

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data

4.1.1. Data Tanah

Menurut Wibowo dkk. (2018), dari hasil penelitian Interpretasi Lapisan Sedimen berdasarkan *Ground Profile Vs* dengan Pengukuran Mikrometer di Kecamatan Pacitan pada analisa *ground profile Vs* menyatakan, Kota Pacitan berada di Formasi Aluvial dengan nilai Vs bervariasi dari 153,11 m/s (Formasi Aluvium) sampai 1393,48 m/s (Formasi Batuan Terobosan Andesit). Dengan nilai Vs pada tanah penutup Formasi Aluvium yang bervariasi dari 153,11 – 401,69 m/s menunjukkan bahwa Kota Pacitan berada pada tanah penutup berupa tanah lunak. Sesuai dengan SNI 1726-201 (BSN, 2012) mengenai Kriteria Kelas Situs berdasarkan Nilai Vs tersebut Kota Pacitan berada pada kelas situs *SE* (tanah lunak) dengan nilai Vs < 175 m/s.

4.1.2. Koordinat Bangunan Sekolah

Didapatkan data koordinat berupa *Latitude* dan *Longitude* menggunakan *Google Earth* yang berdasarkan *Global Positioning System* (GPS).

Tabel 4.1 Koordinat Bangunan Sekolah di Kecamatan Pacitan

No	Nama Sekolah	Koordinat Lokasi	
		Latitude	Longitude
1	SMP Negeri 1 Pacitan	-8.195780	111.102887
2	SMP Negeri 2 Pacitan	-8.195701	111.104446
3	SMP Negeri 3 Pacitan	-8.201082	111.082319
4	SMA Negeri 1 Pacitan	-8.205144	111.092617
5	SMK Negeri 1 Pacitan	-8.206300	111.092321
6	SD Negeri baleharjo 1	-8.195940	111.102373
7	SD Negeri Ploso	-8.202624	111.101260
8	SD Negeri Baleharjo 2	-8.195773	111.101742
9	SD Negeri Pacitan	-8.189636	111.102097
10	SD Negeri Bangunsari	-8.196256	111.085931

4.1.3. Hasil S_s dan S_1 dari Koordinat Pengambilan Data

Setelah data koordinat didapatkan selanjutnya data di masukkan ke *website* Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman untuk mendapatkan *Respon Spectrum*. Hasil nilai *desain spectra* dapat dilihat pada gambar 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil S_s dan S_1 dari Koordinat Sekolah

No	Koordinat		S_s	S_1
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>		
1.	-8.195780	111.102887	1.043	0.422
2.	-8.195701	111.104446	1.043	0.422
3.	-8.201082	111.082319	1.045	0.422
4.	-8.205144	111.092617	1.044	0.422
5.	-8.206300	111.092321	1.044	0.422
6.	-8.195940	111.102373	1.043	0.422
7.	-8.202624	111.101260	1.043	0.422
8.	-8.195773	111.101742	1.043	0.422
9.	-8.189636	111.102097	1.042	0.421
10.	-8.196256	111.085931	1.041	0.421

Sumber : Puskim (2011)

Tabel nilai S_s dan S_1 dari Koordinat Sekolah apabila dirata-rata S_s sebesar 1.043 dan S_1 dengan rata-rata 0.422. Dengan data seperti itu maka dipilih formulir *RVS* yang sesuai wilayah Kecamatan Pacitan dan yang digunakan adalah *High Seimicity*.

4.2 Hasil Survey Lapangan untuk *RVS*

4.2.1. Hasil Survey Lapangan (Dokumentasi)

Sesudah *survey* lapangan pada bangunan sekolah di Kecamatan Pacitan, hasil yang didapat data singkat sebagai berikut:

- SMP Negeri 1 Pacitan (Gambar 4.1), alamat: Jl. A. Yani No.41 Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63511.
- SMP Negeri 2 Pacitan (Gambar 4.2), alamat: Jl. Ahmad Yani No. 3, Krajan, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63511.
- SMP Negeri 3 Pacitan (Gambar 4.3), alamat: Jl. Mayjend Sutoyo No.54, Pojok, Sidoharjo, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63518.
- SMA Negeri 1 Pacitan (Gambar 4.4), Jl. Letjend R. Suprpto No.49, Ploso, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63515.

- e. SMK Negeri 1 Pacitan (Gambar 4.5), Jl. Letjend Soeprapto No.53, Banean, Ploso, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63515.
- f. SD Negeri Baleharjo 1 (Gambar 4.6), Jl. Ahmad Yani No.43, Krajan, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63511.
- g. SD Negeri Ploso 1 Pacitan (Gambar 4.7), Jl. RM. Suryono No.54, Ploso, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63515.
- h. SD Negeri Baleharjo 2 Pacitan (Gambar 4.8), Jl. A. Yani No.45, Krajan, Pacitan, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63511.
- i. SD Negeri Pacitan (Gambar 4.9), Jl. Brigjend Katamso No.17, Gantung, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63512.
- j. SD Negeri Bangunsari (Gambar 4.10), Jl Yos Sudarso No. 41 Bangunsari, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur 63518.

[\(http://dapo.dikdasmen.kemendikbud.go.id/sekolah///\)](http://dapo.dikdasmen.kemendikbud.go.id/sekolah///)



Gambar 4.1 SMP Negeri 1 Pacitan



Gambar 4.2 SMP Negeri 2 Pacitan



Gambar 4.3 SMP Negeri 3 Pacitan



Gambar 4.4 SMA Negeri 1 Pacitan



Gambar 4.5 SMK Negeri 1 Pacitan



Gambar 4.6 SDN Baleharjo 1



Gambar 4.7 SD Negeri Ploso 1



Gambar 4.8 SDN Baleharjo 2



Gambar 4.9 SD Negeri Pacitan



Gambar 4.10 SD Negeri Bangunsari

4.2.2. Penilaian Kerentanan Bangunan

Dengan menggunakan formulir FEMA P-154 *High Seismicity* maka dilakukan penilaian kerentanan bangunan sekolah, berikut ini hasil dari penilaian bangunan sekolah:

a. Tipe Bangunan (*Building Type*)

Hasil peninjauan di 10 lokasi penelitian ini diperoleh data bahwa bangunan sekolah tersusun atas material konstruksi beton bertulang. seluruh bangunan memiliki kategori yang berbeda diantaranya kategori C1 (bangunan rangka beton tahan gempa), C3(bangunan rangka beton dengan pengisi batu bata tidak diperkuat) dan URM (bangunan dinding bata yang tidak diperkuat). Berdasarkan pengamatan lapangan juga terdapat bangunan sekolah yang memiliki bangunan terpisah, hanya SD Negeri pacitan, SD Negeri Ploso dan SMP 1 Pacitan yang memiliki 1 gedung yang menyatu, sedangkan selain itu memiliki gedung yang terpisah. Sehingga dari 10 sekolah yang dievaluasi keseluruhan berjumlah 23 gedung.

Tabel 4.3 Data Tipe Bangunan (*Building Type*)

No.	Nama Sekolah dan Tipe Bangunan	Gedung	Dokumentasi
1	SMP Negeri 1 Pacitan	Gedung 1 (C1)	
2	SMP Negeri 2 Pacitan	Gedung 1 (C1)	
3	SMP Negeri 3 Pacitan	Gedung 1 (C1)	
			

Berlanjut

Tabel 4.3 (Lanjutan)

No.	Nama Sekolah dan Tipe Bangunan	Gedung	Dokumentasi
	SMP Negeri 3 Pacitan		
		Gedung 2 (URM)	
		Gedung 3 (URM)	
		Gedung 4 (C1)	
		Gedung 5 (URM)	

Berlanjut

Tabel 4.3 (Lanjutan)

No.	Nama Sekolah dan Tipe Bangunan	Gedung	Dokumentasi
4	SMA Negeri 1 Pacitan	Gedung 1 (C1)	
		Gedung 2 (C1)	
		Gedung 3 (URM)	
5	SMK Negeri 1 Pacitan	Gedung 1 (C1)	

Berlanjut

Tabel 4.3 (Lanjutan)

No.	Nama Sekolah dan Tipe Bangunan	Gedung	Dokumentasi
6	SMK Negeri 1 Pacitan	Gedung 2 (C3)	
		Gedung 3 (URM)	
		Gedung 1 (URM)	
		Gedung 2 (URM)	
	SD Negeri Baleharjo 1		

Berlanjut

Tabel 4.3 (Lanjutan)

No.	Nama Sekolah dan Tipe Bangunan	Gedung	Dokumentasi
	SD Negeri Baleharjo 1	Gedung 3 (URM)	
7	SD Negeri Ploso	Gedung 1 (C1)	
8	SD Negeri Baleharjo 2	Gedung 1 (C3)	
		Gedung 2 (C1)	

Berlanjut

Tabel 4.3 (Lanjutan)

No.	Nama Sekolah dan Tipe Bangunan	Gedung	Dokumentasi
9	SD Negeri Pacitan	Gedung 1 (C1)	
10	SD Negeri Bangunsari	Gedung 1 (URM)	
		Gedung 2 (URM)	

b. Jumlah Lantai (*Number of Stories*)

Bangunan sekolah di Kecamatan Pacitan yang terdiri dari sekolah SD, SMP, SMA dan SMK memiliki jumlah lantai yang tidak lebih dari tiga. Mayoritas bangunan merupakan bangunan dengan dua lantai, namun dari daftar sekolah dalam penelitian terdapat 2 bangunan sekolah yang berlantai satu. Dari 10 sekolah yang akan diidentifikasi hampir seluruhnya memiliki gedung yang terpisah, menurut pengamatan lapangan hanya SD Negeri Pacitan, SD Negeri Ploso 1 dan

SMP Negeri 1 Pacitan yang memiliki satu gedung. Berikut data jumlah lantai dan jumlah gedung pada sekolah (tabel 4.4).

Tabel 4.4 Data jumlah lantai bangunan sekolah (*Number of Stories*)

No	Nama Sekolah	Jumlah Lantai	Gedung	Kode
1	SMP Negeri 1 Pacitan	2		SMP1
2	SMP Negeri 2 Pacitan	2	Gedung 1	SMP2A
			Gedung 2	SMP2B
3	SMP Negeri 3 Pacitan	2	Gedung 1	SMP3A
		1	Gedung 2	SMP3B
			Gedung 3	SMP3C
		2	Gedung 4	SMP3D
		1	Gedung 5	SMP3E
4	SMA Negeri 1 Pacitan	2	Gedung 1	SMA1A
			Gedung 2	SMA1B
		1	Gedung 3	SMA1C
5	SMK Negeri 1 Pacitan	3	Gedung 1	SMK1A
			Gedung 2	SMK1B
		1	Gedung 3	SMK1C
6	SD Negeri Baleharjo 1		Gedung 1	SDBL1A
		1	Gedung 2	SDBL1B
			Gedung 3	SDBL1C
7	SD Negeri Ploso 1	2		SDPLOSO
8	SD Negeri Baleharjo 2	1	Gedung 1	SDBL2A
		2	Gedung 2	SDBL2B
9	SD Negeri Pacitan	2		SDPCT
10	SD Negeri Bangunsari	1	Gedung 1	SDBA
			Gedung 2	SDBB

Dari 10 sekolah yang dilakukan evaluasi memiliki total bangunan sebanyak 23 gedung.

c. Elemen Struktural dan Berbahaya Jatuh (Elemen *Falling Hazard*)

Dari seluruh sekolah yang dievaluasi beberapa sekolah memiliki faktor non struktural yang berbahaya bagi penghuni bangunan apabila terjadi guncangan dari tanah dasar atau gempa. Rata-rata disekolah yang dievaluasi terdapat beberapa faktor elemen *falling hazard* seperti *plafond*, LCD yang ditempel di langit-langit hampir seluruh sekolah serta kanopi dari asbes. Berikut ini beberapa gambaran yang terdapat di lapangan.



Gambar 4.11 *Elemen Falling Hazard* berupa kanopi dari asbes di SD Negeri Pacitan



Gambar 4.12 *Elemen Falling Hazard* berupa kipas angin di langit-langit kelas SD Negeri Ploso



Gambar 4.13 *Elemen Falling Hazard* berupa kanopi kayu dan genteng di SMP Negeri 1 Pacitan



Gambar 4.14 *Elemen Falling Hazard* berupa LCD menggantung yang berada di langit-langit SMP Negeri 2 Pacitan

d. Ketidakberaturan Vertikal Pada Bangunan (*Vertical Irregularity*)

Keseluruhan bangunan sekolah di dalam penelitian ini tidak terdapat bangunan yang didirikan di atas tanah dalam kondisi miring/lereng sehingga bangunan sekolah dalam penelitian ini tidak ada satupun yang tergolong kategori *sloping site*. Tidak berada pada kategori *sloping site* bukan berarti bangunan sekolah tidak memiliki *vertical irregularity*. Dari 10 sekolah dalam penelitian hanya 4 sekolah yang tidak memiliki *vertical irregularity* dapat ditunjukkan dan diperjelas pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.5 Daftar gedung sekolah dengan *vertical irregularity*

No	Nama Sekolah	Gedung	Kode	<i>Vertical Irregularity</i>
1	SMP Negeri 1 Pacitan		SMP1	✓
2	SMP Negeri 2 Pacitan	Gedung 1	SMP2A	-
		Gedung 2	SMP2B	✓
3	SMP Negeri 3 Pacitan	Gedung 1	SMP3A	-
		Gedung 2	SMP3B	-
		Gedung 3	SMP3C	-
		Gedung 4	SMP3D	✓
		Gedung 5	SMP3E	-
4	SMA Negeri 1 Pacitan	Gedung 1	SMA1A	✓
		Gedung 2	SMA1B	-
		Gedung 3	SMA1C	-
5	SMK Negeri 1 Pacitan	Gedung 1	SMK1A	✓
		Gedung 2	SMK1B	✓
		Gedung 3	SMK1C	-

Berlanjut

Tabel 4.5 (Lanjutan)

No	Nama Sekolah	Gedung	Kode	Vertical Irregularity
6	SD Negeri Baleharjo 1	Gedung 1	SDBL1A	-
		Gedung 2	SDBL1B	-
		Gedung 3	SDBL1C	-
7	SD Negeri Ploso 1		SDPLOSO	-
8	SD Negeri Baleharjo 2	Gedung 1	SDBL2A	✓
		Gedung 2	SDBL2B	-
9	SD Negeri Pacitan		SDPCT	✓
10	SD Negeri Bangunsari	Gedung 1	SDBA	-
		Gedung 2	SDBB	-

Tabel 4.6 Dokumentasi bangunan sekolah dengan *vertical irregularity*

No	Nama Sekolah	Vertical Irregularity	Dokumentasi
1	SMP Negeri 1 Pacitan	✓ (Terdapat split level di atap dan lantai serta adanya <i>soft story</i> karena digunakan untuk parkir)	

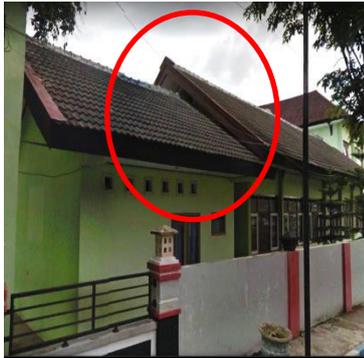
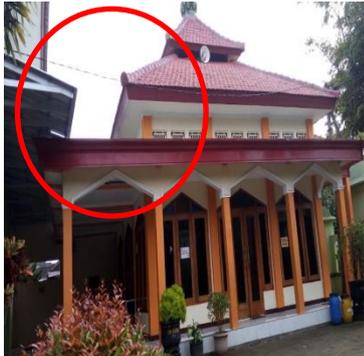
Berlanjut

Tabel 4.6 (Lanjutan)

No	Nama Sekolah	Vertical Irregularity	Dokumentasi
2	SMP Negeri 2 Pacitan	✓ (Terdapat <i>split level</i> pada bagian atap bangunan)	
3	SMP Negeri 3 Pacitan	✓ (Terdapat <i>split level</i> pada bagian atap bangunan)	
4	SMA Negeri 1 Pacitan	-	Tidak terdapat <i>vertical irregularity</i>
5	SMK Negeri 1 Pacitan	✓ (Terdapat <i>split level</i> pada bagian atap bangunan dan <i>Out of plane set back</i>)	

Berlanjut

Tabel 4.6 (Lanjutan)

No	Nama Sekolah	<i>Vertical Irregularity</i>	Dokumentasi
6	SD Negeri Baleharjo 1	-	Tidak terdapat <i>vertical irregularity</i>
7	SD Negeri Ploso	-	Tidak terdapat <i>vertical irregularity</i>
8	SD Negeri Baleharjo 2	✓ (Terdapat <i>split level</i> pada bagian atap bangunan)	
9	SD Negeri Pacitan	✓ (Terdapat <i>split level</i> pada bagian atap bangunan)	
10	SD Negeri Bangunsari	-	Tidak terdapat <i>vertical irregularity</i>

Ketidakteraturan vertikal pada bangunan sekolah dalam penelitian hampir keseluruhan memiliki penyimpangan *vertical irregularity* terutama pada kategori *split level* terutama pada bagian atap bangunan sekolah yang tidak sejajar dimana dapat menyebabkan bangunan beresiko roboh atau rentan terhadap gempa bumi karena terdapat perbedaan bangunan satu dengan bangunan yang lainnya. Selain itu terdapat penyimpangan *vertical irregularity* pada bangunan SMK Negeri 1 Pacitan kategori *Out of plane set back* dimana ada sistem penahan gaya *seisemik* suatu lantai pada bangunan sekolah tidak selaras secara vertikal dengan sistem penahan gaya *seisemik* di bagian atas atau dibawahnya.

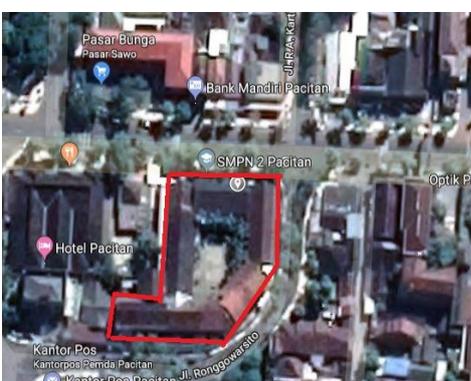
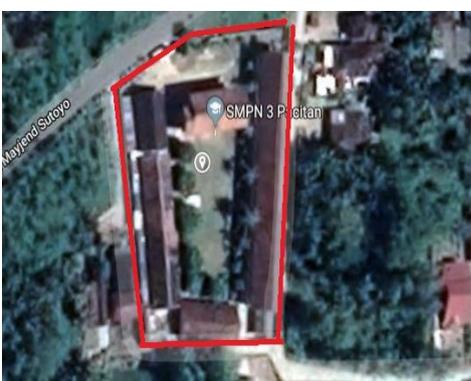
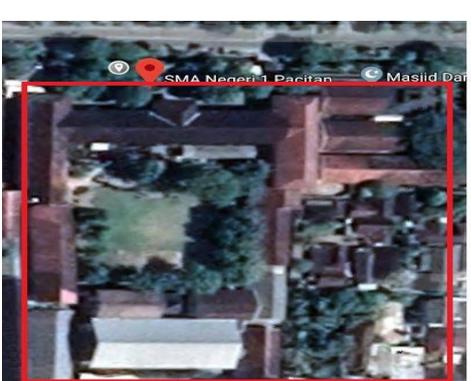
e. Ketidakberaturan Horisontal Bangunan/denah (*Plan Irregularity*)

Plan irregularity sendiri merupakan bentuk dari denah bangunan yang tidak regular (kondisi tidak simetris). Pada bangunan utamanya sekolah di daerah pacitan mayoritas dilengkapi fasilitas berupa tanah/lahan lapang yang difungsikan untuk kegiatan upacara ataupun kegiatan olahraga. Pada sekolah-sekolah di Kecamatan Pacitan pada umumnya terdapat tanah lapang yang diposisikan di bagian tengah atau depan sekolah, namun tidak jarang juga tanah lapang pada sekolah tersebut dikelilingi oleh sekolah tersebut. Sehingga kondisi ini sangat jelas secara tampak denah bangunan sekolah tersebut memiliki *U-shaped*, *L-shaped* atau *T-shaped* atau kotak dengan tanah lapang tersebut berada pada bagian tengah bangun sekolah. Pada tabel 4.7 dan 4.8 ini menampilkan data bangunan sekolah penelitian di Kecamatan Pacitan yang memiliki ketidakberaturan horizontal bangunan/denah.

Tabel 4.7 Daftar bangunan sekolah dengan *Plan Irregularity*

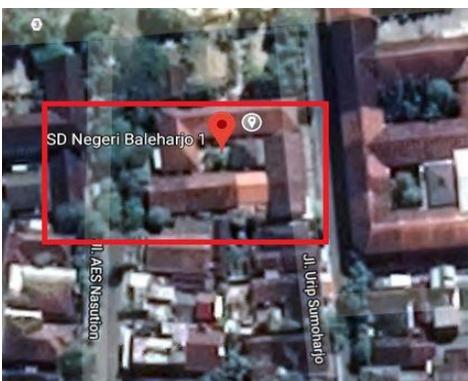
No	Nama Sekolah	Gedung	Kode	<i>Plan Irregularity</i>
1	SMP Negeri 1 Pacitan		SMP1	✓
2	SMP Negeri 2 Pacitan	Gedung 1	SMP2A	✓
		Gedung 2	SMP2B	✓
3	SMP Negeri 3 Pacitan	Gedung 1	SMP3A	-
		Gedung 2	SMP3B	-
		Gedung 3	SMP3C	-
		Gedung 4	SMP3D	✓
		Gedung 5	SMP3E	-
4	SMA Negeri 1 Pacitan	Gedung 1	SMA1A	✓
		Gedung 2	SMA1B	-
		Gedung 3	SMA1C	-
5	SMK Negeri 1 Pacitan	Gedung 1	SMK1A	✓
		Gedung 2	SMK1B	-
		Gedung 3	SMK1C	-
6	SD Negeri Baleharjo 1	Gedung 1	SDBL1A	✓
		Gedung 2	SDBL1B	-
		Gedung 3	SDBL1C	-
7	SD Negeri Ploso 1		SDPLOSO	✓
8	SD Negeri Baleharjo 2	Gedung 1	SDBL2A	✓
		Gedung 2	SDBL2B	✓
9	SD Negeri Pacitan		SDPCT	✓
10	SD Negeri Bangunsari	Gedung 1	SDBA	✓
		Gedung 2	SDBB	-

Tabel 4.8 Dokumentasi bangunan sekolah dengan *Plan Irregularity*

No.	Nama Sekolah	Dokumentasi <i>Plan Irregularity</i>
1	SMP Negeri 1 Pacitan	
2	SMP Negeri 2 Pacitan	
3	SMP Negeri 3 Pacitan	
4	SMA Negeri 1 Pacitan	

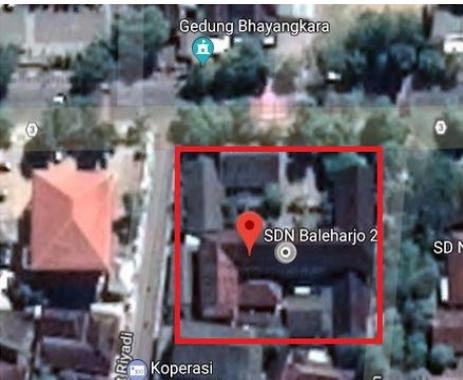
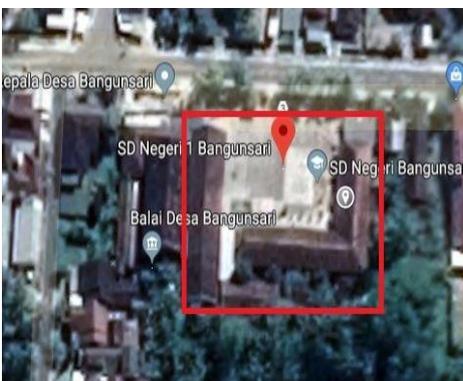
Berlanjut

Tabel 4.8 (Lanjutan)

No.	Nama Sekolah	Dokumentasi <i>Plan Irregularity</i>
5	SMK Negeri 1 Pacitan	 <p>A satellite view of SMK Negeri 1 Pacitan. A red rectangular box highlights a building structure. Labels include 'Jl. Letjen R. Suprpto', 'SMK Negeri 1 Pacitan', and 'Drum Band Gema Goa Gong'.</p>
6	SD Negeri Baleharjo 1	 <p>A satellite view of SD Negeri Baleharjo 1. A red rectangular box highlights a building structure. Labels include 'SD Negeri Baleharjo 1', 'Jl. AES Nasution', and 'Jl. Unp Sunoharjo'.</p>
7	SD Negeri Ploso	 <p>A satellite view of SD Negeri Ploso. A red rectangular box highlights a building structure. Labels include 'Jl. RMI Suryo', 'SDN Ploso 1', and 'Jl. Bima'.</p>
8	SD Negeri Baleharjo 2	 <p>A satellite view of SD Negeri Baleharjo 2. A red rectangular box highlights a building structure. Labels include 'Jalan Brigjend Katamen', 'Sekolah Dasar Negeri Pacitan', and 'WPS. Pinggi'.</p>

Berlanjut

Tabel 4.8 (Lanjutan)

No.	Nama Sekolah	Dokumentasi <i>Plan Irregularity</i>
9	SD Negeri Pacitan	
10	SD Negeri Bangunsari	

Seluruh sekolah dalam penelitian ini melalui pengamatan satelit yang dilakukan menunjukkan *plan irregularity* dengan bentuk yang berbeda-beda seperti dokumentasi dari *google maps* yang sudah di tampilkan pada tabel di atas.

f. Kode tahun pembangunan

Terdapat dua jenis kode yang menunjukkan bangunan di Indonesia di bangun, dan kedua jenis tersebut ada dalam sekolah dalam penelitian ini. Menurut sejarah pembangunan sekolah di Kecamatan Pacitan tidak semua dibangun setelah adanya peraturan gempa di Indonesia yaitu tahun 2002. Terdapat 8 sekolah kecuali SD Negeri Pacitan dan SMP Negeri 3 Pacitan yang dibangun sebelum tahun 1971 atau dapat dikategorikan *Post-benchmark*.

Namun dewasa ini hingga *survey* lapangan dilakukan sudah terdapat bagian-bagian yang merupakan tambahan/perluasan bangunan lama sekolah. Perluasan bangunan atau tambahan bangunan dibuat menyatu dengan bangunan

lama. Sehingga tersisa 2 sekolah yang masih dalam bangunan lama dengan kode *Precode* yaitu SD Negeri Bangunsari dan SD Negeri Baleharjo 1.

Kedua bangunan sekolah tersebut menjadi perhatian yang bertanggung jawab di bidang pendidikan pengelolaan sekolah karena usia bangunan yang cukup rentan.

g. Proses *final scoring rapid visual screening*

Menggunakan FEMA P-154 tahun 2015 untuk melakukan *survey* di lapangan, selanjutnya dilakukan penilaian cepat sesuai prosedur. *Final Level 1 Score* (S_{L1}) diperoleh berdasarkan beberapa nilai dasar struktur terhadap bencana (*basic score*) dan mengurangi dengan tingkat kesalahan atau potensi bangunan terhadap gempa.

Nilai *final score* merupakan sebuah estimasi kemungkinan terjadinya sebuah bangunan akan mengalami keruntuhan jika terjadi pergerakan tanah/gempa bumi. Menurut FEMA P-154 tahun 2015 struktur bangunan dikatakan aman dalam menerima pergerakan tanah/gempa bumi apabila *final score* (S_{L1}) pada penilaian *RVS* lebih besar dari masing-masing *minimum score* tipe bangunan yang terdapat dalam formulir *RVS*.

Untuk bangunan sekolah dalam penelitian ini berada pada *minimum score* 0,3 pada tipe bangunan C1 (bangunan rangka beton tahan gempa) dan C3 (bangunan rangka beton dngan dinding pengisi batu bata yang tidak diperkuat) dan *minimum score* tipe bangunan URM (Bangunan dinding batu bata yang tidak diperkuat) yaitu 0,2.. Untuk bangunan yang memiliki *score* dibawah *minimum score* (S_{min}) maka disyaratkan untuk dilakukan perhitungan lebih detail untuk memastikan kondisi yang pasti bangunan tersebut.

Berikut ini hasil evaluasi bangunan sekolah menggunakan formulir *RVS*, dengan ringkasan *final score* ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil *Final Score* Bangunan Sekolah berdasarkan RVS

Nomer bangunan	Kode Bangunan	Tipe Bangunan	Basic Score	Severe Vertical Irregularity (V_{LI})	Moderate Vertical Irregularity (V_{LI})	Plan Irregularity (P_{LI})	Pre-Code	Post Benchmark	Soil Type (E)	Minimum Score (S_{min})	Final Score (S_{LI})
1	SMP1	C1	1,5	-	-0,5	-0,6	-	1,9	0,0	0,3	2,3
2	SMP2A	C1	1,5	-	-	-0,6	-	-	0,0	0,3	0,9
	SMP2B	C1	1,5	-	-0,5	-0,6	-	-	0,0	0,3	0,4
3	SMP3A	C1	1,5	-	-	-	-	1,9	0,0	0,3	3,4
	SMP3B	URM	1,0	-	-	-	-	N/A	-0,2	0,2	0,8
	SMP3C	URM	1,0	-	-	-	-	N/A	-0,2	0,2	0,8
	SMP3D	C1	1,5	-	-0,5	-0,6	-	1,9	0,0	0,3	2,3
	SMP3E	URM	1,0	-	-	-	-	N/A	-0,2	0,2	0,8
4	SMA1A	C1	1,5	-	-	-0,6	-	1,9	0,0	0,3	2,8
	SMA1B	C1	1,5	-	-	-	-	1,9	0,0	0,3	3,4
	SMA1C	URM	1,0	-	-	-0,4	-	-	-0,2	0,3	0,4
5	SMK1A	C1	1,5	-	-0,5	-0,6	-	1,9	0,0	0,3	2,3
	SMK1B	C3	1,2	-	-	-	-0,1	-	-0,2	0,3	0,9
	SMK1C	URM	1,0	-	-	-	0,0	-	-0,2	0,2	0,8
6	SDBL1A	URM	1,0	-	-0,4	-0,4	0,0	-	-0,2	0,2	0
	SDBL1B	URM	1,0	-	-	-	0,0	-	-0,2	0,2	0,8
	SDBL1C	URM	1,0	-	-	-	0,0	-	-0,2	0,2	0,8
7	SDPLOSO	C1	1,5	-	-	-0,6	-	1,9	0,0	0,3	2,8
	SDBL2A	C3	1,2	-	-0,4	-0,5	-	N/A	-0,2	0,3	0,1
8	SDBL2B	C1	1,5	-	-0,5	-0,6	-	1,9	0,0	0,3	2,3
9	SDPCT	C1	1,5	-	-0,5	-0,6	-	1,9	0,0	0,3	2,3
	SDBA	URM	1,0	-	-0,4	-0,4	0,0	-	-0,2	0,2	0
10	SDBB	URM	1,0	-	-	-0,4	0,0	-	-0,2	0,2	0,4

Dari Tabel 4.9 telah menunjukkan *final score* tertinggi pada bangunan sekolah SMP Negeri 3 Pacitan dengan nilai *final score* (S_{LI}) sebesar 3,4 dengan kategori bangunan C1. Dari sekolah yang sudah dilakukan evaluasi walaupun gedung-gedung sekolah tersebut terdapat *vertical irregularity* dan *plan*

irregularity hal tersebut terbantu dengan adanya *score* pada tahun pembangunan yang dapat menggolongkan gedung tersebut pada *post-benchmark* dimana bangunan tersebut telah dibangun dengan terencana dan mengacu pada peraturan keempaan yang sudah berlaku.

Sedangkan bangunan gedung sekolah dengan *final score* terendah terdapat pada bangunan sekolah SD Baleharjo 1 dan SD Bangunsari kategori C1 sebesar 0,5, walaupun bangunan memiliki *score* terendah dari seluruh bangunan yang dilakukan evaluasi namun nilai tersebut masih sesuai dengan peraturan dimana S_{L1} atau *final score* lebih besar dari *minimum score* yaitu 0,3. Walaupun sekolah tersebut dibangun dan belum terdapat renovasi dari pertama pembangunan sekolah tersebut tidak memiliki faktor pengurang yang banyak sehingga masih digolongkan bangunan aman apabila terjadi pergerakan dasar tanah.

4.3 Hasil Analisis Data *Rapid Visual Screening* (RVS)

Berikut hasil penelitian di lapangan menggunakan metode *Rapid Visual Screening* menurut FEMA P-154 2015. Untuk pengisian formulir *RVS* keseluruhan gedung dapat dilihat pada lampiran, dan ringkasan *score* gedung sekolah ditunjukkan dalam tabel 4.10.

Tabel 4.10 Ringkasan *score* setelah evaluasi *RVS*

No	Nama Sekolah	Gedung	Kode	Score
1	SMP Negeri 1 Pacitan		SMP1	2,3
2	SMP Negeri 2 Pacitan	Gedung 1	SMP2A	0,9
		Gedung 2	SMP2B	0,4
3	SMP Negeri 3 Pacitan	Gedung 1	SMP3A	3,4
		Gedung 2	SMP3B	0,8
		Gedung 3	SMP3C	0,8
		Gedung 4	SMP3D	2,3
		Gedung 5	SMP3E	0,8
4	SMA Negeri 1 Pacitan	Gedung 1	SMA1A	2,8
		Gedung 2	SMA1B	3,4
		Gedung 3	SMA1C	0,4
5	SMK Negeri 1 Pacitan	Gedung 1	SMK1A	2,3
		Gedung 2	SMK1B	0,9
		Gedung 3	SMK1C	0,8

Berlanjut

Tabel 4.10 (Lanjutan)

No	Nama Sekolah	Gedung	Kode	Score
6	SD Negeri Baleharjo 1	Gedung 1	SDBL1A	0
		Gedung 2	SDBL1B	0,8
		Gedung 3	SDBL1C	0,8
7	SD Negeri Ploso 1		SDPLOSO	2,8
8	SD Negeri Baleharjo 2	Gedung 1	SDBL2A	0,1
		Gedung 2	SDBL2B	2,3
9	SD Negeri Pacitan		SDPCT	2,3
10	SD Negeri Bangunsari	Gedung 1	SDBA	0
		Gedung 2	SDBB	0,4

Secara keseluruhan terdapat 23 gedung, hal tersebut dikarenakan terdapat masing-masing sekolah memiliki bangunan yang terpisah.

Setelah didapat *final score* selanjutnya melakukan analisis menggunakan persamaan yang terdapat pada Persamaan 2.1 $(S) = \frac{1}{10^{SL_1}}$ untuk mendapatkan presentase potensi kerentanan. Berikut ini tabel 4.11 hasil analisis *final score*.

Tabel 4.11 Hasil Analisis Potensi Kerentanan

Nomer Bangunan	Kode	Nilai S	10^S	$\frac{1}{10^S}$	Potensi Kerentanan (%)
1	SMP1	2,3	199,53	0,0050	0,50
2	SMP2A	0,9	7,943	0,1259	12,59
	SMP2B	0,4	2,512	0,3981	39,81
3	SMP3A	3,4	2511,89	0,00039	0,04
	SMP3B	0,8	6,309	0,1584	15,85
	SMP3C	0,8	6,309	0,1584	15,85
	SMP3D	2,3	199,53	0,0050	0,50
	SMP3E	0,8	6,309	0,1584	15,85
4	SMA1A	2,8	630,96	0,0016	0,16
	SMA1B	3,4	2511,89	0,00039	0,04
	SMA1C	0,4	2,512	0,3981	39,81
5	SMK1A	2,3	199,53	0,0050	0,50
	SMK1B	0,9	7,943	0,1259	12,59
	SMK1C	0,8	6,309	0,1584	15,85
6	SDBL1A	0,2	1,585	0,6309	63,09
	SDBL1B	0,8	6,309	0,1584	15,85
	SDBL1C	0,8	6,309	0,1584	15,85
7	SDPLOSO	2,8	630,96	0,0016	0,16
8	SDBL2A	0,1	1,258	0,7943	79,43
	SDBL2B	2,3	199,53	0,0050	0,50

Berlanjut

Tabel 4.11 (Lanjutan)

Nomer Bangunan	Kode	Nilai S	10^S	$\frac{1}{10^S}$	Potensi Kerentanan (%)
9	SDPCT	2,3	199,53	0,0050	0,50
10	SDBA	0,2	1,585	0,6309	63,09
	SDBB	0,4	2,512	0,3981	39,81
Rata-rata		1,4	319,52	0,1949	19,49

Dari Tabel 4.11 di atas maka dapat dibaca sebagai berikut:

1. Bangunan C1 (*concreate*) dari SMP Negeri 1 Pacitan memiliki nilai S sebesar 2,3 dengan potensi kerentanan sebesar 0,50%, dapat diartikan 0,50% bangunan tersebut rentan terhadap gempa atau potensi roboh apabila terjadi guncangan atau gempa.
2. Bangunan C1 dari SMP Negeri 2 Pacitan memiliki dua gedung dengan nilai S sebesar 0,9 dan 0,4 dengan masing-masing kerentanan sebesar 12,59% dan 39,81 % dapat diartikan kedua gedung pada bangunan sekolah tersebut dinyatakan rawan terhadap risiko gempa berdasarkan FEMA P-154 2015.
3. Bangunan C1 dan URM (*Unreinforced Masonry Infill*) dari SMP Negeri 3 Pacitan memiliki 5 gedung terpisah dengan gedung 1 dan 4 merupakan bangunan kategori C1 dan gedung 2,3 dan 5 merupakan bangunan kategori URM. Dengan nilai S masing-masing yaitu 3,4 untuk gedung 1, 0,8 untuk nilai S gedung 2,3 dan 5, dan 2,3 nilai S gedung 4. Masing-masing kerentanan sebesar 0,04% untuk gedung 1, 15,85% kerentanan gedung 2,3 dan 5. Dan 0,50% potensi kerentanan gedung 4. Diartikan bangunan sekolah SMP Negeri 3 untuk gedung 2,3 dan 5 rentan terhadap resiko gempa berdasarkan FEMA P-154 2015 karena potensi kerentanan yang lebih dari 10% yaitu 15,85%.
4. Bangunan C1 dan URM dari SMA Negeri 1 Pacitan memiliki 3 gedung terpisah dengan tipe bangunan C1 untuk gedung 1 dan 2, serta tipe bangunan URM untuk gedung 3. Nilai S sebesar 2,8, 3,4 dan 0,4 dan masing-masing kerentanan bangunan sebesar 0,15%, 0,04% dan 39,81% diartikan terdapat bangunan SMA Negeri 1 Pacitan yaitu gedung 3 rentan terhadap risiko gempa bumi berdasarkan FEMA P-154 2015 dan berpotensi roboh.

5. Bangunan C1, C3 dan URM dari SMK Negeri 1 Pacitan memiliki 3 gedung terpisah dengan masing-masing nilai S sebesar 2,3 untuk tipe bangunan C1 gedung 1, 0,9 untuk bangunan C3 gedung 2 dan 0,8 untuk bangunan URM gedung 3 dan masing-masing kerentanan bangunan sebesar 0,50%, 12,59% dan 15,85%. Dapat diartikan dua gedung pada sekolah rentan terhadap gempa bumi atau berpotensi roboh berdasarkan FEMA P-154 2015.
6. Bangunan URM dari SD Negeri Baleharjo 1 memiliki 3 gedung terpisah dengan masing-masing nilai S sebesar 0,2 dan 0,8 untuk gedung 2 dan 3. Dan potensi kerentanan bangunan sebesar 63,09% dan 15,85% diartikan seluruh bangunan pada sekolah rentan terhadap gempa dan berpotensi roboh apabila terjadi gempa yang cukup besar, terutama gedung 1 yang memiliki potensi kerentanan sebesar 100%.
7. Bangunan C1 dari SD Negeri Ploso memiliki nilai S sebesar 2,8 dengan potensi kerentanan sebesar 0,16% atau dinyatakan bangunan aman terhadap risiko gempa berdasarkan FEMA P-154 2015.
8. Bangunan C3 dan C1 dari SD Baleharjo 2 memiliki 2 gedung terpisah dengan nilai S sebesar 0,1 untuk gedung 1 dan 2,3 untuk gedung 2. Dengan potensi kerentanan bangunan sebesar 79,43% dan 0,5% atau dinyatakan bangunan rentan terhadap risiko gempa berdasarkan FEMA P-154 2015 karena memiliki potensi kerentanan hingga 79,43%.
9. Bangunan C1 dari SD Negeri Pacitan memiliki nilai S sebesar 2,3 dengan potensi kerentanan bangunan sebesar 0,50% atau dinyatakan bangunan aman terhadap gempa berdasarkan FEMA P-154 2015.
10. Bangunan URM (*Unreinforced Masonry Infill*) SD Negeri Bangunsari memiliki 2 gedung terpisah dengan masing-masing nilai S sebesar 0,2 dan 0,4 dan potensi kerentanan bangunan sebesar 63,09% untuk gedung 1 dan 39,81% atau dinyatakan bangunan rentan terhadap gempa atau berpotensi roboh apabila terjadi gempa besar menurut FEMA P-154 2015..
11. Rata-rata bangunan sekolah di Kecamatan Pacitan memiliki nilai S sebesar 1,4 dengan potensi kerentanan bangunan sebesar 19,49% dapat diartikan bangunan sekolah di Kecamatan Pacitan rawan sekali terhadap potensi gempa yang akan terjadi, terdapat dua bangunan sekolah yaitu SD Negeri Baleharjo

1 dan SD Negeri Bangunsari yang memiliki potensi kerentanan sebesar 100% untuk kategori bangunan URM. Dan menjadi perhatian khusus untuk sekolah dengan tahun pembuatan sebelum peraturan kegunaan belum disesuaikan. Secara keseluruhan bangunan sekolah di Kecamatan Pacitan dengan evaluasi menggunakan metode *RVS (Rapid Visual Screening)* berdasarkan FEMA P-154 dinyatakan rawan dari risiko gempa dan diperlukan peninjauan lebih detail untuk sekolah yang dibangun sebelum adanya peraturan pembebanan gempa. Terutama bangunan dengan tipe URM (*Unreinforced Masonry Infill*).

4.4 Hasil Analisis Kerentanan Bangunan Berdasarkan Kategori Bangunan

Menurut analisis FEMA P-154 2015 menunjukkan terdapat 3 tipe bangunan sesuai hasil *survey* yaitu tipe C1, C3 dan URM yang kemudian *score* dari setiap tipe bangunan dirata-rata untuk mendapatkan nilai kerentanan dengan menggunakan Persamaan 2.1 dan berikut hasil analisis dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Analisis Potensi Kerentanan Berdasarkan Kategori Bangunan

No.	Kategori Bangunan	Score Rata-Rata	10^S	$\frac{1}{10^S}$	Potensi Kerentanan (%)
1	C1	2,29	663,0704	0,00151	0,15
2	C3	0,50	4,6051	0,21715	21,72
3	URM	0,6	4,6011	0,21733	21,73

Dari tabel 4.12 di atas maka dapat dibaca sebagai berikut:

1. Bangunan sekolah kategori C1 di Kecamatan Pacitan memiliki nilai *S* rata-rata sebesar 2,29 dengan potensi 0,15% dapat diartikan bangunan sekolah di Kecamatan Pacitan dengan kategori C1 (*Concrete 1*) aman terhadap risiko gempa bumi dengan metode *Rapid Visual Screening (RVS)* berdasarkan FEMA P-154 2015 dan tidak diperlukan peninjauan lebih detail. Dikarenakan tipe bangunan C1 yang digunakan pada bangunan sekolah di Kecamatan Pacitan merupakan tipe yang baik untuk bangunan ketika terjadi guncangan atau gempa yang sesuai dengan prinsip bangunan tahan gempa.
2. Bangunan sekolah kategori C3 di Kecamatan Pacitan memiliki nilai *S* sebesar 0,50 dengan potensi kerentanan sebesar 21,72% dapat diartikan bangunan sekolah di Kecamatan Pacitan dengan kategori C3 (*Concrete 3*) rentan terhadap

gempa dan memiliki potensi keruntuhan bangunan apabila terjadi gempa besar. Berdasarkan FEMA P-154 2015 bangunan dengan kategori C3 dapat berjalan dengan baik apabila dikondisi gempa dengan kekuatan sedang. Dan faktor penyimpangan yang terdapat pada bangunan diminimalisir sehingga *score* menjadi besar.

3. Bangunan sekolah dengan kategori URM (*Unreinforced Masonry Infill*) memiliki nilai *S* sebesar 0,6 dengan potensi kerentanan 21,73% dapat diartikan bangunan sekolah di Kecamatan Pacitan rentan terhadap risiko potensi gempa yang dapat menyebabkan roboh pada bangunan sekolah apabila terjadi gempa besar. Berdasarkan FEMA P-154 2015 bangunan dengan kategori URM memiliki kinerja konstruksi yang buruk karena tidak adanya perkuatan pada sambungan bangunan. Dan faktor penyimpangan yang ada pada bangunan menjadi faktor pengurang *basic score* serta masih kurangnya pengetahuan dari tenaga ahli perencanaan di bidang struktur untuk bangunan sekolah tersebut.

4.5 Hasil Analisis Kerentanan Bangunan Berdasarkan Penyimpangan Bangunan

Dari penelitian yang sudah dilakukan terdapat beberapa penyimpangan pada 23 gedung yang di evaluasi. Sesuai dengan *survey* yang telah dilakukan berikut hasil analisis kerentanan bangunan yang memiliki penyimpangan dijelaskan dalam tabel 4.13.

Tabel 4.13 Analisis Potensi Kerentanan Berdasarkan Penyimpangan Bangunan

No.	Penyimpangan Bangunan	Jumlah Bangunan	Potensi Kerentanan (%)
1	<i>Vertical Irregularity</i>		
	a. <i>Sloping Site</i>	0	0
	b. <i>Soft Story</i>	1	4,35
	c. <i>Out-of-plane setback</i>	1	4,35
	d. <i>In plane setback</i>	0	0
	e. <i>Short Columns</i>	0	0
	f. <i>Split level</i>	9	39,13

Tabel 4.13 (Lanjutan)

No.	Penyimpangan Bangunan	Jumlah Bangunan	Potensi Kerentanan (%)
2	<i>Plan Irregularity</i>		
	<i>a. Torsion</i>	0	0
	<i>b. Non Parallel system</i>	0	0
	<i>c. Reentrant Corners</i>	10	43,48
	<i>d. Diaphragma Openings</i>	0	0
	<i>e. Beams Do Not Align With Columns</i>	0	0

Dari tabel 4.13 di atas dapat dibaca maka dapat dibaca sebagai berikut:

1. Bangunan sekolah yang dievaluasi memiliki penyimpangan *Vertical Irregularity* pada kategori *Out of Plane Setback* dan *Soft Story* terdapat 1 gedung sehingga memiliki potensi kerentanan sebesar 4,35%.
2. Bangunan sekolah yang dievaluasi memiliki penyimpangan berupa *Split levels* pada lantai dan atap sebanyak 9 gedung, sehingga diperoleh potensi kerentanan akibat adanya penyimpangan yaitu 39,13%.
3. Bangunan sekolah yang dievaluasi berdasarkan *Plan Irregularity* terdapat 10 gedung yang memiliki bentuk yang tidakberaturan pada kategori *Reentrant Corners*. Sehingga potensi kerentanannya sebesar 43,38%.
4. Disimpulkan akibat adanya penyimpangan bangunan berupa *Split Levels* dan *Reentrant Corners* membuat gedung sekolah rentan terhadap risiko gempa yang dapat menyebabkan keruntuhan. Dan kedua penyimpangan bangunan tersebut adalah faktor yang membuat bangunan berisiko terhadap gempa.