Precast Concrete Tile-Up Walls		All	1	15
26 27 28	PC2L PC2M PC2H	Precast Concrete Frames with Concrete Shear Walls	Low-Rise Mid-Rise High-Rise	1 – 3 4 – 7 8 +	2 5 12	20 50 120
29 30	RM1L RM1M	Reinforced Masonry Bearing Walls with Wood or Metal Deck Diaphragms	Low-Rise Mid-Rise	1 – 3 4 +	2 5	20 50
31 32 33	RM2L RM2M RM2H	Reinforced Masonry Bearing Walls with Precast Concrete Diaphragms	Low-Rise Mid-Rise High-Rise	1 – 3 4 – 7 8 +	2 5 12	20 50 120
34 35	URML URMM	Unreinforced Masonry Bearing Walls	Low-Rise Mid-Rise	1 – 2 3 +	1 3	15 35
36	MH	Mobile Homes		All	1	10

Contoh gambar rumah versi HAZUS, dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Rumah RM1 dan URML Amerika (NIBS, 2002)

Hasil dari *reconnaissance* tim CEEDEDS UII (*Center for Earthquake Engineering, Dynamic Effect, and Disaster Studies Universitas Islam Indonesia*), nampak bahwa rumah-rumah di daerah Bantul ternyata memiliki tipikal yang beraneka ragam, contohnya adalah rumah bambu, rumah gedek, rumah tembokan tanpa perkuatan, rumah tembokan dengan perkuatan, dan sebagainya. Hampir seluruh

bangunan di Bantul, terutama peninggalan nenek moyang dibangun hanya menggunakan bangunan yang dibangun tanpa perkuatan struktur, hanya menggunakan perkuatan berupa bata yang ditumpuk. Gambar 2 adalah contoh gambar-gambar rumah di daerah Bantul.



Gambar 1. Rumah di Bantul (BAPPEDA, 2007)

Seismic Design Code

Dalam HAZUS disebutkan bahwa kondisi wilayah kegempaan daerah dimana bangunan berdiri mempengaruhi perbedaan nilai probabilitas kerusakan pada tiap bangunan. USGS (*United States of Geologic Survey*) telah memiliki peta wilayah kegempaan untuk beberapa daerah di benua Amerika. Selain menentukan wilayah kegempaan juga perlu diketahui apakah bangunan tersebut dibangun sebelum atau sesudah peraturan bangunan tahan gempa ada (*building code*). Beberapa peraturan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 5. Benchmark Year (FEMA 154, 2002)

Building Type	Model Building Seismic Design Provisions			
	BOCA	SBCC	UBC	NEHRP
W1	1992	1993	1976	1985
W2	1992	1993	1976	1985
S1	**	**	1994	**
S2	1992	1993	1988	1991
S3	*	*	*	*
S4	1992	1993	1976	1985
S5	*	*	*	*
C1	1992	1993	1976	1985
C2	1992	1993	1976	1985
C3	*	*	*	*
PC1	*	*	1997	*
PC2	*	*	*	*
RM1	*	*	1997	*
RM2	1992	1993	1976	1985
URM	*	*	1991	*

Salah satu peraturan bangunan tahan gempa yang digunakan dalam HAZUS adalah peraturan UBC (*Uniform Building Code*). Dalam peraturan UBC terdapat suatu hubungan antara wilayah kegempaan dan umur bangunan. Umur bangunan dibedakan menjadi 3 yaitu, sebelum tahun 1941, antara 1941-1975, dan setelah tahun 1975. Hubungan antara wilayah kegempaan dan umur bangunan, akan menentukan *seismic design code* suatu bangunan. *Seismic design code* tersebut dibagi 4 macam yaitu *low code*, *moderate code*, *high code* dan *pre code*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 6. Hubungan antara wilayah kegempaan dan umur bangunan (NIBS 2002)

UBC Seismic Zone (NEHRP Map Area)	Post 1975	1941 - 1975	Pre 1941
Zone 4 (Map Area 7)	High Code	Moderate Code	Pre Code (W1 = Moderate Code)
Zone 3 (Map Area 6)	Moderate Code	Moderate Code	Pre Code (W1 = Moderate Code)
Zone 2B (Map Area 5)	Moderate Code	Low Code	Pre Code (W1 = Low Code)
Zone 2A (Map Area 4)	Low Code	Low Code	Pre Code (W1 = Low Code)
Zone 1 (Map Area 2/3)	Low Code	Pre Code (W1 = Low Code)	Pre Code (W1 = Low Code)
Zone 0 (Map Area 1)	Pre Code (W1 = Low Code)	Pre Code (W1 = Low Code)	Pre Code (W1 = Low Code)

Di Indonesia peraturan pembebanan beton, baru ada tahun 1971 (PBI' 71) dan selesai direvisi setelah 20 tahun kemudian, sedangkan untuk peraturan bangunan tahan gempa baru ada tahun 1991 (SKSNI, 1991) dan baru direvisi tahun 2002 (RSNI 2002). Seperti dijelaskan pada Tabel 4 berikut ini :

Tabel 7. Code building Indonesia (Widodo,2008)

Code Building in Indonesia	Year
Indonesian Loading Code	1981 – present
Indonesian Concrete Code (PBI)	1971 – 1991
Indonesian Eathquake Resistant Design for Building (TCPKGUBG)	1981 – 2001
Indonesian Eathquake Resistant Design for Building Procedure (TCPKGUBG)	2002 -
Indonesian Reinforced Concrete Design (SKSNI, 1991)	1991 – 2001
Indonesian Reinforced Concrete Design Procedure (RSNI, 2002)	2000 -

Capacity Curve

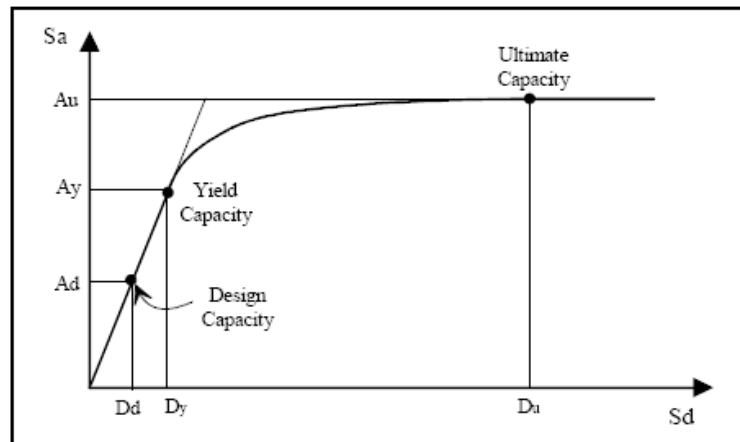
Nilai *capacity curve* menunjukkan nilai titik leleh (*yield*) (D_y, A_y) dan nilai titik batas (*ultimate*) (D_u, A_u) suatu bangunan

Nilai kapasitas kurva untuk bangunan di Amerika sudah ditetapkan oleh HAZUS, nilai *capacity curve* berbeda-beda untuk tiap jenis bangunan berdasarkan wilayah kegempaanannya. Sebagai contoh dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini :

Tabel 8. Capacity curve low code design (NIBS, 2002)

Building Type	Yield Capacity Point		Ultimate Capacity Point	
	Dy (in)	Ay (g)	Dy (in)	Ay (g)
W1	0.24	0.2	4.32	0.6
W2	0.16	0.1	2.35	0.25
S1L	0.15	0.062	2.29	0.187
S1M	0.44	0.039	4.44	0.117
S1H	1.16	0.024	8.73	0.073
S2L	0.16	0.1	1.57	0.2
S2M	0.61	0.083	4.04	0.167
S2H	1.94	0.063	9.68	0.127
S3	0.16	0.1	1.57	0.2
S4L	0.1	0.08	1.08	0.18
S4M	0.27	0.067	2.05	0.15
S4H	0.87	0.051	4.9	0.114
S5L	0.12	0.1	1.2	0.2
S5M	0.34	0.083	2.27	0.167
S5H	1.09	0.063	5.45	0.127
C1L	0.1	0.062	1.47	0.187
C1M	0.29	0.052	2.88	0.156
C1H	0.5	0.024	3.77	0.073
C2L	0.12	0.1	1.5	0.25
C2M	0.26	0.083	2.16	0.208
C2H	0.74	0.063	4.59	0.159
C3L	0.12	0.1	1.35	225
C3M	0.26	0.083	1.95	0.188
C3H	0.74	0.063	4.13	0.143
PC1	0.18	0.15	1.8	0.3
PC2L	0.12	0.1	1.2	0.2
PC2M	0.26	0.083	1.73	0.167
PC2H	0.74	0.063	3.67	0.127
RM1L	0.16	0.133	1.6	0.267
RM1M	0.35	0.111	2.31	0.222
RM2L	0.26	0.133	4.9	0.267
RM2M	0.35	0.111	2.31	0.169
RM2H	0.98	0.085	4.9	0.4
URML	0.24	0.2	2.4	0.222
URMM	0.27	0.111	1.81	0.3
MH	0.18	0.15	2.16	0.3

D menunjukkan nilai *Displacement* dari bangunan, sedangkan A adalah nilai *Acceleration* bangunan. Contoh gambar *capacity curve* pada Gambar 8 berikut ini :



Gambar 2. Capacity curve bangunan (NIBS, 2002)

Sedangkan untuk di Indonesia belum ada data *capacity curve* untuk bangunan-bangunan di Indonesia. Dengan adanya *capacity curve* dapat diketahui seberapa besar kapasitas bangunan mencapai titik leleh dan titik ultimate.

PEMBAHASAN

Pembahasan dari hasil kajian adalah sebagai berikut :

1. Dari kedua negara tersebut dapat diketahui bahwa kedua negara tersebut memiliki perbedaan karakteristik bangunan. Di Amerika sudah dikelompokkan tipe bangunan berdasarkan jenis bangunan dan juga jumlah lantai. Sedangkan di Indonesia pengelompokkan bangunan masih umum.
2. Peraturan desain bangunan tahan gempa perlu terus *diupdate* disesuaikan dengan kajian penelitian-penelitian kegempaan, mengingat negara Indonesia adalah negara rawan gempa.
3. Berbeda dengan Indonesia, Amerika sudah memiliki standar nilai *capacity curve* untuk tiap bangunan. Oleh karena itu perlu adanya penelitian tentang *capacity curve* bangunan di Indonesia.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Perlu melibatkan *Expert judgment* perlu di bidang bangunan tahan gempa seperti para profesor kegempaan, maupun para ahli gempa di Indonesia yang sudah memiliki *track record* yang baik.
2. Perlu adanya penelitian tentang *capacity curve* bangunan di Indonesia, sebagai suatu standardisasi dalam membangun, seperti di Amerika yang sudah memiliki standar nilai *capacity curve* untuk tiap tipe bangunan.

3. Data-data gempa sebaiknya di koleksi dan di kumpulkan menjadi satu database yang lengkap agar supaya dapat digunakan untuk penelitian ataupun kepentingan lain.
4. Perlu adanya penelitian tentang *capacity curve* bangunan di Indonesia, sebagai suatu standardisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BAPPENAS (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional), 2006, *Buku Utama Rehabilitasi Dan Rekonstruksi Wilayah Pasca Bencana Gempa Bumi Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Dan Provinsi Jawa Tengah*, BAPPENAS, Jakarta.
- [2] BMG (Badan Meteorologi dan Geofisika), 2006, *Teori Seismologi, Balai Besar Meteorologi & Geofisika Wilayah II Ciputat, Jakarta*, www.bbmgwil2.bmg.go.id/penyebabgempabumi.php; akses tanggal 6 Februari 2009.
- [3] Boen, T., 2006, *Yogya Earthquake 27 May 2006, Structural Damage Report*, EERI Report, USA.
- [4] CEEDEDS UII (Center for Earthquake Engineering, Dynamic Effect, and Disaster Studies) Universitas Islam Indonesia, 2006, *Manual Bangunan Rumah Rakyat Tahan Gempa (BARRATAGA) Edisi 04 Revisi 00*, Kerjasama CEEDEDS UII dengan Pemerintah Jepang, Yogyakarta.
- [5] DPU (Departemen Pekerjaan Umum), 2006, *Laporan Penanganan Bencana Gempa Bumi Yogyakarta Dan Jawa Tengah*, DPU Jateng.
- [6] Elnashai, A, S., Kim, S, J., Yun, G, J., Sidarta, J., 2006, *The Yogyakarta Earthquake of May 27, 2006*, Mae Center Report No.07-02, Mid-America Earthquake Center.
- [7] FEMA 154, 2002, *Second Edition Rapid Visual Screening Of Buildings For Potential Seismic Hazards: A Handbook*, Federal Emergency Management Agency 154/ March 2002, Washington DC.
- [8] FEMA 306, 1998, *Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings*, Federal Emergency Management Agency, 1998, Washington DC.
- [9] Gulati .B, 2006, *Earthquake Risk Assessment of Buildings: Applicability of HAZUS in Dehradun, India*, International Institute For Geo-Information Science And Earth Observation Enschede, The Netherlands.
- [10] NIBS,2002. HAZUS (Hazard US), 1999: *Earthquake Loss Estimation, National Institute of Building Sciences*, Washington DC.

- [11] Pariatmono, 2008, *Science and Technology Role in Earthquake Mitigation*, Workshop on Housing Construction on the High-Risk Earthquake Zone, Jakarta, March 18, 2008
- [12] Porter, K. A., 2003, *Earthquake Engineering Handbook*, California Institute of Technology Pasadena, CA.
- [13] Sariwidi, 2002, *Diktat kuliah teknik gempa*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [14] Sarwidi, Winarno S., 2006, *Laporan Penelitian. Kajian Perbandingan Kerugian Bencana Gempa 27 Mei 2006 Pada Sektor Rumah Tinggal Di Kota Yogyakarta Antara Kerugian Hasil Estimasi Dan Kerugian Aktual*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [15] SNI (Standar Nasional Indonesia), 2002, SN-03-1726-2002 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional (BSNI), Indonesia.
- [16] USGS (United States Geological Surveys), 2006, *Magnitude 6,3-Java Indonesia*, <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2006/usneb6/index.php>; akses tanggal 12 Desember 2007.
- [17] Widodo, 2006, *Diktat Kuliah Teknik Kegempaan*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta