

## Asesmen Cepat Kerentanan Bangunan Sekolah Muhammadiyah Terhadap Gempabumi di Kecamatan Kasihan Bantul DIY

(Rapid Vulnerability Assesment of Muhammadiyah School buildings due to Earthquake in Kasihan Bantul DIY)

RESTU FAIZAH, MUHAMMAD IBNU SYAMSI

### ABSTRACT

School buildings are included as buildings with risk category IV (SNI 1726: 2012) because it is potentially causing multiple casualties if earthquakes occur during school hours. Therefore the readiness of school buildings to face the earthquakes should be prepared well. First of all, a rapid vulnerability assessment of the existing building under earthquake needs to be conducted. If the buildings are vulnerable then it should be followed by a strength check. This research objective is to assess the vulnerability of Muhammadiyah school buildings which are located in Kasihan sub-district of Bantul Regency, using Rapid Visual Screening FEMA 154-2002. There are 8 buildings, consist of elementary, middle school, and senior high school which are scattered in Tirtonirmolo, Tamantirto and Bangunjiwo, Kasihan, Bantul regency. According to FEMA 154-2002, the observation result finds that 4 schools indicated to have structure vulnerability under earthquake hazard so they need further analysis to know more detail about their strength. While the other 4 buildings do not need further analysis. The results of this study can be used as a recommendation for the Muhammadiyah Basic and Secondary Education Council (Majelis Pendidikan Dasar dan Menengah) to conduct more detailed testing for school buildings that are have vulnerabilites. In addition, this research method also can be extend to school buildings or non-school buildings in other areas.

**Keywords:** vulnerability assessment, Rapid Visual Screening, bangunan sekolah.

### PENDAHULUAN

Kondisi seismisitas kota Yogyakarta pada tahun 2012 mengalami kenaikan sebesar 98% dibandingkan kondisi seismisitas pada tahun 2002. Kondisi ini memungkinkan adanya bangunan eksisting yang tidak mampu merespon dengan baik beban gempa 2012, terutama bangunan yang berdiri sebelum tahun 2012 atau menggunakan standar lama SNI 1726-2002 (Faizah dan Widodo, 2013). Untuk mengetahui kemampuan bangunan terhadap beban gempa 2012 dapat dilakukan penilaian kerentanan (*vulnerability assessment*) pada bangunan eksisting yang diawali dengan pengamatan cepat (*rapid screening*) dan dilanjutkan dengan evaluasi yang lebih rinci terhadap bangunan yang dinilai rentan.

Evaluasi kerentanan pada bangunan sekolah sangat penting dilakukan karena bangunan

sekolah termasuk dalam kategori risiko IV (risiko tinggi), setara dengan bangunan monumental, rumah sakit, pusat pembangkit energi dan fasilitas pemadam kebakaran (SNI 1726:2012).

Satyrno (2011) menjelaskan bahwa evaluasi kerentanan bangunan eksisting dapat dilakukan dua tahap. Tahap pertama berupa penilaian cepat yang disebut *Rapid Visual Screening* (RVS) menggunakan tata cara penilaian pada FEMA 154-2002. Apabila dalam tahap pertama bangunan dinilai berisiko, maka dapat dilanjutkan pada tahap kedua, yaitu berupa evaluasi secara rinci menggunakan tata cara penilaian pada FEMA 310, FEMA 356, atau ATC 40. Hasil penilaian pada tahap kedua ini dapat digunakan sebagai dasar tindakan pengurangan risiko bencana berikutnya, apakah bangunan dapat diperkuat (*retrofitting*) atau diruntuhkan (*demolish*).

Penelitian ini merupakan evaluasi kerentanan yang dilakukan pada tahap awal, dimana evaluasi sebelumnya belum pernah dilakukan pada bangunan Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan. Penelitian berupa *Rapid Visual Screening* (RVS) menggunakan tata cara penilaian pada FEMA 154-2002 untuk mengetahui tingkat risiko bangunan terhadap ancaman gempa bumi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi *pilot project* untuk bangunan sekolah Muhammadiyah di luar Kecamatan Kasihan dan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam mitigasi struktural terhadap bangunan yang diteliti.

### RAPID VISUAL SCREENING (RVS)

*Rapid Visual Screening* (RVS) merupakan cara evaluasi bangunan secara visual yang diperkenalkan pertama kali di Amerika Serikat, dengan prosedur menggunakan daftar isian yang memuat data primer dari bangunan yang ditinjau, antara lain jumlah lantai, tahun pembangunan, alamat bangunan, foto bangunan dan sketsa bangunan yang memperlihatkan denah serta elevasi bangunan. Pengisian form RVS diikuti dengan skoring sesuai ketentuan yang telah diatur dalam FEMA 154-2002 untuk mendapatkan skor akhir tiap gedung yang dievaluasi.

Tahapan pengisian form RVS FEMA 154-2002 meliputi: pemilihan seismisitas lokasi, pengisian data umum bangunan, menggambar sketsa bangunan, menentukan *occupancy soil*, menentukan jenis tanah, identifikasi *falling hazard*, menentukan jenis bangunan dan jumlah lantai, identifikasi adanya *plan Irregularity* dan *vertical Irregularity*, memeriksa standar yang digunakan saat membangun dan terakhir skoring.

Proses skoring dilakukan dengan cara melingkari skor yang terdapat di bawah jenis bangunan yang sesuai dengan bangunan yang dievaluasi. Setelah semua dilingkari, maka skor tersebut dijumlahkan. Apabila jumlah skor lebih dari atau sama dengan 2, maka bangunan dinilai tidak rentan, namun apabila skornya kurang dari 2, maka bangunan dinilai rentan dan direkomendasikan untuk dicek kembali menggunakan tata cara FEMA 310.

### METODOLOGI PENELITIAN

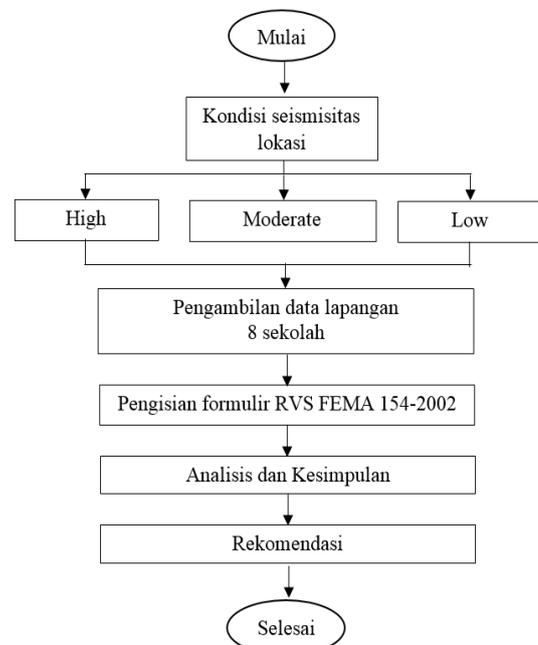
Penelitian dilakukan pada 8 buah Sekolah Dasar dan Menengah milik Muhammadiyah yang terdapat di wilayah kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, yang terdiri dari SD, SMP, SMA, MTS dan SMK, seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

TABEL 1. Daftar Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan (<http://referensi.data.kemdikbud.go.id/>)

No.	Nama Sekolah	Desa
1.	SD M Senggotan	Senggotan Tirtonirmolo
2.	SD M Mrisi	Mrisi Tirtonirmolo
3.	SD M Insan Kreatif Kembaran	Kembaran Tamantirto
4.	SD M Tamantirto	Geblagan Tamantirto
5.	SMP M Kasihan	Senggotan Tirtonirmolo
6.	SMA M Kasihan	Mrisi Tirtonirmolo
7.	MTS M Kasihan	Peleman Bangunjiwo
8.	SMK M Bangunjiwo Kasihan	Peleman Bangunjiwo

Keterangan M= Muhammadiyah

Secara keseluruhan alur penelitian ditunjukkan dalam Gambar 1.



GAMBAR 1. Bagan alir penelitian

Penilaian dilakukan dengan cara mengisi formulir RVS dalam FEMA 154-2002 menggunakan data primer dan sekunder. Pengambilan data primer menggunakan metode survey, wawancara, kuisioner, dan

pengambilan gambar di lapangan menggunakan kamera.

Data primer yang diperlukan meliputi jenis struktur rangka pemikul momen, tampak struktur horisontal dan vertikal, mutu bahan struktur, faktor-faktor arsitektural, kerusakan struktur dan ukuran bangunan secara riil. Pengambilan data sekunder berupa gambar rencana, data pengujian tanah (Sondir/CPT), detail elemen struktur, data pembangunan dan sejarah kerusakan/renovasi. Kalau dibutuhkan bisa dilakukan wawancara dengan saksi pembangunan gedung atau pimpinan sekolah.

#### HASIL PENILAIAN

Dengan berpedoman dari data persyarikatan: amal usaha muhammadiyah dalam Website Muhammadiyah (2016) diperoleh data singkat sekolah yang diteliti adalah sebagai berikut:

1. SD Muhammadiyah (SD M) Senggotan (Gambar 2), alamat: Jl. Tegal Senggotan, Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55212, koordinat: -7.823397, 110.350892.
2. SD Muhammadiyah (SD M) Mrisi (Gambar 3), alamat: Jl. Mrisi Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.841535, 110.343521.
3. SD Muhammadiyah (SD M) Insan Kreatif Kembaran (Gambar 4), alamat: Jl. Kembaran, Tamantirto, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.827086, 110.332263.
4. SD Muhammadiyah (SD M) Tamantirto (Gambar 5), alamat: Jl. Geblagan, Tamantirto, Kasihan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183, koordinat: -7.823737, 110.324943.
5. SMP Muhammadiyah (SMP M) Kasihan (Gambar 6), alamat: Jl. Senggotan Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.825287, 110.350018.
6. SMA Muhammadiyah (SMA M) Kasihan (Gambar 7), alamat: Jl. Mrisi Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.841769, 110.343733.
7. MTS Muhammadiyah (Mts M) Kasihan (Gambar 8), alamat: Jl. Ngentak - Kalirandu, Bangunjiwo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.834673, 110.304962.
8. SMK Muhammadiyah (SMK M) Bangunjiwo Kasihan (Gambar 9), alamat: Bangunjiwo, Kasihan, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta 55184, koordinat: -7.835561, 110.305324.



GAMBAR 2. SD Muhammadiyah Senggotan



GAMBAR 3. SD Muhammadiyah Mrisi



GAMBAR 4. SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran



GAMBAR 5. SD Muhammadiyah Tamantirto



GAMBAR 6. SMP Muhammadiyah



GAMBAR 7. SMA Muhammadiyah Kasihan



GAMBAR 8. SMK Muhammadiyah Kasihan



GAMBAR 9. SMK Muhammadiyah Bangunjiwo

Setelah dilakukan pengamatan langsung ke lapangan, maka dilakukan penilaian kerentanan menggunakan formulir FEMA 154-2002. Pemilihan formulir ditentukan berdasarkan kondisi seismisitas lokasi, dimana keseluruhan bangunan berada pada kondisi seismisitas yang sama, yaitu *high seismicity*, dengan nilai  $S_s$  lebih besar dari 0,5g dan nilai  $S_1$  lebih besar dari 0,2g. Selanjutnya dilakukan pengisian formulir seperti pada Gambar 10.

1. Tipe bangunan (Building type)

Dari hasil peninjauan di 8 lokasi penelitian ini diperoleh data bahwa seluruh bangunan sekolah tersusun atas material konstruksi beton bertulang. Sistem struktur yang digunakan secara keseluruhan merupakan sistem struktur rangka pemikul momen, sehingga seluruh bangunan yang ditinjau termasuk sebagai bangunan tipe C1 (sistem rangka beton pemikul momen). Pada tiga sekolah memiliki 2 buah gedung terpisah, yaitu SD M Senggotan, MTS M Kasihan dan SMK M Bangunjiwo Kasihan. Sehingga dari 8 sekolah tersebut keseluruhan berjumlah 11 gedung.

2. Jumlah lantai (Number of stories)

Jumlah lantai pada bangunan sekolah SD dan SMP Muhammadiyah tidak lebih dari dua lantai. Mayoritas bangunan merupakan bangunan 2 lantai, hanya 2 bangunan yang berjumlah 1 lantai.

3. Vertical irregularity

Secara keseluruhan bangunan yang ditinjau berada pada tanah datar, sehingga tidak ada satupun bangunan yang tergolong kategori *hillside buildings*. Indikasi *vertical irregularity*, terlihat pada 4 bangunan sekolah karena ditemui nilai luasan lantai kedua yang jauh lebih kecil dari lantai pertama. Keempat

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

**HIGH Seismicity**

Address: _____ Zip: _____																																																																																																																																																																																																	
Other identifiers: _____																																																																																																																																																																																																	
No. Stories: _____	Year Built: _____																																																																																																																																																																																																
Structure: _____	Date: _____																																																																																																																																																																																																
Total Floor Area (sq. ft.): _____																																																																																																																																																																																																	
Building Name: _____																																																																																																																																																																																																	
Use: _____																																																																																																																																																																																																	
PHOTOGRAPH																																																																																																																																																																																																	
Scale: _____																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Occupancy</th> <th colspan="4">Soil</th> <th colspan="6">Type</th> <th colspan="4">Falling Hazards</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <th>Category</th> <th>100-150</th> <th>151-200</th> <th>201-250</th> <th>251-300</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Assembly</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>Commercial</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>Industrial</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>Residential</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>School</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> </tr> </tbody> </table>		Occupancy	Soil				Type						Falling Hazards				1	2	3	4	A	B	C	D	E	F	1	2	3	4	Category	100-150	151-200	201-250	251-300	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Assembly	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	Commercial	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	Industrial	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	Residential	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	School	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7																																																																									
Occupancy	Soil				Type						Falling Hazards																																																																																																																																																																																						
	1	2	3	4	A	B	C	D	E	F	1	2	3	4																																																																																																																																																																																			
Category	100-150	151-200	201-250	251-300	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																			
Assembly	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7																																																																																																																																																																																			
Commercial	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7																																																																																																																																																																																			
Industrial	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7																																																																																																																																																																																			
Residential	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7																																																																																																																																																																																			
School	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.8	0.7																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Building Type</th> <th colspan="2">W1</th> <th colspan="2">W2</th> <th colspan="2">W3</th> <th colspan="2">W4</th> <th colspan="2">W5</th> <th colspan="2">W6</th> <th colspan="2">W7</th> <th colspan="2">W8</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Basic Score</td> <td>4.4</td> <td>3.8</td> <td>2.8</td> <td>3.0</td> <td>3.2</td> <td>3.3</td> <td>2.0</td> <td>2.5</td> <td>1.8</td> <td>1.6</td> <td>2.4</td> <td>2.8</td> <td>2.0</td> <td>2.8</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>Max Rise (ft to 7 stories)</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>NA</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.2</td> <td>NA</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Irregularity of stories</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>+0.0</td> <td>+0.0</td> <td>NA</td> <td>+0.0</td> <td>+0.0</td> <td>+0.0</td> <td>+0.0</td> <td>+0.0</td> <td>NA</td> <td>+0.0</td> <td>+0.0</td> <td>+0.0</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Vertical irregularity</td> <td>2.5</td> <td>-2.0</td> <td>-1.9</td> <td>-1.5</td> <td>NA</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.5</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>NA</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> </tr> <tr> <td>Parallelogram</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td>Protrusion</td> <td>0.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-0.5</td> <td>-0.4</td> <td>-0.0</td> <td>-0.2</td> <td>-1.2</td> <td>-1.0</td> <td>-0.2</td> <td>-0.5</td> <td>-0.8</td> <td>-1.0</td> <td>-0.0</td> <td>-0.2</td> </tr> <tr> <td>Foot Overhang</td> <td>-2.4</td> <td>-2.4</td> <td>-1.8</td> <td>-1.4</td> <td>NA</td> <td>-1.0</td> <td>NA</td> <td>-1.8</td> <td>-2.4</td> <td>NA</td> <td>-2.4</td> <td>NA</td> <td>-2.3</td> <td>-2.0</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Soft Type C</td> <td>0.0</td> <td>-0.4</td> </tr> <tr> <td>Soft Type D</td> <td>0.0</td> <td>-0.8</td> </tr> <tr> <td>Soft Type E</td> <td>0.0</td> <td>-0.8</td> <td>-1.2</td> <td>-1.0</td> <td>-1.2</td> <td>-0.8</td> <td>-1.2</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-1.2</td> <td>-0.8</td> <td>-1.2</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> </tr> </tbody> </table>		Building Type	W1		W2		W3		W4		W5		W6		W7		W8		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	3.3	2.0	2.5	1.8	1.6	2.4	2.8	2.0	2.8	1.0	Max Rise (ft to 7 stories)	NA	NA	-0.2	-0.4	NA	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	NA	-0.2	-0.4	-0.4	0.0	Irregularity of stories	NA	NA	+0.0	+0.0	NA	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	NA	+0.0	+0.0	+0.0	NA	Vertical irregularity	2.5	-2.0	-1.9	-1.5	NA	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	NA	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	Parallelogram	-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	Protrusion	0.0	-1.0	-1.0	-0.5	-0.4	-0.0	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-0.0	-0.2	Foot Overhang	-2.4	-2.4	-1.8	-1.4	NA	-1.0	NA	-1.8	-2.4	NA	-2.4	NA	-2.3	-2.0	NA	Soft Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	Soft Type D	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	Soft Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8
Building Type	W1		W2		W3		W4		W5		W6		W7		W8																																																																																																																																																																																		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1																																																																																																																																																																																		
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	3.3	2.0	2.5	1.8	1.6	2.4	2.8	2.0	2.8	1.0																																																																																																																																																																																		
Max Rise (ft to 7 stories)	NA	NA	-0.2	-0.4	NA	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	NA	-0.2	-0.4	-0.4	0.0																																																																																																																																																																																		
Irregularity of stories	NA	NA	+0.0	+0.0	NA	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	NA	+0.0	+0.0	+0.0	NA																																																																																																																																																																																		
Vertical irregularity	2.5	-2.0	-1.9	-1.5	NA	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	NA	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0																																																																																																																																																																																		
Parallelogram	-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																																																																																																																																																																																		
Protrusion	0.0	-1.0	-1.0	-0.5	-0.4	-0.0	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-0.0	-0.2																																																																																																																																																																																		
Foot Overhang	-2.4	-2.4	-1.8	-1.4	NA	-1.0	NA	-1.8	-2.4	NA	-2.4	NA	-2.3	-2.0	NA																																																																																																																																																																																		
Soft Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4																																																																																																																																																																																		
Soft Type D	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8																																																																																																																																																																																		
Soft Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8																																																																																																																																																																																		
<b>FINAL SCORE S</b> COMMENTS: _____ Detailed Evaluation Required: YES NO																																																																																																																																																																																																	

\*1 = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DRK = Do Not Know  
 00 = Unrated frame  
 10 = Partially braced  
 15 = Irregular  
 20 = Unbraced, leaning frame  
 25 = Intermediate  
 30 = Fully braced  
 35 = Fully braced, regular  
 40 = Fully braced, irregular  
 45 = Fully braced, irregular  
 50 = Fully braced, irregular  
 55 = Fully braced, irregular  
 60 = Fully braced, irregular  
 65 = Fully braced, irregular  
 70 = Fully braced, irregular  
 75 = Fully braced, irregular  
 80 = Fully braced, irregular  
 85 = Fully braced, irregular  
 90 = Fully braced, irregular  
 95 = Fully braced, irregular  
 100 = Fully braced, irregular

GAMBAR 10. Formulir High Seismicity (FEMA 154-2002)

sekolah tersebut adalah SD M Mrisi, SD M Insan Kreatif Kembaran, SMP M Kasihan dan MTs M Kasihan.

#### 4. Plan irregularity

Mayoritas bangunan dilengkapi dengan tanah lapang untuk kegiatan upacara ataupun olahraga yang terletak di tengah atau depan sekolah. Kondisi ini mengakibatkan denah bangunan sekolah memiliki bentuk U, L, atau kotak dengan tanah lapang pada bagian tengah. Terdapat 6 sekolah yang diindikasikan memiliki *plan irregularity*, yaitu SD M Mrisi, SD M Insan Kreatif Kembaran, SD M Tamantirto, SMP M Kasihan, SMA M Kasihan dan MTs M Kasihan.

#### 5. Tahun pembangunan

Secara keseluruhan bangunan sekolah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan tergolong kategori *Post-Benchmark*, karena telah memperhitungkan pembebanan gempa dalam perencanaannya. Meskipun terdapat 2 sekolah dibangun pada tahun 1955 dan 1983, namun keduanya sudah dilakukan renovasi pada tahun 2014.

#### 6. Jenis tanah

Berdasarkan sumber informasi penyelidikan lokasi salah satu bangunan gedung Muhammadiyah, yaitu uji bor-log dan SPT untuk pembangunan gedung *Twin Building* KH Ibrahim yang juga berlokasi di Kecamatan Kasihan, didapatkan informasi bahwa nilai N-SPT berada diantara 15-50. Dengan nilai ini maka jenis tanah pada daerah di sekitarnya bisa dikategorikan ke dalam kelas situs tanah Sedang (SD).

#### 7. Skoring

Setelah dilakukan penilaian cepat sesuai dengan prosedur selanjutnya ditentukan nilai akhir (S) yang diperoleh berdasar pada nilai dasar struktur terhadap bencana (*basic score*) dan nilai pengubah yang berkesesuaian (*Score Modifiers*) seperti *vertical irregularity*, *horizontal irregularity*, dll. Nilai akhir (score) secara fundamental merupakan estimasi kemungkinan (peluang) gedung akan mengalami keruntuhan jika pergerakan dasar tanah terjadi.

Menurut FEMA 154-2002 kondisi struktur bangunan dikatakan bisa lolos atau aman dalam menerima pergerakan dasar tanah (*ground motion*) apabila nilai akhir (skor) dari hasil penilaian cepat (RVS) lebih besar dari

*base line* yang ditetapkan, yaitu 2. Untuk bangunan yang memiliki skor kurang dari 2, disyaratkan untuk dilakukan perhitungan lebih mendetail guna memastikan kondisi yang lebih pasti mengenai bangunan tersebut. Rangkuman hasil akhir penilaian dengan RVS ini ditunjukkan dalam Tabel 2.

TABEL 2. Hasil skoring RVS 154-2002

No.	Nama Sekolah	Score	Detailed evaluation
1.	SD M Senggotan		
	Gedung 1	3,3	NO
	Gedung 2	3,3	NO
2.	SD M Mrisi	1,3	YES
3.	SD M Insan Kreatif Kembaran	1,3	YES
4.	SD M Tamantirto	2,8	NO
5.	SMP M Kasihan	1,3	YES
6.	SMA M Kasihan	2,8	NO
7.	MTS M Kasihan		
	Gedung 1	1,3	YES
	Gedung 2	3,3	NO
8.	SMK M Bangunjiwo Kasihan		
	Gedung 1	3,3	NO
	Gedung 2	3,3	NO

Keterangan M= Muhammadiyah

Salah satu contoh formuli RVS yang sudah terisi ditunjukkan dalam Gambar 11.

## PEMBAHASAN

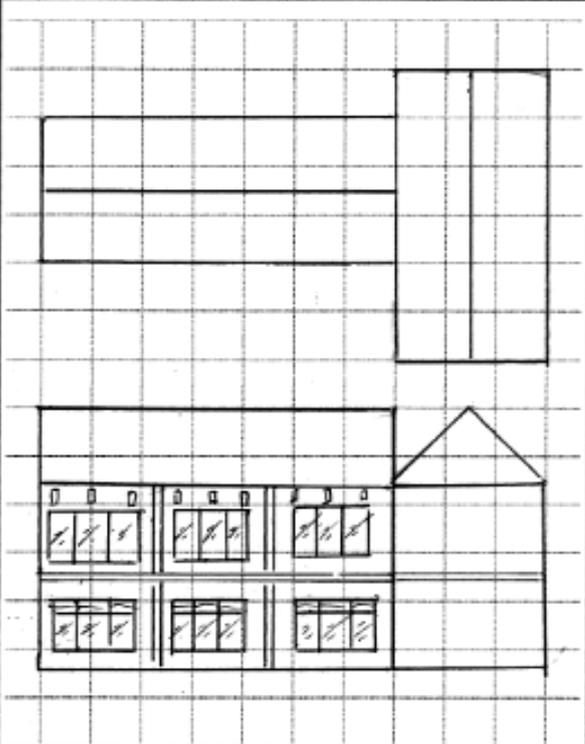
Secara keseluruhan bangunan sekolah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan memiliki karakteristik yang sama. Tipe bangunan adalah 100% C1 yaitu rangka beton pemikul momen (*concrete moment-resisting frame*), 100% jumlah lantai antara 1 atau 2, 100% tipe tanah sedang, 100% termasuk *postbenchmark*, namun terdapat 6 bangunan memiliki *plan irregularity*. Sampai dengan poin ini seluruh bangunan sekolah tersebut sesungguhnya masih aman (skor > 2).

Dari 6 bangunan yang memiliki *plan irregularity* tersebut, 4 diantaranya juga memiliki *vertical irregularity*. Keberadaan *vertical irregularity* inilah yang kemudian menyebabkan keempat sekolah ini memiliki nilai poin minus yang cukup besar yaitu sebesar -1,5. Poin minus ini kemudian berimbas pada skor keempat sekolah tersebut berada dibawah 2 sehingga dibutuhkan

evaluasi bangunan lebih mendetail. Nilai skor keempat bangunan sekolah tersebut adalah sama yaitu 1,3. Nilai ini berarti bahwa keempat bangunan tersebut memiliki peluang akan

runtuh jika gempa atau pergerakan tanah terjadi sebesar 1/101,3 atau 1/19,95 atau jika dibulatkan 1/20.

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



Scale:

Address: Meiri, Tirtomarto, Karahan, bantol, DI Yogyakarta. Zip 55181.

Other Identifiers: -

No. Stories: 2 Year Built: 2008.

Screener: Jyaker, Pradana. Date: 21 Mei 2017.

Total Floor Area (sq. ft.): 360 m<sup>2</sup>

Building Name: Rantor dan lab SMA Muh. Kasihan.

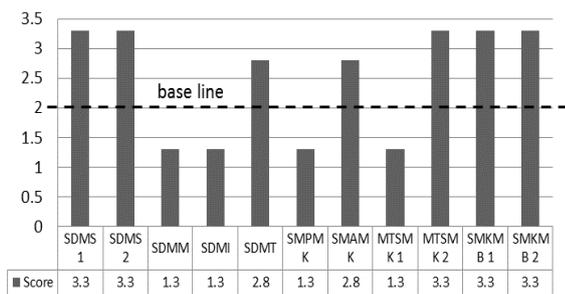
Use: Rantor dan laboratorium



OCCUPANCY			SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS				
Assembly	Govt	Office	Number of Persons	11 - 100	A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Commercial	Historic	Residential			0 - 10	101 - 1000	Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding
Emer. Services	Industrial	School	1001 - 10000	1000+				<b>(D)</b>							
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (BR)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (LM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (LM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (FD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	<b>(2.5)</b>	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	-0.4	-0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	<b>(-1.5)</b>	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	<b>(-0.5)</b>	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.0	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	<b>(+1.4)</b>	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.8	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	<b>(-0.4)</b>	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	<b>(-0.6)</b>	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	<b>(-1.2)</b>	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
FINAL SCORE, S															
COMMENTS: <u>Bangunan tersebut sebenarnya merupakan 2 bangunan yang di sejutakan.</u>															Detailed Evaluation Required YES <b>(NO)</b>

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

GAMBAR 11. Contoh pengisian formulir RVS SMA Muhammadiyah Kasihan



GAMBAR 12. Rekapitulasi skoring

Hasil skoring menggunakan RVS-FEMA-2002 secara keseluruhan ditampilkan dalam grafik pada Gambar 12. Dari grafik tersebut terlihat bahwa terdapat 7 bangunan memiliki skor di atas *base line* (2), sedangkan 4 gedung lainnya memiliki skor di bawah *base line*.

Hasil ini menunjukkan bahwa keempat gedung tersebut memiliki kerentanan dalam menghadapi gempa bumi, oleh karenanya perlu dilakukan analisis yang lebih detail seperti *strength evaluation* dengan bantuan *software* SAP2000, *Etabs*, atau *software* sejenis.

Solusi yang paling praktis adalah dengan menghilangkan kondisi *vertical irregularity* pada keempat gedung tersebut agar nilai RVS naik dari 1,3 menjadi 2,8. Dengan demikian maka skor menjadi lebih dari 2 dan bangunan tidak perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut. Namun apabila tidak dilakukan upaya untuk menghilangkan kondisi *vertical irregularity*, bangunan harus dievaluasi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur (*strength evaluation*) terhadap ancaman gempa bumi di masa yang akan datang.

Hasil pengamatan visual pada 7 bangunan lainnya dinyatakan tidak rentan, yaitu bangunan SD M Senggotan (2 gedung/semua), SD M Tamantirto, SMA M Kasihan, sebagian MTS M Kasihan (1 gedung dari 2 gedung), dan SMK M Bangunjiwo Kasihan (2 gedung/semua).

### KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi kerentanan menggunakan metode *Rapid Visual Screening* (RVS) menurut FEMA 154-2002 terhadap 8 Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 4 bangunan yang dinyatakan rentan terhadap gempa bumi yaitu bangunan SD Muhammadiyah Mrisi, SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran, SMP Muhammadiyah Kasihan, dan bagian dari MTS Muhammadiyah Kasihan.
2. Pada keempat bangunan sebagaimana disebutkan pada point 1 disarankan untuk dilakukan mitigasi dengan cara menghilangkan *vertical irregularity* yang ada.
3. Apabila mitigasi sebagaimana disebutkan pada point 2 tidak dilakukan, maka disarankan untuk dilakukan analisis lebih detail berupa *strength evaluation* menggunakan *software* SAP2000, *Etabs* dan sejenisnya.
4. Bangunan lainnya yang dinyatakan tidak rentan menurut FEMA-2002 adalah bangunan SD Muhammadiyah Senggotan (2 gedung/semua), SD Muhammadiyah Tamantirto, SMA Muhammadiyah Kasihan, sebagian MTS Muhammadiyah Kasihan (1 gedung dari 2 gedung), dan SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan (2 gedung/semua).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih setinggi tingginya kepada Lembaga Penelitian, Publikasi dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (LP3M UMY) yang telah memberikan pendanaan untuk pelaksanaan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council (ATC) (2002), *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook*, FEMA 154, 2nd edition, Federal Emergency Management Agency (FEMA), Washington DC.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN) (2012), *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2012*, BSN 2012, Jakarta.

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, BP4W, Pusat Litbang Teknologi Permukiman (2002), *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI - 1726 - 2002*, Bandung.
- Faizah, R dan Widodo (2013), Analisis Gaya Gempa Rencana pada Struktur Bertingkat Banyak dengan Metode Dinamik Respon Spektra, *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7)*, Surakarta, 189S.
- Presiden Republik Indonesia (2007), *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*, Pemerintah RI, Indonesia.
- Satyarno, I (2011), *Perlunya Evaluasi dan Tindakan Pengurangan Kerentanan Bangunan Sebagai Konsekuensi Diberlakukannya Peta Zonasi Gempa yang Baru*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- The American Society of Civil Engineers (ASCE) (1998), FEMA 310, *Handbook for The Seismic Evaluation of Buildings - A Prestandard*, Federal Emergency Management Agency (FEMA), USA.
- Website Kemendikbud (2016), *Data Referensi Pendidikan dan Kebudayaan: Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan*, <http://referensi.data.kemdikbud.go.id/> diakses tanggal 27 September 2016.
- Website Muhammadiyah (2016), *Data Persyarikatan: Data Amal Usaha Muhammadiyah*, [www.muhammadiyah.or.id](http://www.muhammadiyah.or.id) diakses pada tanggal 27 September 2016.
- Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.  
Email: syamsibnu@gmail.com

---

PENULIS:

Restu Faizah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.

Email: restufaizah06@gmail.com

Muhammad Ibnu Syamsi

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan