



**PENILAIAN KERENTANAN BANGUNAN GEDUNG
TERHADAP GEMPA BUMI DENGAN METODE RAPID
VISUAL SCREENING (RVS)
(STUDI KASUS : GEDUNG CDAST EKSAKTA UNIVERSITAS
JEMBER)**

SKRIPSI

Oleh:

AKHMAD YUNIOR ZAMZAMI

NIM. 161910301021

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2020



**PENILAIAN KERENTANAN BANGUNAN GEDUNG
TERHADAP GEMPA BUMI DENGAN METODE RAPID
VISUAL SCREENING (RVS)
(STUDI KASUS : GEDUNG CDAST EKSAKTA UNIVERSITAS
JEMBER)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi laporan tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

AKHMAD YUNIOR ZAMZAMI

NIM. 161910301021

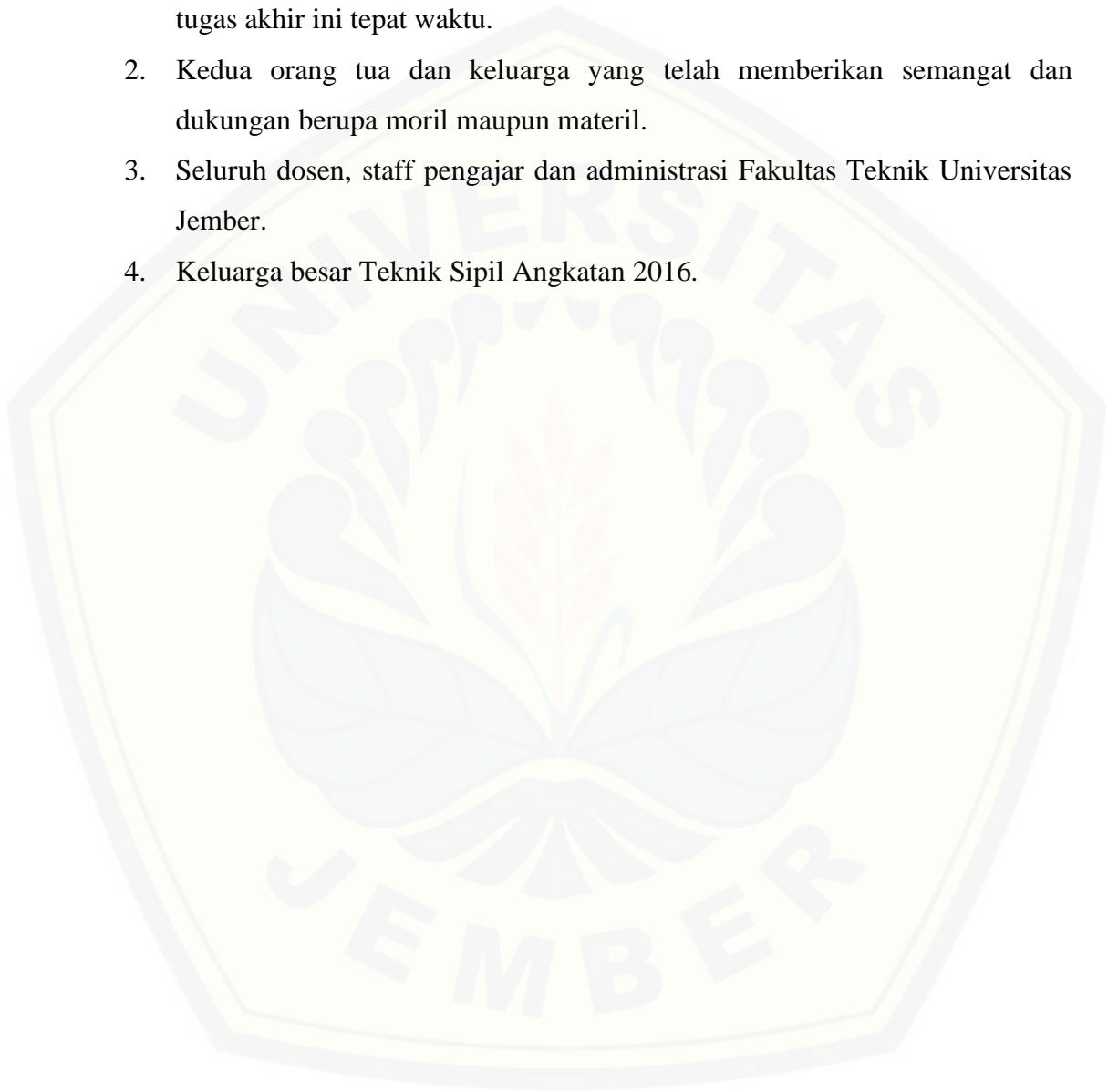
**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT karena atas karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan semangat dan dukungan berupa moril maupun materil.
3. Seluruh dosen, staff pengajar dan administrasi Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2016.



MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

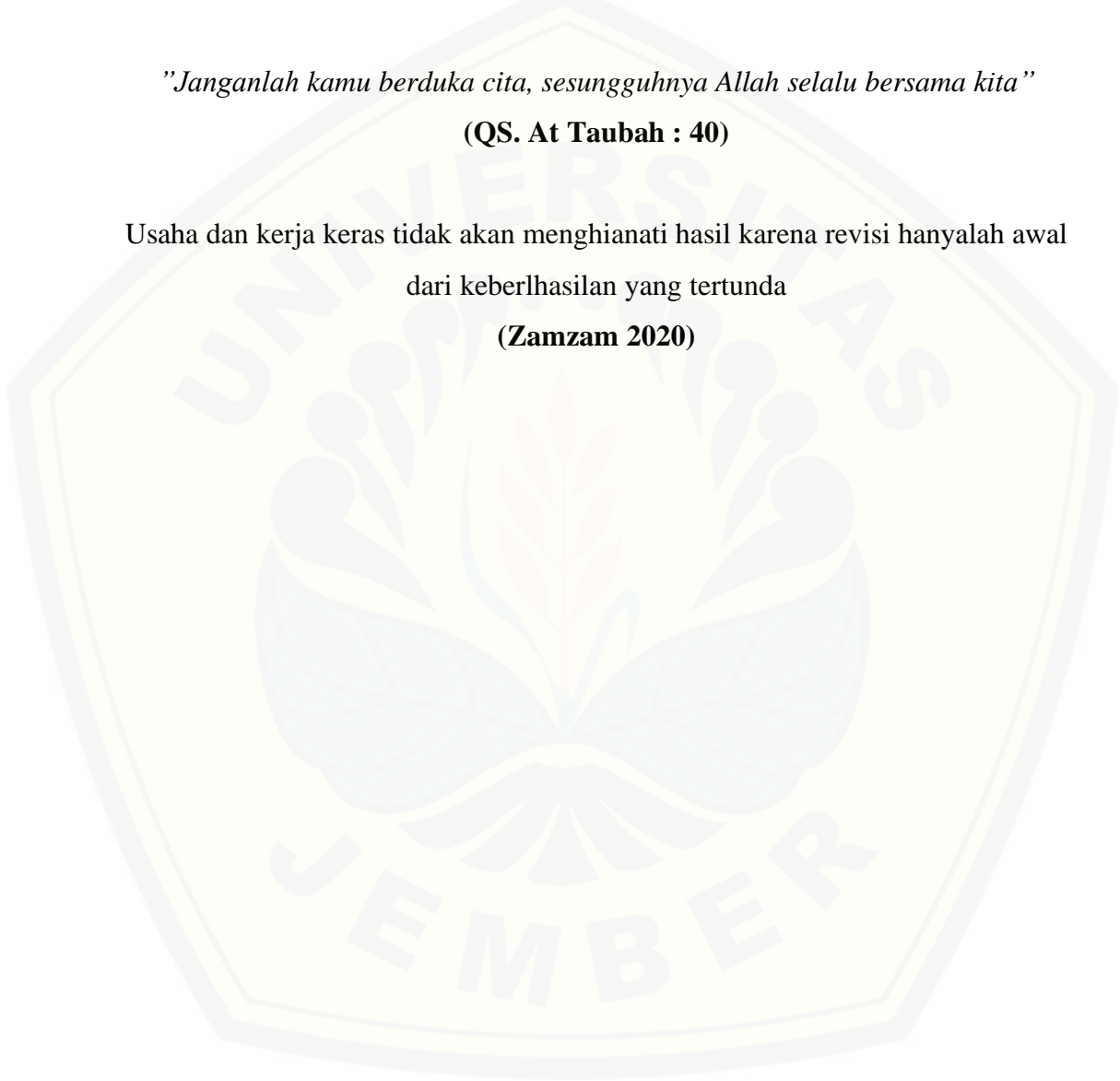
(QS. Al Insyirah : 5)

”Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita”

(QS. At Taubah : 40)

Usaha dan kerja keras tidak akan mengkhianati hasil karena revisi hanyalah awal
dari keberhasilan yang tertunda

(Zamzam 2020)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Akhmad Yunior Zamzami

NIM : 161910301021

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Penilaian Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Dengan Metode Rapid Visual Screening (RVS) (Studi Kasus: Gedung CDAST Eksakta Universitas Jember)" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2020

Yang menyatakan,

Akhmad Yunior Zamzami

NIM 161910301021

SKRIPSI

**PENILAIAN KERENTANAN BANGUNAN TERHADAP
GEMPA BUMI DENGAN METODE RAPID VISUAL
SCREENING (RVS)**

(STUDI KASUS: GEDUNG CDAST EKSAKTA UNIVERSITAS JEMBER)

Oleh :

Akhmad Yunior Zamzami

NIM 161910301021

Dosen Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Syamsul Arifin, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penilaian Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Dengan Metode Rapid Visual Screening (RVS) (Studi Kasus: Gedung CDAST Eksakta Universitas Jember)” karya Akhmad Yunior Zamzami telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat :

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.
NIP. 19661228 199903 1 002

Ir. Syamsul Arifin S.T., M.T.
NIP. 19690709 199802 1 001

Tim Penguji

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Ir. Hernu Suyoso M.T.
NIP. 19551112 198702 1 001

Ir. Winda Tri Wahyuningtyas S.T., M.T.
NRP. 760016772

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, ST., MT.
NIP. 19700826 199702 1 001

RINGKASAN

Penilaian Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Dengan Metode Rapid Visual Screening (RVS); Akhmad Yuniur Zamzami; 161910301021; 2020; 59 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Bencana alam merupakan suatu bencana yang disebabkan oleh peristiwa alam. Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur yang dapat membahayakan dan menimbulkan korban jiwa. Maka dalam mengantisipasi resiko kerentanan bangunan yang akan terjadi, *Federal Emergency Management Agency (FEMA)* menyediakan sebuah metodologi yang bertujuan untuk mengevaluasi keamanan *seismic* bangunan dalam menilai kerentanan bangunan dan menentukan bangunan yang memerlukan pemeriksaan lebih detail. Gedung CDAST Eksakta Universitas Jember merupakan salah satu gedung tinggi dengan 9 lantai termasuk atap dan usia hunian yang mencapai 7 tahun sehingga digunakan sebagai objek penelitian. Tujuan dalam analisis kerentanan pada bangunan ini menggunakan metode *Rapid Visual Screening (RVS)* untuk mengetahui tingkat kerentanan gedung terhadap gempa bumi dan efektivitas metode *RVS* dalam ketahanan bangunan terhadap gempa bumi. Pengisian formulir *Rapid Visual Screening (RVS)* dilakukan sesuai tahapan yang telah disesuaikan dengan prosedur *FEMA P-154*. Berdasarkan penentuan formulir didapatkan bahwa gedung terdapat pada daerah kegempaan sedang sehingga analisa menggunakan formulir *Moderate Seismicity*. Pada hasil analisa formulir gedung CDAST merupakan tipe bangunan *FEMA (C2)* dengan perencanaan rangka beton bertulang dan dinding geser. Pada informasi identifikasi terdapat alamat gedung, fungsi gedung, dan tinggi gedung. Gedung CDAST termasuk dalam kategori *school* dan jumlah pengguna dapat mencapai 100-1000 orang. Gedung CDAST termasuk dalam kategori *post benchmark* dan menggunakan tipe jenis tanah D. Pada hasil akhir pengisian formulir didapatkan nilai skor akhir sebesar 4.8 yang berarti gedung tersebut aman dan tidak memiliki probabilitas dalam kerentanan terhadap gempa bumi. Karena telah memenuhi syarat dari prosedur analisis menggunakan metode *Rapid Visual Screening* maka metode ini sangatlah baik dalam penilaian atau evaluasi pada tahap awal untuk mengetahui kerentanan bangunan terhadap gempa bumi secara visual dan penilaian ini berdasarkan keefektifan hasil skor akhir pada pengisian formulir. Untuk meningkatkan hasil yang lebih detail maka dapat dilakukan dengan melanjutkan analisa pada formulir ke 2 dan bantuan *software*.

SUMMARY

Vulnerability Buildings Assesment of Earthquake With Rapid Visual Screening (RVS) Method; Akhmad Yunior Zamzami; 161910301021; 2020; 56 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Enggineering, University of Jember.

A natural disaster is a disaster caused by natural incident. An earthquake is one of the natural disasters that can cause infrastructure damage that can endanger and cause fatalities. So in anticipating the risk of building vulnerability that will occur, the Federal Emergency Management Agency (FEMA) provides a methodology that aims to evaluate the safety of building seismic in assessing building vulnerability and determining buildings that require more detailed inspection. Jember University CDAST Building is one of the 9-storey high buildings including the roof and occupancy that reaches 7 years so that it is used as a research object. The purpose of the vulnerability analysis in this building is using the Rapid Visual Screening (RVS) method to determine the level of vulnerability of the building to earthquakes and the effectiveness of the RVS method in building resistance to earthquakes. The Rapid Visual Screening (RVS) form is completed in accordance with the stages that have been adapted to the FEMA P-154 procedure. Based on the determination of the form, it is found that the building is in a moderate earthquake area so the analysis uses the Moderate Seismicity form. In the results of the analysis of the CDAST building form is a FEMA (C2) building type with reinforced concrete frame and shear wall planning. In the identification information there are building addresses, building functions, and building height. The CDAST building is included in the school category and the number of users can reach 100-1000 people. The CDAST building is included in the post benchmark category and uses the type of soil type D. In the final result filling out the form obtained a final score of 4.8 which means the building is safe and has no probability of vulnerability to earthquakes. Because it meets the requirements of the analysis procedure using the Rapid Visual Screening method, this method is very good in the initial assessment or evaluation to determine the vulnerability of the building visually to the earthquake and this assessment is based on the effectiveness of the final score results on filling out the form. To improve the results in more detail, it can be done by continuing the analysis on the second form and software assistance.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penilaian Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Dengan Metode Rapid Visual Screening (RVS) (Studi Kasus; Gedung CDAST Universitas Jember)”. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas akhir dan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada;

1. Dr. Ir Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember, Bapak Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan serta bimbingan selama perkuliahan;
3. Dr. Ir. Krisnamurti, M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil serta sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Syamsul Arifin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing dan memberikan saran dalam proses pengerjaan skripsi ini;
4. Ir. Hernu Suyoso M.T. dan Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
5. Keluarga besar Fakultas Teknik Universitas Jember, yakni Bapak dan Ibu dosen beserta staf karyawan;
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat arti kehidupan dan doa tanpa henti hingga Ilham menjadi saat ini.
7. Keluarga besar Yakisman, Om Mail, Tante Ata, Saudara Farhan, Saudara Nia, Om Edi, Tante Dina, Saudara Diva, Saudara Daffa.
8. Diah Ainunisa yang telah membantu memberikan semangat dalam mengerjakan penelitian ini.

9. Kontrakan Rock and Roll yaitu Marco, Harto, Fatkhur, Dhaniar, Ilham, dan Yugo.
10. Sahabat perjuangan Biji Besi 2016 sebagai teman kuliah dan belajar.
11. CCE terheboh yaitu Adam S, Faisal, Ahmad, Aldo, Firman, Gilang, Dzaki, Andre, Dika, Hanif, Alfiyan, Vigit, Ahya, Raka, Dhani.
12. Seluruh sahabat dan saudara penulis yang turut memberikan dukungan dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Pennulis menyadari Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, berbagai kritik dan saran yang membangun dibutuhkan untuk memperbaiki dan menjadikan skripsi ini bermanfaat.

Jember, 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUTAN.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gempa Bumi	4
2.2 Rapid Visual Screening FEMA P-154.....	4

2.3 Rapid Visual Screening FEMA P-155.....	5
2.4 Penggunaan Hasil Rapid Visual Screening (RVS).....	5
2.5 Perencanaan Pra-Lapangan.....	6
2.6 Menentukan Skor <i>Cut-Off</i>	6
2.7 Akuisi dan Tinjauan Data Bangunan Pra-Lapangan.....	7
2.8 Instruksi Pengisian Formulir Level 1 Rapid Visual Screening	8
2.9 Instruksi Pengisian Formulir Level 2 Rapid Visual Screening	17
2.10 Menentukan Skor Akhir Level 2.....	26
2.11 Kerusakan dan Kemorosotan.....	27
2.12. Observasi Bahaya Non-Struktural.....	27
2.13 Mentransfer Hasil Screening Level 2 ke Formulir Level 2...	29

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian.....	30
3.2 Sumber Data.....	30
3.3 Tahapan Penelitian.....	31
3.4 Pengumpulan Data <i>Rapid Visual Screening</i>	32
3.5 Formulir <i>Rapid Visual Screening</i>	34
3.6 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>).....	36

BAB 4. PEMBAHASAN

4.1 Rapid Visual Screening Berdasarkan FEMA 154	37
4.2 Pengisian Formulir	38

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58

DAFTAR PUSTAKA.....	59
---------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Informasi Identifikasi Bangunan.....	8
Gambar 2.2 Karakteristik Bangunan.....	8
Gambar 2.3 Kelas Hunian.....	10
Gambar 2.4 Jenis Tanah.....	11
Gambar 2.5 Bahaya Geologis.....	12
Gambar 2.6 <i>Adjecency</i>	12
Gambar 2.7 <i>Irregularities</i> atau Penyimpangan.....	13
Gambar 2.8 Bahaya Jatuh Bagian Eksterior.....	13
Gambar 2.9 Jenis Bangunan FEMA dan Skor Dasar.....	14
Gambar 2.10 Pengubahan Skor.....	15
Gambar 2.11 Luas Tinjauan.....	16
Gambar 2.12 Kebutuhan <i>Screening</i> Level 2.....	16
Gambar 2.13 Bahaya Lainnya.....	17
Gambar 2.14 Menentukan Tindakan yang Diperlukan.....	17
Gambar 2.15 Informasi Bangunan dan Skor Dasar Level 2.....	18
Gambar 2.16 Review Pernyataan Level 2 dan Skor Modifikasi.....	19

Gambar 2.17 Observasi Bahaya Nonstruktural.....	27
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Formulir <i>Rapid Visual Screening</i> Level 1.....	34
Gambar 3.3 Formulir <i>Rapid Visual Screening</i> Level 2.....	35
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar 4.1 Nilai Respon Spektra	37
Gambar 4.2 Peta Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017.....	37
Gambar 4.3 Tampak Depan Gedung CDAST	39
Gambar 4.4 Tampak Samping Gedung CDAST	39
Gambar 4.5 Tampak Belakang Gedung CDAST	40
Gambar 4.6 Asbuilt Drawing Gedung CDAST	40
Gambar 4.7 Ruang Perkuliahan Mahasiswa	41
Gambar 4.8 Ruang Laboratorium	42
Gambar 4.9 Ruang Diskusi atau Rapat	42
Gambar 4.10 Ruang Kantor Dosen	43
Gambar 4.11 Salah Satu Alat di Ruang Laboratorium	44
Gambar 4.12 Plafon	45
Gambar 4.13 Salah Satu Alat di Ruang Laboratorium	45
Gambar 4.14 Kipas AC	46
Gambar 4.15 Mekanikal di Lantai 1	46
Gambar 4.16 Tampak Luar Depan Gedung	47
Gambar 4.17 Tampak Luar Belakang Gedung.....	48

Gambar 4.18 Pengaplikasian Kaca Dalam Ruangan	48
Gambar 4.19 Denah Gedung CDAST	51
Gambar 4.20 Denah Tampak Depan	51
Gambar 4.21 Denah Tampak Samping	52
Gambar 4.22 Kolom dan Balok pada Lantai 1	52
Gambar 4.23 Denah Kolom	53
Gambar 4.24 Perlektakan <i>Shear Wall</i>	54
Gambar 4.25 Tabel Penulangan <i>Shear Wall</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Nilai Respon Spektrum (Sumber: FEMA P-154,2015)	33
Tabel 2 Tahun <i>Benchmark RVS</i> jenis bangunan <i>FEMA</i> berdasarkan ASCE/SEI 41-13 (Sumber: FEMA 154, 2015)	40

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam adalah suatu peristiwa yang dapat merugikan dan merusak bangunan yang disebabkan oleh faktor alam. Berlokasi di cincin api pasifik (wilayah dengan banyak aktivitas tektonik), Indonesia harus terus menghadapi resiko bencana alam seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, banjir, tsunami, angin topan, dan tanah longsor. Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang dapat menyebabkan korban jiwa dan kerusakan pada infrastruktur sehingga mengakibatkan kerugian dalam hal-hal tertentu. Gempa bumi telah lama meresahkan Indonesia seperti yang terjadi di Aceh pada tahun 2004, Nias pada tahun 2005, Yogyakarta dan Pangandaran pada tahun 2006, Sumatra Barat pada tahun 2009, dan yang baru-baru ini terjadi di Jayapura pada tahun 2019.

Daerah Jember memiliki luas total 3.293,34 km², terdiri dari 31 Kecamatan dan 248 Kelurahan/Desa. Menurut sensus penduduk, Kabupaten Jember memiliki populasi 2.830.185 jiwa dengan proporsi 1.394.496 laki-laki dan 1.435.689 perempuan. Iklim Kabupaten Jember adalah tropis dengan kisaran suhu antara 23° C – 32° C, Kabupaten Jember secara geografis terletak pada koordinat 8°10'8"S 113°42'8"E. Bangunan yang ditinjau adalah gedung *Center for Development of Advance Science and Technology (CDAST)* Eksakta Universitas Jember, gedung terletak didalam Universitas Jember bagian barat dari rektorat. Gedung CDAST merupakan gedung dengan 9 lantai termasuk atap dan bangunan yang dibangun pada tahun 2013, dengan usia gedung mencapai 7 tahun dan termasuk dalam kategori bangunan gedung tinggi maka gedung dapat digunakan sebagai objek penelitian.

Konstruksi bangunan selayaknya dikategorikan aman apabila pada saat konstruksi dan pasca konstruksi tidak mengalami kegagalan struktur dan nonstruktural. Sebuah bangunan juga tidak lepas dari suatu permasalahan baik itu dalam proses perencanaan, pelaksanaan dan operasionalnya. Hal tersebut dapat mempengaruhi tentang rentannya bangunan terhadap gempa bumi dan dapat mengakibatkan kerugian dalam hal tertentu hingga menimbulkan korban jiwa.

Dalam mengantisipasi resiko kerentanan bangunan yang akan terjadi, *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) menyediakan sebuah metodologi yang bertujuan untuk mengevaluasi keamanan *seismic* bangunan dalam mengantisipasi resiko kerentanan terhadap ancaman gempa.. Dokumen *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) diterbitkan pada Januari 2015 dengan judul FEMA P-154 edisi ketiga dengan metode Rapid Visual Screening (RVS).

Metode *Rapid Visual Screening* telah dilakukan beberapa peneliti untuk menilai atau mengetahui tingkat kerentanan bangunan terhadap gempa bumi secara visual seperti yang di lakukan di gedung Institut Sepuluh Nopember (Fadilah Alfia Nuri dan tim, 2014), bangunan di Pekanbaru (Rahmatul Firdaus, dkk. 2016), bangunan di Yogyakarta (Muhammad Heri Zulfikar, dkk. 2018), dan bangunan di Riau (Sri Agustin, dkk. 2019). Hasil dari penelitian tersebut mendapatkan bahwa bangunan yang ditinjau tidak rentan terhadap gempa bumi. Metode *RVS* mendapatkan hasil dengan waktu yang singkat untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan bangunan secara visual dan mempunyai keakuratan sesuai dengan prosedurnya.

Pada penelitian ini penulis menganalisis tingkat kerentanan bangunan terhadap gempa bumi menggunakan metode *Rapid Visual Screening (RVS)* dengan studi kasus gedung CDAST Eksakta Universitas Jember.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana tingkat kerentanan bangunan gedung CDAST terhadap gempa bumi?
2. Bagaimana hasil evaluasi dalam menggunakan metode Rapid Visual Screening pada ketahanan bangunan terhadap gempa bumi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tingkat kerentanan bangunan gedung CDAST terhadap gempa bumi..
2. Mengetahui efektivitas metode Rapid Visual Screening dalam ketahanan bangunan terhadap gempa bumi.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat untuk sains

Dapat menambah pengetahuan untuk mengidentifikasi kerentanan bangunan terhadap gempa bumi.

2. Manfaat bagi pelaku konstruksi

Dapat dijadikan pertimbangan untuk mengoptimasi ketahanan bangunan akibat gempa bumi.

1.5 Batasan Masalah

1. Analisis kajian mengacu pada buku pedoman FEMA 154 edisi ke 3 tahun 2015.
2. Tidak melakukan perancangan ulang terhadap bangunan yang ditinjau.
3. Tidak melakukan perhitungan terhadap struktur bangunan yang ditinjau.
4. Kajian ini hanya mengidentifikasi secara visual eksisting Gedung CDAST Eksakta Universitas Jember.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gempa Bumi

Gempa Bumi adalah gerakan atau patahan yang menimbulkan guncangan sehingga terdapat adanya kerusakan pada makhluk hidup dan benda mati termasuk infrastruktur. Pengukuran gempa juga mengacu pada tingkat kerusakan yang terjadi. Faktor yang diperhatikan adalah jarak dari pusat gempa, kepadatan dibawah lapisan tanah, tipe struktur, durasi gempa, dan kedalaman titik gempa. Salah satu pengukuran intensitas gempa yaitu dengan skala MMI. Skala MMI didasarkan atas empat parameter pokok yaitu :

1. Perasaan orang saat terjadi gempa.
2. Respon objek terhadap guncangan.
3. Kerusakan bangunan di lapangan.
4. Kerusakan lingkungan akibat gempa yang terjadi.

Gempa bumi merupakan jenis bencana yang berisiko tinggi dikarenakan letak geografis Indonesia pada lingkaran cincin api yang membentang sepanjang lempeng pasifik yang merupakan lempeng tektonik paling aktif di dunia.

2.2 Rapid Visual Screening pada FEMA P-154

Pedoman FEMA P-154, *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards* adalah salah satu metode yang direkomendasikan untuk mengidentifikasi, menginventaris, dan melihat bangunan yang berpotensi berbahaya secara seismik. Setelah diidentifikasi sebagai berpotensi berbahaya, bangunan seperti itu harus dievaluasi lebih lanjut oleh seorang profesional desain yang berpengalaman dalam desain seismik untuk menentukan itu berbahaya atau tidak. Prosedur RVS menggunakan metodologi berdasarkan pengamatan visual bangunan dari eksterior dan interior. Formulir pengumpulan data ditujukan untuk mendokumentasikan informasi bangunan, fungsi bangunan, luas total bangunan,

foto bangunan, sketsa bangunan, dan dokumentasi data terkait kinerja seismik. Berdasarkan data yang dikumpulkan selama *screening* skor dihitung dengan data yang memberikan indikasi kinerja seismik bangunan yang di harapkan. Setelah keputusan untuk melakukan penyaringan visual yang cepat untuk komunitas atau kelompok bangunan telah dibuat, upaya penyaringan dapat dipercepat dengan perencanaan pra-lapangan, termasuk pelatihan penyaringan, dan manajemen proses yang cermat secara keseluruhan.

2.3 Rapid Visual Screening pada FEMA P-155

Pedoman *FEMA P-155* serupa dengan *FEMA P-154*, hanya saja *FEMA P-155* lebih mengarahkan untuk mereka yang ingin memahami detail dan asumsi yang mendasari metodologi dan bagaimana skor dasar dan pengubah skor dihitung. Tujuan utamanya adalah untuk memberikan informasi yang cukup dan kejelasan bahwa seorang profesional yang berpengetahuan luas dengan beberapa pemahaman dasar tentang statistik, metode spektrum kapasitas, dan kurva kerapuhan yang akan dapat secara mandiri menghitung skor dasar dan pengubah skor yang sama dengan yang ada dalam buku pegangan. Beberapa modifikasi pada prosedur penyaringan *Fema 154* memberikan wawasan tentang peningkatan dasar teknis metodologi untuk meningkatkan manajemen dan implementasi program *RVS* yang disediakan dalam *Fema P-154* yang menjelaskan tentang prosedur penggunaan *RVS*.

2.4 Penggunaan Hasil Rapid Visual Screening (RVS)

Dalam pelaksanaan *RVS* penjabaran *Final Structural Score*, pemilihan nilai skor *RVS* terhadap angka kemungkinan kerentanan bangunan terhadap bahaya bencana alam. Pada dasarnya skor akhir adalah asumsi probabilitas kerentanan bangunan apabila terjadi pergerakan tanah atau bencana alam gempa. *Basic Structural Hazard Score* didefinisikan sebagai logaritma negatif (basis 10) dari probabilitas runtuhnya bangunan yang dapat dituliskan $BSH = -\log_{10} (ATC, 2002)$. Sebagai contoh $S=3$ berarti ada kesempatan 1 dari 10^3 atau 1 dari 1000

kemungkinan bangunan itu akan runtuh jika terjadi gerakan tanah atau bencana alam tersebut. Sebuah skor akhir $S=2$ berarti ada kesempatan 1 dari 10^2 atau 1 dari 100 bahwa bangunan akan runtuh jika terjadi hal tersebut. Penentuan aman atau tidaknya bangunan yang ditinjau berdasarkan skor akhir bangunan tersebut. Nominal angka skor yang membatasi menurut RVS adalah 2. Hal itu berdasarkan dari National Bureau of Standards (NBS,1980).

2.5 Perencanaan Pra-Lapangan

Menyusun dan mengembangkan peta untuk wilayah yang disurvei adalah hal penting dalam tahap perencanaan awal dan juga dalam penjadwalan penyaringan. Peta profil tanah akan berguna untuk menentukan jenis tanah sebelum penyaringan lapangan. Peta tanah longsor, likuifaksi, dan potensi pecah patahan akan berguna untuk menentukan bahaya geologi sebelum penyaringan lapangan. Data lainnya dapat berupa jenis hunian hingga pemetaan GIS dan data yang lebih rinci tentang konstruksi bangunan yang akan membantu dalam penyaringan RVS. Perencanaan pra-lapangan juga menyangkup interaksi dengan profesi desain lokal dan pejabat bangunan untuk mengumpulkan informasi tentang praktik desain lokal, bahaya seismik umum, sejarah penerapan, dan penegakan kode seismik dalam proses perencanaan (*FEMA P-154 A Handbook 3nd*, 2015).

2.6 Menentukan Skor *Cut-Off*

Penggunaan metodologi RVS pada basis komunitas memungkinkan otoritas RVS membagi bangunan yang disaring menjadi dua kategori yaitu diharapkan memiliki kinerja seismik yang dapat diterima dan yang mungkin berbahaya secara seismik harus dipelajari lebih lanjut. Ini mengharuskan otoritas RVS menentukan mana yang digunakan sebagai bagian dari proses pra-perencanaan dan penentuan skor *cut-off* yang sesuai.

Skor 2 disarankan sebagai *cut-off* untuk bangunan hunian standar berdasarkan kriteria desai seismik saat ini. Menggunakan batas ini bangunan yang memiliki skor 2 atau kurang harus diselidiki oleh seorang profesional desain yang berpengalaman dalam desain seismik. Dalam beberapa kasus skor *cut-off* yang lebih tinggi menunjukkan kemungkinan keruntuhan yang lebih kecil, namun itu tidak menunjukkan probabilitas yang lebih besar dari tujuan kinerja lain yang dipenuhi seperti operasi yang berkelanjutan (*FEMA P-154 A Handbook 3nd*, 2015).

2.7 Akuisi dan Tinjauan Data Bangunan Pra-Lapangan

Informasi dalam sistem struktural, usia, dan hunian bangunan dapat tersedia dari sumber tambahan. Data-data tersebut harus ditinjau dan disusun untuk area tertentu sebelum memulai *screening* lapangan untuk area tersebut, informasi ini ditulis langsung pada formulir pengumpulan data saat diambil atau dimasukkan kedalam basis data untuk mendapatkan hasil laporan dan peta.

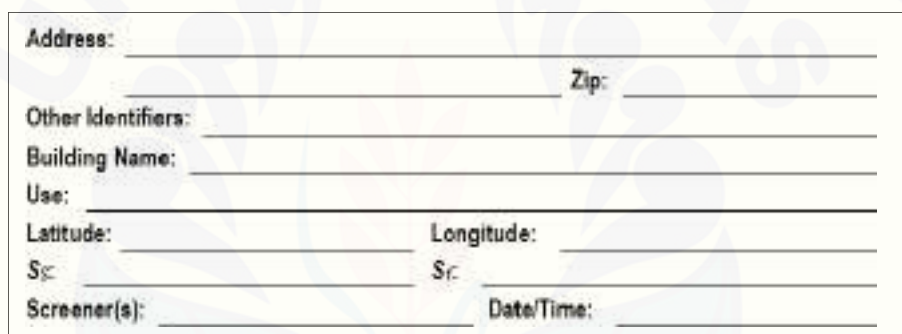
Ada juga tipe tanah yang dikenal sebagai kelas situs memiliki pengaruh besar pada amplitudo dan durasi pengocokan. Secara umum, semakin besar kedalaman tanah hingga batuan disuatu lokasi maka semakin besar juga gerakan gempa yang merusak. Pada tabel yang disertakan memberikan parameter terukur yang mendefinisikan tipe tanah menggunakan definisi kelas situs ASCE / SEI 7-10 (ASCE 2010). Selama penyaringan atau tahap perencanaan, jenis tanah harus didokumentasikan pada formulir pengumpulan data dengan memeriksa jenis tanah yang benar sebagaimana ditentukan pada tabel. Jenis tanah yang paling sering ditemui adalah jenis tanah C dan jenis tanah D. Rata-rata jenis tanah ini dikenal sebagai jenis tanah C dan D, rata-rata ini digunakan sebagai skor dasar. Jika jenis tanah tidak dapat diidentifikasi atau diperkirakan selama tahap perencanaan maka tanah tipe D harus diasumsikan. Bangunan pada tipe tanah F tidak dapat disaring secara efektif dengan prosedur *RVS*, selain untuk merekomendasikan bahwa bangunan pada tipe tanah ini dievaluasi lebih lanjut

oleh insinyur geoteknik dan profesional desain yang berpengalaman dalam desain seismik (*FEMA P-154 A Handbook 3rd*, 2015).

2.8 Instruksi Pengisian Formulir Level 1 *Rapid Visual Screening*

2.8.1 Informasi Identifikasi Bangunan *FEMA P-154*

Berdasarkan *FEMA P-154* gambar 2.1 bertujuan untuk mendokumentasikan informasi identifikasi bangunan yang terdapat pada tabel yang berisi alamat bangunan, nama bangunan, penggunaan, lintang dan bujur, dan nilai-nilai gerakan tanah khusus pada lokasi dan juga nama screener dan tanggal waktu peninjauan.

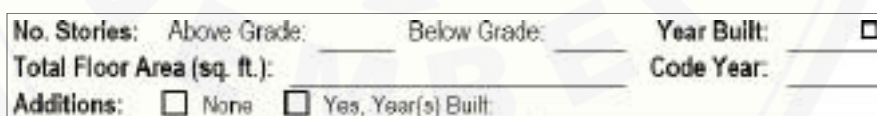


The image shows a form for building identification with the following fields:

- Address: _____
- Zip: _____
- Other Identifiers: _____
- Building Name: _____
- Use: _____
- Latitude: _____ Longitude: _____
- Sr: _____ Sr: _____
- Screener(s): _____ Date/Time: _____

Gambar 2.1 Informasi Identifikasi Bangunan

2.8.2 Karakteristik Bangunan *FEMA P-154*



The image shows a form for building characteristics with the following fields:

- No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built:
- Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____
- Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Gambar 2.2 Karakteristik Bangunan

1. No.Stories : Jumlah kerusakan gedung terkait dengan ketinggian suatu bangunan, jumlah kejadian adalah indikator dari ketinggian bangunan (sekitar 9 hingga 10 kaki per lantai untuk perumahan dan 12 kaki untuk komersial atau kantor). Sebagai aturan umum jumlah terbesar yaitu hitung lantai dari sisi menurun ke atap tertinggi harus di digunakan. Bagian

komentar dan sketsa pun dapat digunakan untuk menunjukkan variasi dalam jumlah cerita.

2. Tahun dibangun dan tahun kode : Tahun usia bangunan dapat menentukan jenis bangunan FEMA dan dengan demikian dapat mempengaruhi skor akhir dan informasi ini hanya tersedia sebelum pekerjaan konstruksi dilakukan. Jika informasi tahun dibangun tidak tersedia selama perencanaan pra-lapangan maka perkiraan kasar usia bangunan dapat dibuat berdasarkan gaya arsitektur dan penggunaan bangunan. Jika tahun yang dibangun hanya merupakan perkiraan maka centang kotak “EST” untuk menunjukkan bahwa entri diperkirakan. Tahun kode adalah tahun kode bangunan yang digunakan untuk merancang bangunan, tahun kode umumnya dapat ditentukan dari gambar selama perencanaan pra-lapangan, dan jika tahun kode tidak diketahui maka harus dibiarkan kosong.
3. Total floor area : jumlah lantai bangunan yang ditinjau.
4. Bangunan dengan penambahan beberapa bagian : informasi didapat saat melihat perencanaan bangunan konstruksi guna menilai apakah bangunan dinyatakan sebagai bangunan tunggal atau beberapa bangunan.

2.8.3 Foto Bangunan

Foto bangunan harus diambil untuk tujuan identifikasi *screener* tidak terbatas pada satu foto dan jika memungkinkan screener harus mengambil foto dari setiap sisi bangunan dan setiap fitur penting guna mengetahui kesalahan yang diamati dan bahaya jatuh. Foto-foto tambahan akan membantu insinyur pengawas selama fase jaminan kualitas.

2.8.4 Sketsa Bangunan

Menggambar sketsa adalah prosedur penyaringan karena *screener* secara sistematis melihat aspek bangunan untuk mempersiapkan sketsa, sketsa lebih menekankan pada fitur-fitur penting dan sketsa elevasi berguna untuk menunjukan

fitur yang signifikan. Sketsa juga dapat digunakan untuk mengetahui bagian retakan yang signifikan, bahaya jatuh, dan tingkat lantai dimana getaran dapat terjadi.

2.8.5 Hunian Bangunan

Hunian bangunan mengacu pada penggunaan bangunan, meskipun biasanya tidak menanggung langsung pada bahaya struktural atau kemungkinan mempertahankan kerusakan besar. Hunian bangunan juga dapat digunakan ketika menentukan prioritas untuk mitigasi.

2.8.6 Kelas Hunian

Occupancy:	Assembly	Commercial	Emer. Services	<input type="checkbox"/> Historic	<input type="checkbox"/> Shelter
	Industrial	Office	School	<input type="checkbox"/> Government	
	Utility	Warehouse	Residential, # Units: _____		

Gambar 2.3 Kelas Hunian

Berdasarkan *FEMA P-154* kelas hunian diidentifikasi dalam 9 kelas, diantara lain :

1. *Assembly*: Tempat-tempat pertemuan umum adalah tempat dimana terdapat kelompok besar orang yang dikumpulkan dalam satu ruangan pada saat yang bersamaan dan batas dalam kisaran 300 orang yang digunakan dalam kode bangunan. Contohnya adalah ruangan teater, auditorium, pusa komunitas, ruang pertunjukan, dan tempat beribadah.
2. *Commercial*: Kelas hunian komersial mengacu pada bisnin ritel dan grosir, lembaga keuangan, restoran, dan struktur prakir.
3. *Emergency Service*: Didefinisikan sebagai fasilitas apapun yang kemungkinan akan dibutuhkan dalam bencana besar. Contohnya adalah kantor polisi, kantor pemadam kebakaran, rumah sakit, dan pusat komunikasi.

4. *Industrial* : Kelas hunian industri adalah pabrik dan fasilitas manufaktur berat.
5. *Office* : Bangunan kantor bertipikal rumah, manajemen, dan layanan profesional.
6. *Residential* : Mengacu pada bangunan tempat tinggal seperti rumah, asrama, motel, hotel, dan apartemen.
7. *School* : Mencakup pada semua fasilitas pendidikan publik dan swasta dari tingkat taman kanak-kanak hingga universitas.
8. *Utility* : Semua bangunan yang menampung utilitas publik seperti fasilitas pembangkit listrik, pengolahan air, dan gardu listrik.
9. *Warehouse* : Mencakup bangunan gudang yang besar.

2.8.7 Jenis Tanah

Berdasarkan *FEMA P-154* jenis tanah diidentifikasi dan didokumentasi pada perencanaan pra-lapangan, apabila jenis tanah belum teridentifikasi pada dokumen sebelumnya maka perlu diidentifikasi oleh *screener* selama peninjauan lapangan. Jika tidak ada dasar untuk mengklasifikasi jenis tanah maka harus dipilih “DNK” untuk asumsi menggunakan jenis tanah tipe D.

Soil Type:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> F	DNK
	Hard	Avg	Dense	Stiff	Soft	Poor	<i>If DNK, assume Type D.</i>
	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil	

Gambar 2.4 Jenis Tanah

2.8.8 Bahaya Geologis

Berdasarkan *FEMA P-154* likuifaksi, potensi tanah longsor, dan pecahnya permukaan merupakan tiga jenis bahaya geologis. Salah satu dari ketiga kondisi ini dapat meningkatkan probabilitas risiko gedung mengalami kerusakan dan kehancuran saat gempa.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK

Gambar 2.5 Bahaya Geologis

2.8.9 Adjacency atau Berdekatan

Berdasarkan *FEMA P-154* interaksi antar bangunan yang berdekatan dapat menyebabkan beberapa kerusakan ketika terjadinya gempa bumi, ketika tidak ada pemisah yang cukup antar bangunan dapat menyebabkan guncangan yang bersamaan. Dalam penyaringan level 1 bertujuan untuk menangkap situasi-situasi dengan mencentang kotak yang sesuai, yaitu berguncang atau bahaya yang jatuh dari gedung yang berdampingan yang lebih tinggi. Jika salah satu dari kondisi ini diidentifikasi, maka memicu evaluasi struktural yang lebih rinci.

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Gambar 2.6 Adjacency

Pada daerah kegempaan sangat tinggi, jarak minimum antara kedua bangunan adalah 2 inci per lantai. Di wilayah dengan tingkat kegempaan tinggi, jarak minimum adalah 1,5 inci per-lantai. Di wilayah dengan tingkat kegempaan sedang dan rendah jarak minimum adalah 0,5 inci per-lantai.

2.8.10 Irregularities atau Penyimpangan

Berdasarkan *FEMA P-154* penyimpangan dapat mempengaruhi kinerja seismik sebuah bangunan dengan memusatkan tuntutan pada tingkat atau elemen lantai tertentu, tuntutan yang terkonsentrasi dapat menyebabkan kersuakan, kegagalan, dan dalam beberapa kasus keruntuhan. Penyimpangan bangunan umumnya dikelompokkan dalam dua kategori yaitu penyimpangan vertikal dan penyimpangan rencana. Skor *RVS* memperhitungkan penyimpangan bangunan dengan memasukkan pengubah skor negatif yang dimana nilainya tergantung pada jenis dan tingkat keparahan penyimpangan bangunan.

Irregularities:	<input type="checkbox"/> Vertical (type/severity) _____
	<input type="checkbox"/> Plan (type) _____

Gambar 2.7 Penyimpangan

2.8.11 *Exterior Falling Hazard* / Bahaya Jatuhnya Bagian Eksterior

Berdasarkan FEMA P-154 bahaya jatuhnya bagian eksterior menjadi salah satu perhatian utama dalam pengisian formulir RVS.

Exterior Falling Hazards:	<input type="checkbox"/> Unbraced Chimneys	<input type="checkbox"/> Heavy Cladding or Heavy Veneer
	<input type="checkbox"/> Parapets	<input type="checkbox"/> Appendages
	<input type="checkbox"/> Other: _____	

Gambar 2.8 Bahaya Jatuh Bagian Eksterior

1. *Unbraced Chimneys* adalah dinding batu bata yang tidak diperkuat sering terjadi pada rumah dan kerangka kayu yang sudah tua, diantaranya sering tidak terikat dengan kekuatan struktur dan jatuh dalam getaran atau guncangan yang sedang sampai yang kuat.
2. *Parapets* adalah bagian dari dinding luar atau fasad yang menahan atap, perhatian utama adalah dinding yang dibangun dari batu bata, batu, atau balok beton yang tidak diperkuat.
3. *Heavy Cladding or Heavy Veneer* adalah Hilangnya panel juga dapat membuat perubahan besar pada kekakuan bangunan (elemen dianggap non struktural tetapi dapat berkontribusi kekakuan substansial untuk bangunan), sehingga membuat rencana penyimpangan atau torsi ketika hanya beberapa yang jatuh.
4. *Appendages* adalah bangunan pelengkap mungkin akan jatuh dari gedung saat gempa terjadi, pelengkap yang dimaksudkan termasuk kanopi dan elemen arsitektur yang menambah detail dan minat dekoratif pada fasad.
5. *Other* adalah bahaya jatuh yang tidak termasuk dalam salah satu kategori yang di sediakan, jadi kategori yang lainnya dapat diperiksa lebih lanjut dan mengisi bagian komentar.

Jika ada bahaya jatuh terjadi seperti contoh diatas maka dapat diisi di kotak yang tersedia dan dapat memberikan rincian tambahan di bagian komentar. Mengambil foto dari bahaya jatuh juga direkomendasikan, sehingga dari progam RVS nantinya informasi yang didapat mampu mengembangkan program mitigasi selanjutnya

2.8.12 Jenis Bangunan *FEMA* dan Skor Dasar

Berikut ini adalah 17 jenis bangunan *FEMA* yang dipertimbangkan dalam prosedur *FEMA P-154 Rapid Visual Screening*.

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SM)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5

Gambar 2.9 Jenis Bangunan *FEMA* dan Skor Dasar

1. Rangka kayu – bangunan dengan luas lantai kurang dari 5.000 ft² (W1).
2. Rangka kayu ringan multi unit, biasa terdapat di perumahan bertingkat dengan area rencana disetiap lantai >3000 ft² (W1A).
3. Rangka kayu bangunan komersial dan industri dengan luas lantai >5000 ft² (W2).
4. Bangunan baja dengan rangka pemikul momen (S1).
5. Bangunan dengan struktur baja bracing (S2).
6. Bangunan dengan struktur logam ringan (S3).
7. Bangunan rangka baja dengan dinding geser beton. (S4)
8. Bangunan rangka baja dengan dinding pasangan batu bata tanpa perkuatan (S5).
9. Bangunan dengan struktur dinding beton bertulang (C1).
10. Bangunan beton dengan struktur dinding geser (C2).
11. Bangunan beton dengan dinding pasangan batu bata tanpa perkuatan (C3).
12. Bangunan miring (PC1).
13. Bangunan dengan rangka beton pracetak (PC2).

14. Bangunan bata yang diperkuat dengan lantai fleksibel dan atap diafragma (RM1).
15. Bangunan bata yang diperkuat dengan plat lantai kaku dan atap diafragma (RM2).
16. Bangunan bata tanpa perkuatan dengan rangka dinding bertulang (URM).
17. Perumahan yang diproduksi (MH).

2.8.13 Pengubah Skor

Berdasarkan *FEMA* P-154 karakteristik bangunan yang secara positif mempengaruhi kinerja bangunan memiliki pengubah skor positif dan meningkatkan skor, sedangkan karakteristik bangunan yang secara negatif mempengaruhi kinerja bangunan memiliki pengubah skor negatif dan mengurangi skor. Tingkat keparahan dampak yang terjadi pada kinerja struktural bervariasi dengan tipe bangunan *FEMA*. Jika atribut kinerja tidak berlaku pada tipe bangunan *FEMA* yang diberikan, maka pengubah skor ditandai dengan “N/A”, yang menunjukkan bahwa pengubah skor tidak berlaku.

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1}																		
FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Severe Vertical Irregularity, V_{L1}		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, V_{L1}		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Plan Irregularity, P_{L1}		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Code		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post-Benchmark		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Soil Type E (1-3 stories)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Soil Type E (> 3 stories)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Minimum Score, S_{MIN}		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

Gambar 2.10 Pengubah Skor

2.8.14 Mendokumentasikan Luas Tinjauan

Berdasarkan *FEMA P-154* bagian ini disediakan untuk mendokumentasikan ketelitian penyaringan bangunan. Screener mencatat apakah ia memiliki akses ke semua sisi eksterior bangunan dan apakah interiornya diakses.

EXTENT OF REVIEW		
Exterior:	<input type="checkbox"/> Partial	<input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial
Interior:	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered
Drawings Reviewed:	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No
Soil Type Source:	_____	
Geologic Hazards Source:	_____	
Contact Person:	_____	

Gambar 2.11 Luas Tinjauan

Mendokumentasikan sumber daya yang digunakan selama perencanaan konstruksi. Sumber jenis tanah, sumber bahaya geologis, dan apakah gambar ditinjau harus dicatat pada formulir sebelum kunjungan lapangan.

2.8.15 Mendokumentasikan Bahaya Lainnya

Berdasarkan *FEMA P-154* potensi bahaya yang jatuh dari bangunan berdampingan yang lebih tinggi, bahaya geologis, dan kerusakan pada bagian struktural adalah semua kondisi yang tidak dipertimbangkan dalam skor level 1, tetapi dapat memiliki efek negatif pada kinerja bangunan.

LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?		
<input type="checkbox"/> Yes, Final Level 2 Score, S_{L2} _____	<input type="checkbox"/> No	
Nonstructural hazards?	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No

Gambar 2.12 Kebutuhan Screening Level 2

<p>OTHER HAZARDS</p> <p>Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?</p> <p><input type="checkbox"/> Pounding potential (unless $S_{L2} >$ cut-off, if known)</p> <p><input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building</p> <p><input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F</p> <p><input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system</p>

Gambar 2.13 Bahaya Lainnya

2.8.16 Menentukan Tindakan yang Diperlukan

Berdasarkan FEMA P-154 langkah terakhir untuk melengkapi formulir pertama adalah untuk mengindikasikan tindakan yang diperlukan. Berdasarkan informasi yang dikumpulkan selama penyaringan, peninjau menunjukkan diperlukan atau tidak analisa lebih rinci pada bangunan.

<p>ACTION REQUIRED</p> <p>Detailed Structural Evaluation Required?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, other hazards present</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated</p> <p><input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary</p> <p><input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK</p>

Gambar 2.14 Menentukan Tindakan yang Diperlukan

2.9 Instruksi Pengisian Formulir Level 2 *Rapid Visual Screening*

2.9.1 Informasi Bangunan dan Skor Dasar FEMA P-154.

Screeener mencatat nama bangunan dan skor dasar level 1, SL 1, di bagian atas halaman. Skor level 1 mencakup pengubah skor level 1 untuk penyimpangan vertikal dan rencana (VL1 dan PL1). Pengubah skor ini dihapus dari skor sehingga pengubah skor ketidakteraturan level 2 (VL2 dan PL2) yang disempurnakan dapat digunakan sebagai gantinya. Untuk memenuhinya

screener menghitung skor garis dasar yang disesuaikan S' , dengan mengurangi VL1 dan PL1. Skor *baseline* yang disesuaikan ini adalah dasar untuk skor level 2.

Bldg Name:	Final Level 1 Score:	$S_{L1} =$	(do not consider S_{L1})
Screener:	Level 1 Irregularity Modifiers:	Vertical Irregularity, $V_{L1} =$	Plan Irregularity, $P_{L1} =$
Date/Time:	ADJUSTED BASELINE SCORE:	$S' = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) =$	

Gambar 2.15 Informasi bangunan dan skor dasar level 2

Untuk tujuan perhitungan skor dasar yang disesuaikan, skor minimum pada formulir level 1 tidak boleh dipertimbangkan. Skor level 1 Final (SL1) harus diambil sebagai jumlah skor dasar dan semua pengubah skor level 1 yang berlaku.

2.9.2 Review Pernyataan Level 2 dan Rekaman Skor Modifikasi

Berdasarkan *FEMA* P-154 pernyataan membahas tentang penyimpangan vertikal, penyimpangan rencana, benturan, dan *seismic retrofit*. Beberapa pernyataan khusus untuk jenis bangunan *FEMA* tertentu. Untuk setiap pernyataan yang benar *screener* melingkari pengubah skor dan untuk pernyataan salah *screener* mencoret pengubah skor. *Screener* mencatat subtotal untuk VL2 dan PL2, ini adalah pengubah angka level 2 yang efektif untuk penyimpangan vertikal dan rencana. *Screener* juga mencatat subtotal M yang mencakup sisa pengubah angka level 2 dan *screener* juga dapat merekam komentar di area subtotal ini.

STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE				
Topic	Statement (if statement is true, circle the "Yes" modifier; otherwise cross out the modifier.)	Yes	Subtotals	
Vertical Irregularity, $V_{1,2}$	Sloping Site	W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-0.9	$V_{1,2} =$ (Cap at -0.9)
		Non-W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-0.2	
	Weak and/or Soft Story (circle one maximum)	W1 building cripple wall: An unbraced cripple wall is visible in the crawl space.	-0.5	
		W1 house over garage: Underneath an occupied story, there is a garage opening without a steel moment frame, and there is less than 8' of wall on the same line (for multiple occupied floors above, use 16' of wall minimum).	-0.9	
		W1A building open front: There are openings at the ground story (such as for parking) over at least 50% of the length of the building.	-0.9	
		Non-W1 building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above.	-0.7	
		Non-W1 building: Length of lateral system at any story is between 50% and 75% of that at story above or height of any story is between 1.3 and 2.0 times the height of the story above.	-0.4	
	Setback	Vertical elements of the lateral system at an upper story are outboard of those at the story below causing the diaphragm to cantilever at the offset.	-0.7	
		Vertical elements of the lateral system at upper stories are inboard of those at lower stories.	-0.4	
		There is an in-plane offset of the lateral elements that is greater than the length of the elements.	-0.2	
	Short Column/ Pier	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: At least 20% of columns (or piers) along a column line in the lateral system have height/depth ratios less than 50% of the nominal height/depth ratio at that level.	-0.4	
		C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: The column depth (or pier width) is less than one half of the depth of the spandrel, or there are infill walls or adjacent floors that shorten the column.	-0.4	
Split Level	There is a split level at one of the floor levels or at the roof.	-0.4		
Other Irregularity	There is another observable severe vertical irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.7		
	There is another observable moderate vertical irregularity that may affect the building's seismic performance.	-0.4		
Plan Irregularity, $P_{1,2}$	Torsional irregularity: Lateral system does not appear relatively well distributed in plan in either or both directions. (Do not include the W1A open front irregularity listed above.)	-0.5	$P_{1,2} =$ (Cap at -0.7)	
	Non-parallel system: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other.	-0.2		
	Reentrant corner: Both projections from an interior corner exceed 25% of the overall plan dimension in that direction.	-0.2		
	Diaphragm opening: There is an opening in the diaphragm with a width over 50% of the total diaphragm width at that level.	-0.2		
	C1, C2 building out-of-plane offset: The exterior beams do not align with the columns in plan.	-0.2		
Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.5			
Redundancy	The building has at least two bays of lateral elements on each side of the building in each direction.	+0.2		
Pounding	Building is separated from an adjacent structure by less than 1.5% of the height of the shorter of the building and adjacent structure and:	The floors do not align vertically within 2 feet.	-0.7	$P_{1,2} =$ (Cap total -0.7) ; pounding modifiers at -0.9
		One building is 2 or more stories taller than the other.	-0.7	
		The building is at the end of the block.	-0.4	
S2 Building	"K" bracing geometry is visible.	-0.7		
C1 Building	Flat plate serves as the beam in the moment frame.	-0.3		
PC1/RM1 Bldg	There are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending. (Do not combine with post-benchmark or retrofit modifier.)	+0.2		
PC1/RM1 Bldg	The building has closely spaced, full height interior walls (rather than an interior space with few walls such as in a warehouse).	+0.2		
URM	Gable walls are present.	-0.3		
MH	There is a supplemental seismic bracing system provided between the carriage and the ground.	+0.5		
Retrofit	Comprehensive seismic retrofit is visible or known from drawings.	+1.2	$M =$ _____	
FINAL LEVEL 2 SCORE, $S_{L,2} = (S' + V_{1,2} + P_{1,2} + M) \geq S_{MIN}$:			(Transfer to Level 1 form)	
There is observable damage or deterioration or another condition that negatively affects the building's seismic performance: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No				
If yes, describe the condition in the comment box below and indicate on the Level 1 form that detailed evaluation is required independent of the building's score.				

Gambar 2.16 Review Pernyataan Level 2 dan Skor Modifikasi

2.9.3 Vertical Irregularity (VL2) FEMA P-154

Bagian ketidakteraturan vertikal dari formulir level 2 akan lebih rentan jika ada penyimpangan kedua, namun penambahan *vertical irregularity score modifiers* yang masing-masing mencakup peningkatan logaritma dalam kemungkinan runtuh terlalu tinggi dengan perkiraan efek dari ketidakteraturan yang ditambahkan.

2.9.3.1 *Sloping Site*

1. *W1 building*, dimana rumah dengan dinding *basement* fleksibel di semua sisi seperti yang memiliki konstruksi rangka kayu, di bukit curam yang memiliki kinerja yang buruk dalam gempa bumi seperti gempa bumi Northridge 1994. Sisi bawah lereng struktural seringkali terlalu lemah dan fleksibel untuk menahan gaya gempa. Akibatnya, pengubah skor besar untuk penyimpangan ini. Skor modifikasi tidak berlaku ketika dinding pondasi dari basement bawah tanah sebagian dibangun dari beton bertulang.
2. *Non-W1 building*, dimana pengubah skor untuk pernyataan ini lebih kecil daripada pembungubah skor untuk pernyataan pertama dikarenakan kondisi situs miring memiliki dampak lebih besar pada bangunan W1 daripada jenis bangunan lainnya.

2.9.3.2 *Weak and/or Soft Story*

1. *W1 building cripple wall*, dinding yang pincang atau cacat tidak terlihat di ruang yang terbuka. Dinding pincang adalah dinding yang perimeternya diantara pondasi dan balok pada lantai yang paling rendah.
2. *W1 house over garage*, lantai bawah yang digunakan pada bukaan garasi tanpa kerangka momen baja dan kurang dari 8 dinding pada garis yang sama. Untuk beberapa lantai yang digunakan diatas, maka gunakan 16 dari dinding minimum. Pengubah tidak perlu dipci jika kerangka momen baja ada di pembukaan atau jika ada dinding geser yang berdekatan dengan pembukaan.
3. *W1A building open front*, dimana ada bukaan di pintu atau jendela panjang lebih dari 50% dari panjang bangunan. Ini akan mencakup sebagian besar bangunan dengan parkir yang sempit.
4. *Non-W1 building*, panjang pada sistem lateral dinding geser kurang dari 50% pada lantai yang diatas atau ketinggian lantai apapun lebih dari 2 kali ketinggian dinding geser diatas. Pengecualian W1 dimaksudkan untuk menghindari perhitungan ganda pengubah skor *open-front*.

5. *Non-WI building*, panjang pada sistem lateral lantai adalah antara 50%-75% dari tinggi dinding geser diatas atau pada ketinggian dari dinding geser adalah antara 1,3-2,0 kali ketinggian dinding geser.

2.9.3.3 Setback

1. *Vertical elements of the lateral system at an upper story are outboard of those at the story below causing the diaphragm to cantilever at the offset.* Kondisi ini terjadi ketika tapak bangunan pada level yang lebih rendah lebih kecil daripada level yang diatas, kondisi ini sangat parah karena diafragma harus dapat menstabilkan kembali sebagian dalam bangunan daripada hanya membentang diantara elemen lateral. Jika ada kolom di bawah dinding lantai atas yang tidak terputus, mereka dapat mengalami gaya terbalik yang besar dari dinding diatas dan dapat mempertahankan penyimpangan besar dari aksi kantilever diafragma lantai yang tepat diatasnya.
2. *Vertical elements of the lateral load system at upper stories are inboard of those at lower stories.* Dalam hal ini lantai atas diatur kembali dari lantai bawah sehingga jejak bangunan di lantai bawah lebih besar daripada di bagian atas.
3. *There is an in-plane offset of the lateral elements that is greater than the length of the element.* Contohnya dari kerangka yang diperkuat memiliki kawat gigi di lantai X+1 di satu titik, tetapi pada lantai X berada di titik yang berbeda. Dalam kasus dinding geser di lantai X+1 tidak tumpang tindih dengan dinding geser di lantai X.

2.9.3.4 Short Column / Pier

1. C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: *At least 20% of columns (or piers) along a column line in the lateral system have height/depth ratios less than 50% of the nominal height/depth ratio at that level.* Pada tiang atau pilar ini cenderung lebih kaku dan akan mengalami gaya yang lebih tinggi dan dapat

mengalami kerusakan yang parah sebelum beban didistribusikan ke kolom atau pilar lainnya.

2. C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: *The column depth (or pier width) is less than one half of the depth of the spandrel, or there are infill walls or adjacent floors that shorten the column.* Dua kondisi yang dijelaskan dalam pernyataan ini tidak lebih dibandingkan dengan kondisi pada pernyataan kolom/pilar yang pertama.

2.9.3.5 Split Level

There is a split level at one of the floor levels or at the roof. Kondisi ini menciptakan diskontinuitas diafragma pada lantai atau atap.

2.9.3.6 Other Irregularity

Pernyataan berikut memungkinkan *screener* untuk menerapkan skor modifikasi jika ketidakteraturan vertikal yang diamati tidak dipertimbangkan oleh pernyataan penyimpangan lainnya. Pernyataan ini dapat dipicu oleh penyimpangan beban yang diamati atau kondisi yang tidak biasa seperti kolam atap.

2.9.4 Plan Irregularities

Berdasarkan FEMA P-154 jumlah pengubah skor dalam bagian ini tergantung pada suatu batasan dimana PL2 harus dicatat dalam ruang yang disediakan di kolom subtotal. Batas untuk PL2 didefinisikan pada formulir level 2 dan nilai yang sama dengan pengubah angka *plan irregularity* pada formulir level 1 (PL1).

1. *Torsional irregularity: Lateral system does not appear relatively well distributed in plan in either or both directions. (Do not include the W1A open front irregularity listed above.)* W1A dengan pengecualian *building open front* karena penalti telah diterapkan pada bagian ketidakteraturan vertikal dan tidak perlu perhitungan ganda/dua kali.
2. *Non-parallel systems: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other.* Ini mengartikan bahwa

garis kolom atau dinding geser tidak bertemu pada sudut yang benar dan dianggap dengan ketidakaturan sedang.

3. *Reentrant corner: Both projections from an interior corner exceed 25% of the overall plan dimension in the direction.* Dianggap hanya ketidakaturan sedang karena kerusakan cenderung terkonsentrasi di sudut rentan, tetapi keruntuhan secara keseluruhan diperkirakan lebih kecil daripada bangunan yang tidak teratur torsinya. Pertimbangan tambahan harus dibuat untuk dinding kaku, bangunan diafragma yang fleksibel dimana garis kerentanan yang lebih kecil dapat memulai kerusakan bangunan lokal atau runtuh sebagian.
4. *Diaphragm opening: There is an opening in the diaphragm with a width over 50% of the total diaphragm width at the level.* Ini dianggap hanya ketidakaturan sedang dengan dampak kurang dari sudut kerentanannya.
5. *C1,C2 building out-of-plane-offset: The exterior beams do not align with the columns in plan.* Ketidakaturan ini memiliki skor modifikasi yang relatif tinggi karena dapat menyebabkan kerusakan sendi dan potensi keruntuhan ketika sambungan balok ke kolom tidak cukup diperkuat. Dampak dari kondisi bervariasi dengan seberapa besar keseimbangan garis tengah balok dari garis tengah kolom. Dalam kasus yang paling parah, balok sepenuhnya berada di luar kedalaman kolom.
6. *Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affect building's seismic performance.* Pernyataan ini memungkinkan *screener* untuk menerapkan pengubah skor jika suatu ketimpaan rencana yang diamati tidak dipertimbangkan oleh pernyataan ketidakaturan lainnya.

2.9.5 Redundancy

Berdasarkan FEMA P-154 bangunan yang memiliki lebih banyak elemen penahan gaya gempa memiliki redundansi yang lebih besar dan diharapkan berkinerja lebih baik dalam gempa bumi daripada dengan lebih sedikit elemen penahan gaya seismik. Jika bangunan memiliki setidaknya dua sudut elemen

seismik yang menahan gaya disetiap sisi arah bangunannya, dimana ada tingkat redundansi yang cukup dan pernyataan pada formulir itu benar maka *screener* menggunakan pengubah skor positif. Untuk bangunan dengan dinding geser jika jumlah sudut tidak jelas maka sebuah sudut dapat didefinisikan setidaknya sebagai bagian ketinggian lantai atau kejadian.

2.9.6 *Pounding*

Berdasarkan *FEMA P-154* dalam penyaringan level 2, *pounding* dipertimbangkan dalam skor struktural. Ini berbeda dari penyaringan level 1 dimana jika ada potensi *pounding* skor tidak disesuaikan, tetapi evaluasi struktural terperinci secara otomatis dipicu. Di daerah kegempaan sangat tinggi, jika bangunan yang disaring dipisahkan dari struktur yang berdekatan kurang dari 1,5% dari ketinggian yang lebih pendek dari bangunan dan struktur yang berdekatan, *pounding* mungkin menjadi masalah. Ini berkurang menjadi 1% pada tingkat kegempaan sangat tinggi, 0,5% pada tingkat kegempaan sedikit lebih tinggi, 0,25% pada tingkat kegempaan sedang, dan 0,1% di wilayah dengan tingkat kegempaan rendah.

Nilai pemisahan didasarkan pada pertimbangan perpindahan kejadian terburuk di ujung atas kisaran untuk wilayah kegempaan tersebut. Pengubah skor *pounding* bervariasi sesuai dengan tingkat keparahan dari kondisi *pounding* yang ada. Jika jarak pemisah kurang dari ambang batas maka ketiga kondisi dipertimbangkan.

2.9.7 Pernyataan Spesifik Jenis Bangunan

1. *S2 building: "K" bracing geometry is visible.* K bracing adalah ketika kawat *bracing* memotong kolom pada ketinggian menengah tanpa bagian horizontal atau hubungan diafragma. Ketika salah satu kawat *bracing* tertekuk dalam kompresi, maka dapat menempatkan tuntutan horizontal yang tinggi pada kolom dan kolom tersebut dapat meningkatkan risiko kegagalan dan keruntuhan.

2. *C1 building: Flat plate serves as the beam in the moment frame.* Dalam banyak bangunan kerangka momen beton yang lebih lama, lantai plat dasar berfungsi sebagai balok efektif dalam sistem kerangka momen. Namun pelat datar tidak mendetail seperti balok dengan pijakan dan tidak memiliki beban jatuh seperti pelat datar. Pelat datar dengan demikian dapat meningkatkan risiko kegagalan gaya geser yang menyebabkan keruntuhan lokal.
3. *PCI/RM1 building: there are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending.* Jangan menerapkan pengubah skor ini dalam kombinasi pasca tolak ukur dengan pengubah skor yang digunakan kembali. Perhatikan bahwa ikatan atap ke dinding juga dapat diamati pada bangunan C2 dengan diafragma atau kayu. Skor dasar untuk C2 didasarkan pada kondisi yang lebih khas dimana diafragma adalah beton dan diikat ke dinding beton dengan terus menerus. Jadi manfaat untuk diafragma kayu tidak disediakan.
4. *URM: Gable walls are present.* Dinding pelana URM tidak diperkuat dan sering rentan terhadap kegagalan perencanaan. Karena dinding ini sering memberikan dukungan vertikal untuk atap, kegagalan dinding atap pelana dapat mengakibatkan keruntuhan sebagian.
5. *MH: there is a supplemental seismic bracing system provided between the carriage and the ground.* Skor dasar untuk bangunan tipe MH telah ditetapkan dengan asumsi bahwa *bracing seismic* tambahan tidak ada. Dalam beberapa kasus bracing diamati dilapangan, meskipun ini jarang terjadi karena bangunan tipe MH umumnya memiliki rok di semua sisi. Lebih sering *bracing* diketahui hanya ada jika ada kode lokal yang membutuhkan *bracing* atau bagian rumah dimana memiliki persyaratan untuk perkuatan yang spesifik.

2.9.8 Retrofit

Berdasarkan *FEMA P-154* dalam formulir level 2 *screener* dapat menerapkan pengubah skor positif ketika ada bukti bahwa bangunan telah dipasang kembali. Pengubah skor hanya diterapkan ketika *retrofit* komprehensif, dimana elemen yang menangani semua elemen di jalur beban lateral. Elemen-elemen tambahan yang mengurangi bahaya yang dilokalisasi seperti ikatan dinding yang ditambahkan atau menguatkan tembok pembatas.

Retrofit parsial dan *retrofit* saat dalam proses harus dicatat di bagian komentar tanpa menerapkan pengubah skor. Jika *retrofit* tampaknya secara efektif menangkal defisiensi yang diamati, peninjau tidak bisa menerapkan defisiensi maupun skor modifikasi.

Dalam peninjauan visual tidak mungkin bahwa semua elemen dalam jalur beban lateral dapat diamati. Tetapi sering kali memungkinkan untuk melihat elemen vertikal dari *seismic retrofit*, seperti bingkai momen, perkuatan bingkai, dan dinding geser. Sebagai contoh ketika bingkai perkuatan ditambahkan dalam bangunan URM akan diharapkan bahwa ikatan antara diafragma dan dinding telah dipasang, serta tembok pembatas dan atap pelana. Jadi jika elemen vertikal dalam *retrofit* diamati skor modifikasi dapat diterapkan.

2.10 Menentukan Skor Akhir Level 2

Berdasarkan *FEMA P-154* skor akhir level 2 (SL2) dihitung dengan menjumlahkan skor *baseline* (S) dan pengubah skor level 2 VL2, PL2, dan M ada pada skor minimum yang sama yang berlaku untuk skor level 1. Dalam banyak hal tinjauan level 2 menghasilkan skor yang lebih tinggi daripada tinjauan level 1, karena bagian bangunan diperiksa secara lebih rinci dalam penyaringan level 2 pengubah skor bisa menjadi lebih sederhana. Skor akhir lebih akurat mewakili kinerja bangunan yang diharapkan dengan keakuratan yang ternilai.

2.11 Kerusakan dan Kemorosotan

Berdasarkan *FEMA P-154* peninjauan level 2 harus menggunakan penilaian untuk membedakan kerusakan komponen sistem penahan gempa dan kerusakan bangunan lainnya. Peninjau mungkin dapat menentukan apakah retakan yang diamati pada beton disebabkan oleh pemukiman atau karena kerusakan saat gempa yang terjadi sebelumnya. Korosi pada elemen baja yang merupakan bagian utama dari sistem pemikul beban gravitasi atau sistem penahan gempa merupakan penyebab yang lebih besar untuk diperhatikan daripada korosi pada elemen yang murni arsitektur.

2.12 Observasi Bahaya Non-Struktural

Berdasarkan *FEMA P-154* pengubah bahaya non-struktural tidak mempengaruhi probabilitas runtuh sehingga pengubah ini tidak mempengaruhi skor akhir gedung. Di daerah dengan kegempaan rendah bahaya non-struktural dapat menjadi penting untuk pertimbangan keselamatan jiwa dalam gempa bumi yang probabilitasnya kecil. Bagian non-struktural dapat mencelakai seseorang dan mengakibatkan kerugian tertentu. Pernyataan pada bagian formulir terkait dengan bahaya yang jatuh mencakup apakah setiap pernyataan itu benar dan membuat komentar yang relevan saat pernyataan tersebut ditinjau.

OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS				
Location	Statement (Check "Yes" or "No")	Yes	No	Comment
Exterior	There is an unbraced unreinforced masonry parapet or unbraced unreinforced masonry chimney.			
	There is heavy cladding or heavy veneer.			
	There is a heavy canopy over exit doors or pedestrian walkways that appears inadequately supported.			
	There is an unreinforced masonry appendage over exit doors or pedestrian walkways.			
	There is a sign posted on the building that indicates hazardous materials are present.			
	There is a taller adjacent building with an unanchored URM wall or unbraced URM parapet or chimney.			
	Other observed exterior nonstructural falling hazard:			
Interior	There are hollow clay tile or brick partitions at any stair or exit corridor.			
	Other observed interior nonstructural falling hazard:			
Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)				
<input type="checkbox"/> Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety → Detailed Nonstructural Evaluation recommended <input type="checkbox"/> Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety → But no Detailed Nonstructural Evaluation required <input type="checkbox"/> Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety → No Detailed Nonstructural Evaluation required				

Gambar 2.17 Observasi Bahaya Nonstruktural

Ada tujuh pernyataan yang menangani bagian eksterior antara lain:

1. Dinding pembatas batu bata yang tidak diperkuat atau dinding geser yang tidak diperkuat.
2. Kelongsongan yang tebal atau lapisan yang tebal.
3. Kanopi tebal diatas pintu keluar atau trotoar pejalan kaki yang tampaknya tidak didukung dengan baik.
4. Pelengkap pasangan bata yang melebihi pintu atau trotoar pejalan kaki.
5. Adanya bahan yang digunakan pada bangunan yang menunjukkan adanya bahan berbahaya.
6. Adanya bangunan berdampingan yang lebih tinggi dengan dinding URM yang tidak disembunyikan atau dinding pembatas atau dinding geser URM yang tidak diikat.
7. Bahaya jatuh nonstruktural eksterior lain yang diamati.

Dan adanya dua pernyataan yang menangani bagian interior antara lain:

1. Adanya genteng tanah liat atau partisi bata di tangga atau koridor yang keluar.
2. Bahaya jatuh nonstruktural interior lainnya yang diamati.

Setelah meninjau dari setiap pernyataan, *screener* menggunakan penilaian untuk memperkirakan kinerja *seismic* bangunan nonstruktural. Satu dari tiga kotak yang di centang antara lain:

1. Potensi bahaya nonstruktural dengan ancaman yang signifikan terhadap keselamatan jiwa penghuninya sehingga evaluasi nonstruktural yang lebih rinci direkomendasikan.
2. Bahaya nonstruktural diidentifikasi dengan ancaman signifikan terhadap keselamatan jiwa penghuninya tetapi tidak diperlukan evaluasi nonstruktural yang lebih rinci.
3. Ancaman dari bahaya nonstruktural yang rendah terhadap keselamatan jiwa penghuni sehingga tidak diperlukan evaluasi nonstruktural yang lebih rinci.

2.13 Mentransfer Hasil Screening Level 2 ke Formulir Level 2

Berdasarkan *FEMA* P-154 skor final level 2 (SL2) ditransfer ke formulir level 1 dan menggantikan skor final level 1 (SL1). *Screeener* level 2 juga harus menunjukkan formuliur level 1 dari hasil *screening* nonstruktural level 2 kemudian melengkapi atau merevisi bagian bahaya lain dan diperlukannya tindakan dari formulir level 1 berdasarkan hasil yang didapat.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Gedung CDAST Eksakta Universitas Jember yang berlokasi di Jalan Kalimantan No. 37, Krajan Timur, Sumsbersari, Kecamatan Sumsbersari, Kabupaten Jember yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Maps Gedung CDAST Eksakta Universitas Jember

3.2 Sumber Data

Sumber data merupakan faktor yang menyangkut kualitas dari hasil penelitian. Maka dari sumber data menjadi bahan pertimbangan dalam penentuan pengumpulan data. Sumber data sendiri berupa data primer dan data sekunder.

3.2.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari subjek penelitian. Adapun data primer sebagai berikut :

- Foto kondisi gedung CDAST Eksakta Universitas Jember.
- Fungsi gedung CDAST Eksakta Universitas Jember.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat dari permintaan data perencanaan gedung dan data yang diperlukan untuk penelitian yang dilakukan. Adapun data sekunder sebagai berikut :

- a. Lokasi dan *siteplan*.
- b. Gambar *asbuilt drawing*.
- c. Data tanah.
- d. Peta zona gempa dan respon spektra.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini disusun berdasarkan komponen *Rapid Visual Screening (RVS)*. Adapun beberapa komponen yang di perlukan dalam merencanakan dan melaksanakan *RVS* yang dilakukan pada penelitian ini antara lain :

1. Mempelajari data yang sudah diperoleh untuk merencanakan pekerjaan *screening* pada lokasi peninjauan.
2. Pemilihan dan review formulir : Ada tiga jenis formulir yang masing-masing dibagi berdasarkan wilayah kegempaan seperti berikut : rendah (*Low/L*), sedang (*Medium/M*), dan tinggi (*High/H*). Formulir yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3. Menurut pedoman *FEMA P-154*, untuk mengetahui kerentanan suatu bangunan dengan menggunakan metode *RVS*, maka diadakan survey berdasarkan formulir yang disediakan ditunjukkan oleh Gambar 33. Berikut adalah langkah-langkah untuk mengisi formulir *RVS*, yaitu:
 - a. Verifikasi informasi bangunan yang akan ditinjau.
 - b. Survei bangunan untuk mengidentifikasi bentuk dan jumlah lantai dan mensketsa bangunan pada form.
 - c. Foto bangunan.
 - d. Menentukan dan mendokumentasikan jenis hunian.
 - e. Menentukan jenis tanah dan resiko geologis.

- f. Mengidentifikasi penambahan ruangan (renovasi), ketidakteraturan bangunan, dan potensi bahaya dari barang-barang eksterior.
 - g. Menambahkan informasi tentang kondisi yang tidak sesuai dalam struktur bangunan.
 - h. Menentukan tipe bangunan untuk mendapatkan nilai minimal bangunan dengan mengidentifikasi material bangunan, konstruksi bangunan, sistem penahan gempa, dan denah bangunan.
 - i. Mencari penyimpangan bangunan (denah, *vertical irregularity*, tipe tanah) yang akan menurunkan nilai bangunan pada formulir pengisian.
 - j. Menentukan nilai tingkat pertama dengan menambahkan seluruh nilai yang ada termasuk penyimpangannya untuk mendapatkan nilai terakhir.
 - k. Melengkapi pada bagan komentar di bagian bawah formulir (luasnya *review*, bahaya, dan tindakan lainnya yang harus diperlukan).
3. Akuisi dan mempelajari data pra lapangan: Informasi terhadap sistem struktur, usia bangunan dan fungsi bangunan dapat tersedia dari sumber tambahan. Dapat ditulis langsung pada form yang digunakan.
 4. Mempelajari dokumen konstruksi : Dokumen atau data desain dan konstruksi bangunan harus dipelajari sebelum melakukan *survey* lapangan, untuk mengetahui dalam mengidentifikasi jenis sistem struktural bangunan.
 5. Peninjauan secara langsung di lapangan.
 6. Analisa hasil pengisian formulir *RVS*.

3.4 Pengumpulan Data *Rapid Visual Screening*

Setelah memilih formulir berdasarkan pada tingkat kegunaan daerah yang akan ditinjau, formulir ini diselesaikan untuk setiap bangunan yang ditinjau melalui tahap pelaksanaan berikut :

1. Memeriksa dan memperbarui informasi bangunan, ruang yang diselesaikan di bagian kanan pada formulir untuk catatan informasi identifikasi bangunan. (alamat, nama, jumlah lantai, tahun pembangunan, dan data lainnya.)

2. Mengelilingi gedung untuk mengidentifikasi ukuran dan bentuknya, serta menetapkan sketsa bangunan pada formulir. Pada kolom sketsa menginformasikan tinggi bangunan, lebar bangunan, luas bangunan, dan menandai bagian yang retak atau konfigurasi masalah yang signifikan.
3. Menentukan kategori hunian dan melengkapi informasi yang ada.
4. Menentukan jenis tanah, apabila tidak teridentifikasi selama proses perencanaan pra lapangan maka perlu mengidentifikasi jenis tanah yang akan digunakan. Apabila tidak memiliki dasar untuk mengklasifikasikan jenis tanah sehingga dapat diasumsikan dalam jenis tanah D. Asumsi berdasarkan pada *FEMA P-154*.
5. Mengidentifikasi potensi bahaya nonstruktural. Potensi bahaya nonstruktural yang dapat terjadi antara lain: *Unreinforced Chimneys, Parapets, dan Heavy Cladding*.
6. Mengidentifikasi *seismic lateral-load resisting* sehingga mengetahui kegempaan yang terjadi.
7. Mengidentifikasi dan melingkari setiap kategori bangunan pada masing-masing skor modifikasi.
8. Menentukan skor akhir dan menentukan dalam evaluasi lebih rinci diperlukan atau tidak. Berdasarkan hasil pada skor akhir, peninjau dapat mengkategorikan bangunan tersebut apakah aman atau memerlukan evaluasi lebih rinci. Sehingga kemudian memilih pada lingkaran “*YES*” atau “*NO*” di kolom kanan bawah yang mengartikan bahwa penelitian memerlukan evaluasi lebih detail dan lanjut pada form level 2 atau tidak.
9. Mendokumentasikan bangunan dan melampirkan foto. Foto bangunan pada setiap bagian dan bisa melihat keseluruhan bangunan.
10. Bagian komentar, kolom terakhir ini untuk komentar peninjau apabila memberi catatan dengan kondisi bangunan yang tidak terdapat dalam formulir berdasarkan proses *screening*.

3.5 Formulir *Rapid Visual Screening*

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA-154 Data Collection Form

MODERATE Seismicity

	Address: _____ _____ Zip _____ Other Identifiers _____ No. Stories _____ Year Built _____ Screener _____ Date _____ Total Floor Area (sq. ft.) _____ Building Name _____ Use _____														
PHOTOGRAPH															
Scale: _____															
OCCUPANCY	SOIL TYPE														
Assembly Govt Office Commercial Historic Residential Emer. Services Industrial School	A B C D E F Hard Avg. Dense Stiff Soft Poor Rock Rock Soil Soil Soil Soil														
Number of Persons 0 – 10 11 – 100 101-1000 1000+	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Cladding <input type="checkbox"/> Other: _____														
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
FINAL SCORE S															
COMMENTS															Detailed Evaluation Required YES NO

* = Estimated, subjective, or unreliable data BR = Braced frame MRF = Moment-resisting frame SW = Shear wall
 DNK = Do Not Know FD = Flexible diaphragm RC = Reinforced concrete TU = Tilt up
 LM = Light metal RD = Rigid diaphragm URM INF = Unreinforced masonry infill

Gambar 3.2 Formulir *Rapid Visual Screening* Level 1

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

Level 2 (Optional)

FEMA P-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

Bldg Name:	Final Level 1 Score: $S_{L1} =$	(do not consider $S_{L1} < 0$)
Screened:	Level 1 Irregularity Modifiers: Vertical Irregularity, $V_{L1} =$	Plan Irregularity, $P_{L1} =$
Date/Time:	ADJUSTED BASELINE SCORE: $S^* = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) =$	

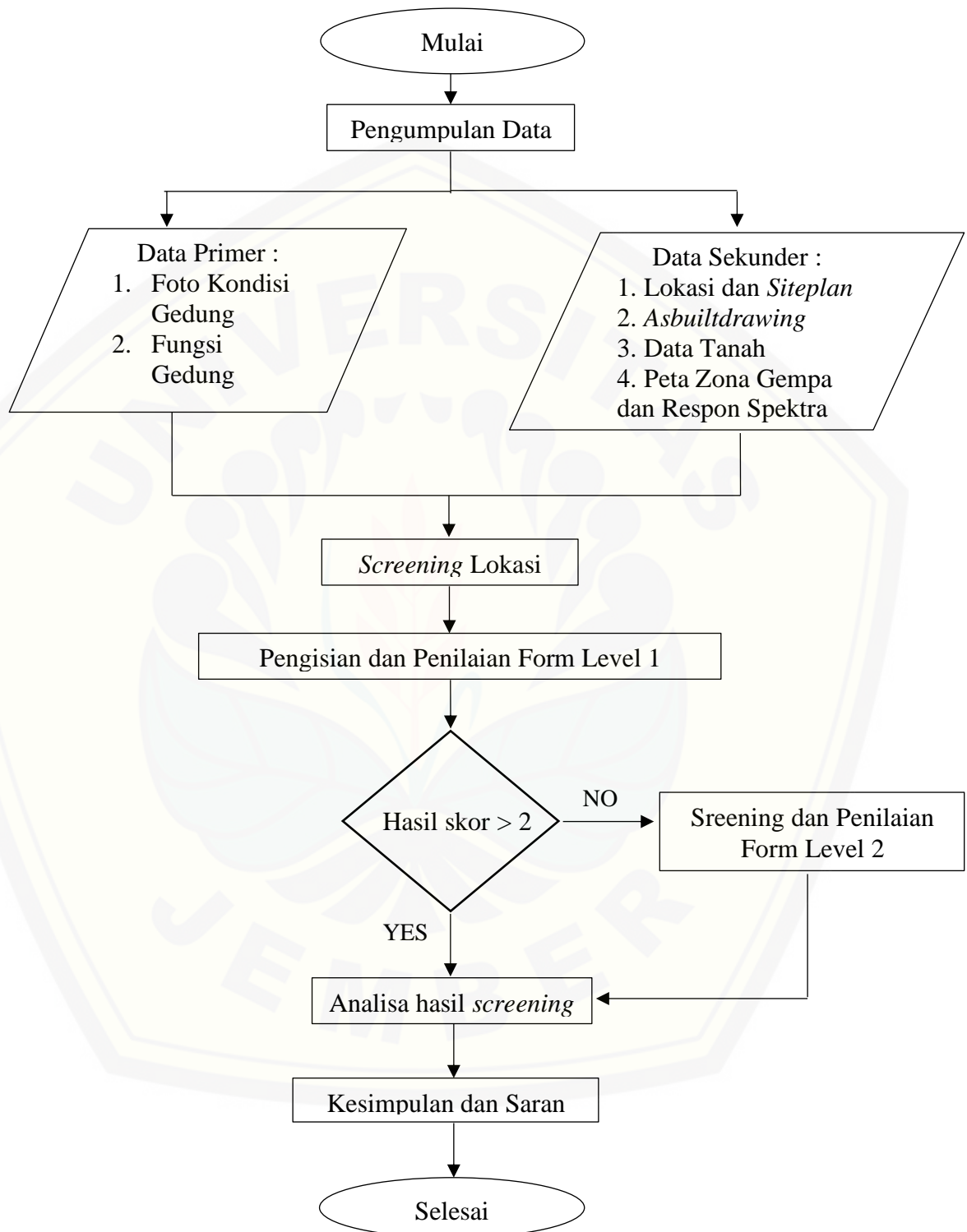
STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE				
Topic	Statement (If statement is true, circle the "Yes" modifier; otherwise cross out the modifier.)	Yes	Subtotal:	
Vertical Irregularity, V_{L1}	Sloping Site	W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other. Non-W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-1.2 -0.3	
	Weak and/or Soft Story (check one maximum)	W1 building cripple wall: An unbraced cripple wall is visible in the crawl space.	-0.6	
		W1 house over garage: Underneath an occupied story, there is a garage opening without a steel moment frame, and there is less than 8' of wall on the same line (for multiple occupied floors above, use 16' of wall minimum).	-1.2	
		W1A building open front: There are openings at the ground story (such as for parking) over at least 50% of the length of the building.	-1.2	
	Setback	Non-W1 building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above.	-0.5	
		Non-W1 building: Length of lateral system at any story is between 50% and 75% of that at story above or height of any story is between 1.3 and 2.0 times the height of the story above.	-0.5	
		Vertical elements of the lateral system at an upper story are outboard of those at the story below causing the diaphragm to cantilever at the offset.	-1.0	
	Short Column/Pier	Vertical elements of the lateral system at upper stories are inboard of those at lower stories.	-0.5	
		There is an in-plane offset of the lateral elements that is greater than the length of the elements.	-0.3	
		C1, C2, C3, PC1, PC2, RMI, RM2: At least 20% of columns (or piers) along a column line in the lateral system have height/depth ratio less than 50% of the nominal height/depth ratio at that level.	-0.5	
C1, C2, C3, PC1, PC2, RMI, RM2: The column depth (or pier width) is less than one half of the depth of the spandrel, or there are infill walls or adjacent floors that shorten the column.		-0.5		
Split Level	There is a split level at one of the floor levels or at the roof.	-0.5		
	Other Irregularity: There is another observable severe vertical irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-1.0	$V_{L1} =$	
	Other Irregularity: There is another observable moderate vertical irregularity that may affect the building's seismic performance.	-0.5	(Cap at -1.2)	
Plan Irregularity, P_{L1}	Torsional irregularity: Lateral system does not appear relatively well distributed in plan in either or both directions. (Do not include the W1A open front irregularity listed above.)	-0.7		
	Non-parallel system: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other.	-0.4		
	Reentrant corner: Both projections from an interior corner exceed 25% of the overall plan dimension in that direction.	-0.4		
	Diaphragm opening: There is an opening in the diaphragm with a width over 50% of the total diaphragm width at that level.	-0.2		
	C1, C2 building out-of-plane offset: The exterior beams do not align with the columns in plan.	-0.4	$P_{L1} =$	
Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.7	(Cap at -1.2)		
Redundancy	The building has at least two bays of lateral elements on each side of the building in each direction.	+0.3		
Pounding	Building is separated from an adjacent structure by less than 1% of the height of the shorter of the building and adjacent structures and:			
	The floors do not align vertically within 2 feet.	(Cap total)	-1.0	
	One building is 2 or more stories taller than the other.	pounding	-1.0	
The building is at the end of the block.	modifiers at -1.2)	-0.5		
S2 Building	"K" bracing geometry is visible.	-1.0		
C1 Building	Flat plate serves as the beam in the moment frame.	-0.4		
PC1/RMI Bldg	There are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending. (Do not combine with post-benchmark or ribbed modifier.)	+0.3		
PC1/RMI Bldg	The building has closely spaced, full height interior walls (other than an interior space with few walls such as in a warehouse).	+0.3		
URM	Gable walls are present.	-0.4		
MH	There is a supplemental seismic bracing system provided between the ceiling and the ground.	+1.2		
Retrofit	Comprehensive seismic retrofit is visible or known from drawings.	+1.4	$M =$	
FINAL LEVEL 2 SCORE, $S_{L2} = (S^* + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{BASE}$ (Transfer to Level 1 form)				
There is observable damage or deterioration or another condition that negatively affects the building's seismic performance. <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No If yes, describe the condition in the comment box below and indicate on the Level 1 form that detailed evaluation is required independent of the building's score.				

OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS				
Location	Statement (Check "Yes" or "No")	Yes	No	Comment
Exterior	There is an unbraced unreinforced masonry parapet or unbraced unreinforced masonry chimney.			
	There is heavy cladding or heavy xerxes.			
	There is a heavy canopy over exit doors or pedestrian walkways that appears inadequately supported.			
	There is an unreinforced masonry appendage over exit doors or pedestrian walkways.			
	There is a sign posted on the building that indicates hazardous materials are present.			
	There is a taller adjacent building with an unanchored URM wall or unbraced URM parapet or chimney.			
Interior	Other observed exterior nonstructural falling hazard:			
	There are hollow clay tile or brick partitions at any stair or exit corridor.			
	Other observed interior nonstructural falling hazard:			
Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)				
<input type="checkbox"/> Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety → Detailed Nonstructural Evaluation recommended				
<input type="checkbox"/> Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety → But no Detailed Nonstructural Evaluation required				
<input type="checkbox"/> Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety → No Detailed Nonstructural Evaluation required				

Comments:

Gambar 3.3 Formulir Rapid Visual Screening Level 2

3.6 Diagram Alir (Flow Chart)



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa menggunakan *Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazard, Handbook 3nd, FEMA P-154, 2015* penilaian kerentanan bangunan gedung CDAST Eksakta Universitas Jember terhadap gempa bumi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa hingga mendapatkan skor akhir / *final score* pada formulir *Rapid Visual Screening (RVS)* bangunan gedung CDAST Eksakta Universitas Jember dengan nilai sebesar 4.8 dapat dikategorikan bahwa bangunan tidak rentan terhadap gempa bumi dan probabilitas keruntuhan gedung tidak teridentifikasi dikarenakan telah memenuhi syarat dari prosedur pada formulir *RVS* yang telah dipenuhi.
2. Analisis metode *Rapid Visual Screening (RVS)* sangatlah baik dalam penilaian atau evaluasi pada kerentanan bangunan gedung terhadap gempa bumi. Dikarenakan penilaian ini menjadi tahap awal untuk mendapatkan hasil berdasarkan keakuratan secara visual untuk pengisian formulir hingga mendapatkan skor akhir atau *final score* yang menyimpulkan gedung yang ditinjau apakah dikategorikan rentan atau tidak terhadap gempa bumi.

5.2 SARAN

Berdasarkan apa yang diperoleh dari hasil analisis kerentanan bangunan gedung terhadap gempa bumi menggunakan *Rapid Visual Screening* adapun saran sebagai berikut:

1. Metode *RVS* dapat dijadikan sebagai langkah awal untuk mengetahui kerentanan bangunan terhadap gempa bumi pada penelitian lain atau studi kasus lain.
2. Untuk meningkatkan keakuratan hasil metode *RVS* dalam hal menentukan nilai kerentanan bangunan terhadap gempa bumi dan probabilitas keruntuhan dalam analisis lebih lanjut dapat dilakukan dengan bantuan *software* untuk menganalisa lebih rinci.

DAFTAR PUSTAKA

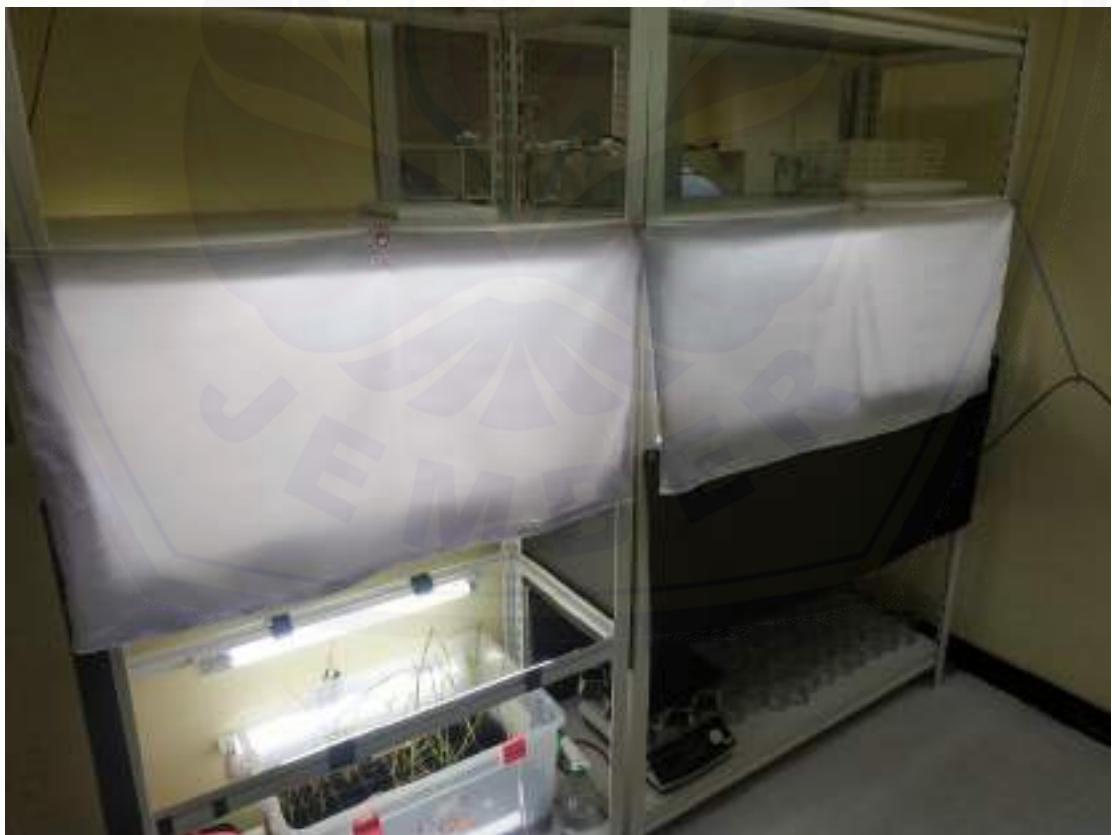
- Fema 154. 2015. *Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazard: A Handbook, Third Edition, Applied Technology Council 201 Redwood Shores Parkway, Suite 240 Redwood City, California 94065.*
- Fema 155. 2015. *Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazard: Supporting Documentation, Third Edition, Applied Technology Council 201 Redwood Shores Parkway, Suite 240 Redwood City, California 94065.*
- Fadilah Alfia Nuri. 2014. *Studi Literatur Rapid Visual Screening untuk Mengetahui Potensi Kerentanan Bangunan Terhadap Bahaya Gempa, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111.*
- Muhammad Heri Zulfiar, Arman Jayadi, Nurwidi Rukmono Jati Saputra. 2018. *Kerentanan Bangunan Rumah Cagar Budaya Terhadap Gempa Bumi Di Yogyakarta, Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.*
- Rahmatul Firdaus. 2016. *Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Dengan Rapid Visual Screening (RVS) Berdasarkan Fema P-154, Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293.*
- Sri Agustin, Reni Suryanita, Zulfikar Djauhari. 2019. *Monitoring Kerentanan Bangunan Gedung Dengan Metode Rapid Visual Screening, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode 28293.*

LAMPIRAN









Digital Repository Universitas Jember











Digital Repository Universitas Jember



Digital Repository Universitas Jember



