

PENERAPAN KETENTUAN BANGUNAN TAHAN GEMPA

APPLICATION OF EARTHQUAKE-RESISTANT BUILDING PROVISIONS

Teddy Tambunan

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan
Jl. Pahlawan No. 99 Batu Aji Kota Batam, Indonesia
e-mail: teddy@ft.unrika.ac.id

Abstrak

Terjadinya gempa di Bali pada September 2011 yang lalu dan kita mungkin masih ingat gempa di Sumatra Barat yang berskala 7.6 SR pada tanggal 30 September 2009. Korban manusia bukanlah akibat langsung dari kejadian gempa itu sendiri, tetapi lebih banyak akibat dari keruntuhan bangunan buatan manusia, buatan praktisi bangunan. Hal ini bisa dikatakan juga sebagai Sebuah ujian kompetensi kekuatan gedung-gedung tinggi yang ada. Melihat kenyataan bahwa masih banyak para praktisi konstruksi di Batam yang mengabaikan "Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung" dalam perencanaannya, dengan dalih bahwa Batam Aman dari Gempa atau Batam Belum pernah mengalami Gempa. Itu memang suatu pernyataan yang cukup realistis, karena dalam SNI Gempa 2002, Propinsi Kepulauan Riau dan khususnya pulau Batam memang masuk dalam antara wilayah zona 1- 2, yaitu wilayah gempa ringan. Analisis perbandingan pada suatu bangunan gedung 6 lantai di daerah Sei Ladi Batam, dilakukan untuk memperlihatkan perbandingan suatu design yang mengikuti code SNI Gempa 2002 dengan yang tidak. Hasil analisa menunjukkan adanya peningkatan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur, ditunjukkan dengan peningkatan jumlah tulangan meskipun bangunan tersebut berada wilayah gempa I yang merupakan wilayah dengan intensitas gempa kecil. Sedangkan dari evaluasi biaya menunjukkan bahwa perbedaan biaya antara struktur yang didesain tahan gempa dengan yang tanpa tahan gempa hanya berselisih 2.08%. Jadi sebenarnya tidak ada alasan bagi para praktisi untuk mengabaikan Code SNI Gempa 2002 hanya karena alasan biaya.

Kata Kunci: Bangunan; Gempa; Ketahanan; Gedung

Abstract

There was an earthquake in Bali in September 2011 and we may still remember the earthquake in West Sumatra with a magnitude of 7.6 on the Richter scale on September 30, 2009. Human casualties were not a direct result of the earthquake itself, but more as a result of the collapse of man-made buildings. building practitioner. This can also be said as a competency test for the strength of existing tall buildings. Seeing the fact that there are still many construction practitioners in Batam who ignore the "Indonesian Earthquake Resistant Planning Regulations for Buildings" in their planning, under the pretext that Batam is Safe from Earthquakes or Batam has never experienced an Earthquake. That is indeed a statement that is quite realistic, because in the 2002 SNI Earthquake, the Province of the Riau Islands and especially the island of Batam is indeed included in the zone 1-2 zone, which is a light earthquake area. Comparative analysis on a 6-story building in the Sei Ladi area of Batam, was conducted to show a comparison of a design that follows the 2002 SNI code for the Earthquake with one that does not. The results of the analysis show an increase in internal forces acting on the structure, indicated by an increase in the amount of reinforcement even though the building is located in the earthquake area I which is an area with a small earthquake intensity. Meanwhile, the cost evaluation shows that the difference in costs between structures designed to withstand earthquakes and those without earthquake resistance is only 2.08% different. So actually there is no reason for practitioners to ignore the 2002 Earthquake SNI Code just for reasons of cost.

Keywords: Building; Earthquake; Resilience; Building

PENDAHULUAN

Terjadinya gempa di Bali akhir September 2011 dan kita masih ingat yang terjadi di Sumatra Barat berskala 7.6 SR pada tanggal 30 September 2009 membawa tidak saja petaka dan nestapa yang berkepanjangan bagi semua, tetapi juga realita bahwa ternyata di Indonesia rawan terhadap gempa dengan intensitas tinggi. Kalau di lihat dari segi perspektif Teknik Sipil, Gempa bumi merupakan fenomena alam yang sangat menarik untuk dibahas, hal itu disebabkan karena begitu besar korban manusia dan harta benda yang telah terjadi. Korban manusia akibat gempa di Jawa barat pada September 2009 mencapai 63 jiwa, sementara korban akibat gempa di Sumatra Barat mencapai 1000 orang lebih . Dipastikan, banyak korban yang tertimbun puing-puing gedung.

Kesedihan dan kepedihan yang sangat mendalam telah dialami oleh keluarga korban. Terlepas bahwa kejadian gempa bumi merupakan hak prerogatif Tuhan YME, namun korban manusia bukanlah akibat langsung dari kejadian gempa itu sendiri, tetapi lebih banyak akibat dari keruntuhan bangunan buatan manusia, buatan praktisi bangunan. Ada suatu azas dalam penyediaan bangunan sipil (Gedung, jembatan, jalan, dam, dan sarana sipil lain yang dibangun oleh manusia untuk memenuhi fungsi dan kegunaan yang direncanakan) adalah untuk tujuan kemanusiaan, maknanya bahwa unsur hakekat manusia ditempatkan pada posisi tertinggi untuk dilindungi dari segala macam pembebanan bangunan. Disini manusia sebagai penghuni bangunan harus dapat tinggal secara aman dan nyaman. Ahli bangunan (Teknik sipil) oleh sebab itu, mempunyai tanggung jawab moral yang besar untuk tujuan tersebut. Sebab itu sangat naif jika seorang ahli bangunan yang hanya demi rupiah kualitas ataupun keamanan bangunan diabaikan/dikesampingkan.

Fakta lain juga menunjukkan kurangnya pemahaman atas konsep dasar Respon Bangunan terhadap Beban Gempa. Pengetahuan umum tentang teknik gempa sudah seharusnya menjadi mata kuliah wajib di seluruh Indonesia, karena hampir seluruh wilayah di negara kita tidak terlepas dari wilayah-wilayah gempa (penulis* bersyukur UNRIKA Batam menerapkannya). Wilayah-wilayah gempa yang ada di Indonesia sudah disajikan baik di peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung (PPTGIUG, 1981), Tata cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK SNI T-15-1991 dan yang terbaru adalah Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2002) dan bahkan sudah ditetapkan awal 2011 SNI gempa 20xx.

Hancurnya begitu banyak gedung dan bangunan sipil lain dalam jarak 100 - 200 km dari epicenter gempa secara tidak langsung menyadarkan kita akan adanya kemungkinan bahwa ketentuan yang ada mengenai perencanaan dan pelaksanaan bangunan tahan gempa yang telah ditetapkan dalam beberapa SNI perlu dikaji ulang atau minimal perlu ditegakkan penerapannya secara lebih konsisten, konsekuen dan profesional.

Langkah koreksi ini merupakan langkah perlu yang tidak dapat ditawar khususnya karena apapun kondisinya, target utama akhir tidak lain adalah agar bangunan-bangunan sipil yang dibangun diseluruh pelosok Indonesia dapat berfungsi sebagai bangunan tahan gempa yang sesuai dengan fungsi serta tingkat resiko yang disepakati. Pengaturan tentang mutu bahan dan pelaksanaan struktur beton bertulang sebenarnya telah di atur cukup jelas sejak di PBI 1971, dan telah 3 kali mengalami pergantian peraturan/Code yaitu pada saat berlakunya SK SNI 1991 dan SNI 2002. Tampak jelas bahwa sosialisasi Code belum dapat berlangsung secara merata, persoalan akan semakin besar karena tidak adanya contoh aplikasi Code baru yang dapat dipakai sebagai referensi semua pihak.

Tetapi banyak yang bertanya kenapa bangunan di Batam harus memakai kaidah gempa? Karena belum pernah mendapat/terkena gempa, itu memang suatu pertanyaan yang cukup realistik, memang dalam SNI Gempa 2002, Propinsi Kepulauan Riau dan khususnya pulau Batam memang masuk dalam antara wilayah zona 1- 2, yaitu wilayah gempa ringan. Selanjutnya, selain gempa aman pulakah bangunan di Batam terhadap beban angin maximum (yang juga merupakan beban lateral) yang mungkin terjadi? Perlu diingat bahwa konsep struktur bangunan harus kuat, kaku, daktail dan stabil harus di gunakan pada setiap struktur bangunan.

Ada suatu philoshophy yaitu *Strength Based Approach* mencakup bagaimana suatu beban struktur bangunan ditentukan, tata-cara analisis struktur dan prosedur disain yang dilakukan terhadap suatu konfigurasi bangunan, yaitu mutu bahan, level angka aman serta kemampuan masyarakat untuk menyediakan struktur bangunan yang diinginkan. Suatu beban rencana yang terlalu tinggi, struktur pasti aman tetapi harga bangunan menjadi mahal dan mungkin tidak terjangkau oleh masyarakat. Oleh sebab itu sebenarnya ada suatu hubungan terbalik antara *sefety margin* yang menuju pada *risk* dan *economic cost* (widodo, 1995). Arah bahasan ini akan lebih dekat pada persoalan *Strength Based Approach*, karena pendekatan inilah yang sekarang masih dipakai oleh hampir semua negara, yang secara ringkas ada 3 tahapan/*level* proteksi penghuni bangunan terhadap kemungkinan-kemungkinan naiknya intensitas beban gempa.

Paulay dan Priestley (Widodo, 2007) mengatakan bahwa pada level *serviceability limit states* atau beban layan suatu struktur dan non-struktur suatu bangunan tidak boleh rusak akibat gempa kecil. Pada *level damage control limit states* suatu struktur bangunan boleh rusak ringan tetapi masih dapat diperbaiki akibat gempa sedang sampai kuat. Pada *level Survival limit states* bangunan boleh rusak berat tetapi tidak boleh runtuh sama sekali akibat gempa besar. Pada gambar 2 ini terjadi pada gempa di Padang pada 2009 silam yaitu Hotel Ambacang, seminggu setelah gempa.

Bangunan yang nampak adalah bangunan lantai ke-5 dan di atasnya adalah lantai ke-6. Hotel tersebut menurut penjelesan adalah bangunan renovasi, yang dulunya berupa gudang atau semacamnya, yang merupakan bangunan peninggalan jaman belanda. Sekarang sudah hancur tertumpuk bangunan baru di atasnya. Ini merupakan pelajaran berharga, bahwa kalau sudah dikaitkan dengan gempa maka tampilan seindah apapun tidak ada gunanya. Para arsitek, agar jangan sampai terjadi bangunan hasil rancangan anda seperti di atas, pastikan ajak *civil/structural engineer* yang berkompeten terlibat pada proyek anda

Evaluasi Desain Struktur Gedung

Beberapa waktu yang lalu penulis melakukan analisis untuk melakukan perbandingan pada suatu bangunan gedung 6 lantai di daerah Sei Ladi Batam, analisis dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif dengan mempertemukan fakta yang ada di lapangan dengan teori-teori baku seperti yang sudah ada. Evaluasi ini membandingkan kombinasi pembebanan yaitu beban mati, hidup, dan gempa. Dari beberapa kombinasi akan diketahui berapa besar pengaruh beban gempa yang bekerja pada struktur. Penelitian ini membahas perencanaan ketahanan struktur gedung yang ada di Batam terhadap gempa. Banyak yang mungkin tidak menyadari penggunaan standar baru SNI-03-1726-2002 khususnya kota Batam, untuk struktur gedung yang berperilaku daktail penuh dan perencanaan detail konstruksinya harus dilakukan sesuai prosedur Desain Kapasitas. Diharapkan dari analisis struktur ini diketahui seberapa besar pengaruh beban gempa yang bekerja pada struktur tersebut dan untuk mengetahui apakah gedung tersebut layak dan aman ditinjau dari kekuatan, kekakuan dan daktilitas strukturnya.

Berdasarkan Peta Gempa Indonesia maka wilayah Batam termasuk wilayah I Peta Gempa Indonesia menurut pasal 4.7.1. Berdasarkan data kalendering saat pemancangan jenis tanah adalah tanah sedang. Berdasarkan pasal 4.7.2 percepatan puncak muka tanah (untuk tanah sedang) dengan periode masing-masing 500 tahun adalah $A_b = 0.03g$ dan $A_o = 0.05g$. Pemodelan, analisis dan desain memakai program Etabs V.9.1.4. Sehubungan dengan pasal

5.1.3, Gedung tersebut merupakan gedung tanpa *besment*, maka taraf penjepitan lateral struktur atas dapat dianggap terjadi pada bidang telapak fondasi langsung, bidang atas (poer) pondasi tiang. Sistem struktur gedung ini adalah sistem struktur beton bertulang yang terdiri dari portal–portal terbuka dan merupakan system struktur yang simetris dan beraturan, sesuai dengan pasal 6.3 maka pengaruh gempa ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga analisisnya dilakukan dengan metode analisis statik 3 dimensi biasa, yang dalam hal ini disebut Analisis Statik Ekuivalen 3 Dimensi.

Sesuai pasal 5.4.2 maka lantai tingkat bekerja diasumsikan sebagai diafragma. Karena gedung termasuk beraturan maka digunakan model *rigid diaphragm* yaitu massa dipusatkan pada satu titik nodal untuk tiap lantainya. Jumlah lantai gedung ini adalah 6 lantai sehingga menurut pasal 5.7 untuk gedung yang tingginya kurang dari 10 tingkat atau 40 m dari penjepitan lateral, tidak memperhitungkan pengaruh P Delta.

Untuk Perencanaan kekuatan struktur didasarkan pada prinsip–prinsip perencanaan beban dan kuat terfaktor (*load dan resistance factor design*). Selain itu unsur–unsur struktur harus direncanakan juga untuk menahan beban gempa dalam 2 arah tegak lurus secara bersamaan yaitu 100% gempa dalam satu arah dan 30% gempa dalam arah tegak lurus lainnya, untuk mensimulasikan arah gempa yang sembarang (pasal 5.8.2)

Kinerja struktur yang diperiksa adalah kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit. Kinerja batas layan ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pelemahan baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan non struktural pasal 8.1.1). Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, maka kinerja batas layan tidak boleh lebih dari $0.03/R$ kali tinggi tingkat gedung.

Kinerja Batas Ultimit gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar gedung atau antar bagian struktur gedung yang di pisah dengan sela pemisah.

Berdasarkan dari hasil analisa struktur, gaya aksial paling besar yang terjadi pada kolom akibat kombinasi beban mati dan beban hidup, sedangkan gaya geser paling besar pada kolom terjadi akibat kombinasi beban mati dan beban gempa. Untuk gaya momen yang bekerja pada struktur kolom lantai 1 sampai 5 kombinasi beban mati dan gempa berpengaruh sangat besar

sedangkan pada lantai atap kombinasi beban mati dan beban hiduplah yang sangat berpengaruh. Pada perencanaan tulangan balok secara umum beban akibat kombinasi beban mati, hidup dan gempa tidak terlalu besar hanya pada balok-balok tertentu yang memang dipengaruhi oleh kombinasi beban mati dan beban gempa. Dengan adanya peningkatan gaya – gaya dalam yang bekerja pada struktur akibat adanya beban gempa, maka perencanaan tulangan akan berpengaruh juga. Tabel berikut memperlihatkan perbandingan jumlah tulangan antara kombinasi pembebanan yang memperhitungkan beban gempa dengan tanpa memperhitungkan beban gempa.

Dari hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur, yang ditunjukkan dengan peningkatan jumlah tulangan dimana meskipun letak bangunan tersebut berada wilayah gempa I yang merupakan wilayah dengan gempa kecil. Sedangkan dari evaluasi biaya menunjukkan bahwa perbedaan biaya antara struktur yang didesain tahan gempa dengan yang tanpa tahan gempa hanya berselisih 2.08%. Hal mengindikasikan dari segi ekonomis tidak terlalu signifikan mengingat struktur yang didesain tahan gempa tentunya akan lebih layak dan aman.

Jika sudah demikian masihkah kita yang mengaku sebagai praktisi di dunia konstruksi masih mengabaikan keselamatan pengguna gedung, mengabaikan tanggung jawab moral kita demi meraup keuntungan yang besar?

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2012. SNI 1726:2012 Tatacara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 2847:2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2007. Pedoman Sertifikat Laik Fungsi Bangunan.
- Gedung, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, Nomor: 25/PRT/M/2007, Tanggal 9 Agustus.
- Detik News. 2014. Digaji Rp 12 Juta, Ini Tugas Tim Ahli Bangunan Gedung yang Dilantik Ahok. [terhubung berkala]. <https://news.detik.com/berita/2575865/diga-ji-rp-12-juta-ini-tugas-tim-ahli-bangunagedung-yang-dilantik-ahok> [07 Mei 2014].
- SNI- 03-1726- 2002: "Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung", Badan Standarisasi Nasional 2002.



SNI-03-2847-2002: "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung", Badan Standarisasi Nasional 2002.