

# ANALISIS KERUSAKAN BANGUNAN TEMPAT TINGGAL AKIBAT BENCANA GEMPABUMI DI KECAMATAN PALU BARAT KOTA PALU TAHUN 2018

Ahdana Sabila Dini; Aditya Saputra

Fakultas Geografi UMS; Surakarta  
ahdanasd19@gmail.com

## ABSTRAK

Gempabumi memiliki daya rusak yang tinggi terhadap bangunan yang berada di permukaan akibat adanya gelombang seismik. Kerusakan bangunan merupakan penyebab tingginya angka kematian dan korban luka akibat gempabumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerusakan, distribusi spasial dan menganalisis tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal di Kecamatan Palu Barat akibat gempabumi tahun 2018. Interpretasi citra IKONOS dilakukan untuk mengetahui tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal. Penelitian ini menggunakan skala *European Macroseismic Scale* (EMS) tahun 1998. Dari 379 bangunan tempat tinggal yang divalidasi hanya 13 yang masuk dalam skala 5, 8 yang berada pada skala 4, 11 yang berada pada skala 3, 5 yang berada pada skala 2, dan sisanya berada pada skala 1 dan tidak mengalami kerusakan sama sekali. Struktur bangunan dan jarak lokasi terhadap suatu patahan aktif merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal. Bangunan tempat tinggal dengan struktur batu bata diperkuat diafragma kaku (RM2) merupakan struktur yang paling banyak mengalami kerusakan. Jarak patahan Palu-Koro dengan wilayah yang mengalami kerusakan yaitu sekitar 2,4 km yang berada di Kelurahan Lere. Selain itu, kerusakan yang terjadi pada bangunan tempat tinggal di Kecamatan Palu Barat memiliki pola memanjang yang menyerupai pola patahan Palu-Koro. Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa 58% hasil interpretasi yang dilakukan sesuai dengan survei lapangan, sehingga interpretasi kerusakan bangunan tempat tinggal sebaiknya dilakukan dengan pengamatan lapangan.

**Kata Kunci:** Gempabumi, Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal, EMS 1998

## PENDAHULUAN

### *Latar Belakang*

Kepulauan Indonesia berada pada persimpangan lempeng Eurasia, Australia, dan Pasifik sehingga seringkali mengalami peristiwa gempabumi. Gempabumi merupakan suatu peristiwa yang dapat terjadi kapan saja tanpa adanya gejala penanda sebelumnya. Gempabumi memiliki daya rusak yang tinggi terhadap bangunan yang berada di permukaan akibat adanya gelombang seismik. Daya rusak tersebut merupakan penyebab tingginya angka kematian dan korban luka akibat bencana gempabumi. Maengga (2011) menegaskan pula bahwa respon dinamik bangunan terhadap tanah merupakan penyebab paling penting dari kerusakan akibat gempabumi pada bangunan. Hal ini dibuktikan dari kejadian gempabumi Jogja tahun 2006. Sebanyak 75.315 unit bangunan tempat tinggal hancur total, korban jiwa sebanyak 5.716 jiwa dan korban luka-luka sebanyak 37.927 jiwa. Detail kerusakan dan korban jiwa dapat dilihat pada Tabel 1.

Provinsi dan Kabupaten	Jumlah Permukiman (2003)	Hancur Total	Korban Jiwa	Luka-luka
Yogyakarta	703.545	47.520	4.659	19.401
Bantul	181.991	26.045	4.121	12.026
Sleman	196.965	4.719	240	3.792
Kulon Progo	87.940	3.485	22	2.179
Gunung Kidul	158.570	11.323	81	1.086
Kota Yogyakarta	78.079	1.948	195	318
Jawa Tengah	1.413.830	27.795	1.057	18.526
Klaten	280.513	27.270	1.041	18.127
Magelang	260.391	179	10	24
Boyolali	219.537	276	4	300
Sukoharjo	214.463	46	1	67
Wonogiri	261.044	15	-	4
Purworejo	177.882	9	1	4
<b>Total</b>	<b>2.117.375</b>	<b>75.315</b>	<b>5.716</b>	<b>37.927</b>

Tabel 1. Jumlah Bangunan Rusak, Korban Jiwa dan Luka-luka Akibat Gempa Jogja, 2006  
 Sumber: BAPPENAS, 2006

Kota Palu adalah salah satu kota yang memiliki risiko gempabumi yang tinggi. Berdasarkan data rekaman USGS, dalam kurun waktu sekitar 95 tahun (1923-2018) terjadi sebanyak 753 gempabumi dengan magnitudo lebih besar dari 5 skala richter dalam radius sekitar 500 kilometer dari pusat Kota Palu. Potensi kerusakan bangunan akibat bahaya gempabumi di Kota Palu termasuk dalam kategori tinggi. Sebanyak 42 bangunan yang dikaji, 24 (57%) bangunan berpotensi mengalami kerusakan parah, 13 (31%) kerusakan sedang, dan 5 (12%) kerusakan ringan (Lelean, 2011). Gempabumi Palu tahun 2018 membuktikan hal tersebut. Sebanyak 16.416 bangunan rusak di Kota Palu. Detail kerusakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Kabupaten dan Kecamatan	Bangunan Rusak	Jumlah Bangunan	Populasi (2017)
Mantikulore	2.495	29.530	63.804
Palu Barat	4.181	13.354	62.293
Palu Selatan	2.194	24.751	70.571
Palu Timur	1.951	15.917	71.452
Palu Utara	571	5.071	23.196
Tatanga	23	16.312	39.997
Tawaeli	659	4.835	20.706
Ulujadi	4.432	12.416	27.763
<b>Total</b>	<b>16.416</b>	<b>122.186</b>	<b>379.782</b>

Tabel 2. Jumlah Bangunan Rusak di Kota Palu  
 Sumber: UNOSAT, 2018









Penilaian kerusakan bangunan tempat tinggal dapat dilakukan melalui interpretasi citra. Melalui citra resolusi tinggi dapat dilakukan penilaian kerusakan dan estimasi kerugian secara


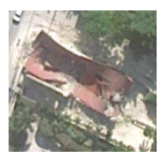
cepat pasca terjadinya bencana gempabumi sehingga menghasilkan pola kerusakan bangunan berdasarkan jenis tertentu. Saputra, dkk (2017) membuktikan bahwa secara statistik jenis bangunan tempat tinggal dengan struktur pasangan batu bata diperkuat dan atap material tanah liat memiliki probabilitas kerusakan lebih tinggi terhadap bencana gempabumi Yogyakarta tahun 2006 berdasarkan model regresi logistik dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul. Walaupun demikian, kajian-kajian mengenai penilaian kerusakan bangunan tempat tinggal di Kota Palu masih sangat jarang dilakukan, khususnya dengan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan SIG (Sistem Informasi Geografis).

## METODE

Metode penelitian dilakukan dengan cara melakukan interpretasi citra sebelum dan sesudah terjadi peristiwa gempabumi dengan memperhatikan unsur interpretasi citra yang ada. Citra sebelum (IKONOS, 17 Agustus 2018) dan sesudah (IKONOS, 1 Oktober 2018) digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal berdasarkan klasifikasi skala kerusakan *European Macroseismic Scale (EMS) 1998*. Detail skala EMS 1998 dapat dilihat pada Tabel 3.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *stratified random sampling*, dimana pengambilan sampel didasarkan atas tingkat kerusakan bangunan. Pengambilan sampel dilakukan untuk melakukan validasi berdasarkan hasil interpretasi yang sebelumnya telah dilakukan. Identifikasi jenis bangunan juga dilakukan pada saat pengambilan sampel. Identifikasi jenis bangunan dilakukan berdasarkan klasifikasi *Federal Emergency Management Agency (FEMA) 154*, dimana jenis bangunan tempat tinggal berdasarkan struktur bangunannya di Indonesia pada umumnya dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu jenis bangunan dengan struktur kayu, struktur bangunan bata yang diperkuat dengan diafragma fleksibel dan struktur bangunan bata yang diperkuat dengan diafragma kaku.

Klasifikasi Kerusakan	Sketsa EMS 1998	Interpretasi Citra
Skala 1 Kerusakan ringan (tidak ada kerusakan struktural, kerusakan ringan non-struktural)		
Skala 2 Kerusakan sedang (sedikit kerusakan struktural, kerusakan sedang non-struktural)		
Skala 3 Kerusakan besar (kerusakan sedang struktural, kerusakan berat non-struktural)		
Skala 4 Kerusakan sangat besar (kerusakan berat struktural, kerusakan sangat berat non-struktural)		

Skala 5 Hancur (kerusakan sangat berat struktural)		
---	--	---

Tabel 3. Interpretasi Citra berdasarkan Skala EMS 1998

Sumber: Corbane, 2011

## HASIL

Interpretasi tingkat kerusakan bangunan dilakukan dengan menggunakan pedoman skala EMS 1998. Berdasarkan hasil interpretasi kerusakan bangunan tempat tinggal di Kecamatan Palu Barat menurut skala EMS 1998 menunjukkan bahwa tingkat kerusakan yang dialami tidak begitu signifikan. Tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal berada pada kisaran skala 1, 2, 3, dan 5 atau berada pada tingkat kerusakan ringan, sedang, besar, dan hancur. Tingkat kerusakan paling parah hanya dialami oleh satu kelurahan, yaitu Kelurahan Lere. Sebanyak 4 bangunan tempat tinggal teridentifikasi mengalami kerusakan skala 2, 10 bangunan tempat tinggal mengalami kerusakan skala 3, dan 8 bangunan tempat tinggal mengalami kerusakan skala 5. Kerusakan bangunan tempat tinggal yang terjadi di Kelurahan Lere hanya ditemui pada bagian barat saja, sedangkan bagian lainnya teridentifikasi hanya mengalami kerusakan dengan skala 1 atau dengan tingkat kerusakan ringan.

Interpretasi	Skala Tingkat Kerusakan	Lapangan						TOTAL	User Accuracy
		0	1	2	3	4	5		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	1	137	205	4	5	3	2	356	58%
	2	0	0	1	0	2	1	4	25%
	3	0	0	0	6	3	2	11	55%
	4	0	0	0	0	0	0	0	0%
	5	0	0	0	0	0	8	8	100%
	<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>205</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>379</b>	
	<b>User Accuracy</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>20%</b>	<b>55%</b>	<b>0%</b>	<b>62%</b>	<b>Overall</b>	<b>58%</b>

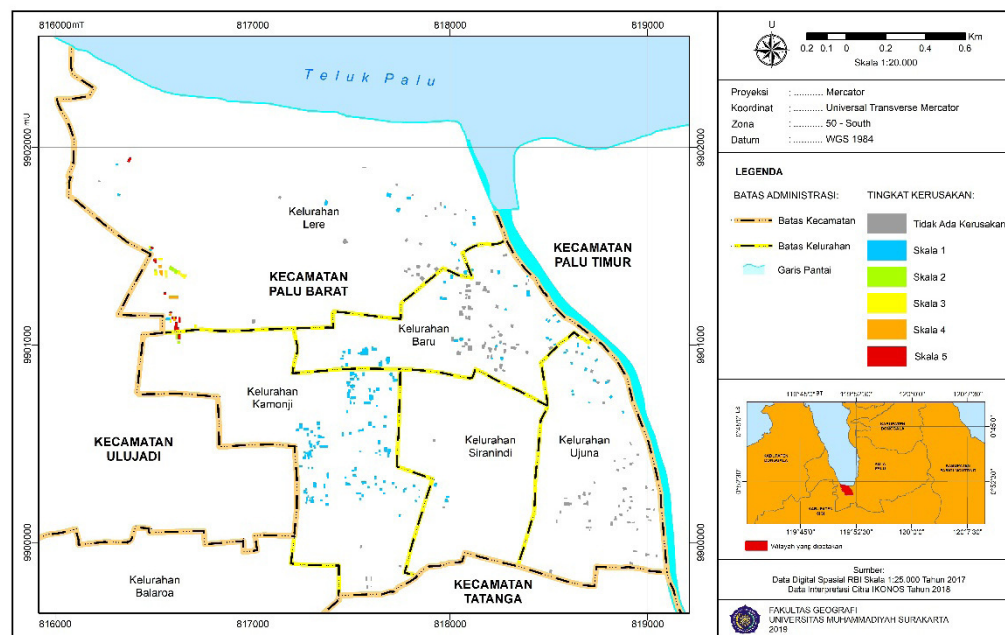
Tabel 4. Uji Akurasi Interpretasi Tingkat Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2019

Berdasarkan hasil uji akurasi yang dilakukan, kesalahan interpretasi paling banyak terjadi pada tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal skala 1. Sebanyak 137 bangunan tempat tinggal dari interpretasi tingkat kerusakan skala 1 ketika dilakukan validasi ternyata tidak mengalami kerusakan, 5 bangunan tempat tinggal mengalami tingkat kerusakan skala 2, 11 bangunan tempat tinggal mengalami kerusakan skala 3, 8 bangunan tempat tinggal mengalami kerusakan skala 4, dan 13 bangunan tempat tinggal mengalami kerusakan skala 5. Hasil uji akurasi interpretasi kerusakan bangunan tempat tinggal dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil survei lapangan menunjukkan bahwa tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal skala 1 dicirikan dengan kerusakan yang dicirikan dengan adanya retakan rambut dan tidak adaya kerusakan struktural. Tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal skala 2 memiliki ciri yang tidak jauh berbeda dengan skala 1 pada saat survei lapangan, hanya saja jumlah retakan

rambut lebih banyak daripada skala 1 bahkan retakan hampir berubah menjadi retakan jenis terbuka namun belum terlihat adanya kerusakan pada bagian struktural tempat tinggal. Skala 3 dicirikan dengan adanya retakan jenis terbuka dan mulai adanya kerusakan pada bagian-bagian struktural bangunan tempat tinggal. Tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal skala 4 dicirikan dengan adanya kerusakan struktural hingga pada bagian lantai bangunan tempat tinggal. Tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal skala 5 dicirikan dengan kerusakan masif yang dicirikan dengan hancurnya bangunan tempat tinggal. Detail hasil survei lapangan tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal di Kecamatan Palu Barat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Hasil Validasi Tingkat Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal di Kecamatan Palu Barat

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2019

## PEMBAHASAN

### *Tingkat Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal berdasarkan Struktur Bangunan FEMA 154*

Tingkat kerusakan pada bangunan tempat tinggal yang terjadi akibat gempa bumi pada tanggal 28 September 2018 di Kecamatan Palu Barat sebenarnya tidak begitu parah. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan pada bangunan tempat tinggal dengan struktur batu bata dapat diindikasikan tingkat kerusakannya berdasarkan tingkat retakan bangunan. Bangunan dengan jenis retakan rambut memiliki tingkat kerusakan lebih rendah dibandingkan dengan bangunan tempat tinggal dengan retakan terbuka. Tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal dengan retakan rambut bekisar pada skala 1 dan 2, sedangkan tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal dengan retakan terbuka berada pada kisaran skala 3 hingga 4. Apabila bangunan tempat tinggal memiliki jenis retakan terbuka maka dapat disimpulkan terjadi kerusakan struktural tingkat sedang hingga sangat berat pada bangunan yang dicirikan dengan runtuhnya sebagian atau keseluruhan bangunan tempat tinggal.

Tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal yang terjadi dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi yaitu struktur dari bangunan tempat tinggal. Berdasarkan hasil survei lapangan yang dilakukan dapat diketahui bahwa bangunan tempat

tinggal di Kecamatan Palu Barat 97,54% memiliki struktur bangunan RM2 atau meliputi hampir keseluruhan bangunan tempat tinggal di Kecamatan Palu Barat, sisanya memiliki struktur bangunan W1 dan RM1. Pada saat terjadi gempa bumi kerusakan bangunan tempat tinggal banyak terjadi pada struktur bangunan tempat tinggal RM2, hal ini disebabkan karena struktur tersebut rentan terhadap guncangan sehingga dapat menyebabkan terjadinya rekahan atau retakan yang dapat menyebabkan bangunan mudah runtuh dan hancur, sedangkan bangunan tempat tinggal dengan struktur RM1 dan W1 pada saat terjadinya gempa bumi tidak mengalami kerusakan yang tidak begitu berarti. Perbandingan kerusakan bangunan tempat tinggal berdasarkan struktur bangunan dapat dilihat pada Gambar 2.

Potensi kerusakan bangunan berdasarkan jenis strukturnya di Palu pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa 13 dari 14 bangunan dengan struktur RM2 berpotensi mengalami kerusakan parah, 2 dari 1 bangunan dengan struktur RM1 berpotensi mengalami kerusakan parah, dan 3 dari 3 bangunan dengan struktur W1 memiliki potensi kerusakan sedang (Lelean, 2011).



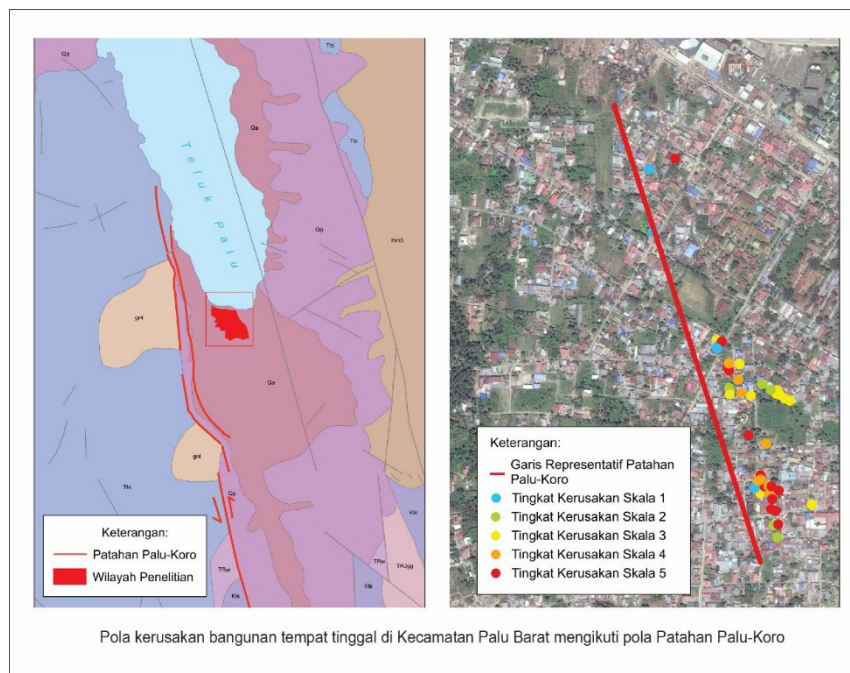
Gambar 2. Perbandingan Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal berdasarkan Struktur Bangunan  
Sumber: Pengolahan Data Primer, 2019

### ***Tingkat Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal berdasarkan Lokasi Patahan Palu-Koro***

Tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal selain disebabkan oleh strukturnya juga dapat disebabkan oleh faktor lainnya, yaitu jarak dengan suatu patahan aktif. Jarak Kelurahan Lere dengan patahan Palu-Koro yaitu sekitar 2400 meter atau 2,4 km. Hal ini menandakan bahwa jarak patahan dengan bangunan tempat tinggal berada pada radius yang cukup dekat, sehingga apabila terjadi gempa bumi akan berisiko mengalami kerusakan.

Pola kerusakan bangunan tempat tinggal dengan skala 1 sampai 5 yang terjadi di Kelurahan Lere jika dilihat memiliki pola memanjang dari utara ke selatan mengikuti patahan Palu-Koro yang memanjang dari Teluk Palu menuju selatan atau sejajar dengan Sungai Palu. Hal ini menjelaskan penyebab kerusakan bangunan tempat tinggal banyak ditemui di bagian barat Kelurahan Lere. Detil perbandingan pola kerusakan bangunan tempat tinggal dan patahan Palu-Koro dapat dilihat pada Gambar 3.

Hasil penelitian sebelumnya mengenai kerusakan bangunan di Palu juga menunjukkan bahwa bangunan yang berada pada Kota Palu bagian barat memiliki tingkat kerusakan yang lebih tinggi diakibatkan oleh kedekatan wilayah tersebut berdekatan dengan jalur patahan Palu-Koro, namun bangunan dengan tingkat kerusakan rendah juga ditemukan kurang dari 10%. Bangunan tersebut adalah bangunan yang didesain dan didirikan oleh para insinyur bangunan (Lelean, 2011).



Gambar 3. Pola Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal di Kecamatan Palu Barat

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2019

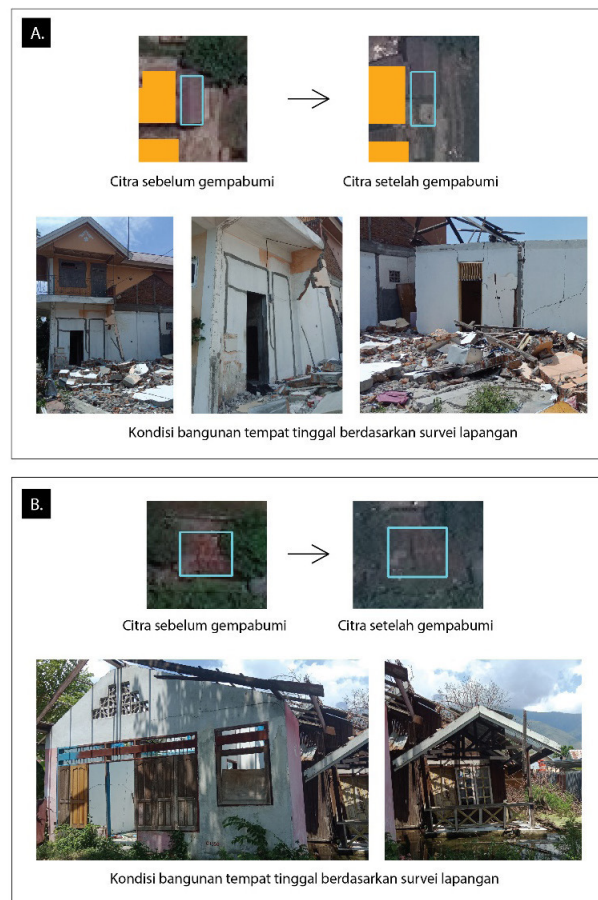
### ***Kesalahan Interpretasi Tingkat Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal***

Salah satu unsur penting dalam penilaian tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal dengan menggunakan SIG dan penginderaan jauh adalah citra. Semakin tinggi resolusi spasial yang dimiliki oleh suatu citra, maka akan semakin baik hasil yang di dapatkan atau akan semakin kecil kesalahan yang didapatkan namun, berdasarkan hasil interpretasi tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal yang dilakukan di Kecamatan Palu Barat dengan menggunakan citra IKONOS kesalahan interpretasi banyak ditemukan. Kesalahan interpretasi yang terjadi dibagi menjadi 2 jenis, yaitu kesalahan interpretasi bangunan tempat tinggal ke skala yang lebih rendah dan kesalahan interpretasi bangunan tempat tinggal ke skala yang lebih tinggi.

Kesalahan interpretasi bangunan tempat tinggal ke skala yang lebih rendah merupakan kesalahan yang paling banyak terjadi. Sebanyak 138 bangunan tempat tinggal yang diinterpretasi mengalami kerusakan skala 1 pada saat dilapangan tidak mengalami kerusakan atau berada pada skala 0. Kesalahan interpretasi ini disebabkan karena interpretasi kerusakan bangunan tempat tinggal dilakukan secara vertikal melalui atap bangunan dan kerusakan struktural pada bagian bawah atap bangunan tempat tinggal tidak diperhitungkan.

Kesalahan interpretasi bangunan tempat tinggal ke skala yang lebih tinggi dialami pada interpretasi tingkat kerusakan skala 1, 2, dan 3. Kesalahan interpretasi ini selain disebabkan karena interpretasi hanya dilakukan secara vertikal juga diindikasikan karena adanya kesalahan pada saat perekaman objek bangunan. Salah satu contoh kesalahan interpretasi bangunan tempat tinggal ke skala yang lebih tinggi dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4A menunjukkan bahwa kesalahan interpretasi berdasarkan citra sebelum dan sesudah terjadinya gempa bumi menunjukkan perbedaan yang kurang berarti. Perbedaan objek hanya berupa pergeseran objek, adanya sedikit jejak reruntuhan puing bangunan dan tidak ditemukannya perbedaan pada bagian atap yang dapat dicirikan dengan adanya retakan sehingga bangunan tempat tinggal diklasifikasikan menjadi tingkat kerusakan skala 1, namun berdasarkan hasil survei lapangan bangunan tempat tinggal termasuk dalam klasifikasi tingkat kerusakan kelas 5. Hal ini disebabkan pada saat survei lapangan bangunan tinggal mengalami kerusakan struktural yang dicirikan dengan runtuhnya seluruh bangunan tempat tinggal. Gambar 4B menunjukkan bahwa pada saat interpretasi citra menggunakan perbandingan citra sebelum dan sesudah terjadinya gempa bumi kondisi atap bangunan tempat tinggal tidak mengalami perubahan, namun pada saat survei lapangan kondisi atap ditemukan sudah rusak.

Berdasarkan kesalahan yang terjadi pada interpretasi tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal maka dalam melakukan penilaian tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal tidak dapat hanya menggunakan metode secara eksitu menggunakan citra, namun juga harus dilakukan secara eksitu sehingga kondisi bangunan secara horizontal dapat ikut dipertimbangkan dan kesalahan dalam penilaian tingkat kerusakan bangunan tempat tinggal dapat diminimalisir.



Gambar 4. Contoh Kesalahan Interpretasi Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2019



## KESIMPULAN

1. Kerusakan bangunan tempat tinggal yang diakibatkan oleh gempa bumi pada tahun 2018 tidak begitu parah. Dari 379 bangunan tempat tinggal yang divalidasi hanya 13 yang masuk dalam skala 5 atau hancur, 8 yang berada pada skala 4 atau kerusakan sangat berat, 11 yang berada pada skala 3 atau kerusakan berat, 5 yang berada pada skala 2 atau kerusakan sedang, dan 205 yang berada pada skala 1 atau kerusakan ringan, serta 138 bangunan tempat tinggal yang sama sekali tidak mengalami kerusakan.
2. Kerusakan bangunan tempat tinggal paling banyak dialami pada wilayah barat Kecamatan Palu Barat, yaitu Kelurahan Lere.
3. Kerusakan bangunan tempat tinggal paling banyak dialami pada bangunan tempat tinggal dengan struktur bangunan RM2 (*reinforced masonry buildings with rigid diaphragms*), selain itu pola kerusakan bangunan tempat tinggal berbentuk memanjang seperti pola patahan Palu-Koro.

## REFERENSI

- BAPPENAS. (2006). *Penilaian Awal Kerusakan dan Kerugian Bencana Alam di Yogyakarta dan Jawa Tengah*. Jakarta.
- Corbane, Christina dkk (2011). *A Comprehensive Analysis of Building Damage in the 12 January 2010 Mw 7 Haiti Earthquake Using High-Resolution Satellite and Aerial Imagery*. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 77, No.10, Oktober.
- Lelean, Yurdinus Panji (2011). *Penerapan Metode Cepat Penaksiran Risiko Bangunan Terhadap Bahaya Gempabumi Studi Kasus Kota Palu, Sulawesi Tengah*. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Maengga, Purwanto. (2011). *Arsitektur Tahan Gempa*. *Media Matrasain*. Vol 8, No 2, Agustus.
- Saputra, Aditya (2017). *Seismic Vulnerability Assessment of Residential Buildings using Logistic Regression and Geographic Information System (GIS) in Pleret, Sub District (Yogyakarta, Indonesia)*. *Geoenvironmental Disasters*. Vol.4, Isu 1, Artikel 11, Desember.
- UNOSAT (2018). *Indonesia: Comprehensive Satellite Detected Building Damage Assessment Overview as of 19 October 2018*. <http://www.unitar.org/unosat/node/44/2855> diunduh 28 Oktober 2018.