

KAJIAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA BUMI (STUDI KASUS GEMPA DI NTB 2004)

Antonius¹, Djoko Susilo Adhy² dan Ruslan³

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung, Kampus UNISSULA Semarang, email: antoni67a@yahoo.com

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung, Kampus UNISSULA Semarang

³Dinas Kimpraswil Prop. Nusa Tenggara Barat, Alumni Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung

Gempa Bumi yang melanda sebagian wilayah di propinsi Nusa Tenggara Barat pertengahan bulan Januari 2004 telah menelan korban dan trauma yang mendalam di masyarakat. Gempa bumi tersebut dengan kekuatan 6,2 SR telah menghancurkan bangunan fasilitas umum, fasilitas sosial, rumah penduduk dan sarana lainnya. Kerusakan bangunan rumah akibat gempa ini tercatat sebanyak 4831 unit dengan rincian rusak ringan 3338 unit, rusak sedang 906 unit dan rusak berat 587 unit. Salah satu penyebab tingginya jumlah kerusakan ini adalah faktor kesalahan manusia seperti kurangnya perencanaan, pelaksanaan konstruksi, pemilihan lokasi dan pemilihan mutu bahan bangunan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerusakan bangunan akibat gempa bumi tersebut. Lokasi penelitian berada di 3 (tiga) wilayah kecamatan yang terindikasi paling banyak bangunan rumah yang rusak berat yaitu Kecamatan Gunung Sari, Batu Layar dan Kecamatan Cakranegara dengan sampel sebanyak 45 KK yang dipilih dengan metode Random sampling. Hasil penelitian diantaranya menunjukkan bahwa kerusakan rumah tinggal akibat gempa diakibatkan oleh faktor perencanaan yang kurang sesuai serta faktor kemampuan pelaksana pekerjaan.

Kata-kata kunci: gempa bumi, faktor perencanaan, pelaksanaan konstruksi

1. PENDAHULUAN

Di propinsi Nusa Tenggara Barat pada awal bulan Januari 2004 masyarakat dikejutkan dengan dengan terjadinya gempa bumi tektonik berskala 6,2 SR yang berpusat di selat Lombok berjarak sekitar 64 km dari pulau Lombok, dan kejadian ini mengguncang sebagian wilayah pulau Bali. Getaran gempa ini dirasakan di empat kabupaten/kota di pulau Lombok, yaitu kabupaten kota Mataram, Lombok Barat, Lombok Timur dan Lombok Tengah dan mengakibatkan kerusakan bangunan gedung fasilitas sosial maupun fasilitas umum seperti masjid, sekolah, puskesmas, rumah sakit, rumah tinggal, hotel, dan fasilitas lainnya dengan tingkat kerusakan yang bervariasi.

Data identifikasi kerusakan akibat bencana alam gempa bumi yang dikeluarkan oleh Dinas Kimpraswil Nusa Tenggara Barat, Dinas Sosial serta Satkorlak Bencana Alam, bahwa tingkat kerusakan bangunan rumah berjumlah 4831 unit, dengan rincian rusak berat dengan jumlah 567 unit, rusak sedang berjumlah 906 unit, dan rusak ringan dengan jumlah 3308 unit.

Beberapa kejadian gempa dengan skala besar seperti di Nusa Tenggara Barat (Januari 2004), propinsi Nangroe Aceh Darussalam (26 Desember 2004) dan gempa di Yogyakarta (27 Mei 2006) telah memberi banyak pelajaran bahwa tidak dipenuhinya konsep rumah tinggal yang tahan gempa akan memberi dampak kepada begitu mudahnya rumah tinggal mengalami kerusakan bahkan banyak rumah yang mengalami keruntuhan total.

Berdasarkan pengamatan dari berbagai foto yang dapat dihimpun maka kerusakan rumah, disamping akibat gempa, juga berkaitan dengan cara membangun dan kualitas cara pengerjaannya, khususnya bangunan yang dibangun sekitar tahun 1960-an hingga 1980-an. Struktur bangunan rata-rata menggunakan dinding bata sebagai dinding pemikul, tanpa menggunakan kerangka beton. Beberapa rumah yang dipadukan dengan kolom kayu kerusakannya tidak membuat bangunan runtuh seluruhnya. Faktor lain yang turut mempengaruhi tingkat kerusakan adalah bahan perekat bata (spesi) yang merupakan campuran dari pasir, gamping dan bata merah tumbuk, dimana bahan ini lebih rapuh dari semen. Disamping gempanya sendiri, faktor penyebab lain penyebab kerusakan bangunan adalah struktur tanah (pada umumnya tanah lempung).

Pada beberapa bangunan, khususnya yang dibangun dengan sudah menerapkan kerangka beton, menunjukkan lebih tahan terhadap gempa daripada bangunan lainnya. Namun dari pengamatan bangunan yang mengalami kerusakan disebabkan oleh faktor kualitas pelaksanaan yang mempengaruhi kekuatan bangunan. Secara visual nampak pada ukuran kerangka beton dan bentuknya, perlakuan dan pengolahan besi baja, serta campuran semennya.

Bangunan rumah yang mengalami rusak berat dan sedang, lebih banyak terjadi di daerah pedesaan dengan struktur bangunan yang sederhana sehingga tidak dapat menahan beban gempa bumi yang diterima. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti faktor perencanaan dan faktor pelaksanaan konstruksi. Berdasarkan data kerusakan bangunan rumah, aspek perencanaan dan pelaksanaan akan menjadi fokus bahasan dalam paper ini karena kedua hal tersebut sangat berkaitan dan langsung mempengaruhi kinerja konstruksi bangunan.

2. KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA BUMI

Berbagai hasil penyelidikan terhadap kerusakan rumah tinggal akibat gempa telah dilakukan terutama pada aspek teknis, diantaranya oleh Sarwidi & Satrio [2004] dan Imran dkk. [2006]. Hasil penyelidikan tersebut menyebutkan bahwa kerusakan bangunan rumah tinggal akibat gempa dapat dibedakan menjadi kerusakan elemen non-struktural dan elemen struktural serta akibat pelaksanaan pekerjaan.

2.1. Kerusakan Elemen Non-Struktural

2.1.1. Kerusakan pada dinding bata penyekat/pengisi

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah [2003] telah menentukan beberapa hal seperti sistim pemasangan batu bata beserta detailnya. Dengan mengacu kepada ketentuan tersebut disebutkan bahwa ternyata rumah tinggal yang terkena gempa selama ini, sekat-sekat pada struktur bangunan pada umumnya terbuat dari dinding bata tanpa tulangan dan di beberapa lokasi bahkan dijumpai dinding bata pengisi tanpa rangka pengikat (*unreinforced brick masonry*). Perencana struktur umumnya mengabaikan kontribusi dinding pengisi dalam memperkaku dan memikul beban. Karena tidak didesain sebagai elemen struktural, kerusakan dinding bata pengisi atau penyekat pada umumnya tidak dapat dihindari, khususnya pada sistem

struktur rangka portal yang fleksibel dan tidak diperkaku dengan elemen dinding geser. Pada saat gempa terjadi, karena kekakuannya yang relatif tinggi, sebagian besar gaya gempa terserap oleh struktur dinding yang kaku tersebut. Namun, karena dinding tersebut tidak mempunyai kekuatan yang memadai untuk menahan gaya gempa yang diserapnya maka dinding tersebut sebagian besar mengalami keretakan. Di beberapa lokasi dimana sistem dindingnya dibuat tanpa rangka pengikat yang lengkap dan memadai, sistem dinding terlihat mengalami kerusakan yang parah, dan bahkan mengalami keruntuhan total. Keruntuhan dinding seperti ini dapat membahayakan penghuni gedung serta lingkungan di sekitarnya, dan juga dapat membahayakan sistem struktur gedung itu sendiri bilamana keruntuhan terjadi secara tiba-tiba. Keruntuhan dinding yang sifatnya tiba-tiba dapat menyebabkan terjadinya pengalihan gaya total yang tadinya diterima dinding ke sistem portal di sekitarnya. Hal ini dapat memicu terjadinya keruntuhan pada sistem portal di sekitar dinding yang runtuh tersebut.

Hasil penelitian lainnya menyebutkan bahwa banyak bangunan yang level lantai atapnya tidak dilengkapi dengan balok atap yang memadai. Terkadang level lantai atap hanya diberi balok ring di sepanjang perimeter bangunan, tanpa dilengkapi dengan balok interior. Akibatnya banyak dijumpai dinding penyekat antar ruangan yang tidak memiliki balok pengikat di atasnya. Dinding-dinding penyekat seperti ini pada dasarnya juga rawan runtuh.

Selain itu, di lapangan banyak dijumpai kondisi dimana dinding pengisinya lepas sama sekali dari rangka pengikatnya atau sistem rangkanya, yaitu balok dan kolom praktis, yang ternyata terlepas dari rangka utama bangunan. Bentuk-bentuk kegagalan seperti ini lebih banyak disebabkan oleh kualitas pengerjaan yang kurang baik atau sistem angkur balok dan kolom praktis yang ternyata kurang sempurna.

Di lain pihak, struktur-struktur bangunan dengan dinding penyekat/pengisi yang diberi rangka pengikat yang lengkap dan memadai pada umumnya menghasilkan kinerja yang baik selama gempa, dengan tingkat kerusakan yang tidak signifikan, baik pada elemen non-struktural maupun elemen strukturalnya.

2.1.2. Kerusakan pada Plesteran Dinding dan Elemen Struktur

Data kejadian akibat gempa mengungkapkan bahwa kerusakan plesteran dinding atau plesteran balok/kolom pada dasarnya juga tidak dapat dihindari pada sistem struktur portal yang relatif fleksibel. Kerusakan yang terjadi juga dapat diperparah oleh penggunaan material plesteran yang kurang baik dan metoda plesteran yang kurang sempurna.

Kerusakan pada plesteran juga terjadi di beberapa rumah baru, dimana plesteran tersebut mencapai ketebalan lebih besar dari 7,5 cm. Hal ini biasanya dilakukan untuk menghilangkan tonjolan-tonjolan yang diakibatkan oleh penggunaan elemen struktur yang berbeda ukuran dimensinya. Plesteran setebal ini pada dasarnya sangat rentan terhadap susut dan retak, apalagi jika diingat bahwa pada umumnya plesteran tidak diberi tulangan baja. Selain itu, keruntuhannya pun bersifat getas sehingga dapat membahayakan penghuni gedung dan lingkungan di sekitarnya.

2.2. Kerusakan Elemen Struktur Utama

Secara umum bentuk kerusakan yang timbul pada elemen struktur utama akibat gempa lebih banyak disebabkan oleh kurang memadainya kekuatan, kekakuan dan daktilitas elemen struktur itu sendiri dalam menahan beban gempa (aspek desain) serta kualitas bahan dan pelaksanaan yang memang kurang baik (aspek pelaksanaan).

Dari uraian kerusakan pada komponen struktural maupun non-struktural bangunan yang diakibatkan gempa di atas, ditemukan aspek pelaksanaan pekerjaan yang kurang sempurna, baik metoda, material, dan pengawasan pekerjaan, antara lain:

- Material pengikat dinding bata yang tidak dapat mengikat dengan baik dan sangat rapuh; material yang digunakan tidak baik dengan komposisi semen dan pasir tidak mencukupi.
- Metoda pelaksanaan pekerjaan plesteran pada kolom beton yang tidak baik. Permukaan kolom beton yang rata dan halus tidak dipersiapkan secara sempurna agar bahan plesteran dapat menempel dengan baik.
- Adukan plesteran yang tidak sempurna, tidak merata dan bercampur dengan batuan, menyebabkan ikatan plesteran kepada kolom dan keramik tidak mengikat dengan baik.
- Masih terdapatnya material yang tidak seharusnya berada di dalam struktur beton karena ketidakrapihan pekerjaan, seperti tertinggalnya karung goni, kertas semen dan kayu bekisting di dalam komponen struktural.

3. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif, yaitu dengan cara mengumpulkan informasi tentang keadaan bangunan rumah tinggal beserta penghuninya. Penelitian dilakukan di Kecamatan Cakranegara, Kecamatan Gunung Sari dan Kecamatan Batu Layar, karena wilayah ini mengalami kerusakan paling parah akibat gempa bumi dibandingkan dengan daerah lainnya. Populasi dalam penelitian ini adalah penduduk yang mengalami kerusakan rumah tinggal dengan kategori kerusakan berat sebanyak 56 KK dan kerusakan sedang sebanyak 260 KK. Dari jumlah KK tersebut di atas diambil sampel sebanyak 45 orang responden sebagai data primer.

Pengumpulan data primer dilakukan dengan mengirimkan angket (daftar pertanyaan) kepada semua responden. Data primer tersebut meliputi data lokasi penelitian, data umum responden, data perencanaan bangunan, data pelaksanaan pembangunan dan data tingkat kerusakan bangunan.

Penilaian kualitas dan perencanaan dan pelaksanaan konstruksi didasarkan pada nilai rata-rata berdasarkan persepsi responden, dengan kriteria sebagai berikut:

- Skor : 1,00 – 1,66 = tidak sesuai
Skor : 1,67 – 2,33 = kurang sesuai
Skor : 2,34 – 3,00 = sesuai

Data sekunder diperoleh dari Dinas Kimpraswil Propinsi Nusa Tenggara Barat dan Badan Statistik Propinsi Nusa Tenggara Barat. Data sekunder berupa bobot tingkat kerusakan komponen bangunan rumah akibat gempa bumi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi dan responden pada kecamatan yang ditinjau terlihat pada tabel 1. berdasarkan tabel 1 tersebut, prosentase responden tertinggi adalah di kecamatan Cakranegara, kemudian Kecamatan gunung Sari, dan terendah Kecamatan batu Layar.

Tabel 1: Prosentase jumlah responden

No	Uraian	Jumlah		
		Populasi	Sampel	Prosentase (%)
1	Kecamatan Cakranegara	187	24	53,33
2	Kecamatan Gunung Sari	90	11	24,45
3	Kecamatan Batu Layar	76	10	22,22
Jumlah		353	45	100

Dari 45 responden tersebut di atas, dikelompokkan lagi ke dalam lamanya waktu tinggal responden di daerah tersebut. Tabel 2 memperlihatkan bahwa prosentase lama tinggal respon tertinggi adalah pada kisaran di atas 40 tahun, yaitu sebesar 28,29%, dan terendah di bawah kisaran 10-20 tahun yaitu sebesar 11,11%. Dari lamanya waktu tinggal responden yang sebagian besar di atas 40 tahun tersebut dapat diketahui bahwa selama kurun waktu tersebut penghuni bangunan pernah melakukan rehabilitasi rumah tinggal secara non-struktural, yang semuanya disebabkan oleh kebutuhan bentuk arsitektur, dan bukan untuk antisipasi terhadap terjadinya gempa.

Tabel 2: Lama tinggal responden

No	Lama tinggal	Frekuensi	Prosentase (%)
1	Kurang dari 10 tahun	6	13,33
2	10-20 tahun	11	24,45
3	21-30 tahun	5	11,11
4	31-40 tahun	10	22,22
5	Lebih dari 40 tahun	13	28,29
Jumlah		45	100,00

Hasil survey terhadap pekerjaan responden sebegini besar adalah petani (tabel 3). Tabel tersebut memperlihatkan bahwa sebenarnya pekerjaan responden bervariasi.

Tabel 3: Prosentase responden berdasarkan jenis pekerjaan

Jenis pekerjaan	Frekuensi	Prosentase (%)
Tukang	7	15,56
Pedagang	12	26,67
Petani	22	48,89
Pegawai	4	8,89
Jumlah	45	100,00

Tabel 4 memperlihatkan jumlah rumah yang mengalami kerusakan tertinggi adalah rusak ringan, kemudian diikuti rusak sedang dan rusak berat. Penyebab utama dari kerusakan adalah tidak kokohnya bagian struktur rumah menahan beban gempa yang terjadi, yang disebabkan karena pembangunan rumah penduduk di wilayah gempa tidak sesuai dengan standar teknik bangunan tahan gempa [Dep. Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003].

Tabel 4: Jumlah rumah yang mengalami kerusakan akibat Gempa Bumi

Lokasi	Kategori kerusakan		
	Ringan	Sedang	Berat
1. Kota Mataram	334	143	187
a. Kecamatan Cakra	330	143	187
b. Kecamatan Ampenan	4	-	-
2. Kabupaten Lombok Barat	2498	746	354
a. Kecamatan Sekotong	11	2	3
b. Kecamatan Kuripan	879	343	19
c. Kecamatan Kediri	235	59	6
d. Kecamatan Gunungsari	872	222	90
e. Kecamatan Batu Layar	55	14	78
f. Kecamatan Narmada	58	58	68
g. Kecamatan Lingsar	-	47	31
h. Kecamatan Pemenang	251	1	59
i. Kecamatan Gangga	137	-	2
3. Kabupaten Lombok Tengah	219	-	-
a. Kecamatan Batulayar	23	-	-
b. Kecamatan Pringgarata	196	-	-
4. Kabupaten Lombok Timur	287	17	46
a. Kecamatan Sikur	223	1	33
b. Kecamatan Mt. Gading	64	16	13
Jumlah	3338	906	587

Deskripsi variabel perencanaan (tabel 5) memperlihatkan bahwa skor kegiatan perencanaan berkisar antara 2,13-2,40 dengan skor rata-rata 2,25. Hal ini berarti perencanaan bangunan rumah tinggal oleh responden tergolong kriteria kurang sesuai.

Tabel 5: Deskripsi variabel perencanaan

Variabel Perencanaan	Skor	Kriteria
1. Kesesuaian penempatan bangunan dengan perencanaan bangunan	2,33	Kurang sesuai
2. Kesesuaian denah bangunan dan penempatan bagian bukaan (pintu, jendela dan ventilasi)	2,13	Kurang sesuai
3. Perencanaan penempatan bangunan dengan kondisi topografi	2,18	Kurang sesuai
4. Kesesuaian perencanaan detail konstruksi terutama komponen non-struktur	2,40	Sesuai
5. Kesesuaian perencanaan detail sambungan antara komponen non-struktur dengan komponen struktur	2,13	Kurang sesuai
6. Perencanaan pemilihan kualitas bahan/material yang akan digunakan	2,33	Kurang sesuai
Rata-rata	2,25	Kurang sesuai

Pada kasus pembangunan rumah tinggal di NTB ini, produk perencanaan di daerah-daerah pedesaan tidak tertuang dalam bentuk gambar dan spesifikasi teknis, tetapi hanya berupa goresan gambar denah rumah, dan hal lainnya direncanakan bersama tukang saat pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Hasil survey yang dideskripsikan pada tabel 6 menunjukkan bahwa skor kegiatan pelaksanaan pembangunan rumah tinggal berkisar antara 2,00-2,33 dengan skor rata-rata 2,20, yang berarti faktor pelaksanaan pembangunan rumah tinggal oleh responden tergolong kriteria kurang sesuai.

Tabel 6: Deskripsi variabel pelaksanaan

Variabel	Skor	Kriteria
1. Kemampuan pelaksana/tukang yang mengerjakan bangunan	2,33	Kurang Baik
2. Ketersediaan gambar pelaksanaan sebagai acuan pelaksana/tukang yang mengerjakan bangunan	2,27	Kurang Baik
3. Kesesuaian pemasangan detail konstruksi dengan persyaratan teknis	2,00	Kurang Baik
4. Kesesuaian pemasangan angker yang menghubungkan dinding dengan komponen struktur	2,11	Kurang Baik
5. Kesesuaian bahan/material yang digunakan dengan persyaratan teknis	2,31	Kurang Baik
Rata-rata	2,20	Kurang Baik

Hasil penelitian mengenai kriteria variabel tingkat kerusakan disajikan pada tabel 7. tabel tersebut mengungkapkan bahwa komponen struktur memegang peranan signifikan dalam faktor kerusakan bangunan akibat gempa.

Tabel 7: Deskripsi variabel tingkat kerusakan bangunan

Tingkat kerusakan berat	Komponen bangunan								Jumlah Nilai
	Pondasi	Struktur	Atap	Langit-langit	Dinding	Lantai	Utilitas	Finishing	
Rata-rata (%)	-	19,38	6,66	4,85	11,06	6,27	3,12	6,17	57,52

5. KESIMPULAN

Berdasarkan data kuisioner dan uraian hasil penelitian di atas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kerusakan bangunan rumah tinggal yang terjadi akibat gempa di NTB tahun 2004 dikarenakan komponen struktur yang tidak kokoh dan tidak stabil, yang dapat memicu kerusakan elemen bangunan lainnya.
2. Kerusakan rumah tinggal akibat gempa pada umumnya diakibatkan karena perencanaan yang kurang sesuai dengan standar rumah tinggal tahan gempa.
3. Faktor pelaksanaan pekerjaan yang mengakibatkan kerusakan bangunan akibat gempa lebih didominasi oleh kemampuan pelaksana/tukang yang mengerjakan bangunan.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Antonius, Muzayanah, Yannu dan Yusmartanto, W. Agung (2006); *Kinerja Kolom Beton pada Bangunan Eksisting di Semarang (Verifikasi terhadap Ketentuan SNI)*; Jurnal PONDASI F.Teknik UNISSULA, V.12, No.2, Des.
2. Badan Standardisasi Nasional (2002); *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-1726-2002.
3. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2003), *Detail Konstruksi Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa Berbasis Pasangan*, Jakarta.

4. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2003), *Perbaikan Kerusakan Bangunan Sederhana Berbasis Dinding Pasangan Pasca Bencana*, Jakarta.
5. Imran, I., Suarjana, M., Hoedajanto, D., Soemardi, B. dan Abduh, M. (2006); *Beberapa Pelajaran dari Gempa Yogyakarta; Tinjauan Kinerja Struktur Bangunan Gedung*; Jurnal HAKI V.7 No.1, Mei 2006, 1-14.
6. Ruslan (2003); *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat kerusakan Bangunan Akibat Gempa Bumi*; Tesis Magister, Univ. Islam Sultan Agung.
7. Sarwidi dan Satrio, K. (2004); *Kelemahan dan Kelebihan Menonjol Material Tembokan untuk Bangunan di Wilayah Kerusakan Gempa Pulau Jawa*; Prosiding Konf. Nasional Rekayasa Kegempaa II, PSIT, UGM, Yogyakarta.