

STUDI MITIGASI GEMPA DI BENGKULU DENGAN MEMBANGUN RUMAH TAHAN GEMPA

FEPY SUPRIANI, ST, MT

Staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu
Jl. Raya Kandang limun, Bengkulu, Telp (0736)344087
E-mail : Fepy_@yahoo.co.id

ABSTRAK

Bengkulu province lies on earthquake hazard zone where light and moderate earthquake often occur in relatively high frequency, due to geographical position of the province which is between 2 earthquake belts, Mentawai fault in Indian Ocean on Indo Australia tectonic plate and Sumatra fault around Bukit Barisan. Building failures due to earthquake mostly occur on residential structures. Although failures and damages due to earthquake generate major impact on residential structures, no lesson on the importance of mitigation by applying earthquake resistant structures on residential buildings is learned yet. Typical residential structures failures or damages that occur in Bengkulu city is mostly on engineered and non engineered brick wall. Since no available method of earthquake event prediction, hence mitigation is more important in order to prevent major loss and disaster any further. Hence socialization on earthquake and earthquake resistant structures/houses particularly on structural failure and damages that occurred in Bengkulu to the community is needed, also to transfer knowledge to the community about how to prepare residential buildings in earthquake hazard zones. By providing practical guidance about earthquake resistant residential buildings, socialization and technical training for construction workers, it is expected that the actions are able to assist the community to construct their residential buildings that comply to earthquake resistance standards and suits the particular needs of local residents, hence minimizing the effect of loss due to earthquake, usually defined as earthquake mitigation. Earthquake resistant residential buildings must comply standards of material and construction method.

Keywords : earthquake mitigation, Earthquake resistant residential buildings

I. PENDAHULUAN

A. GEMPA BENGKULU

Gempa bumi dengan skala besar pertama kali terjadi di Bengkulu pada tanggal 11 Desember 1681, kemudian terjadi lagi 3 November 1756, tahun 1770, 18 Maret 1818, 24 November 1883, 27 Juni 1902, 15 Desember 1979 dan 4 Juni 2000, (Bapeda Prop. Bengkulu, 2002) dan gempa besar terakhir terjadi 12 September 2007. Gempa Bengkulu 4 Juni 2000 dengan kekuatan Magnitude 7,3 Skala Richter telah mengakibatkan lebih dari 90 orang meninggal, 803 orang luka parah, 1782 orang luka ringan dan ribuan bangunan gedung dan rumah tinggal rusak (Bakornas PB, 2000). Gempa besar kembali terjadi pada tanggal 12 September 2007 dengan kekuatan mencapai 7,9 SR, posisi pusat gempa terletak kira-kira 10 km di bawah permukaan, sekitar 105 km lepas pantai Bengkulu Utara dan menyebabkan 14 korban meninggal, 38 luka-luka serta merusak lebih dari 27 ribu rumah di Muko-muko dan daerah sekitarnya.

Gempa susulan dengan skala yang lebih kecil, sampai saat ini masih sering terjadi, hal ini akan terus membuka ingatan masyarakat Bengkulu betapa dasyatnya peristiwa gempa yang terjadi pada 4 Juni 2000 dan 12 September 2007. Masyarakat harus senantiasa waspada karena peristiwa alam, datangnya tidak dapat kita duga, yang dapat kita lakukan adalah mencoba meminimalkan kerusakan yang akan terjadi dengan peristiwa tersebut.

Sebagai daerah yang dilewati jalur gempa, Provinsi Bengkulu berada di daerah rawan gempa dimana gempa bumi ringan dan sedang seringkali terjadi dalam frekuensi yang cukup tinggi. Berdasarkan peta pembagian wilayah gempa yang ada (SNI 03-1726-2002) dan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung tahun 1987, Bengkulu berada pada wilayah zona 5 dan sebagian masuk ke dalam zona 6 yang memiliki koefisien gempa 0,25 dan 0,30, yaitu wilayah yang memiliki potensi gempa yang tinggi.

Bengkulu juga terletak antara 2 jalur gempa yaitu pusat gempa sepanjang sesar Mentawai di Samudera Hindia yang berada di lempeng Indo Australia dan pusat gempa di darat sepanjang sesar Sumatera di sekitar Bukit Barisan. Secara lengkap riwayat gempa bumi di Bengkulu dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini,

Tabel 1. Kejadian Gempa Besar di Bengkulu

Tahun	Magnitudo (M)	Intensitas (MMI)	Keterangan
1833	7-8 SR	VIII-IX	Diikuti tsunami
1871	5-6 SR	VI-VII	-
1902	-		Tidak ada data
1914	7 SR	VII-VIII	Kerusakan pada jalan dan jembatan. 20 desa rusak berat, 220 orang luka-luka. Kerusakan terbanyak di Tais, Manna dan Seluma
1933	7-8 SR	VII-IX	Diikuti tsunami
1938	6 SR	VII	-
1979	7 SR	IX	-
2000	7.3 SR	IX-X	97 orang meninggal dunia, ribuan orang terluka. 3.250 rumah rusak total, 12.990 rumah rusak berat dan 28.203 rumah rusak ringan.
2005	5.6 SR	VI	Isu tsunami memberikan kepanikan masyarakat yang luar biasa.
2007	7.9 SR	IX-X	14 orang meninggal, ribuan bangunan mengalami kerusakan di kota Muko-Muko, Ipuh, Ketahun, Lais, Agamakmur & Bengkulu.

Sedangkan lokasi rawan gempa di kota Bengkulu berupa pembagian zonasi gempa data dari berdasarkan Dinas

Energi, Sumber daya & Mineral (ESDM) Propinsi Bengkulu dapat dilihat pada table 2

Tabel 2. Zonasi Lokasi Rawan Gempa di Kota Bengkulu

No.	Zona	Lokasi
1.	A (Lemah)	Pasar Berkas, Penurunan, Padang harapan, Pagar Dewa dan Lempuing
2.	B (Sedang)	Kandang Limun, Kampung Bali, Sukamerindu, Sawah Lebar, Surabaya, Tanjung Agung, Air Sebakul, Betungan
3.	C (Kuat)	Pematang Gubernur, Bentiring dan Nakau

Sumber : Dinas ESDM Propinsi Bengkulu dalam RP4D Kota Bengkulu, 2003

B. KERUSAKAN AKIBAT GEMPA

Pada gempa besar yang mengguncang Bengkulu dengan kekuatan 7,3 SR pada tanggal 4 juni 2000 bangunan yang paling banyak mengalami kerusakan adalah rumah penduduk, data yang dihimpun oleh Bapeda Propinsi Bengkulu, akibat gempa 4 Juni 2000 bangunan-bangunan yang rusak dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Bangunan yang Mengalami Kerusakan pada Musibah Gempa 4 Juni 2000

No.	Jenis bangunan	Jenis kerusakan		
		Total (robok)	Berat (struktural)	Ringan (non struktural)
1	Perkantoran	6	145	235
2	Perumahan penduduk	3250	12990	28203
3	Sekolah	70	330	344
4	Sarana ibadah	4	192	180
5	Jalan	-	21	14
6	Jembatan	-	66	10
7	Sarana kesehatan	9	99	147
8	Irigasi	2	44	5

Sumber: Bapeda Propinsi Bengkulu, 2002

Kerusakan akibat gempa yang terjadi pada tanggal 12 September 2007 di Propinsi Bengkulu meliputi kota Bengkulu, Kabupaten Bengkulu Utara dan Kabupaten Muko-Muko. Menurut data di Satkorlak Bengkulu Utara, hampir semua fasilitas umum seperti fasilitas

kesehatan, pendidikan, peribadatan dan perdagangan serta infrastruktur mengalami kerusakan. Jumlah permukiman, fasilitas kesehatan dan tempat ibadah yang rusak di tunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4. Tingkat kerusakan akibat gempa bumi 12 September 2007

Jenis	Rusak Sedang	Rusak Berat	Keterangan
Permukiman	9.957	10.686	Rumah Tinggal
Fasilitas Kesehatan	1200	304	Puskesmas, Puskesmas Pembantu dan Rumah Dokter
Tempat Ibadah	303	93	Mesjid

Sumber : Satkorlak Bengkulu Utara

Beberapa contoh kerusakan yang terjadi pada jalan dan rumah penduduk dapat dilihat pada gambar berikut ini,



Gambar 1. Foto kerusakan bangunan akibat gempa bumi 12 September 2007

Dari tabel 3 dan tabel 4 dapat dilihat bahwa kerusakan yang paling banyak terjadi pada rumah tinggal atau perumahan penduduk. Meskipun gempa besar yang terjadi tahun 2000 memberikan dampak yang besar terhadap rumah masyarakat, namun hal tersebut belum memberikan pelajaran yang berarti akan pentingnya mitigasi dengan membangun rumah tahan gempa, gambaran ini terlihat dari masih banyaknya kerusakan rumah masyarakat yang terjadi pada saat gempa 2007. Dengan daerah potensial gempa, bencana gempa dan tsunami dapat datang secara tiba-tiba, usaha-usaha antisipasi terjadinya bencana di masa yang akan datang sangat diperlukan. Oleh sebab itu

salah satu mitigasi gempa dimasa datang adalah dengan belajar tentang cara menghadapi bahaya gempa sebelum, sesaat dan setelah gempa terjadi dan juga membangun rumah tinggal tahan gempa. Sangat penting bagi masyarakat dalam memahami pentingnya persiapan menghadapi bahaya gempa dan bagaimana cara membangun rumah tinggal yang kuat dan kokoh sebagai tempat berlindung yang aman.

C. PERMASALAHAN

Mengapa masyarakat yang tinggal di daerah rawan gempa belum melaksanakan mitigasi gempa dengan membangun rumah tahan gempa.

D. TUJUAN

Mengetahui sejauh mana masyarakat telah mempersiapkan diri dalam menghadapi bencana gempa bumi dengan membangun rumah tahan gempa

E. METODELOGI

Observasi dan studi pustaka. Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan data-data gempa yang terjadi di Bengkulu dan data-data tentang rumah tahan gempa.

II. STUDI PUSTAKA

A. Mitigasi Gempa

Menurut Pribadi (2000) Mitigasi gempa adalah usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak kerugian yang terjadi bila terjadi gempa bumi. Adapun komponen mitigasi struktural meliputi,

- 1) Bangunan dengan rekayasa (Engineered Structure) : melibatkan tenaga ahli dalam tahap perencanaan, perancangan dan pelaksanaan. Yang dilakukan:
 - a) Perencanaan lokasi yang baik
 - b) Kajian gaya-gaya alam yang memadai
 - c) Perencanaan dan analisis struktur penahan gaya-gaya secara memadai
 - d) Desain yang memadai dengan detail komponen struktur yang tepat
 - e) Pelaksanaan konstruksi dengan bahan yang tepat
 - f) Kualitas pekerjaan yang baik dengan pengawasan yang cukup

- 2) Bangunan nir-rekayasa (Non Engineered Structure) : bangunan hunian dan bangunan publik sederhana, dibangun menggunakan bahan setempat secara tradisional, Yang dilakukan adalah,
- Perbaiki desain bangunan tradisional yang sesuai dengan budaya, iklim, ketrampilan dan bahan bangunan setempat
 - Mengusahakan agar tidak dibangun di daerah yang rawan (tanah lunak, lereng atau rawan longsor)
 - Insentif untuk menarik masyarakat agar tidak tinggal di daerah rawan
 - Bangunan yang direkayasa secara sederhana dan tepat guna untuk menggantikan bangunan yang rawan.

B. RUMAH TAHAN GEMPA

Salah satu mitigasi jangka panjang adalah mempersiapkan diri dengan membangun rumah yang mengikuti kaidah-kaidah tahan gempa. Dengan prediksi yang sulit akan datangnya gempa bumi, maka rumah tahan gempa merupakan alternatif untuk mengurangi dampak negatif akibat gempa bumi, dimana untuk gempa yang kecil dan sedang rumah tahan gempa masih memberikan keamanan, sedangkan untuk gempa besar masih memberikan kesempatan bagi penghuni untuk melakukan penyelamatan diri dengan keluar dari rumah, dan rumah masih bisa bertahan dengan kerusakan yang tidak parah.

Telah banyak penelitian dan manual tentang rumah tahan gempa, yang semuanya bertujuan untuk mengurangi dampak kerugian yang timbul akibat gempa bumi, terutama mengurangi korban jiwa dan kerugian material. Beberapa prinsip dan penelitian bangunan tahan gempa adalah sebagai berikut;

1. Prinsip bangunan tahan gempa

Menurut Sarwidi (2004) dalam CEEDEDS UII, dalam pembangunan rumah tinggal sederhana harus memenuhi

prinsip-prinsip tahan gempa sebagai berikut,

- Bila terjadi gempa ringan, bangunan tidak mengalami kerusakan
- Bila terjadi gempa sedang, bangunan teknis boleh mengalami kerusakan pada elemen non struktur, tetapi tidak boleh rusak pada elemen-elemen strukturnya sedangkan bangunan sederhana boleh mengalami kerusakan temboknya
- Bila terjadi gempa besar, bangunan teknis boleh mengalami kerusakan pada elemen non teknis dan strukturnya. Bangunan tetap tidak boleh runtuh, sedangkan bangunan sederhana boleh mengalami kerusakan tembok dan perkuatan praktisnya. Kerusakan yang terjadi masih bisa diperbaiki

Bangunan yang tahan terhadap gempa besar adalah bangunan yang bersifat daktail (liat, alot). Bangunan daktail adalah kesanggupan bangunan untuk mengalami perubahan bentuk akan tetapi masih dapat menerima beban.

2. Penelitian Tentang Rumah Tahan Gempa

Adapun penelitian-penelitian yang telah dilakukan, baik tentang gempa Bengkulu maupun penelitian atau tulisan tentang rumah tahan gempa adalah,

a. Kerusakan rumah akibat gempa di Bengkulu

Sebab-sebab kerusakan bangunan non teknis berdasarkan hasil pengamatan terhadap bangunan-bangunan yang rusak akibat gempa bumi di Bengkulu 4 Juni 2000 (Boen dan Rekan, 2000) adalah :

- Penyimpangan atau pengerjaan bangunan tidak mengikuti kaidah dan aturan membangun bangunan di daerah rawan gempa,
 - Tidak ada angkur untuk mengikat dinding dengan unsur perkuatan
 - Tidak ada unsur-unsur perkuatan untuk bidang dinding yang luasnya $\geq 6 \text{ m}^2$
 - Detail penulangan yang tidak benar pada pertemuan unsur-unsur sambungan
 - Diameter dan total luas penampang tulangan yang

dipasang terlalu kecil. Jarak antara sengkang yang dipasang terlalu besar

- 2) Mutu bahan rendah, yaitu mutu beton kolom praktis, balok pengikat dan balok keliling sangat rendah,
 - a) Campuran beton yang dianjurkan minimum perbandingannya adalah 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil
 - b) Bahan pasir dan kerikil harus bersih dan pencampuran harus dengan $\frac{1}{2}$ bagian air yang tidak boleh mengandung lumpur
 - c) Pengecoran kolom praktis, balok keliling dan balok pondasi agar dilaksanakan secara berkesinambungan (jangan berhenti mengecor sebagian-sebagian)
 - d) Pengadukan beton sedapat mungkin memakai alat pencampur beton (beton molen)

b. Penelitian rumah tahan gempa oleh Teddy Boen dan rekan

Dalam manual bangunan tahan gempa (rumah tinggal) yang di susun oleh Ir. Teddy Boen menyatakan bahwa :

- 1) Pondasi,
 - a) Tanah dasar pondasi merupakan tanah yang kering, padat dan merata kekerasannya. Dasar pondasi sebaiknya terletak lebih dalam dari 45 cm di bawah permukaan tanah
 - b) Pondasi sebaiknya dibuat menerus keliling bangunan tanpa terputus. Pondasi dinding-dinding penyekat juga dibuat menerus. Bila pondasi terbuat dari batu kali, maka diperlukan balok pengikat sepanjang pondasi tersebut
- 2) Dinding, jika ukuran bidang dinding besar, sebaiknya dibuat pertebalan-pertebalan dinding setempat (kolom bata atau tiang tembok). Balok latei atau lintel dibuat menerus dan sekaligus berfungsi sebagai penguat atau pengaku dinding dalam arah horisontal

c. Rumah tahan gempa dari Dinas Kimpraswil divisi Cipta Karya

Petunjuk pembuatan rumah tahan gempa yang diberikan oleh Dinas Kimpraswil divisi Cipta Karya tidak berbeda dari pada manual bangunan tahan gempa (rumah tinggal) yang diberikan oleh Teddy Boen (World Seismic Safety Initiative (WSSI)). Pada dasarnya perkuatan tambahan diberikan pada *join-join* atau sambungan antara komponen-komponen bangunan dengan menambah penambatan atau penjangkaran tulangan sepanjang 40 kali diameter tulangan yang dipakai.

d. Bangunan rumah tembok sederhana tahan gempa oleh CEEDEDS UII

Berangkat dari mitigasi gempa di beberapa lokasi kerusakan gempa di penjurut tanah air, termasuk Bengkulu. Center for Earthquake Engineering, Dynamic Effect, and Disaster Studies (CEEDEDS) telah mengumpulkan data tipe dan jenis bangunan yang terdapat pada lokasi gempa. Dari pengamatan dan analisis yang intensif mengenai jenis dan macam bangunan yang dibedakan atas jenis struktur dan bahan bangunannya. Jenis struktur bangunan dibedakan atas struktur kayu ringan dan struktur batu bata dan beton bertulang. Jenis struktur kayu ringan telah terbukti dari data di lapangan lebih mampu bertahan terhadap guncangan gempa, sementara struktur batu bata dan beton banyak mengalami kerusakan.

Prinsip dasar dari bangunan rumah tahan gempa menurut CEEDEDS UII dengan model yang di tes pada meja guncang menunjukkan bahwa perkuatan tambahan diberikan pada *join* atau sambungan antara komponen-komponen bangunan dengan menambah penambatan atau penjangkaran tulangan sepanjang 40 kali diameter tulangan yang dipakai. Selain itu penggunaan bahan bangunan dan proposi yang benar serta metode pengerjaan yang sesuai standar ikut mempengaruhi kekuatan rumah untuk tahan gempa.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Kerugian dan korban akibat gempa bumi tidak langsung disebabkan oleh gempa bumi, namun disebabkan oleh kerentanan bangunan sehingga terjadi kerusakan dan runtuh bangunan serta kejatuhan peralatan dalam bangunan. Faktor kerentanan bangunan sangat erat hubungannya untuk perhitungan akibat bencana gempa bumi di masa yang akan datang.

Faktor gempa bumi ini tidak dapat dihindarkan tapi harus dihadapi dengan perencanaan atau disain bangunan beserta lingkungannya yang tahan terhadap gempa bumi. Prediksi terjadinya gempa bumi sampai sekarang masih belum dapat ditentukan sehingga faktor mitigasi lebih penting untuk mencegah kerugian dan bencana yang lebih besar. Untuk itu diperlukan analisa resiko yang mencakup parameter gempa bumi, bangunan dan geologi setempat dimana bangunan atau perencanaan kota berada. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa pemerintah kurang siap dalam mengantisipasi segala kemungkinan akibat gempa tersebut. Padahal, para ahli geologi dan geofisika telah lama memperingatkan pemerintah bahwa kawasan barat Pulau Sumatera itu sangat rawan gempa karena merupakan pertemuan lempeng-lempeng kulit bumi Indo-Australia dan Indo-Eurasia. Bisa diibaratkan, kawasan tersebut merupakan pertemuan lempeng-lempeng kulit bumi yang menjadi tumpuan benua-benua besar yang terus bergerak sepanjang tahun.

Melihat karakter kawasan barat Sumatera yang rawan gempa besar itu, mestinya pemerintah sejak jauh hari sudah mengantisipasi berbagai kemungkinan tersebut. Pengalaman kegagalan menangani korban gempa di Aceh, Mandailing Natal, Nias, dan kini Bengkulu harus menjadi pelajaran amat mahal bagi pemerintah untuk mengkaji kembali seluruh konsep dan program dalam mengatasi dampak bencana gempa tersebut.

Gempa bumi yang terjadi tanpa terduga dan sulit diprediksi, dimana periode ulang gempa bumi dengan skala tertentu (misalnya Magnitude (M) = 8)

akan terulang kembali di daerah yang sama pada kurun atau interval waktu tertentu. Begitu juga dengan kota Bengkulu yang gempa memiliki frekuensi yang cukup tinggi dengan gempa skala kecil dan sedang. Gempa besar dengan kekuatan lebih dari 7 SR terjadi tahun 2000 dan 2007. Masyarakat Propinsi Bengkulu sudah harus mempersiapkan diri dalam menghadapi gempa untuk mengurangi kerugian akibat gempa.

Adapun tipikal kerusakan bangunan rumah di kota Bengkulu akibat gempa bumi yang pernah terjadi, bahwa rumah masyarakat yang paling banyak mengalami kerusakan adalah rumah tembokan baik teknis maupun non teknis. Rumah yang dianggap masyarakat dapat meningkatkan status sosial adalah rumah tembokan dibanding rumah kayu dan semi permanen. Sedangkan rumah tembokan itu sendiri bersifat getas dan rawan terhadap gempa bumi, dari observasi di lapangan dapat diketahui bahwa masyarakat umum terutama masyarakat menengah kebawah membangun rumah di bawah standar, baik standar bahan bangunan yang digunakan dan metode pengerjaan yang masih belum tepat. Hal ini disebabkan dana yang kurang sehingga kebanyakan masyarakat membangun rumah secara swadaya. Masyarakat kota Bengkulu membangun dengan menggunakan bahan-bahan lokal yang tersedia seperti batu kali dan pasir, sehingga pondasi yang digunakan kebanyakan pondasi menerus batu kali, sedangkan sebagai dinding masyarakat dapat menggunakan bata atau batako yang harus diplester. Selanjutnya untuk penutup bangunan atau atap digunakan bahan yang ringan yaitu seng.

Pengembangan dan penyusunan pedoman mitigasi gempa untuk rumah tahan gempa di Bengkulu sangat dibutuhkan. Berdasarkan dari teori dan hasil-hasil penelitian tentang rumah tahan gempa diperoleh bahwa suatu bangunan rumah harus merupakan satu kesatuan yang utuh, dibangun dengan model sederhana dan metode pelaksanaan yang tepat. Banyak masyarakat Bengkulu yang tinggal di daerah rawan gempa sendiri belum memiliki pengetahuan tentang

rumah tahan gempa sebagai tempat hunian yang aman, sosialisasi sangat dibutuhkan untuk terus memberikan anjuran untuk membangun atau merehab rumah dengan mengikuti kaidah ketahanan teradap gempa

Masyarakat perlu diberikan sosialisasi tentang gempa bumi dan rumah tahan gempa dengan hubungannya terhadap kerusakan yang pernah terjadi akibat gempa di Bengkulu, serta untuk mengingatkan kesiapan masyarakat dalam mempersiapkan rumah sebagai tempat tinggal untuk hidup di daerah rawan gempa. Kebiasaan masyarakat membangun yang sudah merujuk kerumah tahan gempa yang dapat dikembangkan sesuai dengan teori bangunan tahan gempa dan kondisi kerusakan yang pernah terjadi untuk membuat suatu pedoman praktis pembangunan rumah sederhana tahan gempa. Diharapkan dengan adanya pedoman praktis tentang rumah tahan gempa, sosialisasi dan pelatihan terhadap tukang dan mandor ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam membangun rumah yang sesuai dengan standar ketahanan gempa dan cocok untuk masyarakat kota Bengkulu, sehingga dapat meminimalkan dampak kerugian yang dapat terjadi akibat gempa bumi yang biasa disebut dengan mitigasi gempa.

Masyarakat dengan berbagai tingkat penghasilan merupakan prioritas dari sosialisasi panduan rumah tahan gempa yang dibuat sehingga dapat menambah pengetahuan tentang pentingnya pembangunan rumah dengan prinsip-prinsip ketahanan gempa, untuk menghindari kerugian yang lebih banyak di kemudian hari. Panduan yang dibuat harus dapat memberikan gambaran sederhana tentang pembangunan rumah tahan gempa dan memberikan gambaran kepada masyarakat bahwa membangun rumah tahan gempa tidak serumit yang dikira selama ini.

Dengan banyaknya manual yang ada di Indonesia maka diperlukan suatu kesepakatan antar ahli-ahli dan pakar yang membuat manual rumah tahan

gempa, untuk dapat menciptakan/menghasilkan manual atau petunjuk praktis yang dapat dimengerti oleh masyarakat awam. Secara umum kaidah-kaidah yang dapat dianjurkan adalah;

1. Persyaratan Bahan

Salah satu mitigasi gempa adalah membangun rumah tahan gempa, dimana Propinsi Bengkulu sebagai daerah dengan intensitas gempa yang cukup besar, mengharuskan agar setiap bangunan yang berdiri, secara struktural harus mampu menahan gaya yang bekerja pada struktur ketika gempa bumi dengan skala tertentu. Tentunya besarnya kekuatan gempa yang terjadi tidak melebihi dari desain struktur suatu rumah tahan gempa dengan batasan tertentu. Yang lebih mendasar lagi adalah bahan-bahan bangunan yang digunakan untuk membuat suatu bangunan harus berkualitas. Berikut ini syarat-syarat umum material yang digunakan untuk bangunan:

a. Semen :

Untuk pengecoran pekerjaan struktur digunakan semen portland type I, dan semen tipe M untuk pekerjaan non struktur (pasangan). Semen disimpan sedemikian rupa untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bahan atau terjadinya pengotoran oleh bahan-bahan lain.

b. Agregat halus (pasir):

- Dalam segala pekerjaan, syarat-syarat umum pasir adalah:
- Memiliki keseragaman ukuran (gradasi baik)
- Kandungan lumpur maksimal 5 % dari total berat pasir
- Tidak mengandung garam, asam atau zat kimia maupun organik
- Diperoleh dari sungai atau pecahan batu alam (bukan pasir laut)

c. Agregat Kasar (split):

Dalam segala pekerjaan, ukuran maksimum agregat kasar tidak melebihi ketentuan berikut :

- Seperlima jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan beton.
- Sepertiga dari tebal pelat.

- $\frac{3}{4}$ Jarak bersih minimum antar batang tulang, atau berkas batang tulangan.
- Minimal 3 sisi permukaan agregat membentuk tekstur kasar

d. Air

- Harus bersih dan tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara nyata.
- Tidak mengandung larutan yang dapat merusak beton, seperti garam, asam dan zat kimia lainnya.

e. Baja Kerangka Untuk Beton (Baja Tulangan):

- Tidak boleh mengandung serpih-serpih, lekukan, retak, bergelombang, berlubang atau berlapis.
- Hanya diperkenankan berkarat ringan saja.

2. *Persyaratan Pelaksanaan*

a. Pondasi batu kali

Pondasi pasangan batu harus diukur dilapangan dan dilaksanakan sesuai dengan ukuran dimensinya sesuai dengan gambar rencana. Secara umum bila tanah lokasi bangunan tanah keras dengan kontur datar, rata-rata kedalaman pondasi 60 cm, lebar atas 30 cm dan lebar bawah 50 cm cukup memadai. Permukaan dasar galian harus ditimbun dengan pasir urug dengan tebal ± 10 Cm, disiramkan dengan merata.

Batu kali pecah yang digunakan harus berkualitas baik dan merupakan bahan padat, bersih tanpa retak-retak dan kekurangan lain yang mempengaruhi kualitas. Pasangan batu untuk pondasi harus dilaksanakan dengan adukan 1 PC : 4 pasir. Untuk kepala pondasi digunakan adukan kedap air dengan campuran 1 PC : 2 pasir, setinggi 20 Cm, dihitung dari permukaan pondasi kebawah. Adukan harus membungkus batu kali pada bagian tengah sedemikian rupa sehingga tidak ada bagian pondasi yang berongga/tidak padat.

b. Pekerjaan Beton

- Beton yang disyaratkan adalah beton dengan mutu K 175, apabila ditakar maka perbandingannya adalah 1 : 2 : 3 untuk volume/takaran yang sama.
- Pelaksanaan penuangan beton harus dilakukan secepat mungkin untuk mempertahankan kondisi agar selalu plastis dan dapat mengalir dengan mudah kedalam rongga diantar tulangan.
- Beton yang telah kering sebagian atau telah dikotori oleh material lain, tidak boleh dituang kedalam cetakan.
- Beton yang telah mengeras kemudian ditambah dengan air untuk diaduk kembali tidak boleh dipergunakan kembali.
- Beton yang dituang harus dipadatkan secepat mungkin dengan alat yang tepat secara maksimal agar dapat mengisi secara sempurna kedaerah sekitar tulangan dan barang yang tertanam hingga kedaerah pojok acuan.
- Untuk perawatan beton, setelah pengecoran selesai, selama 72 jam beton tidak boleh menerima beban langsung, harus dalam keadaan lembab, cetakan beton tidak boleh dibongkar.

c. Pekerjaan Pasangan

Pekerjaan pasangan terdiri dari pasangan batu bata dan plesteran. Syarat umum bahannya telah dijelaskan di atas. Untuk segala pasangan perbandingan antara semen dan pasir adalah 1 : 5. Dalam proses pengadukannya harus merata, tidak boleh ada material yang terpisah (antara semen, pasir dan air), juga tidak boleh terlalu encer, karena akan terjadi segregasi yang dapat mengakibatkan berkurangnya kadar semen dalam campuran.

F. KESIMPULAN

Beberapa langkah-langkah kongkrit pemecahan masalah pada mitigasi tentang rumah tahan gempa adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan modul rumah tanah gempa yang dapat dimengerti oleh masyarakat awam
 2. Memberikan penyuluhan kepada warga masyarakat tentang pentingnya memahami prinsip-prinsip rumah tahan gempa
 3. Memberikan pelatihan pada tukang dan mandor
 4. Mengajukan agar prinsip-prinsip rumah tahan gempa harus menjadi pedoman dan diikuti ketika warga akan membangun/merenovasi rumah tinggal
 5. Pemerintah harus berperan aktif dengan terus mengingatkan masyarakat akan mitigasi gempa dengan secara kontinue melakukan sosialisasi baik dengan poster, spanduk, simulasi dan penyuluhan
9. Proceeding KIT, (2000), *Seminar Nasional Kegempaan dan Mitigasi di Masa Datang dan Lokakarya Resiko Kegempaan dan Bangunan Tahan Gempa di Bengkulu*, Bengkulu.
 10. SNI-1726-2002. (2002). Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung, Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

1. Boen, Teddy. Dkk. (1978). *Manual Bangunan Tahan Gempa Bumi*, Diktat, Jakarta.
2. Boen, Teddy. Dkk. (1994). *Gempa Bumi Bengkulu Fenomena dan Perbaikan / Perkuatan Bangunan*, Diktat, Jakarta.
3. Boen, Teddy. Dkk. (1994). *Manual Perbaikan Bangunan Yang Rusak Akibat Gempa Bumi*, Diktat, Jakarta.
4. CEEDEDS UII, (2004). *Manual Bangunan Tahan Gempa Rumah Sederhana Tembokan*, UII Yogyakarta.
5. DPU, (1987), *Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung*, Jakarta.
6. Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah Prop. Bengkulu, (2004). *Profil Pengembangan Perumahan dan Permukiman (P2P) Propinsi Bengkulu 2004*, Bengkulu
7. Kesbang Linmas, (2000) Laporan Bencana Alam Gempa Bumi di Propinsi Bengkulu, PEMDA Bengkulu, Bengkulu.
8. Pribadi, Krishna, S., 2000, "Jaminan Kualitas Untuk Bangunan Tahan Gempa", Proceeding KIT, Seminar Nasional Kegempaan dan Mitigasi di Masa Datang dan Lokakarya Resiko Kegempaan dan Bangunan Tahan