Annual Civil Engineering Seminar 2015, Pekanbaru
ISBN: 978-979-792-636-6

EVALUASI KERENTANAN BANGUNAN GEDUNG TERHADAP GEMPA BUMI DENGAN *RAPID VISUAL SCREENING* (RVS) BERDASARKAN FEMA 154

Alex Kurniawandy[1], Andy Hendri[2] dan Rahmatul Firdaus[3]

[1,2,3]*Jurusan Teknik Sipil Univesitas Riau*
alexkurniawandy@gmail.com

ABSTRAK

Gempa adalah pergeseran tiba-tiba dari lapisan tanah di bawah permukaan bumi. Ketika pergeseran ini terjadi, timbul getaran yang disebut gelombang seismik. Ketika terjadi gempa, struktur akan mengalami perpindahan secara vertikal dan horizontal. Gaya gempa arah vertikal jarang mengakibatkan keruntuhan struktur, namun gaya gempa arah horizontal akan menyebabkan keruntuhan karena gaya ini bekerja pada titik–titik lemah struktur.
Rapid Visual Screening (RVS) adalah metode identifikasi suatu bangunan secara cepat tanpa harus menganalisa bangunan dengan menggunakan *software*. Untuk mengidentifikasi tingkat risiko suatu bangunan terhadap ancaman gempa bumi, bisa dilakukan dengan RVS pada tahap permulaannya. Kemudian hasil dari RVS bisa menentukan apakah gedung yang di evaluasi tersebut berisiko atau tidak, kalau berersiko maka akan dilanjutkan ke evaluasi FEMA berikutnya.
Gedung yang mempunyai tidak mempunyai resiko yaitu gedung Rusunawa dan Rektorat Universitas Riau (UR), sedangkan gedung yang harus dilanjutkan untuk dievaluasi dengan FEMA lanjutan adalah gedung Faklutas Pertanian (FAPERTA) UR. Gedung FAPERTA UR dikatagorikan beresiko karena gedung FAPERTA UR memiliki komponen FEMA 154 yang menjadi faktor pengurang dari nilai *basic score*, seperti *vertical irregularity*, *plan irregularity* dan tipe tanah.

Kata kunci: *FEMA 154*, Gempa, *Rapid Visual Screening*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gempa adalah pergeseran tiba-tiba dari lapisan tanah di bawah permukaan bumi. Ketika pergeseran ini terjadi, timbul getaran yang disebut gelombang seismik. Gelombang ini menjalar menjauhi fokus gempa ke segala arah di dalam bumi. Ketika gelombang mencapai permukaan bumi, getarannya bisa merusak atau tidak tergantung pada kekuatan sumber dan jarak fokus, disamping itu juga mutu bangunan dan mutu tanah dimana bangunan berdiri. Ketika terjadi gempa, struktur akan mengalami perpindahan secara vertikal dan horizontal. Gaya gempa arah vertikal jarang mengakibatkan keruntuhan struktur, namun gaya gempa arah horizontal akan menyebabkan keruntuhan karena gaya ini bekerja pada titik–titik lemah struktur

Indonesia merupakan daerah pertemuan 3 lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia dan lempeng Pasific. Sehingga beberapa wilayah di Indonesia kerap terjadi gempa bumi. Gempa bumi yang terjadi akan berdampak pada bangunan gedung yang ada di dekat wilayah gempa. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan bangunan akibat gempa bumi adalah kekuatan, kedalaman, dan lama getaran gempa bumi serta kondisi tanah dan bangunan. Dalam mengantisipasi kerugian yang akan terjadi, makan dibuatlah buku pedoman dalam mengevaluasi suatu kelayanan bangunan gedung terhadap gempa yaitu Federal Emergency Management Agency (FEMA). Dokumen Federal Emergency Management Agency (FEMA) diterbitkan pada Maret 2002 dengan nama FEMA 154 Edisi 2. Metode ini akan diuji coba untuk mengevaluasi bangunan yang berada di kota Pekanbaru yang termasuk wilayah gempa 2 (SNI 03-1726-2002). Sehingga, dengan mengetahui kemampuan layan bangunan, pihak perencana atau pemilik dapat melakukan perbaikan atau mitigasi yang bertujuan untuk mengurangi tingkat kerusakan yang akan dialami struktur saat terjadi gempa dan menghindari terjadinya korban jiwa.

ISBN: 978-979-792-636-6

Tinjauan Pustaka

Widodo (2007), menyatakan bahwa konfigurasi bangunan akan menentukan prilaku bangunan saat gempa bumi terjadi. Konfigurasi bangunan yang baik adalah bangunan yang denah dan potongannya sederhana. Konfigurasi yang kurang baik seperti konfigurasi bangunan soft storey, bad mass distribution, set back dan pounding yang dapat berakibat pada tingginya kerusakan bangunan.
Menurut Madutujuh (2010), penyebab kerusakan bangunan dan besarnya korban jiwa dalam beberapa kejadian gempa seperti Aceh, Yogya dan Padang disebabkan oleh rendahnya mutu material, kesalahan dalam desain dan konstruksi serta detail tulangan, peta gempa yang perlu diperbaharui, pengaruh gelombang S dan gempa vertikal, arah memanjang bangunan, kegagalan pondasi, soil liquefaction, differential settlement, efek kolom pendek, efek kolom langsing, efek torsi, kurangnya redudansi dan tidak tersedianya jalur evakuasi yang aman secara struktur.

Mangkoesoebroto (2010), menyatakan bahwa komponen vertikal struktur memberi pengaruh yang sangat signifikan terhadap kerusakan struktur gedung di kejadian gempa Padang 30 September 2009.
(Sukamta, 2011), melihat perkembangan pembangunan gedung tinggi di Indonesia, munculnya supertall building tidak dapat terelakkan lagi. Rancangan struktur gedung-gedung semacam ini perlu dilakukan dengan menggunakan terobosan baru (analisis dinamis non-linear), dimana respons dinamik struktur terhadap moda getar yang lebih tinggi akan menjadi dominan dalam menentukan demand dari ketahanan gempa. Kekakuan struktur akan menjadi faktor utama yang menentukan apakah gedung tinggi tersebut feasible untuk dibangun. Sistem struktur baru yang tidak tercantum secara preskriptif dalam peraturan akan diterapkan. Dengan demikian metode analisis secara nonlinear dinamis akan tidak terhindarkan lagi, sehingga gedung-gedung dapat dirancang menggunakan sistem lateral yang efisien, yang mungkin belum ada secara preskriptif dalam peraturan, tetapi ketahanan gempanya harus tetap terjamin dan analisis statik linear yang selama ini digunakan secara perlahan akan ditinggalkan.

Landasan Teori

Rapid Visual Screening (RVS)

Rapid Visual Screening (RVS) adalah metode identifikasi suatu bangunan secara cepat tanpa harus menganalisa bangunan dengan menggunakan software. Untuk mengidentifikasi tingkat risiko suatu bangunan terhadap ancaman gempa bumi, bisa dilakukan Rapid Visual Screening (RVS) pada permulaannya. Kemudian hasil dari RVS bisa menentukan apakah gedung yang di evaluasi tersebut berisiko atau tidak. Namun, RVS hanya dirancang untuk dilakukan dari luar bangunan, pemeriksaan bagian dalam tidak selalu memungkin, rincian yang berbahaya tidak akan selalu terlihat, dan seismik bangunan yang berbahaya tidak dapat diidentifikasi. Evaluasi Gedung terhadap risiko gempa dapat dilakukan dengan 2 tahap:

1. *Rapid Visual Screening* (FEMA 154). Apabila nilai yang didapat adalah lebih dari 2, maka gedung dinyatakan aman/tidak beresiko dan tidak perlu dilakukan cek lebih lanjut terhadap resiko gempa
2. Apabila Rapid Visual Screening (FEMA 154), ternyata menunjukkan score <=2, maka bangunan dinyatakan beresiko dan perlu dilakukan Evaluasi lebih rinci (FEMA 310, FEMA 356)

FEMA 154

Untuk mengetahui kerentanan suatu bangunan perlu dilakukan evaluasi kerentanan bangunan, salah satu metode yang bisa digunakan adalah metode dari FEMA 154. Hasil dari evaluasi kerentanan tersebut akan dijadikan pedoman dalam melakukan tindakan berikutnya sebagai langkah *Risk Reduction* terhadap ancaman gempa. Apabila hasil dari evaluasi menunjukkan bahwa bangunan belum memenuhi persyaratan, maka bisa dilakukan tindakan berikutnya yaitu diruntuhkan atau diperkuat dengan metode *retrofitting*, *bracing*, dan lain-lain sebagainya (FEMA 172, FEMA 356).

Adapun beberapa komponen yang akan menjadi bahan evaluasi pada FEMA 154 adalah sebagai berikut :

1. Seismisitas Lokasi
2. Menentukan Jumlah Populasi
3. Jenis atau Tipe Tanah
4. Elemen Struktural yang Berbahaya jatuh (*Falling Hazard*)
5. Jenis atau Tipe Bangunan
6. Jumlah Lantai Bangunan
7. *Vertical Irregularity*
8. *Plan Irregularity*

ISBN: 978-979-792-636-6

9. Pemberian *Score*

2. METODOLOGI

Metodologi pada dasarnya diperlukan untuk menjelaskan mengenai metode dan teknis pelaksanaan studi..
Adapun tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur.
   Dalam hal ini penulis mengumpulkan semua teori dan formula dari berbagai literatur yang berkaitan dengan penelitian ini, seperti buku referensi, e-book, browsing jurnal, korespodensi, interview dengan pakar dan lainnya.
2. Pengumpulan Data.
   Data yang diambil adalah data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari kegiatan survei, seperti alur beban (load path), kerusakan beton atau baja tulangan, kerusakan pada dinding pasangan bata, kerusakan pada mortar, retakan pada dinding pengisi, retakan di kolom batas, sambungan antar dinding, transfer ke dinding geser dan kolom beton. Sedangkan data sekunder berupa gambar rencana dan data hasil pengujian tanah. Gambar rencana berisi informasi yang memuat ukuran dan dimensi struktur, seperti balok, kolom, pelat, tinggi gedung, tulangan, dan lainnya. Data tanah seperti sondir, N-SPT digunakan untuk mengetahui kondisi tanah apakah berpotensi terhadap keruntuhan struktur.
3. Pengolahan Data.
   Menganalisis semua data yang diperoleh guna pengisian formulir pengumpulan data untuk menentukan final score.
4. Analisa dan Kesimpulan.
   Pada tahapan ini, akan disimpulkan kondisi struktur akibat beban gempa berdasarkan metode FEMA 154, sehingga bangunan gedung perlu dievaluasi tahap selanjutnya atau tidak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data yang berhasil didapat dari hasil survey sebanyak 20 (dua puluh) gedung yang berada di wilayah Pekanbaru. Gedung yang dipilih bervariasi baik dari segi jenis bangunan, tingkat bangunan, lokasi bangunan, dan sisi simetrisnya (data hasil survey dapat dilihat pada Gambar 1 dan tabel 1)

Klasifikasi data fungsi bangunan

Tabel 1 di bawah ini adalah hasil survey dari beberapa gedung yang dikelompokan berdasarkan fungsi bangunan., ada bangunan yang berfungsi sebagai kantor, sebagai sarana pendidikan, sarana umum, pelayanan darurat dan ada juga yang berfungsi sebagai hunian. Tetapi ada juga beberapa gedung yang memiliki fungsi lebih dari satu, contohnya seperti gedung Gedung C FT UR, FKIP UR, Gedung FAPERTA UR, Gedung FMIPA 1 dan Gedung FAPERIKA UR yang berfungsi sebagai Kantor dan Sarana Pendidikan dan ada juga gedung yang memiliki fungsi ganda lainnya seperti Gedung Rumah Sakit (RS) Awal Bross yang berfungsi sebagai Kantor dan Pelayanan Darurat. Fungsi bangunan sendiri tidak berpengaruh banyak dalam proses evaluasi dan pemberian skor evaluasi dengan FEMA 154, akan tetapi fungsi bangunan akan berpengaruh pada tahapan evaluasi selanjutnya. Apabila skor setelah dievaluasi dengan FEMA 154 tidak terpenuhi, maka disarankan untuk dievaluasi lebih lanjut dengan menggunakan FEMA 310.

Tab didapat beberapa tipe bangunan yaitu tipe C1 dan C2, tinggi gedung yang disurvey bervariasi, seperti gedung FKIP UR, Pascasarjana FISIPOL UR, Dekanat FISIPOL UR, Gedung 1 FEKON UR, Gedung 2 FEKON UR, Gedung 2 FMIPA UR, Gedung Jurusan Biologi FMIPA UR, Gedung FAPERTA UR, Gedung FAPERIKA UR, Gedung SPI UR, Gedung Perpustakaan UR, Gedung Lemlit UR dan Gedung LPPM UR memiliki 2 lantai, gedung C FT UR dan gedung FMIPA 1memiliki 3 lantai, gedung Rektorat UR memiliki 4 lantai, Gedung Rusunawa UR memiliki tinggi 5 lantai dan gedung RS Awal Bross memiliki jumlah lantai bervariasi, untuk gedung utara memiliki jumlah lantai 3 lantai, gedung penunjang terdiri dari 4 lantai dan gedung selatan memiliki 10 lantai (termasuk basement) dan 4 lantai (termasuk basement).

Plan irregularity yaitu bentuk gedung yang tidak simetris, dimana vertical irregularity merupakan faktor pengurang dalam menentukan , rata – rata gedung yang disurvey memilik sumbu simetris kecuali untuk gedung RS UR, Gedung 1 FMIPA UR, Gedung FAPERTA UR, Gedung SPI UR dan Gedung RS Awal Bross yang dimana gedung tersebut tidak memiliki sumbu simetris.

ISBN: 978-979-792-636-6

FT UR

RS UR

Surya Dumai

Rektorat UR

FKIP UR

Pascasarjana FISIPOL

Dekanat FISIPOL UR

Gedung 1 FEKON UR

Gedung 2 FEKON UR

Gedung 1 FMIPA UR

Gedung 2 FMIPA UR

FMIPA-Biologi UR

FAPERTA UR

FAPERIKA UR

Gedung SPI UR

Perpustakaan UR

Gedung Lemlit UR

Gedung LPPM UR

Gedung Rusunawa UR

RS Awal Bross

Gambar 1. Photo Gedung Objek Penelitian

Vertical irregularity adalah kenampakan secara vertikal yang tidak reguler, seperti adanya setbacks, Hillside dan soft story. Ada beberapa contoh gedung yang termasuk dalam kategori vertical irregularity adalah gedung C FT UR yang memiliki Soft Story, gedung RS UR yang memiliki Setback, Surya Dumai yang

ISBN: 978-979-792-636-6

memiliki Hillside, Gedung 1 FMIPA UR yang memiliki Setback, Gedung FAPERTA UR yang memilik *Setback* dan Gedung RS Awal Bross yang memilik *Setback* dan *Hillside*.
Untuk Peraturan/code bisa diketahui dengan melihat tahun bangunan itu didirikan. Untuk code yang berlaku di Indonesia, disebut Pre-code apabila dibangun sebelum tahun 1971 (PBI 1971 tentang Peraturan Beton Bertulang Indonesia), dan disebut Post-Benchmark apabila dibangun setelah tahun 1992 (SNI 03-2847-1992 tentang tata cara penghitungan struktur beton untuk bangunan gedung). Ada bebrapa data yang memiliki dalam kategori *Post-Benchmark* yaitu seperti FT UR, RS UR, Pascasarjana FISIPOL UR, Gedung 2 FEKON UR, Gedung SPI UR, Gedung Rusunawa UR dan Gedung RS Awal Bross yang dibangun di atas tahun 1992

Untuk tipe tanah kebanyakan digunakan tipe D, dikarenakan jumlah lantai gedung antara 1-2 lantai, oleh karena itu dapat diasumsikan tanah pada bangunan gedung tersebut termasuk kedalam tipe D. Tetapi untuk lebih pasti dalam menentukan tipe tanah maka harus dilakukan penyelidikan tanah seperti SPT, CPT dan lain lain. Karena tipe tanah yang diasumsikan tadi belum tentu sesuai dengan tipe tanah pada keadaan asli.

Tabel 1. Rekap Data Survey Beberapa Gedung Di Pekanbaru

No	Nama Gedung	Data			Ket-Lantai
		Fungsi Gedung	Tipe Tanah	*Falling Hazard*	
1	FT UR	Pendidikan & Kantor	D	AC	3
2	Rumah Sakit (RS) UR	Pelayanan Darurat (RS	-	AC	4
3	Surya Dumai	Perkantoran	-	71,0	12
4	Rektorat UR	Perksntoran	-	Lampu Hias & AC	4
5	FKIP UR	Perkantoran & Pendidikan	D	AC	2
6	Pascasarjana FISIPOL UR	Pendidikan	D	AC	2
7	Dekanat FISIPOL UR	Perkantoran	D	AC	2
8	Gedung 1 FEKON UR	Perkantoran	D	AC	2
9	Gedung 2 FEKON UR	Pendidikan	D	-	2
10	Gedung 1 FMIPA UR	Pendidikan & Perkantoran	-	AC	3
11	Gedung 2 FMIPA UR	Perkantoran	D	AC	2
12	FMIPA-Biologi UR	Pendidikan	D	AC	2
13	Gedung FAPERTA UR	Kantor & Pendidikan	D	AC	2
14	Gedung FAPERIKA UR	Kantor & Pendidikan	D	AC	2
15	Gedung SPI UR	Kantor	D	AC	2
16	Gedung Perpustakaan UR	Perpustakaan	D	AC	2
17	Gedung Lemlit UR	Kantor	D	AC	2
18	Gedung LPPM UR	Kantor	D	AC	2
19	Gedung Rusunawa UR	Hunian	-	AC	5
20	Gedung RS Awal Bross	Kantor & Rumah Sakit	-	Kanopi	8

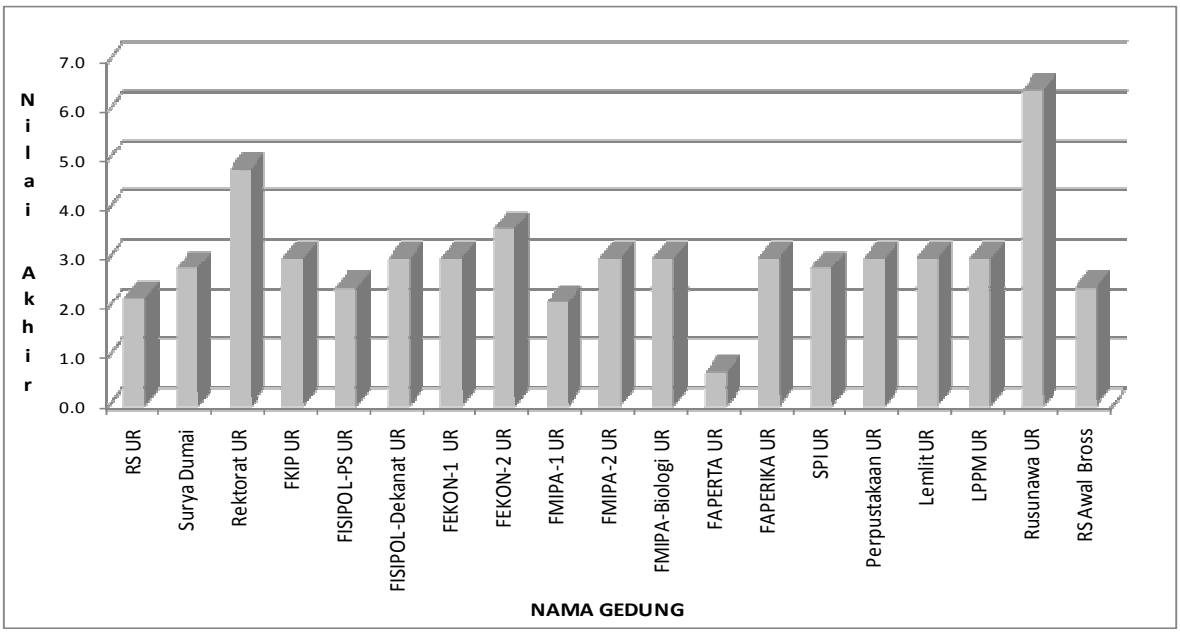
Pembahasan

FEMA 154 mengevaluasi terhadap beberapa komponen dalam sebuah gedung, seperti: Seismisitas Lokasi, menentukan Jumlah Populasi, jenis atau tipe tanah, elemen struktural yang berbahaya jatuh (*Falling Hazard*), jenis atau tipe bangunan, jumlah lantai bangunan, *Vertical Irregularit*, *Plan Irregularity*, dan pemberian *score*. Hasil dari evaluasi tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.
Hasil dari evaluasi FEMA 154 menyatakan bahwa tipe bangunan yang telah disurvey digolongkan terhadap 2 tipe bangunan yaitu C1 dan C2. Dimana C1 merupakan bangunan rangka beton penahan momen sedangkan C2 merupakan Bangunan dinding geser beton. Namun ada juga tipe bangunan yang merupakan kombinasi antara C1 dan C2 seperti pada gedung Surya Dumai dan Rumah Sakit Awal Bros. Tipe bangunan seperti itu dinamakan “C1 & C2”.
Jenis dan tipe bangunan ini akan diperlukan sebagai pedoman untuk menentukan *Basic Score* penilaian berdasarkan FEMA 154. Hasil dari survey yang didapat mempunyai tipe bangunan C1 dan C2 berturut-turut mempunyai nilai Basic Score adalah 4,4 dan 4,8, angka tersebut meruapkan sudah ketentuan yang ditetapkan oleh FEMA 154.

ISBN: 978-979-792-636-6

Tabel 2. Rekap Hasil Formulir FEMA 154 Pada Gedung-Gedung Di Pekanbaru

No	Nama Gedung	Komponen yang Terdapat Pada Bangunan Gedung									
		Tipe Bangunan	**Basic Score**	***Mid Rise***	***High Rise***	***Vertical Irregularity***	***Plan Irregularity***	***Pre-Code***	***Post-Benchmark***	***Soil Type***	***Final Score***
1	FT UR	C1	4,4	-	-	√	-	-	√	D	2,1
2	RS UR	C1	4,4	√	-	√	√	-	√	-	2,2
3	Surya Dumai	C1 & C2	4,4 & 4,8	-	√	√	-	-	-	-	2,8
4	Rektorat UR	C1	4,4	√	-	-	-	-	-	-	4,8
5	FKIP UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	-	D	3,0
6	FISIPOL-PS UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	√	D	2,4
7	FISIPOL-Dekanat UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	-	D	3,0
8	FEKON-1 UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	-	D	3,0
9	FEKON-2 UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	√	D	3,6
10	FMIPA-1 UR	C1	4,4	-	-	√	√	-	-	-	2,1
11	FMIPA-2 UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	-	D	3,0
12	FMIPA-Biologi UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	-	D	3,0
13	FAPERTA UR	C1	4,4	-	-	√	√	-	-	D	0,7
14	FAPERIKA UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	-	D	3,0
15	SPI UR	C1	4,4	-	-	-	√	-	√	D	2,8
16	Perpustakaan UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	-	D	3,0
17	Lemlit UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	-	D	3,0
18	LPPM UR	C1	4,4	-	-	-	-	-	-	D	3,0
19	Rusunawa UR	C1	4,4	√	-	-	-	-	√	-	6,4
20	RS Awal Bross	C1 & C2	4,4 & 4,8	-	√	√	√	-	√	D	2,4



Gambar 2. Grafik *Scoring* (Nilai) tiap-tiap gedung

Berdasarkan Gambar 2, gedung-gedung yang sudah dievaluasi dengan FEMA 154 di katagorikan terhadap 3 jenis golongan. Golongan pertama yaitu golongan memenuhi syarat, golongan kedua adalah agak beresiko dan diperlukan lagi data yang lebih akurat, dan ketiga adalah sangat beresiko sehingga harus dilanjutkan ke

ISBN: 978-979-792-636-6

evaluasi yang lebih tinggi lagi (FEMA 310). FEMA 310 akan mengevaluasi lebih detail lagi dan diperlukan data primer dan sekunder lebih banyak lagi seperti survey data retakan bangunan, data gambar-gambar struktur, dan data-data lainnya yang dibutuhkan untuk mengevaluasi dengan FEMA 310.

Gedung yang paling aman dan masuk ke golongan pertama adalah gedung Rusunawa UR dan Rektorat UR, walaupun saat evaluasi tidak mempunyai data tanah. Hal tersebut disebabkan kedua gedung tersebut tergolong *Mid Rise* sehingga mempunyai nilai tambah sebesar 0,4 dari *basic score*. Untuk gedung Rusunawa ditambah lagi dengan nilai komponen *High Rise* yang merupakan *score* tambahan sebesar sebesar 1, 4

Golong yang agak beresiko yaitu gedung RS UR, Surya Dumai, FMIPA-1 UR, dan RS Awal Bros. Hal ini disebabkan bahwa kondisi tanahnya tidak diketahui sedangkan tingkat bangunannya lebih dari 2 lantai. Menurut FEMA 154, jika lantainya kurang dari 2 lantai maka tipe tanahnya bisa diasumsikan tipe D (*Stiff Soil*) yang mana tipe tanah tersebut mempunyai score pengurang dari basic score sebesar -1,4. Golongan ini yang paling rentan adalah RS UR karena jika tipe tanahnya tipe C (*Dense Soil*) maka scorenya kurang atau sama dengan 2 dan harus dievaluasi dengan FEMA 310.

Gedung FAPERTA UR mempunyai *score* sebesar 0,7, sehingga harus melanjutkan ke FEMA 310, hal tersebut disebabkan gedung FAPERTA UR memiliki komponen FEMA 154 yang menjadi faktor pengurang dari nilai *basic score*, seperti *vertical irregularity* (-1,5), *plan irregularity* (-0.8) dan tipe tanah D (-1,4).

(Sumber: Google Earth, 2015)

Gambar 3. Posisi *vertical irregularity* dan *plan irregularity* Gedung FAPERTA UR.

Komponen *vertical irregularity*, *vertical irregularity*, dan tipe tanah merupakan parameter yang sangat menentukan dalam mengevaluasi *menggunakan* FEMA 154, karena komponen tersebut sebagai pengurang. Tetapi bukan berarti dalam perencanaan tidak boleh ada komponen *vertical irregularity* dan *vertical irregularity*. Boleh ada 2 (dua) komponen tersebut tetapi harus didukung oleh komponen-komponen yang lain seperti kondisi tanah harus tipe A atau tipe B, *Post Benchmark*, dan *High* dan *Mid Rise*.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Gedung yang mempunyai agak berresiko yaitu gedung RS UR, Surya Dumai, FMIPA-1 UR, dan RS Awal Bros. Hal tersebut disebabkan oleh tidak dapatnya data tanahnya.
2. Gedung FAPERTA UR sangat beresiko, sehingga harus melanjutkan evaluasi ke FEMA 310, hal tersebut disebabkan gedung FAPERTA UR memiliki komponen FEMA 154 yang menjadi faktor pengurang dari nilai *basic score*, seperti *vertical irregularity* (-1,5), *plan irregularity* (-0.8) dan tipe tanah D (-1,4).
3. Komponen *vertical irregularity*, *vertical irregularity*, dan tipe tanah merupakan parameter yang sangat menentukan dalam mengevaluasi *menggunakan* FEMA 154 karena komponen tersebut sebagai faktor nilai pengurang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilakukan tentunya tidak lepas dari bantuan beberapa pihak, maka dengan ini diucapkan terima kasih kepada DIKTI melalui Universitas Riau dengan program hibah desentralisasi Hibah Bersaing ahun Anggaran 2015 dan juga pihak-pihak pengelola atau pemilik gedung yang sudah memberi fasilitas selama survey.

ISBN: 978-979-792-636-6

DAFTAR PUSTAKA

Amir, Fatmawati. 2012. *Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Dengan Rapid Visual Screening (Rvs) Berdasarkan Fema 154*,.Infrastruktur Vol. 2 No. 1 Juni 2012

FEMA 154. 2002. *Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazard: A Handbook, Second Edition, Applied Technology Council*, 555 Twin Dolpin Drive, Suite 550 Redwood City, California 94065

Madutujuh, Nathan. 2010. *Aspek Penting dan Petunjuk Praktis dalam Perencanaan Struktur Gedung di Dekat Pusat Gempa*. Prosiding *Seminar HAKI 2010*. Jakarta, 2010.

Mangkoesubroto, Sindur P. 2010. *Padang Earthquake of September 30, 2010, Why It Is So Devastating.* Prosiding *Seminar HAKI 2010*. Jakarta, 2010.

Purwono, Rachmat dan Tavio. 2007. *Evaluasi Cepat Sistem Rangka Pemikul Momen Tahan Gempa.* Prosiding *Seminar HAKI 2007*. Surabaya, 2007.

Sukamta, Davy. 2011.*Melangkah Ke Depan: Dari Analisis Statik Linear Menuju Analisis Dinamik Non-Linear*. Prosiding *Seminar HAKI 2011*. Jakarta, 2011.

Widodo. 2007.*Kerusakan Bangunan Pada Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 : Akibat Kebelumjelasan Code, Sosialisasi Atau Pelaksanaan*. Prosiding *Seminar HAKI 2007*. Surabaya, 2007.