

EVALUASI AWAL RESIKO SEISMIK BANGUNAN GEDUNG RUSUNAWA

Novi Dwi Astuti^{1*}, Senot Sangadji², AP Rahmadi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Magister Pemeliharaan dan Rehabilitasi Infrastruktur,
Universitas Sebelas Maret, Surakarta
Jalan Ir. Sutami 36 A, Ketingan, Surakarta, 57126, Jawa Tengah
*Email: novi87.sukamto@gmail.com

ABSTRAK

Tingginya kebutuhan masyarakat atas hunian dan terbatasnya lahan di perkotaan, mengharuskan pemerintah mengambil kebijakan mendorong pembangunan perumahan dan permukiman ke arah vertikal untuk daerah yang berkepadatan tinggi. Pada tahun 2006 Kabupaten Cilacap mendapat alokasi pembangunan Rusunawa. Cilacap merupakan salah satu daerah yang rawan terhadap gempa. Ini terlihat dari beberapa gempa yang terjadi beberapa tahun terakhir. Dengan latar belakang daerah Cilacap yang rawan terhadap gempa dan berada di daerah pesisir, kebutuhan akan analisis yang rasional dan perkiraan-perkiraan objektif yang memiliki resiko harta dan kehidupan bukan hanya kebutuhan akademis. Dengan demikian evaluasi keandalan bangunan diperlukan secara berkala untuk meminimalisasi kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan bangunan. Evaluasi berkala keandalan bangunan dapat dilakukan dengan *Rapid Visual Screening of Buildings* yang selanjutnya digunakan untuk menentukan *Performance Levels Building*. Evaluasi secara cepat dilakukan dengan *Rapid Visual Screening (RVS)* berdasarkan *FEMA (Federal Emergency Management Agency) 154* yang dikembangkan di Amerika Serikat. Proses skrening yang dilakukan di Rusunawa Cilacap mendapatkan skor akhir 0,7 Skor Akhir 0,7 berarti ada peluang 1 dari $10^{0,7}$, atau 1 dari 5 bangunan akan runtuh jika gempa tersebut terjadi. Data base tentang bangunan diperlukan untuk memudahkan rencana dan tahapan rehabilitasi bangunan.

Kata kunci : Resiko seismik, Rapid Visual Screening, Rusunawa

ABSTRACT

The high demand on residential communities and limited land in urban areas, requires the government adopted a policy to encourage housing and settlement development in the direction vertical to the high density areas. In 2006 Cilacap have been allocated Rusunawa development. Cilacap is one area that is prone to earthquakes. This is evident from some of the earthquake that occurred in recent years. With the backdrop of Cilacap areas prone to earthquakes and located in coastal areas, the need for a rational analysis and objective estimates of risk assets and the lives of not only academic needs. Thus the evaluation of the reliability of buildings required periodically to minimize losses caused by damage to the building. Periodic evaluation of the reliability of the building can be done by Rapid Visual Screening of Buildings which are then used to determine the Performance Levels Building. Rapid evaluation conducted by Rapid Visual Screening (RVS) by FEMA (Federal Emergency Management Agency) 154 that was developed in the United States. Screening process conducted in Cilacap Rusunawa get the final score Final Score 0.7 0.7 means there is a chance one of 100.7, or 1 in 5 of the building will collapse if an earthquake occurs. Data base of the building is necessary to facilitate the planning and building stages of rehabilitation.

Keywords: Seismic Risk, Rapid Visual Screening, Rusunawa

PENDAHULUAN

Tingginya kebutuhan masyarakat atas hunian dan terbatasnya lahan di perkotaan,

mengharuskan pemerintah mengambil kebijakan mendorong pembangunan perumahan dan

permukiman ke arah vertikal untuk daerah yang berkepadatan tinggi.

Pada tahun 2006 Kabupaten Cilacap mendapat alokasi pembangunan Rusunawa. (Rusunawa komitmen bersama penanganan permukiman kumuh, ditjen ciptakarya :2012)

Cilacap merupakan salah satu daerah yang rawan terhadap gempa. Dengan latar belakang daerah Cilacap yang rawan terhadap gempa dan berada di daerah pesisir, struktur bangunan harus dirancang tahan terhadap perubahan beban-beban dinamik terutama yang diakibatkan oleh perubahan alam seperti gempa sepanjang umur pelayanan yang direncanakan. Dengan begitu, di daerah seismic, kebutuhan akan analisis yang rasional dan perkiraan-perkiraan objektif yang memiliki resiko harta dan kehidupan bukan hanya kebutuhan akademis. (Tommy Ilyas,2006). Dengan demikian evaluasi keandalan bangunan diperlukan secara berkala untuk meminimalisasi kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan bangunan. Evaluasi berkala keandalan bangunan dapat dilakukan dengan Rapid Visual Screening of Buildings.

Salah satu cara untuk mengevaluasi resiko seismik bangunan gedung adalah dengan melakukan evaluasi struktur secara cepat dengan Rapid Visual Screening (RVS) berdasarkan FEMA (Federal Emergency Management Agency) 154 yang dikembangkan di Amerika Serikat. RVS telah dikembangkan untuk mengidentifikasi, inventarisasi, dan menscreening bangunan yang mempunyai potensi terkena bahaya seismik. RVS digunakan untuk menjadi fase penyaringan awal dari beberapa prosedur untuk mengidentifikasi bangunan yang berpotensi berbahaya.

Lemahnya pencatatan atau data base tentang kondisi kerentanan bangunan gedung di Kabupaten Cilacap menjadi salah satu hambatan untuk menentukan prioritas rehabilitasi bangunan gedung. Evaluasi tentang bagaimana kondisi kerentanan bangunan gedung terhadap

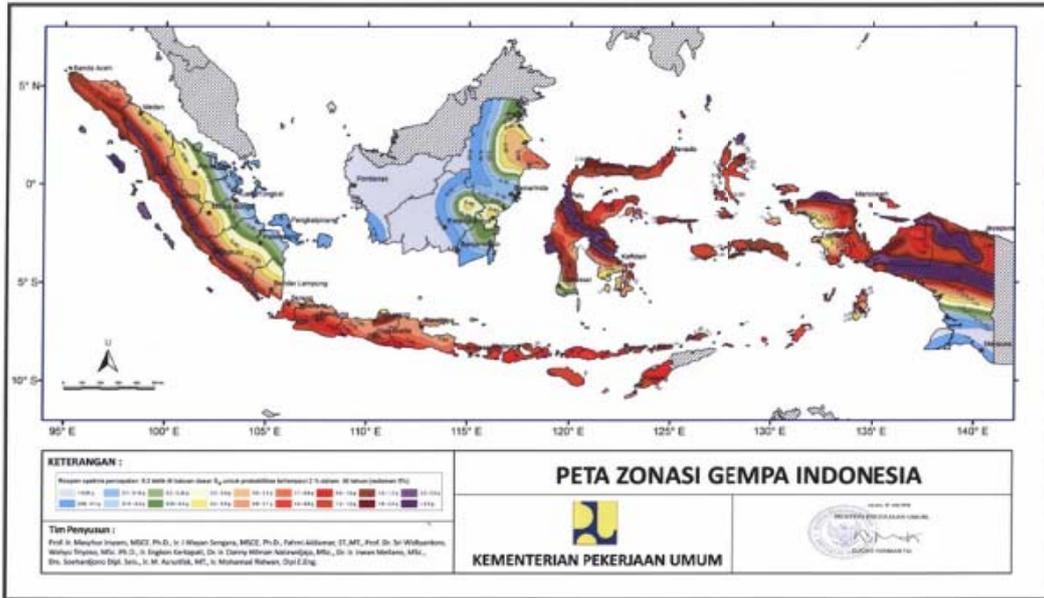
gempa di Cilacap berdasarkan metode Rapid Visual Screening of Buildings akan memberikan gambaran awal resiko bangunan terhadap gempa. Studi kasus adalah Rusunawa Tegalkamulyan Cilacap Blok A dan Blok B. Penelitian ini dimaksudkan untuk memberikan prosedur evaluasi bangunan gedung, dengan melakukan pengambilan sampel-sampel di lapangan sebagai dasar evaluasi sehingga mempermudah petugas di lapangan dalam proses evaluasi bangunan.

Rapid Visual Screening

Rapid Visual Screening (RVS) berdasarkan FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) 154 yang dikembangkan di Amerika Serikat. RVS telah dikembangkan untuk mengidentifikasi, inventarisasi, dan menscreening bangunan yang mempunyai potensi terkena bahaya seismik. RVS digunakan untuk menjadi fase penyaringan awal dari beberapa prosedur untuk mengidentifikasi bangunan yang berpotensi berbahaya. Bangunan yang teridentifikasi dengan RVS berpotensi berbahaya harus dianalisis secara lebih rinci oleh profesional desain seismik yang berpengalaman. Prosedur RVS menggunakan metodologi berdasarkan survei bangunan cepat dan pengisian Formulir Survei. Survei yang dilakukan berdasarkan pengamatan visual bangunan dari luar, dan jika mungkin interiornya.

Ada lima macam Formulir Survei berdasar wilayah seismisitas gempa respon akselerasi spektral 0,2 detik yaitu: Rendah (kurang dari 0,25g), Sedang (antara 0,25g sampai dengan kurang dari 0,5g), Cukup Tinggi (antara 0,5g sampai dengan kurang dari 1,0g) , Tinggi (antara 1,0g sampai dengan kurang dari 1,50g), dan Sangat Tinggi (lebih dari 1,5g). Dalam peta zonasi gempa Indonesia (gambar 1) dapat dilihat akselerasi spektral tiap-tiap wilayah sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam memilih formulir Survei yang akan digunakan untuk screening bangunan.

Gambar 1 Peta Zonasi Gempa Indonesia



Gambar 2 Formulir Survei level 1

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

Level 1
HIGH Seismicity

PHOTOGRAPH

Address: _____ Zip: _____

Other Identifiers: _____

Building Name: _____

Use: _____

Latitude: _____ **Longitude:** _____

Sr: _____ **Sr:** _____

Seismers(s): _____ **Date/Time:** _____

No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ **Year Built:** _____ EST

Total Floor Area (sq. ft.): _____ **Code Year:** _____

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services Shelter
Industrial Office School Government
Utility Warehouse Residential, #Units: _____

Soil Type: A Hard Rock B Avg. Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil DNK / If DNK, assume Type D.

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

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) _____
 Plan (type) _____

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS:

Additional sketches or comments on separate page

SKETCH

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (BRF)	S2 (BRF)	S3 (LM)	S4 (SRC)	S5 (SFM)	C1 (MRF)	C2 (DR)	C3 (SFM)	PC1 (R)	PC2	RM1 (R)	RM2 (R)	URM	SH
Basic Score	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.8	2.9	2.9	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Severe Vertical Irregularity, V ₁	+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	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, V ₂	-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	NA
Plan Irregularity, P ₁	-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	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	-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	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	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	-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	NA
Minimum Score, S_{min}	1.7	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	0.2	1.0

FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1} in S_{min}

EXTENT OF REVIEW

Exterior: Partial All Sides Aerial

Interior: None Visible Entered

Drawings Reviewed: Yes No

Soil Type Source: _____

Geologic Hazards Source: _____

Contact Person: _____

LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?

Yes, Final Level 2 Score, S_{L2} _____ No

Nonstructural hazards? Yes No

OTHER HAZARDS

Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?

Pounding potential (unless S_{L2} > cut-off, if known)

Falling hazards from taller adjacent building

Geologic hazards or Soil Type F

Significant damage/deterioration to the structural system

ACTION REQUIRED

Detailed Structural Evaluation Required?

Yes, unknown FEMA building type or other building

Yes, score less than cut-off

Yes, other hazards present

No

Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)

Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated

No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary

No, no nonstructural hazards identified DNK

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data DNK = Do Not Know

Legend: BR = Braced frame; RC = Reinforced concrete; SW = Shear wall; LM = Light metal; MRF = Moment Resisting Frame; UR = Unreinforced masonry; URM = Unreinforced masonry; RM = Reinforced masonry; RD = Rapid diagnosis

Formulir Survei (ditunjukkan pada Gambar 2) terdiri atas ruang/isian untuk mendokumentasikan informasi identifikasi bangunan, termasuk kegunaan dan ukuran bangunan, foto bangunan, sketsa, dan dokumentasi data bangunan yang bersangkutan terkait dengan kinerja seismik. Berdasarkan data yang dikumpulkan selama survei, skor dapat dihitung. Skor inilah yang memberikan indikasi kinerja seismik bangunan gedung.

Sebelum melakukan survei ke lapangan ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu menentukan tujuan dan sasaran dari program RVS dan bagaimana hasilnya akan digunakan. melakukan rencana pra lapangan dan menentukan formulir mana yang akan digunakan untuk melakukan survei.

Langkah-langkah pengisian Formulir survei dalam RVS adalah sebagai berikut :

1. Memverifikasi dan memperbarui informasi identifikasi bangunan;
Kolom isian ini disediakan di bagian kanan atas dari Formulir Data Survei Level 1 (lihat Gambar 2 untuk mendokumentasikan informasi identifikasi bangunan (alamat, nama bangunan, penggunaan, lintang dan bujur, dan nilai-nilai gerakan tanah spesifik pada lokasi), nama dari screener, tanggal dan waktu skrening.. Informasi dapat diisi secara manual, atau dapat di cetak pada label kemudian ditempelkan atau dicetak langsung ke Formulir Data Survei.
2. Berjalan di sekitar gedung untuk mengidentifikasi jumlah lantai, bentuk, dan membuat sketsa denah dan elevasi di Formulir isian;
3. Memotret bangunan;
4. Menentukan dan mendokumentasikan kegunaan hunian;
Sembilan kelas hunian di RVS dijelaskan sebagai berikut:
 - Gedung pertemuan. Tempat-tempat pertemuan umum adalah tempat kelompok besar orang mungkin akan berkumpul di satu ruangan pada waktu yang sama. Contohnya adalah teater, auditorium.
 - Komersial. Kelas hunian komersial mengacu pada bisnis ritel dan grosir, lembaga keuangan, restoran.
 - Layanan Darurat. Kelas layanan darurat didefinisikan sebagai fasilitas yang kemungkinan akan dibutuhkan dalam bencana besar.
 - Industri. Termasuk dalam kelas hunian industri adalah pabrik-pabrik.
 - Kantor. Khas bangunan kantor rumah administrasi, manajemen, dan profesional tingkat hunian jasa.
 - Perumahan. kelas hunian ini mengacu pada bangunan tempat tinggal.

Screener harus menunjukkan jumlah unit hunian di gedung pada baris di sebelah kata "Residential."

- Sekolah. Kelas hunian ini mencakup semua fasilitas pendidikan publik dan swasta.
 - Utilitas. Kelas hunian ini mencakup semua bangunan rumah utilitas publik atau swasta, seperti pembangkit listrik, fasilitas pengolahan air, dan gardu listrik.
 - Gudang. Kelas hunian ini meliputi gudang besar di mana barang-barang yang disimpan dan gudang komersial.
5. Menentukan jenis tanah dan bahaya geologi, seperti yang diidentifikasi selama proses perencanaan pra-lapangan;
Jenis tanah harus diidentifikasi selama proses perencanaan pralapangan. Jika jenis tanah belum ditentukan sebagai bagian dari proses pra-lapangan maka perlu diidentifikasi jenis tanahnya saat pelaksanaan di lapangan. Jika tidak ada dasar untuk mengklasifikasikan jenis tanah, maka diasumsikan jenis tanah D
Tiga jenis bahaya geologi yaitu likuifaksi, potensi longsor, dan retak permukaan. Salah satu dari tiga kondisi ini dapat meningkatkan risiko bangunan rusak dan hancur selama gempa bumi. Jika salah satu dari bahaya ini diidentifikasi pada bangunan, Evaluasi Struktur Detil bangunan sangat diperlukan. Bahaya geologi dapat diidentifikasi dan didokumentasikan pada formulir data Survei selama perencanaan pra-lapangan.
 6. Mengidentifikasi kedekatan, ketidakberaturan bangunan, dan setiap potensi bahaya jatuhnya eksterior;
Interaksi antara bangunan yang berdekatan dapat menyebabkan beberapa jenis kerusakan selama gempa bumi. Di daerah kegempaan yang sangat tinggi, jarak minimum antara dua bangunan adalah 2 inci (1inci=2,54cm) per lantai. Di daerah kegempaan tinggi, jarak minimum adalah 1 1/2 inci per lantai. Di daerah kegempaan Cukup Tinggi, jarak minimum adalah 1 inci per lantai. Pada daerah kegempaan Moderat dan rendah, jarak minimum adalah 1/2 inci per lantai.
Ketidakteraturan bangunan vertikal untuk Tingkat level 1 RVS, ketidakteraturan vertikal dibagi lagi menjadi ketidakteraturan vertikal berat dan ketidakteraturan vertikal moderat. Ketidakberaturan horizontal meliputi: torsi, non parallel system, reentran corner, diaphragm openings, balok tidak sejajar dengan kolom.

Bahaya jatuhnya non struktural seperti cerobong asap, parapets, cornice, veneers, overhang, dan heavy cladding dapat menimbulkan bahaya.

7. Menambahkan komentar tentang kondisi yang tidak biasa atau keadaan yang dapat mempengaruhi screening;
Sistem penilaian RVS dibuat dengan asumsi bahwa bangunan dibangun dari bahan yang berkualitas. Kerusakan elemen struktur memiliki dampak yang signifikan pada kinerja yang diharapkan dari sebuah bangunan, oleh karena itu kerusakan elemen struktur perlu diketahui/direkam saat melakukan survei. Bangunan yang kurang terpelihara dan menunjukkan tanda-tanda jelas kerusakan akibat pelapukan elemen struktural utama adalah kandidat untuk penyelidikan lebih lanjut.
8. Mengidentifikasi sistem dukung beban gravitasi, dan sistem penahan gaya lateral gempa untuk mengidentifikasi tipe bangunan FEMA (memasuki gedung, jika mungkin, untuk memfasilitasi proses ini) dan melingkari Skor Dasar pada Formulir Data Survei;
Tujuh belas tipe bangunan FEMA dalam prosedur RVS :
 - a. Rangka kayu,tempat tinggal untuk satu atau banyak keluarga,satu atau lebih dari satu lantai (W1)
 - b. Rangka kayu multi-unit, rumah susun dengan luas setiap lantai yang > 3.000 ft²(W1A)
 - c. Rangka kayu bangunan komersial dan industri dengan luas lantai > 5.000 ft²(W2)
 - d. Bangunan baja rangka pemikul momen (S1)
 - e. Bangunan rangka baja dengan bracing (S2)
 - f. Bangunan light metal/baja ringan (S3)
 - g. Bangunan rangka baja dengan shear wall beton cor di tempat (S4)
 - h. Bangunan rangka baja dengan dinding batu tanpa perkuatan (S5)
 - i. Bangunan beton dengan rangka pemikul momen (C1)
 - j. Bangunan beton dengan dinding geser (C2)
 - k. Bangunan beton dengan dinding pasangan bata tanpa perkuatan (C3)
 - l. Bangunan Tilt -up (PC1)
 - m. Bangunan rangka beton pracetak (PC2)
 - n. Bangunan batu diperkuat lantai fleksibel dan atap diafragma (RM1)
Bangunan batu diperkuat dengan lantai kaku dan atap diafragma(RM2)
- o. Bangunan batu tanpa perkuatan dengan bearing - wall (URM)
- p. Manufactured Housing/Rumah Produksi (MH).
9. Melingkari atribut kinerja seismik pada Score Pengubah yang sesuai.
Setelah screener telah menyelesaikan bagian atas setengah dari data formulir survei level 1 dan mengidentifikasi tipe bangunan FEMA, screener siap untuk menghitung RVS bangunan menggunakan matriks penilaian.
 - a. Pre- Code
Ketentuan ini hanya berlaku untuk bangunan di daerah gempa yang tinggi dan moderate. Selain itu ketentuan hanya berlaku apabila bangunan yang diperiksa telah didesain dan dibangun sebelum dimulainya penerapan dan pelaksanaan peraturan gempa (seismic code) yang ada sesuai dengan tipe bangunannya.
 - b. Post-Benchmark
Ketentuan ini berlaku apabila bangunan yang diperiksa telah didesain dan dibangun setelah dimulainya penerapan dan pelaksanaan peraturan gempa (seismic code) yang ada sesuai dengan tipe bangunannya.
10. Menentukan Score,Final Level 1 ,SL1 (dengan menyesuaikan Skor Dasar dari Langkah 8 dengan Pengubah Skor diidentifikasi pada Langkah 9);
Skor akhir level satu didapat dengan mengurangi skor dasar dengan skor pengubah. Screener memperhatikan skor yang diperoleh,jika lebih sedikit dari skor minimum maka yang digunakan adalah skor minimum. Jika screener ragu atau tidak yakin tentang pilihan untuk sistem struktural, seperti dalam kasus bangunan yang tertutup façade sistem strukturalnya, screener harus melingkari DNK untuk "FEMA Building Type," yang menunjukkan screener tidak tahu. Dalam hal ini, nilai SL1 tidak dapat dihitung. Pengubah Skor dikembangkan dengan menghitung probabilitas keruntuhan pada berbagai kondisi. Menjumlahkan beberapa pengubah skor bisa melebihi efek gabungan dari beberapa kondisi dan dapat mengakibatkan skor akhir kurang dari nol. Skor negatif menandakan probabilitas keruntuhan lebih besar dari 100%, yang tidak mungkin.
11. Melengkapi bagian ringkasan di bagian bawah Formulir (yaitu, Tingkat Review, Bahaya lain dan aksi yang diperlukan).

Langkah terakhir untuk menyelesaikan survei pengumpulan data Level 1 adalah untuk menunjukkan tindakan yang diperlukan. Berdasarkan informasi yang dikumpulkan selama screening, screener menunjukkan apakah evaluasi rinci bangunan diperlukan.

Interpretasi Skor RVS

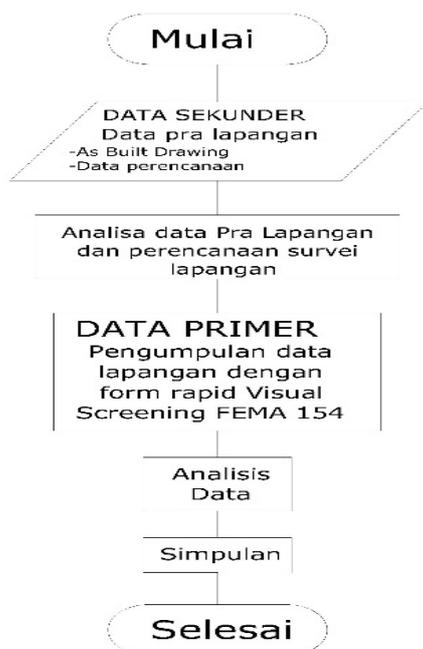
Skor akhir bangunan, S, diketahui berdasarkan pada skor dasar dan skor pengubah terkait dengan atribut berbagai kinerja. Skor akhir S adalah perkiraan probabilitas keruntuhan jika gempa terjadi dengan gerakan tanah disebut gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget, MCER.

Skor Akhir 3 berarti ada peluang 1 dari 10³, atau 1 dari 1.000 bangunan akan runtuh jika gerakan tanah tersebut terjadi. Skor Akhir 2 berarti ada peluang 1 dari 10², atau 1 dari 100 bangunan akan runtuh jika gerakan tanah tersebut terjadi

Data Sekunder data yang didapat tidak secara langsung di lapangan, berupa laporan-laporan atau dokumen yang meliputi:

- a. Peta zonasi gempa.
- b. Jenis pemeliharaan bangunan rusunawa pada tahun anggaran sebelum dilakukan penelitian.
- c. As built drawing dan data perencanaan rusunawa Cilacap.

Metode penyelesaian seperti pada bagan alir (gambar 3) berikut:



Gambar 3. Bagan alir penyelesaian penelitian

METODE

Metode *Rapid Visual Screening* yang digunakan adalah *Rapid Visual Screening* FEMA 154.

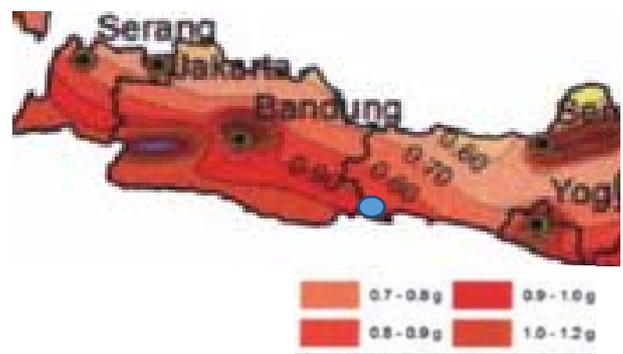
- Teknik Pengumpulan Data
Data Primer didapatkan dari survei lapangan untuk mengetahui kondisi fisik bangunan yang menjadi obyek penelitian. Data sekunder diambil dari instansi instansi yang terkait : Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang kabupaten Cilacap. Studi kepustakaan yaitu melakukan pencarian sumber-sumber informasi yang diperlukan, buku-buku literatur, jurnal dan situs internet.
- Data yang Dikumpulkan

Data Primer yang didapatkan dengan cara melaksanakan survei langsung di lapangan meliputi:

- a. Dokumentasi kondisi rusun, dan identifikasi jenis kerusakan.
- b. Wawancara langsung dengan instansi teknis sebagai pengelola bangunan.

Studi Kasus

Kabupaten Cilacap pada periode 0,2 detik percepatan respon gempanya adalah 0,9g (gambar 4) dengan demikian Kabupaten Cilacap termasuk dalam resiko gempa cukup tinggi (moderately high) berdasar pembagian zona gempa FEMA 154



Gambar 4. Peta zona gempa Cilacap

Setelah menentukan formulir RVS yaitu resiko gempa cukup tinggi sebelum survei ke lapangan diisikan terlebih dahulu data pra lapangan seperti identifikasi bangunan, tahun dibangun, peruntukan bangunan, dan jenis tanah. Dilanjutkan dengan survey di lapangan.

Proses pengisian formulir RVS pada gedung Rusunawa Tegalkamulyan Cilacap seperti berikut

No	Kolom	Analisis
1	Identifikasi bangunan	Alamat, Kode Pos, pengguna, letak lintang dan bujur, luas area, jumlah lantai, acuan peraturan, peruntukan bangunan, didapatkan pada

		data pra lapangan dan diverifikasi saat survei lapangan. Nama screener dan tanggal diisikan saat survei
2	Foto	Foto diambil menggunakan kamera saat survei dan sebisa mungkin menampakkan keseluruhan bangunan untuk mengidentifikasi kesesuaian dengan data pra lapangan.
3	Sketsa	Sketsa didapatkan dari dokumen asbuilt drawing dan diverifikasi di lapangan.
4	Jenis tanah	Jenis tanah adalah lunak didapat dari Dinas Cipta karya dan Tata Ruang sebagai pengelola rusun.
5	Peruntukan Bangunan	Peruntukan bangunan adalah untuk perumahan dengan jumlah 48 unit tiap blok. Luas lantai total bangunan 2010 m ²
6	Skor dasar	tipe bangunan FEMA Berdasar dokumen konstruksi merupakan jenis bangunan struktur beton dan sesuai dengan pengamatan survey. Bangunan termasuk tipe bangunan C1.
7	Pengubah skor	Ketidak teraturan vertikal parah karena bangunan termasuk set back out of plane, ketidakberaturan horizontal bangunan termasuk dalam reentran corner, torsi, balok tidak sejajar kolom.
8	Jatuhan bahaya	Pelengkap bangunan berupa pagar teras dan balkon pasangan bata tanpa tulangan, rangka atap selasar/pedestrian berupa rangka kayu yang sudah keropos.
9	Skor akhir	Skor Akhir level 1 adalah $1,3 \geq S_{min}$. Skor akhir level 2 adalah 0,7
10	Komentar	rangka atap selasar/pedestrian berupa rangka kayu yang sudah keropos.
11	Tindakan yang	Diperlukan analisa struktur secara detail. Sistem

diperlukan	penilaian RVS dibuat dengan asumsi bahwa bangunan dibangun dari bahan yang berkualitas. Kerusakan elemen struktur memiliki dampak yang signifikan pada kinerja yang diharapkan dari sebuah bangunan. Bangunan kurang terpelihara dan menunjukkan tanda-tanda jelas kerusakan akibat pelapukan elemen struktural utama adalah kandidat untuk penyelidikan lebih lanjut.
------------	--

Blok A dan Blok B Rusunawa Tegalkamulyan Cilacap sebagai studi kasus untuk penggunaan metode RVS dalam evaluasi awal resiko seismik bangunan gedung rusunawa mendapatkan skor akhir 0,7. Skor Akhir 0,7 berarti ada peluang 1 dari 10^{0,7}, atau 1 dari 5 bangunan akan runtuh jika gempa tersebut terjadi.

SIMPULAN DAN SARAN

Skor akhir dalam proses evaluasi dengan RVS adalah perkiraan probabilitas bangunan akan runtuh jika terjadi gempa. Peluang runtuhnya bangunan sebagai perkiraan negatif logaritma basis-10 dari jumlah gempa bumi yang dapat menyebabkan bangunan runtuh selama umur rencana bangunan, yang umumnya direncanakan 50 tahun.

Dari studi kasus didapatkan bahwa Skor Akhir 0,7 berarti ada peluang 1 dari 10^{0,7}, atau 1 dari 5 bangunan akan runtuh jika gempa tersebut terjadi. Bangunan harus dievaluasi lebih detail karena terjadi kerusakan/deteriorasi pada komponen struktur. Prosedur RVS dapat digunakan untuk evaluasi bangunan yang selanjutnya dapat digunakan sebagai database kondisi bangunan di Kabupaten Cilacap dengan penyesuaian formulir survey.

DAFTAR PUSTAKA

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (Third Edition), FEMA P-154 / January 2015, Federal Emergency Management Agency, Washington DC

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation (Third Edition) FEMA P-155 / January 2015. Federal Emergency Management Agency, Washington DC

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 24/Prt/M/2008 Tentang Pedoman Pemeliharaan Dan Perawatan Bangunan Gedung

Ilyas, T. (2006). Mitigasi Gempa dan Tsunami Didaerah Perkotaan. Seminar Bidang Kerekayasaan Fakultas Teknik-Universitas Samratulangi.

Spesifikasi Teknis pekerjaan pembangunan Rusunawa.2016.

Pemeriksaan Cepat Bangunan untuk Potensi Bahaya Gempa
Formulir Survei FEMA P-154

Level 1
Resiko gempa (seismisitas) Cukup Tinggi

FOTO :

Alamat : JL. LINGKAR SELATAN NO. 3
Kode Pos : 53215
Identifikasi Lain : BLCK @ RUSUNAWA TEGAL KAMULYAN CILACAP
Pengguna : MBR (MUSYAWAKAH BIKREKREASIKAN RENDAH)
Lintang : 7°43'33"LS Bujur : 109°01'20,2"BT
S₁ (periode pendek) : 0,9s S₁ (periode panjang) : —
Surveyor : NOVI DWI ASTUTI Tanggal Survei : 30 JULI 2016

Jumlah lantai : 4 Tingkat atas : 4 Tingkat bawah : 0 Tahun dibangun : 2006 Perkiraan
Luas total lantai bangunan : 2000 m² Acuan Peraturan (tahun) : 1985
Tambahkan bangunan : tidak ada ada, tahun pembangunan : — Perkiraan

Peruntukan bangunan/ kelas hunian : Gedung pertemuan al darurat Komersial Layanan Kantor Sekolah Industri

Jenis Tanah : A B C D E F
 batuan keras batuan lunak sedang lunak tanah khusus

Bahaya Geologi : Uluifaksi : Ya/Tdk/Tdk Tahu Longsor : Ya/Tdk/Tdk tahu
 Retak permukaan : Ya/Tdk/Tdk Tahu

Kedekatan : Pounding Bahaya Jatuhan dari bangunan yang lebih tinggi
Ketidakteraturan : Vertikal (tingkat/keparahan) SET BACK (BERAT) OUT OF PLANE
 Horizontal (tingkat) REENTRANC CORNER

Jatuhnya bahaya eksterior : cerobong asap tanpa tulangan Toksi BALOK TDK SEJARAR
 Parapet Penutup dinding Pelengkap bangunan

Komentar/Keterangan :
- pagar teras (selator = balkon tanpa tulangan (pasangan) lantai tanpa tulangan).
- Rangka atap selator = betupa kayu = keropos

Tambahkan sketsa atau komentar pada halaman terpisah

SKETSA :

Pemeriksaan Cepat Bangunan untuk Potensi Bahaya Gempa
FEMA P-154 Formulir Survei

Level 2 (opsional)
Resiko gempa (seismisitas) Cukup Tinggi

Opsional Level 2 pengumpulan data yang akan dilakukan oleh insinyur sipil atau struktur teknik profesional, arsitek, atau mahasiswa pascasarjana dengan latar belakang dalam evaluasi seismik dan desain bangunan.

Nama Bangunan	: RUSUNAWA	Skor akhir level 1	: 5 = 1,3	(tidak memperhitungkan Smin)
Surveyor	: NOVI	Nilai pengubah Ketidakteraturan Level 1	: Ketidakteraturan Vertikal, V _v = -1	Ketidakteraturan Horizontal, P _h = -0,7
Tanggal/waktu	: 30 JULI 2016	DISESAIKAN SKOR DASAR	S' = (S _v - V _v - P _h) = 1,3 + 1 + 0,7 = 3	

Pengubah skor untuk menambahkan dan disesuaikan dengan skor dasar

Topik	Pernyataan (jika pernyataan benar, lingkari "Ya" pada skor pengubah, jika tidak coret skor pengubah.)	Ya	Sub total	
Ketidakteraturan Vertikal, V _v	Site miring	Bangunan W1 : Ada setidaknya perubahan satu tingkatan lantai dari satu sisi bangunan ke sisi yang lain.	-1,3	V _v = -1,3 (batas skor -1,3)
	Bangunan W1	Bukan bangunan W1 : Ada setidaknya perubahan satu tingkatan lantai dari satu sisi bangunan ke sisi yang lain.	-0,3	
		Bangunan W1 cripple wall: Sebuah cripple wall tanpa pengikat terlihat di ruang bawah lantai/loteng	-0,6	
	Tingkat Lemah dan atau tingkat lunak	W1 rumah di atas garasi: Di bawah sebuah lantai yang dihuni, ada bukaan garasi tanpa frame momen baja, dan ada kurang dari 8' dinding pada baris yang sama (untuk beberapa lantai atas yang dihuni, menggunakan minimum dinding 16').	-1,3	
		W1A membangun depan terbuka: Ada bukaan di lantai dasar (seperti untuk parkir) setidaknya 50% dari panjang bangunan.	-1,3	
	Setback	bangunan non-W1: Panjang sistem lateral pada setiap lantai kurang dari 50% dari lantai di atasnya atau ketinggian lantai manapun lebih dari 2,0 kali tinggi lantai di atasnya.	-1	
		bangunan non-W1: Panjang sistem lateral pada setiap lantai antara 50% dan 75% dari lantai di atasnya atau ketinggian lantai manapun antara 1,3 dan 2,0 kali tinggi lantai di atasnya.	-0,5	
	kolom pendek/pier	elemen vertikal dari sistem lateral pada lantai atas bagian luar dari tidak bersesuaian dengan lantai dibawahnya menyebabkan plat untuk kantilever offset.	-1	
		elemen vertikal dari sistem lateral pada lantai atas bagian dalam tidak bersesuaian dengan lantai yang lebih rendah. * Ada in-plane offset (pengimbangan arah horizontal) dari elemen lateral yang lebih besar dari panjang elemen.	-0,5	
	split level	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: Setidaknya 20% dari kolom (atau pier) di sepanjang garis kolom dalam sistem lateral memiliki perbandingan tinggi / dalam kurang dari 50% rasio tinggi / dalam nominal kolom pada tingkat tersebut. *	-0,5	
C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: kedalaman kolom (atau lebar pier) kurang dari satu setengah dari kedalaman spandrel, atau ada dinding pengisi atau lantai yang berdekatan yang memperpendek kolom.		-0,5		
ketidakteraturan lain	Ada split level di salah satu tingkat lantai atau di atap.	-0,5		
	Ada ketidakteraturan vertikal berat yang dapat mempengaruhi kinerja seismik bangunan.	-1		
Ketidakteraturan Horizontal, P _h	Ada ketidakteraturan vertikal moderat yang dapat mempengaruhi kinerja seismik bangunan.	-0,5	P _h = -1,3 (batas skor -1,3)	
	ketidakteraturan Torsi/puntir: sistem Lateral tidak didistribusikan dengan baik pada salah satu atau kedua arah horizontal. (tidak termasuk W1A)	-0,8		
	ketidakteraturan bukaan depan yang tertantum di atas.)	-0,4		
	sistem non-paralel. Ada satu atau lebih elemen vertikal utama dari sistem lateral yang tidak ortogonal satu sama lain sudut reentrant. Kedua proyeksi dari sudut interior melebihi 25% dari dimensi rencana keseluruhan arah tersebut.	-0,4		
	bukaan Diaphragma. Ada sebuah lubang di diaphragma dengan lebar lebih dari 50% dari total lebar diaphragma pada tingkat ini	-0,3		
Redudansi	bangunan C1, C2 out-of-plane offset: balok eksterior tidak sejajar dengan kolom dalam arah horizontal	-0,4		
	ketidakteraturan lainnya. Ada ketidakteraturan horizontal lain yang sangat mempengaruhi kinerja seismik bangunan diamati	-0,8		
	Bangunan ini memiliki setidaknya dua bay elemen lateral pada setiap sisi bangunan di setiap arah.	0,3		

Skor Dasar, Pengubah, dan Skor Akhir level 1																	
Tipe Bangunan FEMA	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC)	SS (URM-INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM-INF)	PCI (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Skor Dasar	4,1	3,7	3,2	2,3	2,2	2,9	2,2	2	1,7	2,1	1,4	1,8	1,5	1,8	1,8	1,2	2,2
Ketidakteraturan Vertikal Parah, V1	-1,3	-1,3	-1,3	-1,1	-1	-1,2	-1	-0,9	-1	-1,1	-0,8	-1	-0,9	-1	-1	-0,8	NA
Ketidakteraturan Vertikal Sedang, V1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,7	-0,6	-0,8	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	NA
Ketidakteraturan Horizontal, P1	-1,3	-1,2	-1,1	-0,9	-0,8	-1	-0,8	-0,7	-0,7	-0,9	-0,6	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,5	NA
Pre-Code	-0,8	-0,9	-0,9	-0,5	-0,5	-0,7	-0,6	-0,2	-0,4	-0,7	-0,1	-0,4	-0,3	-0,5	-0,5	-0,1	-0,3
Post-Benchmark	1,5	1,9	2,3	1,4	1,4	1	1,9	NA	1,8	2,1	NA	2,1	2,4	2,1	2,1	NA	1,2
Jenis tanah A atau B	0,3	0,6	0,9	0,6	0,9	0,3	0,9	0,9	0,6	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9
Jenis tanah E (1-3 lantai)	0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	0	-0,4	-0,5	-0,2	-0,2	-0,4	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,5
Jenis tanah E (>3lantai)	-0,5	-0,8	-1,2	-0,7	-0,7	NA	-0,7	-0,6	-0,8	-0,8	NA	-0,5	-0,6	-0,7	-0,3	NA	NA
Skor Minimum	1,6	1,2	0,8	0,5	0,5	0,9	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	1,4
Skor akhir level 1, $S_4 \geq S_{min}$	1,3, 7, 5 MIN																
Tingkat Riview	Bahaya Lain																
Eksterior	Apakah ada bahaya yang memicu perlu dilakukan detail struktur?																
Interior	Apakah Evaluasi struktural secara detail diperlukan?																
Review gambar	<input type="checkbox"/> Ya, Tipe bangunan FEMA tidak diketahui atau bangunan lain <input type="checkbox"/> Ya, skor kurang dari cut-of <input type="checkbox"/> Ya, Bahaya lain ada <input checked="" type="checkbox"/> Tidak																
Sumber jenis Tanah	Apakah Evaluasi non-struktur secara detail direkomendasikan?																
Sumber Bahaya Geologi	<input type="checkbox"/> Ya, bahaya non-struktural teridentifikasi jadi harus dievaluasi <input checked="" type="checkbox"/> Tidak, bahaya non-struktural mungkin ada yang memerlukan mitigasi tetapi evaluasi detail tidak diperlukan <input type="checkbox"/> Tidak, tidak ada bahaya nonstruktural yang teridentifikasi <input type="checkbox"/> Tidak tahu																
Contact Person	0812687770 (M. Munir) - Bang. Tek. Banyu																
Skrening level2 dilakukan ?	<input type="checkbox"/> Ya, Skor akhir Level 2, S_4 <input type="checkbox"/> tidak																
Bahaya nonstruktural ?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> tidak																
Ketika informasi tidak dapat diferifikasi, screener harus menulis Perkiraan atau tidak andal/ragu-ragu atau Tidak tahu																	

Keterangan:
 MRF = Momen Resisting Frame RC = Reinforced Concrete URM INF= Unreinforced Masonry Infill MH = Manufactured housing
 BR = Braced Frame SW = shear Wall TU =Tilt Up LM=Light metal RD = Rigid Diaphragm

Pounding	ada perbedaan ketinggian 2kaki(61 cm) antar plat lantai yang berdekatan	-1
	kurang dari 5% dari ketinggian bangunan yang lebih pendek dari struktur yang berdekatan dan :	-1
	salah satu bangunan 2 lantai atau lebih, lebih tinggi dari yang lain	-0,5
	Bangunan pada akhir deretan tiga atau lebih bangunan	-1,3
Tipe bangunan S2	Terdapat penguat tipe K	-1
Tipe bangunan C1	Pelat datar berfungsi sebagai balok dalam rangka moment	-0,5
Bangunan PC1/RM1	Ada ikatan antara atap dengan dinding yang terlihat atau diketahui dari gambar yang tidak bergantung pada cross grain bending. (Jangan menggabungkan dengan post-benchmark atau pengubah pada kolom retrofit.)	0,3
Bangunan PC1/RM1	Bangunan berjarak yang dekat, dinding interior dengan tinggi maksimal (daripada ruang interior dengan sedikit dinding seperti di gudang)	0,3
URM	ada dinding atap pelana	-0,4
MH	Ada sistem perkuatan seismik tambahan yang tersedia antara carriage dan tanah.	1,2
Retrofit	Komprehensif retrofit seismik terlihat atau diketahui dari gambar.	1,4
Skor Final level 2, $S_4 = (S' + V_4 + P_4 + M) \geq S_{min}$	$= 3 - 1,3 - 1,3 + 0,3 = 0,7$	(pindahkan ke formulir level 1)
Ada kerusakan dan deteriorasi yang teramati atau kondisi lain yang memberi efek negatif pada kinerja seismik bangunan gedung	Ya / Tidak	
Jika ya, gambarkan kondisi di kotak komentar di bawah ini dan tunjukkan pada formulir Level 1 bahwa evaluasi rinci diperlukan terlepas dari skor bangunan.		
PENGAMATAN BAHAYA NON STRUKTURAL		
Lokasi	Pernyataan (Tandai "Ya" atau "Tidak")	Ya / Tidak / keterangan
Eksterior	Terdapat dinding tanpa penguat dan perkuatan atau cerobong asap tanpa perkuatan dan tanpa penguat	✓
	Terdapat heavy cladding atau heavy veneer	✓
	Terdapat kanopi berat di atas pintu keluar atau pedestrian yang tidak cukup dukungan."	✓
	Terdapat dinding bata tambahan tanpa perkuatan di atas pintu keluar atau pedestrian pejalan kaki	✓
	Terdapat tanda yang dipasang pada bangunan yang menunjukkan ada material berbahaya	✓
	Terdapat bangunan berdekatan yang lebih tinggi dengan dinding URM tidak terikat atau tanpa penguat atau cerobong asap tanpa penguat.	✓
	terdapat bahaya jatuh eksterior nonstruktural lain teramati	✓
Interior	ada lobang/ronggga pada ubin keramik atau partisi batu bata pada tiap tangga atau koridor keluar	✓
	bahaya jatuh non struktural interior lain teramati.	✓
Perkiraan Kinerja Seismik Nonstruktural (Tandai kotak yang sesuai dan pindahkan ke bagian simpulan formulir level 1)	<input type="checkbox"/> Potensi ancaman Bahaya nonstruktural yang signifikan untuk keamanan jiwa penghuni --> Evaluasi non-struktural lengkap/detail dianjurkan <input checked="" type="checkbox"/> Bahaya non-struktural diidentifikasi dengan ancaman signifikan bagi keselamatan hidup (life-safety) penghuni --> Tapi tidak diperlukan Evaluasi non-struktural lengkap/detail <input type="checkbox"/> bahaya nonstruktural Rendah atau tidak ada ancaman untuk keselamatan hidup penghuni --> Evaluasi non-struktural lengkap tidak diperlukan	
KETERANGAN	Rangka atap kayu sebagian keropos, penutup atap sebagian tidak ada.	