

METODE ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA (Studi Kasus Gedung E, F Universitas Muhammadiyah Sukabumi)

Mochammad Rizal Fadillah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sukabumi
Jl. R. Syamsudin S.H. No. 50 Sukabumi
E-mail : rizalfadillah@ummi.ac.id

ABSTRAK

Universitas Muhammadiyah Sukabumi (UMMI) merupakan perguruan tinggi dengan penambahan mahasiswanya yang tinggi. Dengan demikian, kebutuhan gedung semakin meningkat setiap tahunnya, baik untuk ruang pembelajaran ataupun sebagai sarana penunjang kegiatan akademik lainnya. Maka dari itu, diperlukan pemeliharaan secara berkala untuk gedung lama dan gedung baru. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan membuat tahapan asesmen bangunan tahan gempa untuk gedung E dan F UMMI yang mengacu pada SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung dan non-gedung, serta SNI 2847:2013 digunakan sebagai persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Adapun metode yang digunakan meliputi, pengamatan visual, data desain bangunan, mutu bahan, pembebanan gempa, sistem struktur, penyelidikan tanah, pemodelan struktur dengan bantuan aplikasi ETABS, dan tahapan analisis. Tahapan analisis yang digunakan terdiri dari, perhitungan waktu getar alami, gaya geser dasar, distribusi gaya geser horisontal gempa, dan analisis waktu getar struktur dengan T-Reyleigh. Penelitian ini diharapkan dapat dibuatkan hasil analisis perhitungan struktur bangunan tahan gempa dan asesmen terhadap gedung yang diamati dengan membandingkan hasil perhitungan perencanaan dan hasil dari penilaian yang dilakukan oleh peneliti. Dengan menambahkan beban maksimum pada sistem struktur bangunan, maka dapat dilihat beban maksimum keruntuhan bangunan tersebut, dan menganalisis joint kolom dan balok yang memenuhi struktur tahan gempa. Hasil seluruh penilaian tersebut dapat memudahkan dalam sistem manajemen asesmen yang berkelanjutan.

Kata kunci : Universitas Muhammadiyah Sukabumi (UMMI), Analisis, Asesmen

ABSTRACT

University of Muhammadiyah Sukabumi (UMMI) is a university with a high increase in students. Therefore, the need of buildings is increasing every year, both for learning space or as a means of supporting other academic activities. Therefore, regular maintenance is needed for old buildings and new buildings. This research was conducted with the aim of making the stages of earthquake resistant building assessment for buildings E and F of UMMI which refers to SNI 1726:2012 on earthquake resistance planning procedures for buildings and non-buildings, and SNI 2847:2013 used as structural concrete requirements for buildings. The methods used include visual observation, building design data, material quality, earthquake loading, structural systems, soil investigations, structural modeling with the help of ETABS applications, and analysis stages. Stages of analysis used consist of, calculation of natural shaking time, basic shear force, earthquake horizontal shear force distribution, and structural shaking time analysis with T-Reyleigh. This research is expected to be able to make the results of the analysis of earthquake resistant building structure calculations and assessment of the observed building by comparing the results of the calculation of planning and the results of assessments conducted by researchers. By adding the maximum load to the building structure system, the maximum collapse load of the building can be seen, and analyzing the joint columns and beams that meet earthquake resistant structures. The results of all assessments can facilitate the ongoing assessment management system.

Keywords: Muhammadiyah University Sukabumi (UMMI), Analysis, Assessment

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pemilihan gedung Universitas Muhammadiyah Sukabumi (UMMI) yang dijadikan studi kasus dalam penelitian ini berdasarkan pertumbuhan dan perkembangan yang pesat pada bidang pendidikan, khususnya penggunaan gedung E dan F secara konstan dalam kegiatan belajar dan mengajar. Penggunaan bangunan secara terus menerus perlu dilakukannya asesmen terhadap bidang yang akan dievaluasi tersebut, sebagai bentuk pengelolaan asesmen yang bertujuan untuk menilai kelayakan terhadap objek atau bidang yang akan dievaluasi sebagai dampak ketidaksesuaian pada proses pembangunan, waktu penggunaan bangunan, tahapan pemeliharaan bahkan dampak dari kerusakan akibat bencana alam. Perlu diperhatikan pada pelaksanaan pembangunan terutama bidang struktur bangunan, beban yang digunakannya berupa beban hidup, beban mati, bahkan beban-beban tambahan lainnya yang perlu perhitungan dengan matang.

Bangunan UMMI terdapat pada wilayah zona gempa 3 dengan tingkat sedang menurut peta zonasi wilayah gempa dalam buku SNI 1726:2012 yang mengakibatkan rawannya terjadi keruntuhan akibat gempa, asesmen yang dilakukan terhadap bangunan sesuai dengan SNI 1726:2012 dengan probabilitas 2% yaitu berskala 50 tahunan dalam kurun waktu 2500 tahun. Maka dibuatkanlah tahapan analisis dan asesmen terhadap ketahanan gempa yang berarti kekuatan struktur bangunan dapat menahan gempa dengan kala ulang 50 tahun atau lebih, gedung E dan F UMMI dibangun pada bulan April tahun 2014 dan diresmikan pada Januari tahun 2015.

2. Rumusan Masalah

Adapun masalah yang dirumuskan yaitu :
Bagaimana pengolahan data analisis bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2012 dengan kala ulang 50 tahunan, studi kasus pada gedung E dan F Universitas Muhammadiyah Sukabumi

3. Tujuan

Adapun tujuannya yaitu pembuatan tahapan pengolahan data analisis bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2012 dengan probabilitas 2% atau dalam kala ulang 50 tahunan.

4. Batasan Penelitian

Batasan penelitian terpaud pada struktur gedung E dan F Universitas Muhammadiyah Sukabumi yang mengacu pada SNI 1726:2012 sebagai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung dan non-gedung dan SNI 2847:2013 sebagai persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.

KAJIAN PUSTAKA

1. Asesmen Kerusakan

Asesmen merupakan penilaian terhadap kelayakan terhadap objek atau bidang yang akan dievaluasi sebagai dampak kerusakan pada proses pembangunannya, waktu penggunaan bangunan, tahapan pemeliharaan bahkan dampak dari kerusakan akibat bencana alam. Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 24/PRT/M/2008 (Yahmo, Prajudi, & Dkk, 2008) asesmen kerusakan terdapat dan tindakan yang dapat dilakukan yaitu :

- a) Pemeliharaan, menjaga agar bangunan gedung berupa sarana dan prasarananya selalu layak fungsi (*preventive maintenance*), kegiatan dalam pemeliharaan bangunan dapat berupa rehabilitasi (*rehabilitation*), pemeliharaan (*maintenance*), dan mempertahankan masa layan juga menghindari penurunan kualitas (*deterioration*) (Kurnianto, 2014)
- b) Perawatan, memperbaiki dan/atau mengganti bagian dalam bangunan, komponen, bahan bangunan dapat berupa sarana dan prasarana agar bangunan tersebut dapat layak fungsi (*curative maintenance*)

Dalam buku Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 24/PRT/M/2008 bangunan dibagi

menjadi beberapa kriteria dalam melaksanakan asesmen kerusakannya yaitu dapat berupa bangunan gedung, bangunan turutan, bangunan umum, dan bangunan induk (Yahmo et al., 2008). Dijelaskan juga lingkup pemeliharannya menjadi bidang arsitektural, struktur, mekanikal, elektrikal dan elektrikal. Sehingga dalam melaksanakan asesmen kerusakan bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh tingkat kerusakan gedung, mengetahui seberapa jauh kondisi kinerja layan struktur gedung dan menentukan langkah penanganan kegiatan rehabilitasi yang tepat (Kurnianto, 2014), dengan lingkup perawatan bangunan berupa :

- a) Rehabilitasi sebagian yang telah rusak
- b) Renovasi sebagian yang telah rusak
- c) Restorasi sebagian yang telah rusak

Dengan tingkat kerusakan bangunan yang dapat dibagi menjadi beberapa kriteria yaitu perbaikan dan/atau penggantian, kerusakan bangunan, penentuan tingkat kerusakan dan perawatan, persetujuan rencana teknis, pekerjaan perawatan, dan intensitas kerusakan dapat di bagi menjadi :

Tabel 1. Intensitas kerusakan dan penanganannya

Intensitas kerusakan	Penanganan
Ringan	Kerusakan pada non-strukturan Biaya maksimum yaitu 35% dari harga satuan tertinggi pada pembangunan gedung yang masih berlaku pada tipe/klas di lokasi yang sama
Sedang	Kerusakan pada sebagian komponen non-struktu, struktur, mekanikal, elektrikal dan lain-lain Biaya maksimum yaitu 45% dari harga

	satuan tertinggi pada pembangunan gedung yang masih berlaku pada tipe/klas di lokasi yang sama
Berat	Kerusakan sebagian besar pada komponen nonstrukturan dan struktural Biaya maksimum yaitu 65% dari harga satuan tertinggi pada pembangunan gedung yang masih berlaku pada tipe/klas di lokasi yang sama
Perawatan khusus	Penanganan khusus dalam meningkatkan wujud bangunan, seperti restorasi atau renovasi Besar biaya dihitung sesuai dengan kebutuhan yang telah dikonsultasikan kepada Instansi Teknis di lokasi tersebut

2. Struktur Bangunan Tahan Gempa

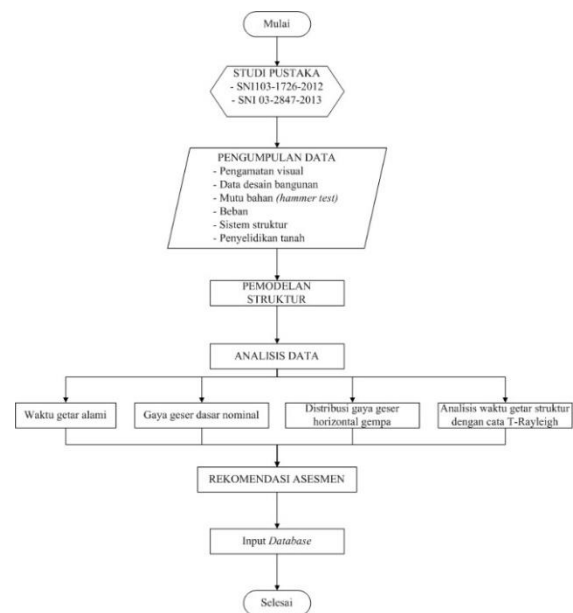
Bangunan tahan gempa ialah besarnya gaya gempa yang diterima struktur bangunan yang dipengaruhi oleh karakteristik gempa yang terjadi, karakteristik tanah dan karakteristik struktur bangunan (Iswandi Imran & Fajar, 2014), yang didasari oleh bentuk bangunan dan massa bangunan sebagai karakteristik bangunan yang bekerja. Pada dasarnya dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya gempa bumi seperti faktor geografis Indonesia, pergerakan lempeng bumi dan reaksi berantai gunung berapi yang menyebabkan kerusakan struktur bangunan, juga dapat

disebabkan dari sistem bangunan yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah dibuatkan, rancang dan detail penulangan tidak memadai, kualitas dan kuantitas material yang kurang baik, dan pengawasan pada pelaksanaan kurang baik (Iswandi Imran & Fajar, 2014).

Pada prinsip perancangan dan pelaksanaan struktur bangunan tahan gempa sehingga dapat mengurangi kegagalan dalam perencanaannya yang memiliki sistem struktur, aspek kontinuitas juga integritas struktur bangunan, konsistensi sistem struktur material yang digunakan, unsur arsitektural, dan metode pelaksanaannya (Iswandi Imran & Fajar, 2014). Sehingga dalam pelaksanaan perencanaan elemen struktur tahan gempa menambahkan aspek desain bangunan tahan gempa dan material konstruksi. Material konstruksi sangat berpengaruh terhadap perilaku plastifikasi struktur yang dihasilkan (I. Imran, Irfan, & Rakhmadi, 2009), material utama konstruksi dalam persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dapat berupa beton dengan kuat tekan (f_c) tidak boleh kurang dari 20 Mpa dan tidak boleh melebihi 35 MPa dan baja yang merupakan material yang sangat berpengaruh terhadap perilaku plastifikasi pada elemen struktur tahan gempa (Iswandi Imran & Fajar, 2014; Indonesia & Nasional, 2013).

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam tahapan penelitian dapat digambarkan pada diagram alir berikut :



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan visual gedung bangunan berupa pengecekan pada struktur utama juga dokumentasi pengamatan, pengumpulan data gambar berupa gambar AutoCAD pada gedung UMMI yang akan di analisis menggunakan aplikasi ETABS dengan data perhitungan struktur gedung tahan gempa sesuai dengan SNI 1726:2018 dan SNI 2847:2013 sehingga output yang dihasilkan berupa database dari tahapan pengambilan data visual hingga hasil analisa yang dapat digunakan untuk memudahkan dalam sistem manajemen asesmen yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengamatan Visual

Pengamatan visual dilakukan untuk melihat secara fisik bagian yang terdapat keretakan pada struktur yang diamati, baik berupa keretakan struktur ataupun keretakan non-struktur. Keretakan tersebut terdapat beberapa kriteria, baik keretakan vertikal, horisontal, retak pecah dan retak akibat korosi.

2. Data Desain Bangunan

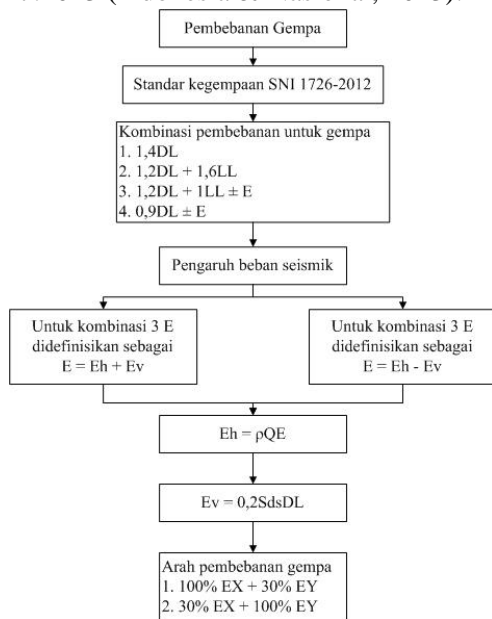
Pengumpulan data desain bangunan dilakukan untuk melengkapi data dalam tahapan analisisnya, data tersebut dapat berupa *shop drawing*, mutu bahan, dan penyelidikan tanah.

3. Mutu Bahan

Pengumpulan data mutu bahan dilakukan menggunakan metode uji angka pantul beton keras berdasarkan RSNI 4803 : 20xx (Badan Standardisasi Nasional, 2010).

4. Pembebanan Gempa

Pada sistem struktur beton bertulang penahan beban gempa yang mengacu pada SNI Gempa yaitu SNI 1726:2012 (Nasional & Nasional, 2012) dan SNI Beton yaitu SNI 2847:2013 (Indonesia & Nasional, 2013).



Gambar 2 Diagram alir pembebanan gempa
Sumber : diolah oleh penulis dari (Budiono & Supriatna, 2011)

Pengaruh beban gempa pada struktur dapat menggunakan beberapa metode analisis yaitu analisis beban gempa ekuivalen, analisis ragam spektrum respons dan analisis respon dinamik riwayat waktu (Iswandi Imran & Fajar, 2014) sehingga digunakan perhitungan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) untuk struktur gedung tidak beraturan pada gedung UMMI, dilakukan input data pembebanan berdasarkan SNI 1726:2012.

5. Sistem Struktur

Dalam sistem struktur yang digunakan pada gedung UMMI dapat diamati melalui data desain bangunan dan menjadi kriteria sistem

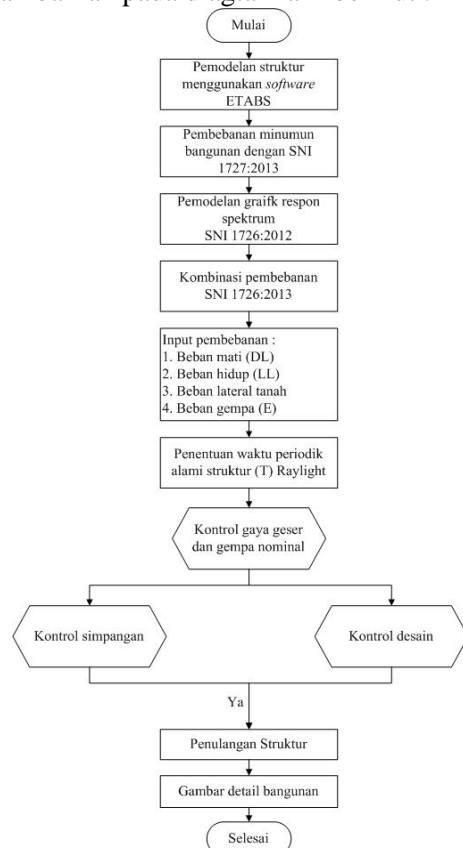
struktur tahan gempa sesuai dengan SNI 1726:2012.

6. Penyelidikan Tanah

Data penyelidikan tanah merupakan hasil uji sondir yang dilakukan pada beberapa titik di wilayah UMMI, dengan parameter tanah yang diambil pada 3 titik yang berbeda dan dapat digunakan sebagai analisis pemodelan struktur.

7. Pemodelan Struktur

Dalam tahap pemodelan struktur dapat digambarkan pada diagram alir berikut :



Gambar 3 Diagram alir pemodelan struktur Sehingga dalam tahapan pemodelan struktur menggunakan bantuan aplikasi ETABS dan sesuai dengan ketentuan pada desain bangunan, mutu bahan, penyelidikan tanah, SNI 1726:2012 tentang bangunan tahan gempa, dan SNI 2847:2013 tentang persyaratan beton struktur untuk bangunan gedung.

8. Tahapan Analisis

Dalam tahap analisis menggunakan beberapa perhitungan untuk struktur gedung tahan gempa berupa :

- a) Waktu getar alami dengan rumus empiris Method A dari UBC section 1630.2.2, waktu getar alami gedung adalah :

$$T_{empiris} = C_t h_n^x$$

Keterangan :

C_t = koefisien untuk bangunan beton bertulang

h_n = tingginya gedung dalam m , diukur dari taraf penjepitan untuk wilayah gempa 3, pembatasan waktu getar alami adalah :

$$T = \zeta n$$

Keterangan :

ζ = koefisien yang tergantung wilayah gempa

n = jumlah tingkat gedung yang ditinjau

- b) Gaya geser dasar

$$V = C_s W$$

Keterangan :

C_s = koefisien respon seismik

W = berat seismik efektif

Dimana :

$$C_s = \frac{SD_s}{\left(\frac{R}{I_c}\right)}$$

Keterangan :

SD_s = parameter percepatan spektrum

R = faktor modifikasi respon

I_e = faktor keutamaan gempa

- c) Distribusi gaya geser horisontal gempa
Dalam gaya geser horisontal tingkat desain gempa di semua tingkat (V_x) (kN) harus ditentukan dari persamaan berikut

$$V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Keterangan :

F_i adalah bagian dari geser dasar seismik (V) yang timbul di Tingkat i , dinyatakan dalam kilo newton (kN)

- d) Analisis waktu getar struktur dengan T-Reyleigh

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i \cdot d_i}}$$

Keterangan :

F_i = gaya geser horisontal akibat gempa pada lantai ke- i

W_i = berat lantai tingkat ke- i termasuk beban hidup

d_i = simpangan horisontal lantai

Kesimpulan

Dalam tahapan asesmen bangunan tahan gempa dengan studi kasus pada gedung E dan F Universitas Muhammadiyah Sukabumi (UMMI) berdasarkan SNI 1726:2012, harus memperhatikan pengambilan data berupa data visual gedung, data desain gedung, mutu bahan, dan data tanah. Sehingga data-data tersebut dibuat suatu pemodelan pada aplikasi ETABS untuk dimodelkan struktur bangunan tahan gempa yang mengacu pada SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.

Saran

Dilakukannya pemodelan struktur menggunakan aplikasi ETABS dan analisis bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2012 dan analisis pembebanan berdasarkan SNI 2847:2013 yang melampirkan data hasil analisis tersebut sebagai bentuk penilaian terhadap objek yang diamati, berdasarkan analisis tersebut baiknya dibandingkan kekuatan struktur dalam desain perencanaan pemodelan analisis bangunan untuk gedung E dan F UMMI.

Daftar Pustaka

- Kurnianto, D. (2014). Evaluasi Retak Struktural Gedung. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 21(1), 23–34.
<https://doi.org/10.5614/jts.2014.21.1.3>
Badan Standardisasi Nasional. (2010). *Metode uji angka pantul beton keras (ASTM C 805-02)*. 1–10.

- Budiono, R. B., & Supriatna, L. (2011). *Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201X*. Bandung.
- Imran, I., Irfan, M., & Rakhmadi, A. (2009). *baja tulangan sebagai salah satu faktor penentu keberhasilan rancang bangunan beton bertulang tahan gempa*. Bandung: Seminar Nasional Besi Baja (SNBB 2009).
- Imran, Iswandi, & Fajar, H. (2014). *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2013). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*.
- Nasional, B. S., & Nasional, B. S. (2012). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*.
- Yahmo, I., Prajudi, A., & Dkk. (2008). *Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung*. Jakarta: Direktorat Penataan Bangunan dan Lingkungan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum.