

Penilaian Bangunan Sederhana di Kawasan Rawan Gempabumi (Studi Kasus di Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah)

Aminudin Hamzah¹, Mohd. Robi Amri², Elfina Rozita³ dan Ridwan Yunus⁴

¹³Direktorat Mitigasi, Badan Nasional Penanggulangan Bencana

²Direktorat Sistem Penanggulangan Bencana, Badan Nasional Penanggulangan Bencana

⁴Tenaga Ahli Kedeputian Pencegahan, Badan Nasional Penanggulangan Bencana

Email: aminxch@yahoo.com

Banyaknya korban jiwa dan kerugian harta benda bukan disebabkan oleh kejadian langsung dari gempabumi, tetapi lebih dikarenakan kerusakan atau runtuhannya bangunan. Penilaian bangunan/rumah sederhana ini dilakukan di kawasan rawan gempa untuk mengetahui potensi kerentanan bangunan/rumah sederhana tembokan satu lantai secara visual. Hasil penilaian kerentanan bangunan ini kemudian di-overlay terhadap potensi bahaya gempabumi sehingga menghasilkan indeks risiko bangunan. Penilaian bangunan/rumah ini menggunakan aplikasi Assesmen Cepat Bangunan Sederhana (ACeBS) yang dapat diakses melalui smartphone/tablet android dan terintegrasi dengan aplikasi InaRisk Personal. Lokasi penelitian yaitu di Kabupaten Bengkulu Tengah dan di Kota Bengkulu yang berada pada zona bahaya gempabumi sedang-tinggi dan diapit oleh dua sumber gempa yaitu zona subduksi di bagian barat daya dan Sesar/Patahan Semangko di Timur Laut. Hasil penilaian menunjukkan bahwa 71% bangunan di Kota Bengkulu berada pada indeks risiko bangunan/rumah tinggi, dan 29% bangunan berada pada risiko sedang. Sedangkan 63% di Kab. Bengkulu Tengah, 63% bangunan/rumah berada pada indeks risiko bangunan/rumah tinggi, dan 37% bangunan berada pada risiko sedang. Kerentanan bangunan/rumah disebabkan berbagai hal mulai dari permasalahan struktural, tulangan, maupun kualitas bahan material.

Kata Kunci—Penilaian bangunan, gempabumi, Bengkulu, InaRisk, bahaya, kerentanan

The large number of casualties and property losses are not directly caused by the earthquake. It is more due to the damage and collapsed buildings. The simple building assessment is carried out to assess the potential vulnerability of the one floor buildings/houses visually. The results then overlay with the earthquake potential hazard to produce buildings/houses risk index. This assessment is using Simple Building Rapid Assessment Application (ACeBS) compiled by BNPB in collaboration with the Earthquake Museum of Yogyakarta Province. The user can access the application which is currently integrated with the InaRisk Personal via Android. Central Bengkulu Regency and Bengkulu City that lies at a high index earthquake hazard-zone between two main sources of earthquake: subduction zone in the Southwest part and Semangko Fault in the Northeast area have been selected as research areas. The results show that respectively 71% of houses/buildings in Bengkulu City are in a state of high risk and 29% are in a state of moderate risk. Besides, in Central Bengkulu Regency, 63% of houses/buildings are in a state of high risk and 37% are in moderate risk. The vulnerability of buildings/houses is caused by various things ranging from structural issues, reinforcement, and the quality of building materials.

Index Terms—building assessment, earthquake, Bengkulu, InaRisk, hazard, vulnerability

I. PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia terletak pada rangkaian cincin api yang merupakan pertemuan tiga lempeng besar yaitu antara Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik yang menghasilkan zona tektonik aktif di dunia. Zona ini memberikan kontribusi hampir 90% dari kejadian

gempa di bumi dan hampir semuanya merupakan gempa besar di dunia (Kramer, 1996). Beberapa gempa besar telah terjadi dalam 10 tahun terakhir dan mengakibatkan kehilangan jiwa serta kerugian material yang memengaruhi sektor ekonomi dan pembangunan. Beberapa gempa besar yang terjadi dalam beberapa dekade terakhir di Indonesia yaitu Gempa bumi Bengkulu tahun 2000, Gempa bumi

Aceh-Andaman Tsunami tahun 2004, Gempa bumi Nias-Simeulue tahun 2005, Gempa bumi Yogyakarta tahun 2006, Gempa bumi Jawa Selatan yang diikuti tsunami 2006, Gempa Padang pada September tahun 2009, Gempa di Pulau Lombok dan Gempa di Sulawesi Tengah pada tahun 2018 yang menyebabkan ribuan korban jiwa.

Adanya Korban jiwa dan kerugian harta benda bukan disebabkan oleh dampak kejadian gempa bumi secara langsung, tetapi lebih dikarenakan adanya kerusakan ataupun runtuhnya bangunan yang menimpa warga yang ada di dalam rumah atau bangunan. Sebagai contoh yaitu dampak kerugian baik korban jiwa maupun harta benda akibat bencana gempa bumi yang terjadi di Pulau Lombok pada tahun 2018 (Gambar 1). Kejadian gempabumi ini menyebabkan 564 jiwa meninggal dan 149.715 rumah rusak.



Gambar 1. Dampak kejadian gempabumi di Pulau Lombok pada tahun 2018 yang menyebabkan kejadian bencana sebanyak 564 jiwa dan kerugian infrastruktur dan ekonomi (BNPB, 2018).

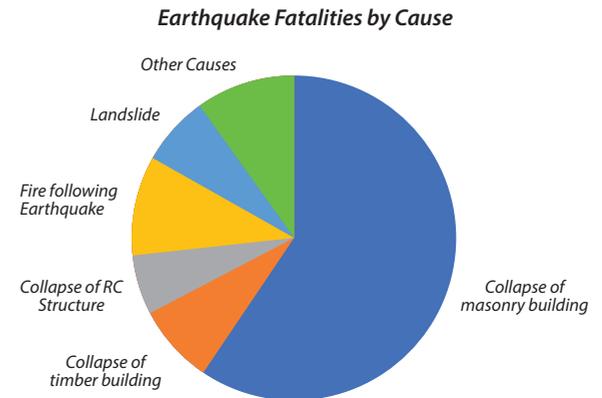
Terkait dengan upaya untuk mengurangi risiko bencana gempa bumi di Indonesia, BNPB telah melakukan pemetaan risiko bencana gempa bumi di Indonesia. Peta ini disusun untuk mengidentifikasi wilayah-wilayah dengan risiko gempa bumi. Hal ini dilakukan sebagai langkah antisipasi untuk mengurangi dampak bencana yang mungkin timbul. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2015) diketahui bahwa luas daerah yang memiliki potensi risiko bencana gempa bumi kategori sedang-tinggi adalah 20.112.362 Ha dengan jumlah penduduk terpapar mencapai 86.247.258 jiwa dengan potensi kerugian ekonomi mencapai 182.185 Triliun

Rupiah dari 489 kabupaten/kota yang mungkin terdampak (Gambar 2).



Gambar 2. Potensi risiko bencana gempabumi wilayah Indonesia (BNPB, 2015).

Coburn, Spence, dan Pomonis (1992) menyampaikan bahwa saat terjadi gempa bumi dapat menyebabkan korban jiwa karena beberapa hal seperti runtuhnya bangunan, kecelakaan mesin, serangan jantung, kebakaran dan beberapa menyebabkan pergerakan tanah seperti longsoran dan aliran tanah. Gambar 3 menunjukkan bahwa lebih dari 75% korban jiwa disebabkan oleh runtuhnya bangunan berdasarkan penyebab kematian akibat gempabumi pada tahun 1900-1992.



Gambar 3. Diagram yang menunjukkan korban jiwa akibat gempabumi, 75% diakibatkan oleh runtuhnya bangunan.

Kerusakan bangunan akibat gempabumi berdasarkan penelitian Triatmaja (2018) yaitu 32% kerusakan bagian atap, 36% kerusakan bagian dinding, dan 32% kerusakan fondasinya. Penyebab kerusakan bangunan ini dikarenakan oleh pemilihan material bangunan yang kurang tepat dan belum menggunakan kaidah struktur tahan gempa.

Kondisi umum pemilik rumah yang berada di daerah rawan gempabumi berdasarkan survei yang dilakukan oleh Tim Forum Pengurangan Bencana Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah beserta pemerintah desa, bahwa saat kejadian-kejadian bencana yang terjadi sebelumnya, pada umumnya:

1. Pemilik kemungkinan mengetahui lokasi rumahnya rawan gempabumi.
2. Pemilik tidak mengetahui kekuatan/ ketahanan terhadap gempabumi.
3. Pemilik tidak mengetahui yang harus dilakukan untuk memperkuat rumahnya.

Gambar 4 (a) menunjukkan salah satu contoh rumah/bangunan permanen sederhana (rumah tembokan 1 lantai) yang ada di masyarakat Indonesia dan belum mengimplementasikan kaidah struktur aman dari gempa dengan salah satu cirinya yaitu belum memiliki ikatan kolom bangunan. Pada gambar 4 (b) ini juga menunjukkan kondisi pemukiman yang padat. Patut dikaji lebih lanjut apakah rumah-rumah maupun bangunan tersebut sudah memenuhi kaidah struktur aman dari gempa atau belum. Jika belum, maka kondisi tata ruang padat pemukiman juga dapat meningkatkan potensi risiko bencana gempabumi.

Pada tahun 2019, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) bekerjasama dengan Museum Gempabumi Prof. Sarwidi menyusun alat (*tools*) penilaian bangunan/rumah sederhana terhadap potensi bahaya gempa bumi secara visual. Penilaian ini bertujuan untuk identifikasi awal distribusi atau sebaran potensi kerentanan bangunan/rumah sederhana di kawasan rawan bencana gempa bumi. Selain itu, kegiatan ini juga dapat sebagai wahana untuk mengedukasi, mensosialisasikan, dan mengkampanyekan budaya membangun bangunan/rumah sederhana yang menerapkan kaidah struktur aman gempa.

Pemerintah daerah dan masyarakat diharapkan dapat mengetahui kondisi kerentanan rumah/bangunan sederhana yang ada di wilayahnya khususnya Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah yang memiliki potensi bahaya gempabumi sedang-tinggi. Apabila sudah diketahui kondisi kerentanan bangunan/rumah sederhana, dapat ditentukan kebijakan maupun langkah strategis untuk dapat memperkuat (*retrofitting*) bangunan/rumah tersebut sehingga dampak kerusakan dan kerugian dapat diminimalisir.

A. Lokasi Penelitian

Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah menjadi lokasi penelitian penilaian bangunan. Di masing-masing wilayah dipilih 3 desa yang menjadi target penelitian yaitu Desa Nakau, Kembang Seri, dan Taba di Kabupaten Bengkulu Tengah dan Kelurahan Lempuing, Tanah Patah, dan Beringin Raya di Kota Bengkulu (Gambar 5). Desa dan kelurahan tersebut dipilih karena wilayah-wilayah tersebut dinilai cukup padat dengan pemukiman dan memiliki kemudahan akses. Kelurahan Lempuing, Tanah Patah, dan Beringin Raya di Kota Bengkulu merupakan kelurahan terdampak cukup parah pada saat kejadian gempa bumi Bengkulu pada tahun 2000.

Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah berada dekat dengan dua sumber gempa bumi utama yaitu Zona Subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia di bagian barat daya dan Zona Patahan/Sesar Besar Sumatera Semangko yang berada di bagian utara. Hal ini menyebabkan Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah berada pada zona bahaya gempabumi sedang - tinggi yang ditunjukkan dengan gradasi warna kuning menuju merah seperti

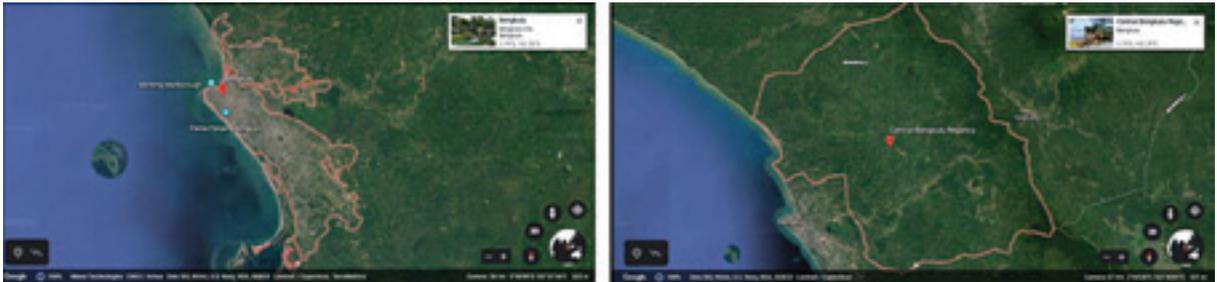


(a)



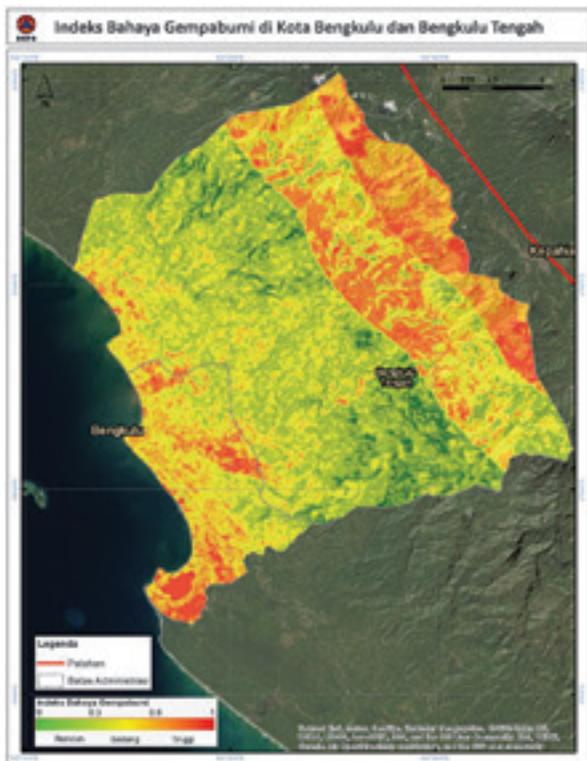
(b)

Gambar 4. (a) Kondisi rumah permanen sederhana (tembokan 1 lantai) masyarakat dan (b) tata ruang pemukiman padat.



Gambar 5. Lokasi penelitian dan kondisi pemukiman penduduk di (a) Kota Bengkulu; dan (b) Kabupaten Bengkulu Tengah. Rumah atau bangunan ditandai dengan warna coklat.

terlihat di Gambar 6 dan memiliki indeks risiko bencana gempabumi sedang - tinggi (BNPB, 2015).



Gambar 6. Peta potensi bahaya gempa bumi di (a) Kota Bengkulu, dan (b) Kabupaten Bengkulu Tengah (BNPB, 2015). Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah didominasi warna kuning-merah yang menunjukkan potensi bahaya gempabumi sedang-tinggi.

Gempa bumi yang paling diingat oleh para warga atau responden yaitu gempa bumi Bengkulu pada tahun 2000 dengan magnitudo 7,3 SR yang menyebabkan 93 orang meninggal dunia dan banyak rumah/bangunan yang rusak. Mereka umumnya menyadari

bahwa gempa bumi sendiri sebenarnya tidak menyebabkan korban jiwa secara langsung, tetapi yang menyebabkan korban jiwa yaitu kerusakan bangunan (*building failure*). Dari sini dapat diketahui bahwa masyarakat umumnya sudah memiliki pemahaman terkait gempa bumi.

II. METODOLOGI

Target dari penelitian ini yaitu pada daerah pemukiman yang cukup padat penduduk dengan kondisi bangunan/rumah sederhana (tembokan satu lantai) dan berada pada wilayah bahaya gempa bumi sedang-tinggi. Bangunan rumah sederhana yaitu bangunan gedung dengan karakter sederhana serta memiliki kompleksitas dan teknologi sederhana (PUPR, 2016).

Penilaian bangunan/rumah sederhana ini menggunakan aplikasi Asesmen Cepat Bangunan Sederhana (ACeBS) yang disusun oleh BNPB bersama Tim Museum Gempa Prof Sarwidi. Aplikasi ini digunakan melalui *smartphone/tablet android* dan saat ini terintegrasi dengan aplikasi InaRisk Personal (Gambar 7). Aplikasi ACeBS ini merupakan formulir yang berisikan pertanyaan-pertanyaan terkait bangunan sederhana (rumah/bangunan bertembok dan berlantai 1) secara visual dan berisikan 47 pertanyaan yang memuat unsur kaidah struktur aman gempa. Pertanyaan ini terdiri dari berbagai informasi terkait bangunan, mulai dari gambar rencana, lahan dan tanah dasar, denah, fondasi, balok fondasi/*slof*, kolom, dinding, balok atap/*ring balk*, detail tulangan pada simpul ujung balok dan kolom, sambungan, struktur pendukung atap atau kuda-kuda, struktur pendukung atap berupa ampig/gunung-gunung, dan penutup atap. Pertanyaan-pertanyaan ini disusun oleh Tim Museum Gempabumi Prof. Sarwidi dan BNPB den-



Gambar 7. Aplikasi ACeBS untuk penilaian bangunan.

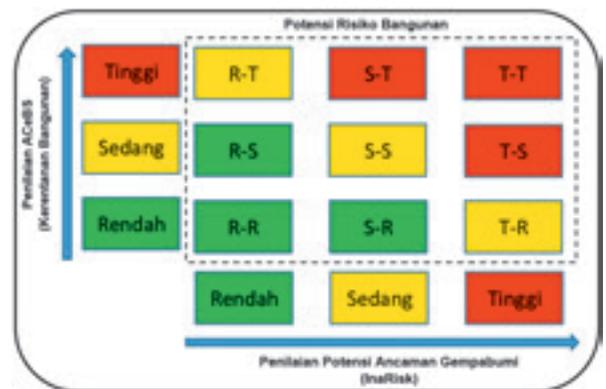
gan mengacu pada (1) Permen PUPR No. 05/2016 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016); (2) Manual BARRATAGA Versi 08 / 2018 (Sarwidi, 2018); dan dari (3) Satyarno (2011).

Penilaian ini menggunakan pembobotan dari masing-masing pertanyaan/kuesioner. Pembobotan setiap poin parameter diberikan sesuai dengan tingkat fatalitas apabila terjadi kegagalan sebagai berikut:

1. Kelompok Umum dan Fondasi berbobot 5.
2. Kelompok Rangka Pengekang berbobot 4.
3. Kelompok Dinding Tembokan berbobot 3.
4. Kelompok Pendukung Atap (non-tembok) dan Penutup Atap serta langit-langit berbobot 2.
5. Kelompok Non-Struktur, penutup atap, pintu, jendela, pagar, elemen arsitektural berbobot 1.

Hasil pembobotan tersebut kemudian dijumlahkan dan dikategorikan menjadi 3 kategori. Kategori tersebut yaitu apabila memiliki nilai lebih dari 50, maka bangunan atau rumah tersebut memiliki kerentanan bangunan tinggi (warna merah), nilai 20-50 memiliki kerentanan bangunan sedang (warna kuning), dan nilai kurang dari 20 memiliki kerentanan bangunan rendah (warna hijau). Hasil kerentanan bangunan tersebut kemudian disandingkan dengan potensi ancaman bencana gempabumi, sehingga dapat ditarik kesimpulan sebagai potensi risiko bangunan

(lihat Gambar 8). Hal yang perlu diperhatikan yaitu mengenai posisi rumah tersebut berdasarkan peta potensi ancaman gempa bumi (lihat Gambar 6). Semakin merah warna indeks gempanya, maka potensi guncangan semakin besar. Hal ini akan semakin meningkatkan potensi risiko keruntuhan bangunan apabila kerentanan bangunan juga tinggi, sehingga kerentanan bangunan/rumah sangat perlu diperhatikan untuk mengurangi dampak yang mungkin ditimbulkan akibat bencana gempabumi.



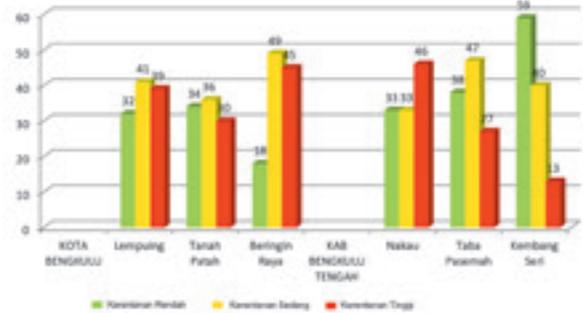
Gambar 8. Overlay data hasil penilaian bangunan versi ACeBS dengan penilaian potensi ancaman gempabumi berdasarkan data InaRisk yang menghasilkan potensi risiko bangunan terhadap bencana gempabumi.

Kegiatan penilaian bangunan sederhana dilaksanakan selama 2 hari dari tanggal 26 Oktober - 27 Oktober 2019 dan didukung oleh para fasilitator yang berasal dari BPBD, Forum PRB, MDMC, mahasiswa dan perangkat desa. Para fasilitator bukan merupakan ahli di bidang konstruksi bangunan atau sipil sehingga sebelum melakukan penilaian, para fasilitator diberikan pembekalan terkait penjelasan tentang gempabumi secara umum dan penggunaan aplikasi ACeBS.

Pada saat melakukan penilaian, para fasilitator melakukan wawancara kepada pemilik rumah sesuai dengan pertanyaan-pertanyaan yang ada di ACeBS. Selain dari hasil dari wawancara, para fasilitator juga dapat memberikan penilaian secara visual (mata telanjang) sesuai dengan apa yang terlihat dari rumah/bangunan tersebut. Para fasilitator juga mendokumentasikan rumah/bangunan tersebut sebagai bukti dengan menggunakan aplikasi *Open Camera* sehingga dapat terekam koordinat atau posisi bangunan tersebut.

III. HASIL PENELITIAN

Dari 560 bangunan/rumah sederhana yang dinilai menunjukkan bahwa rata-rata 71% Kota Bengkulu dan 63% rumah/bangunan yang berada di Kabupaten Bengkulu Tengah berada pada kondisi kerentanan sedang - kerentanan tinggi. Secara lebih detailnya untuk di Kota Bengkulu yaitu 72% rumah/bangunan sederhana di Kelurahan Lempuing berada pada kondisi kerentanan sedang-tinggi dan 28% berada di kerentanan rendah. Di Kelurahan Tanah Patah, 59% kondisi rumah/bangunan sederhana berada pada kerentanan sedang-tinggi dan 41% berada pada kerentanan rendah. Sedangkan di Kelurahan Beringin Raya, 84% berada pada kondisi kerentanan sedang-tinggi dan 16% berada pada kerentanan rendah. Di Kabupaten Bengkulu Tengah, 70% rumah/bangunan sederhana di Desa Nakau berada pada kondisi kerentanan sedang - kerentanan tinggi, 66% rumah/bangunan sederhana di Desa Taba Pasemah dan di Desa Kembang Seri 53% rumah/bangunan sederhana berada pada kondisi kerentanan sedang - kerentanan tinggi (lihat Gambar 9). Hal ini menunjukkan bahwa di Kota Bengkulu, 16%-41% rumah diasumsikan sudah menerapkan kriteria rumah tahan gempa yang ditunjukkan dengan rumah/bangunan dengan nilai kerentanan rendah, sedangkan di Kabupaten Bengkulu Tengah berkisar 30%-47% yang diasumsikan sudah menerapkan kriteria rumah tahan gempa.



Gambar 9. Diagram distribusi kerentanan bangunan di lokasi penilaian bangunan untuk Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah.

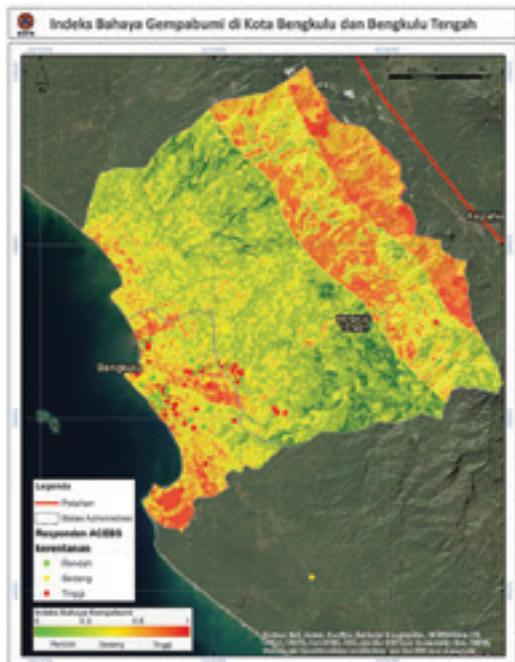


Gambar 10. Distribusi spasial kerentanan bangunan di lokasi penilaian bangunan untuk Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah, warna hijau menggambarkan kerentanan bangunan rendah, kuning menggambarkan kerentanan sedang dan merah menggambarkan kerentanan tinggi.

Distribusi secara spasial posisi rumah yang dinilai beserta tingkat kerentanannya ditunjukkan oleh Gambar 10. Rumah/bangunan yang memiliki nilai kerentanan rendah ditandai dengan warna hijau, rumah/bangunan yang memiliki nilai kerentanan sedang berwarna kuning, dan yang memiliki kerentanan tinggi berwarna merah. Kondisi rumah/bangunan sederhana

na dengan kerentanan sedang-tinggi menggambarkan bahwa rumah/bangunan tersebut belum memenuhi aspek-aspek atau kaidah rumah tahan gempa dan perlu segera diperkuat (*retrofitting*) sedangkan kerentanan rendah diasumsikan bahwa kondisi bangunan tersebut sudah memenuhi aspek-aspek atau kaidah rumah tahan gempa.

Data kerentanan rumah/bangunan tersebut kemudian di-*overlay* dengan Peta Bahaya Gempa bumi (lihat Gambar 6). Mengacu pada Gambar 8, analisis data hasil penilaian bangunan versi ACeBS yang di-*overlay* dengan peta potensi bahaya gempabumi menghasilkan potensi risiko bangunan terhadap bencana gempabumi. Dari 71% bangunan/rumah yang memiliki kerentanan sedang-tinggi di Kota Bengkulu, di-*overlay* dengan indeks bahaya gempa bumi tinggi maka 71% bangunan tersebut berada pada indeks risiko bangunan/rumah tinggi, dan 29% bangunan berada pada risiko sedang. Sedangkan 63% bangunan/rumah yang memiliki kerentanan sedang-tinggi di Kab. Bengkulu Tengah, di-*overlay* dengan indeks bahaya gempa bumi tinggi, maka 63% bangunan tersebut berada pada indeks bangunan/rumah tinggi, dan 37% bangunan berada pada risiko sedang.



Gambar 11. *Overlay* data hasil penilaian bangunan versi ACeBS dengan penilaian potensi ancaman gempabumi berdasarkan data InaRisk yang menghasilkan potensi risiko bangunan terhadap bencana gempabumi.

Satyarno (2011) menyampaikan bahwa kerusakan bangunan akibat bencana gempabumi (studi kasus kejadian bencana gempabumi tahun 2006 di Yogyakarta, bencana gempabumi di Bengkulu tahun 2007, dan kejadian bencana gempabumi di Tasikmalaya Tahun 2009) diakibatkan oleh beberapa hal terutama terkait kondisi dan struktur bangunan yaitu:

1. Kualitas material yang rendah, mulai dari pemilihan batu bata, adukan semen/mortar (perbandingan antara agregat, pasir, air, dan semen), coran beton, besi, kayu, dan bahan material lainnya.
2. Tidak adanya elemen krusial seperti perkuatan beton untuk balok alas ataupun balok pengikat, perkuatan beton kolom, cincin balok, bingkai atap pelana, penahan angin, dan plester dinding.
3. Perkuatan detail yang buruk seperti sengkang yang tidak dibengkokkan 1350 dan jarak antar sengkang terlalu besar.
4. Modifikasi rumah tradisional seperti menggabungkan antara rumah bambu dengan plester dari tembok.
5. Ornamen arsitektur, seperti adanya beranda yang tidak terhubung dengan bangunan utama.
6. Dibangun pada lahan yang tidak stabil seperti di lereng.

Kerentanan bangunan/rumah ini perlu menjadi perhatian para warga masyarakat dan pemerintah daerah dengan tujuan agar dapat mengurangi korban jiwa dan kerugian yang ditimbulkan apabila terjadi bencana gempa bumi. Pemerintah daerah diharapkan dapat mendorong masyarakatnya untuk dapat memperkuat bangunan/rumahnya masing-masing sesuai dengan persyaratan pokok bangunan aman gempa bumi sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 05 Tahun 2016 tentang Izin Mendirikan Bangunan Gedung dengan Persyaratan pokok tahan gempa meliputi:

1. Kualitas bahan bangunan yang baik.
2. Keberadaan dan dimensi struktur yang sesuai.
3. Seluruh elemen struktur utama tersambung dengan baik.
4. Mutu pengerjaan yang baik.

Ke depannya dapat dipertimbangkan oleh pemerintah melalui Kementerian PUPR maupun pemerintah daerah untuk memperoleh izin mendirikan bangunan dapat mempertimbangkan hasil penilaian lokasi rawan gempa bumi beserta rekomendasinya.

Pembelajaran dari Jepang terkait bangunan tahan gempa, Pemerintah Jepang mengeluarkan “*New Seismic Provision*” pada tahun 1981 untuk memperbarui standar bangunan tahan gempa yang sudah ada untuk meningkatkan performa ketahanan bangunan terhadap gempa (Hidayah, 2006). Dampak adanya standar baru ini yaitu untuk bangunan tahan gempa bahwa bangunan yang dibangun sebelum 1981 mengalami lebih banyak kerusakan saat gempa dibandingkan dengan bangunan yang dibangun setelah 1981. Seluruh bangunan di Jepang harus dievaluasi lagi ketahanannya terhadap gempa setelah adanya peraturan ini. Apabila hasil evaluasi menunjukkan bahwa suatu bangunan tidak tahan terhadap gempa, maka perlu dilakukan *retrofitting* untuk memperkuat struktur bangunan. Selain dari sisi peraturan dan teknis, dalam proses memperkuat bangunan, perlu mempelajari dan memperbaiki contoh-contoh bangunan yang mengalami kerusakan atau keruntuhan pada masa lalu dari kejadian gempa besar yang terjadi di Kobe pada tahun 1995, Chuetsu pada tahun 2004 maupun yang terjadi di Tohoku pada Tahun 2011 sehingga dapat menjadi pembelajaran dalam konstruksi bangunan tahan dari gempa (Maly & Shiozaki, 2016).

IV. KESIMPULAN

Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah terletak dekat dengan dua sumber gempa bumi utama yaitu Zona Subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia di bagian barat daya dan Zona Patahan/Sesar Besar Sumatera Semangko yang berada di bagian utara. Hal ini menyebabkan Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah berada pada zona bahaya gempabumi sedang - tinggi.

Penilaian bangunan/rumah sederhana dilakukan sebagai salah satu alat (*tools*) untuk menilai kerentanan bangunan/rumah sederhana secara visual menggunakan *form* aplikasi Analisis Cepat Bangunan Sederhana (ACeBS). Hasil analisis kerentanan di-*overlay* dengan data potensi bahaya gempa bumi sehingga menghasilkan indeks risiko bangunan. Kegiatan penilaian ini juga dapat menjadi salah satu upaya sosialisasi dan edukasi untuk meningkatkan kapasitas pemerintah daerah dan masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana gempa bumi khususnya terkait konstruksi rumah/bangunan.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa rata-rata 71% Kota Bengkulu dan 63% rumah/bangunan yang

berada di Kabupaten Bengkulu Tengah berada pada kondisi kerentanan sedang - kerentanan tinggi. Hasil tersebut di-*overlay* dengan indeks bahaya gempa bumi tinggi maka diperoleh hasil bahwa 71% bangunan di Kota Bengkulu berada pada indeks risiko bangunan/rumah tinggi, dan 29% bangunan berada pada risiko sedang. Sedangkan 63% di Kab. Bengkulu Tengah, 63% bangunan/rumah berada pada indeks risiko bangunan/rumah tinggi, dan 37% bangunan berada pada risiko sedang.

Kerentanan sedang-tinggi dari bangunan/rumah sederhana ini disebabkan berbagai hal mulai dari struktur bangunan, tulangan, maupun kualitas bahan material. Ada beberapa daerah yang masyarakatnya sudah membangun rumah atau bangunan sederhana dengan menggunakan kaidah rumah tahan gempa (kategori kerentanan rendah). Diperlukan tindak lanjut dari para pemilik rumah/bangunan serta dukungan pemerintah daerah untuk dapat memperkuat rumah/bangunan yang memiliki kerentanan sedang-tinggi sehingga dapat mengurangi dampak kerugian baik jiwa maupun harta benda.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Kami haturkan terima kasih kepada pihak terkait yang telah mendukung kegiatan ini sehingga kegiatan penyusunan makalah ini dapat tersusun dengan baik. Kegiatan ini didukung oleh Direktorat Pengurangan Risiko Bencana BNPB dan Tim Museum Gempa Prof. Sarwidi dan pelaksanaan kegiatan ini didukung oleh BPBD Provinsi Bengkulu, BPBD Kota Bengkulu, BPBD Bengkulu Tengah, MDMC dan Forum PRB Provinsi Bengkulu serta rekan-rekan di Kedepatian Bidang Sistem dan Strategi.

DAFTAR PUSTAKA

- BNPB. (2015). *InaRisk-Portal Kajian Risiko Bencana* (InaRisk Data Service). BNPB. Retrieved from <https://inarisk.bnpb.go.id>
- BNPB. (2018). Infografis dampak gempabumi Lombok: *Kaleidoskop Kejadian Bencana 2018 dan Proyeksi Bencana 2019*.
- Coburn, A. W., Spence, R. J., & Pomonis, A. (1992). Factor determining human casualty levels in earthquake: Mortality prediction in building collapse. *In Proceeding of the tenth world conference on earthquake engineering* (Vol.10,

pp.5989-5994).

- Hidayah, R. (2006). Mitigasi Dan Rekonstruksi Pasca Gempa: Pengalaman Dari Jepang, *Seminar Mengelola Bencana Ala Jepang*, Lembaga Penelitian UNY.
- Kementerian PUPR. (2016). Izin mendirikan bangunan gedung. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 5 Tahun 2016*.
- Maly, E., & Shiozaki, Y. (2012). Towards a Policy that Supports People-Centered Housing Recovery— Learning from Housing Reconstruction after the Hanshin-Awaji Earthquake in Kobe, Japan, *In Proceedings International Journal Disaster Risk Science* (Vol. 3 (1): pp 56-65).
- Sarwidi. (2018). *Manual Bangunan Rumah Rakyat Tahan Gempa (BARRATAGA)* (8th ed.;Tech Rep.).
- Satyarno, I. (2011). Vulnerability of Indonesian community houses to earthquake disaster, *In Proceedings of the 9th international symposium on mitigation of geo-disasters in asia* (pp.19-20).