

ANALISIS KERUSAKAN BANGUNAN FASILITAS SOSIAL AKIBAT GEMPABUMI TAHUN 2018 DI KOTA PALU PROVINSI SULAWESI TENGAH

Setty Maryanti, Aditya Saputra

Fakultas Geografi; Surakarta; Surakarta
Maryantisetty04@gmail.com

ABSTRAK

Kota Palu pada tanggal 28 September 2018 diguncang gempa dengan kekuatan 7,5 *scala richter*. Kekuatan gempa tersebut dapat menyebabkan kerusakan bangunan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui agihan spasial dan kerusakan fasilitas sosial (sekolah, fasilitas kesehatan, dan perkantoran) yang rusak akibat gempabumi. Metode penelitian ini berdasarkan interpretasi citra penginderaan jauh dan tingkat kerusakan bangunan berdasarkan *European MacroSeismic Scale* (EMS) tahun 1998. Penelitian ini menghasilkan kerusakan bangunan yang menyebar dari kelas 1 hingga kelas 4. Kerusakan fasilitas sosial di Kota Palu menurut EMS-98 diperoleh beberapa sekolah yang rusak kelas 1 hingga kelas 3 yaitu SD Tondo, Mts Muhammadiyah Al Haq, SD N 1 Tanamodindi, sedangkan kerusakan fasilitas kesehatan kelas 1, 2 dan kelas 4 yaitu Puskesmas Palu Selatan, Rumah Sakit Undata, Rumah Sakit Anutapura. serta bangunan perkantoran yang rusak kelas 1 hingga kelas 3 yaitu kantor kesbangpol, kantor cipta karya dan sumber daya air, dan kantor pemadam kebakaran. Kesesuaian hasil interpretasi citra dengan hasil survei lapangan didapatkan 55%.

Kata Kunci: kerusakan bangunan fasilitas sosial, gempabumi, dan Citra penginderaan jauh

PENDAHULUAN

Latar Belakang


Gempa bumi adalah suatu peristiwa pelepasan energi gelombang *seismic* yang terjadi secara tiba-tiba. Pelepasan energi ini diakibatkan karena adanya deformasi lempeng tektonik yang terjadi pada kerak bumi (Hartuti, 2009). Gempabumi tidak dapat diprediksi waktu terjadinya dan tidak pula ditanda maupun gejala-gejala yang menyertainya. Besarnya kekuatan gempabumi dapat menyebabkan kerusakan bangunan yang ada dipermukaan bumi. Kerusakan bangunan perumahan penduduk, perkantoran, dan gedung sekolah, yang berada di wilayah gempa tinggi sangatlah rentan pada saat terjadinya gempabumi, terutama risiko kerusakan bangunan yang dapat menimbulkan korban jiwa dalam jumlah yang cukup besar (Wijaya, 2014). Hal ini dibuktikan dengan kejadian gempabumi di Yogyakarta pada 27 Mei 2006 yang menyebabkan kerusakan bangunan rumah dan bangunan sarana prasarana sehingga menimbulkan korban jiwa yang banyak. Kerusakan yang ditimbulkan memunculkan tafsiran kerugikan akibat gempabumi yang tidak kecil bagi bangunan fasilitas umum. Karakteristik kerusakan bangunan dapat dilakukan dengan mengidentifikasi tipe struktur bangunan untuk mempermudah gambaran kerusakan. Gempabumi yang terjadi di Indonesia dengan skala besar selain melanda Lombok pada bulan Agustus. Gempabumi kembali melanda pada 28 September 2018 di Kota Palu. Kota Palu merupakan salah satu Kota di Indonesia yang memiliki risiko terhadap bencana gempabumi tinggi. Berdasarkan rekaman USGS gempabumi pada tahun 1927-2018 tercatat beberapa kali mengalami gempabumi dengan skala besar terjadi di Kota Palu dan sekitarnya yang bersifat merusak. Hiposenter kejadian gempabumi yang diasosiasikan dengan aktivitas seismik patahan Palu-Koro memiliki kedalaman yang bervariasi jarak paling dalam adalah 165 km (Lelean, 2012).



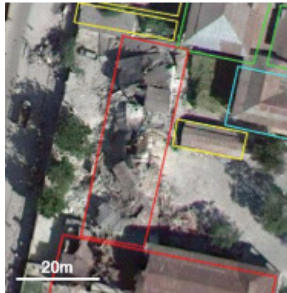
Potensi kerusakan bangunan di Kota Palu akibat gempa bumi dalam kategori tinggi. Kerusakan bangunan akibat gempa bumi membantu mengetahui pola kerusakan pada jenis bangunan tertentu, jika terjadi gempa dikemudian hari. Menurut Saputra, dkk (2017) hasil statistik model regresi logistik dan sistem informasi geografis di Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul dengan nilai probabilitas lebih tinggi terhadap kerusakan gempa bumi Yogyakarta tahun 2006 ialah jenis bangunan tempat tinggal dengan struktur batu bata dan material atap tanah liat sedangkan struktur rumah batu bata dengan material asbes atau seng memiliki probabilitas yang lebih rendah. Kajian kerusakan bangunan fasilitas di Kota Palu dengan memanfaatkan citra penginderaan jauh resolusi tinggi belum ada untuk saat ini.

Pemanfaatan citra penginderaan jauh dengan resolusi tinggi dapat membantu dalam perhitungan kerusakan bangunan dan infrastruktur seperti sekolah, fasilitas kesehatan dan perkantoran serta penganggaran bantuan untuk korban jiwa secara cepat dan efisien. Citra penginderaan jauh beresolusi tinggi dapat digunakan dalam mengidentifikasi kerusakan bangunan dengan hasil akurasi 70% dengan data survei lapangan (Matsuzaki dkk, 2007). Berdasarkan masalah di atas maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kerusakan Bangunan Fasilitas Sosial Akibat Gempabumi Tahun 2018 di Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah ”

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan kegiatan interpretasi citra dan cek lapangan. Tingkat kerusakan bangunan berdasarkan *European Macroseismic Scale* (EMS) tahun 1998. Detail tingkat kerusakan menurut EMS-98 dapat dilihat pada tabel 1. Obyek penelitian ini adalah bangunan fasilitas sosial (sekolah, fasilitas kesehatan, dan perkantoran) yang terdampak akibat bencana gempa bumi Palu tahun 2018. Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cluster random sampling* berdasarkan fungsinya. *Cluster random sampling* bertujuan untuk memilih anggota sampel dari anggota populasi yang terdiri dari kelompok-kelompok (*cluster*) (Yunus, 2016). Pengambilan sampel dengan cara membagi populasi kedalam kelompok fungsi yaitu fungsi pelayanan pendidikan, fungsi pelayanan kesehatan, dan fungsi administrasi. Populasi tersebut kemudian diacak berdasarkan kelompok fungsi. Jumlah sampel yang digunakan cek lapangan sebesar 353 (jenuh) sampel. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil interpretasi citra kerusakan bangunan fasilitas sosial akibat gempa bumi Palu tahun 2018. Data sekunder berupa data penginderaan jauh yaitu citra, dan *shapefile* batas administrasi. Citra yang digunakan yaitu citra IKONOS sebelum gempa bumi 17 Agustus 2018 dan citra IKONOS pasca kejadian gempa bumi 02 Oktober 2018 yang diperoleh dari digital globe.

No.	Tipe Kerusakan	Kriteria	Interpretasi Citra
1.	Kelas 1	Kerusakan ringan yang terdapat pada elemen non structural (sukar untuk diidentifikasi dengan menggunakan <i>vertical imagery</i>)	
2.	Kelas 2	Kerusakan sedang pada elemen non struktural.	

3.	Kelas 3	Bangunan yang di kelilingi puing-puing	
4.	Kelas 4	Bangunan yang runtuh sebagian	
5.	Kelas 5	Bangunan yang benar-benar runtuh	

Tabel 1. Klasifikasi pola kerusakan dari interpretasi citra

Sumber: Meslem, 2010

HASIL

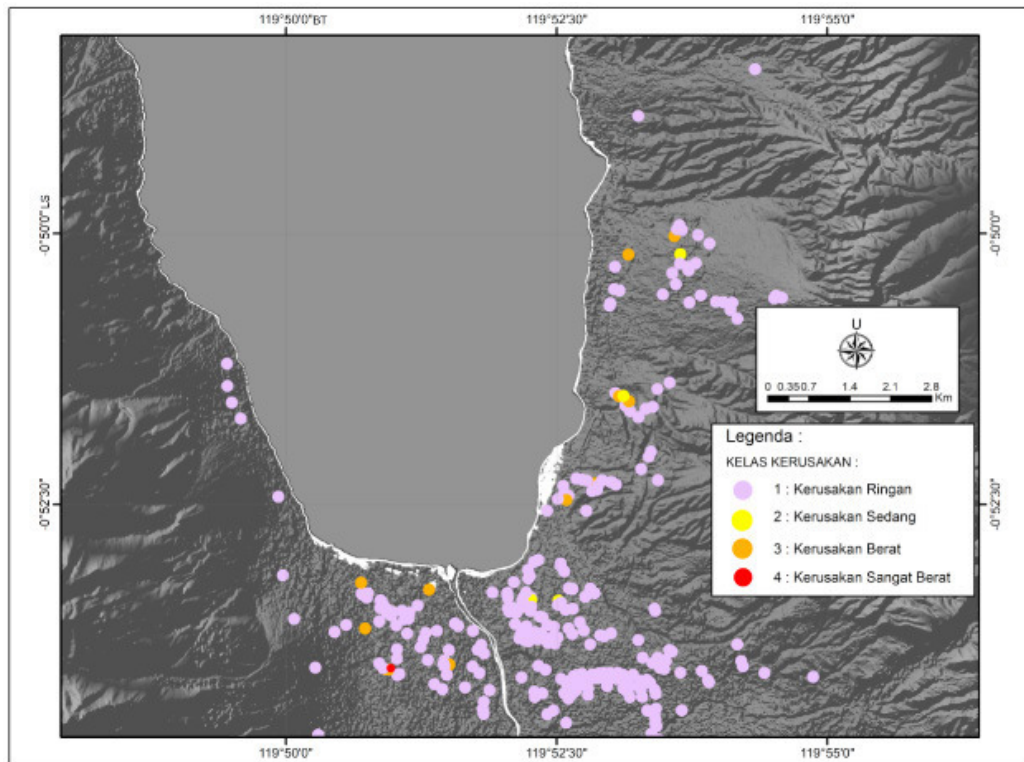
Total bangunan hasil interpretasi citra yang berada di Kota Palu yaitu kurang lebih 300.000 bangunan, namun karena adanya bangunan rusak akibat tsunami dan daerah yang terdampak likuifaksi sehingga total bangunan keseluruhan kurang lebih 200.000 bangunan. Sebelum mengidentifikasi kerusakan bangunan maka perlu mengenali objek bangunan pada citra, Bangunan yang menjadi objek penelitian yaitu bangunan fasilitas sosial maka perlu melakukan interpretasi citra bangunan yang termasuk bangunan fasilitas sosial dan non fasilitas sosial.

Interpretasi citra bangunan fasilitas sosial seperti sekolah lebih mudah dikenali dibandingkan dengan bangunan fasilitas sosial yang lainnya. Ciri khas bangunan yang berbentuk persegi panjang dengan pola L, U, I, dan O dengan luas rata-rata $600 \text{ m}^2 - 1.600 \text{ m}^2$. Bangunan sekolah memiliki lapangan di dalam atau di tengah-tengah gedung sekolahnya dan berasosiasi dengan tiang bendera. Interpretasi citra bangunan fasilitas kesehatan. Bangunan fasilitas kesehatan mencakup bangunan rumah sakit, puskesmas, dan klinik. Bangunan rumah sakit memiliki rona cerah dengan ukuran bangunan yang cukup luas dan terdiri dari beberapa bangunan yang terpisah serta membentuk kompleks yang menunjukkan kegunaan sebagai ruang inap atau ruang pemeriksaan spesialis tertentu. Rumah sakit pada umumnya berasosiasi dengan jalan arteri ataupun jalan lokal. Interpretasi citra perkantoran terutama kantor pemerintahan biasanya berada di pusat kota, bangunan berbentuk persegi atau persegi panjang yang simetri dan memiliki lapangan yang luas dan berasosiasi dengan jalan. Gambar bangunan fasilitas sosial pada citra dapat dilihat pada gambar 2.

Mengidentifikasi kerusakan bangunan menurut *European Macroseismic Scale (EMS)* tahun 1998 dengan memerhatikan unsur interpretasi citra dan kunci interpretasi citra. Kerusakan yang

nampak pada citra agak sukar diamati pada kerusakan kelas 1 dan 2, sedangkan Kelas kerusakan 3-5 sedikit lebih mudah untuk dikenali. Kerusakan kelas 1 diidentifikasi dengan bangunan yang mempunyai retak ringan pada dinding. Kelas ke 2 diidentifikasi kerusakan pada dinding sedang dan kerusakan pada atap. Kerusakan pada dinding dapat teramati menggunakan *vertical image*. Kerusakan bangunan menyebar di seluruh Kota Palu, sebaran kerusakan bangunan di Kota Palu meliputi; Kecamatan Tawaeli, Palu Utara, Kecamatan Mantikulore, Kecamatan Palu Timur, Kecamatan Palu Selatan, Kecamatan Palu Barat, Kecamatan Tatanga, dan Kecamatan Ulujadi. Kecamatan Tawaeli, Kecamatan Palu Utara dan Ulujadi kerusakan bangunan didominasi akibat tsunami Karena bangunan terbangun dekat dengan pantai dan sedikit karena gempa bumi. Kecamatan Palu Timur dan Kecamatan Palu Barat kerusakan bangunan disebabkan oleh tsunami, gempa bumi, dan likuifaksi. Kecamatan Tatanga dan Kecamatan Palu Selatan kerusakan bangunan disebabkan oleh gempa bumi dan likuifaksi.

Agihan Kerusakan Bangunan Fasilitas Sosial



Gambar 3. Sebaran kerusakan bangunan hasil interpretasi citra

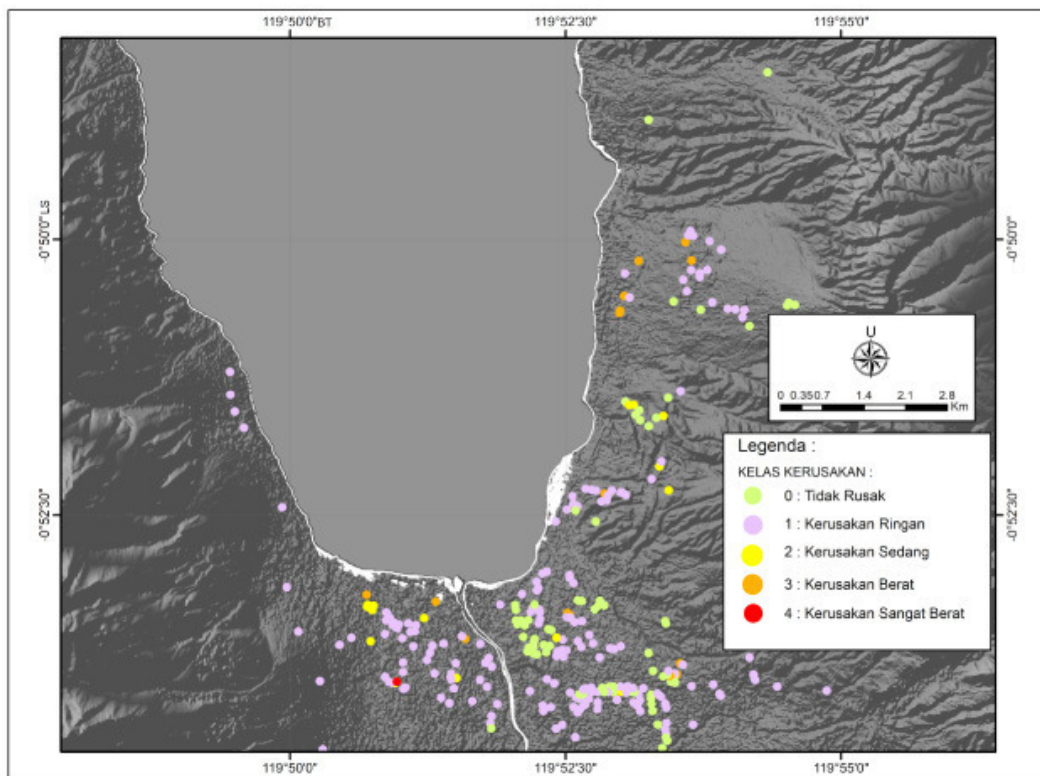
Sumber: Penulis, 2019

Kerusakan bangunan fasilitas sosial di Kota Palu beragam mulai dari yang tidak rusak hingga rusak berat. Kerusakan fasilitas sosial di Kota Palu tingkat kerusakan terparah yaitu pada kelas 4 dan, banyak fasilitas sosial yang mengalami kerusakan kelas 1 yaitu berupa dinding retak atau hanya atap yang rusak ringan. Sampel yang digunakan untuk di validasi ke lapangan yaitu 353 sampel terdiri dari tiga jenis fasilitas sosial (Sekolah, Fasilitas Kesehatan, dan Perkantoran).

Interpretasi Citra	Kelas Kerusakan	Lapangan						Total	User Accuracy
		0	1	2	3	4	5		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	1	82	180	11	6	0	0	279	65%
	2	0	55	4	2	0	0	61	7%
	3	0	0	1	10	1	0	12	83%
	4	0	0	0	0	1	0	1	100%
	5	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Total	82	235	16	18	2	0	353	
	Procedure Accuracy	0%	77%	25%	56%	50%	0%	Overall	55%

Tabel 2. Uji Akurasi
 Sumber: Penulis, 2019

Hasil kelas kerusakan bangunan setelah dilakukan validasi hanya 195 sampel benar. Hasil uji akurasi yang telah dilakukan hanya 55%, detail uji akurasi dapat di lihat pada Tabel 2. Keakurasian membuktikan interpretasi citra IKONOS untuk mengidentifikasi kerusakan bangunan dapat dilakukan tetapi perlu dilakukan validasi ke lapangan. Hal ini karena citra yang digunakan mengalami gangguan pada wahana saat perekaman, kesalahan pada saat pengambilan gambar, atau kesalahan sang interpreter.



Gambar 4. Persebaran kerusakan bangunan hasil survei lapangan
 Sumber: Penulis, 2019

1. Kerusakan Bangunan Sekolah

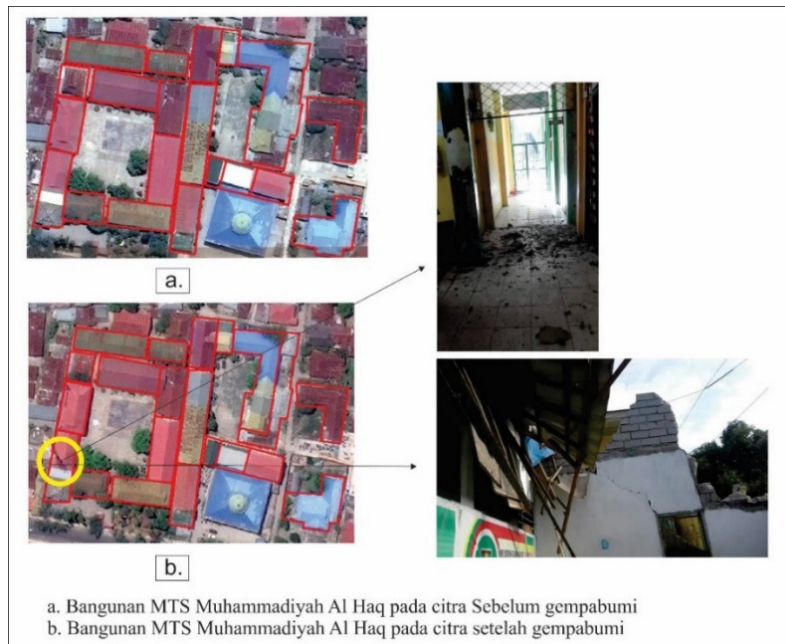
Bangunan sekolah di Kota Palu keseluruhan mencapai 2011 bangunan sekolah menyebar di seluruh Kecamatan di Kota Palu. Kecamatan Tawaeli, Kecamatan Tatanga, dan Kecamatan Ulujadi menjadi Kecamatan yang mempunyai jumlah sekolah masih sedikit karena ketiga kecamatan ini baru pemekaran tahun 2012 lalu. Bangunan sekolah yang mengalami rusak merupakan bangunan sekolah yang telah lama. Kerusakan bangunan sekolah di Kota Palu bervariasi dari kerusakan kelas 1 hingga 3. Contoh kerusakan kelas 1 pada SD 1 Tondo, kelas 2 pada MTS Muhammadiyah Al Haq, dan kelas 3 pada SD N 1 Tanamodindi.



Gambar 5. SD 1 Tondo kerusakan kelas 1

Sumber: Penulis, 2019

Kerusakan kelas 1 yaitu kerusakan ringan yang dicirikan kerusakan ringan pada elemen non-struktural dan tidak ada kerusakan pada elemen struktural. Elemen non-struktural yang nampak pada citra yaitu atap, atap pada SD 1 Tondo tidak terlihat kerusakan apapun, dan saat validasi ke lapangan nampak dinding retak di sudut-sudut bukaan. Detail kerusakan pada SD 1 Tondo dapat dilihat pada gambar 5. Selain SD 1 Tondo sekolah yang mengalami kerusakan kelas 1 yaitu SD Inpres Tatura 3, Man 2 Palu, dan SMK Muhammadiyah 1 Palu. Kerusakan kelas 2 yaitu kerusakan sedang yang dicirikan dengan kerusakan sedang pada elemen non-struktural dan tidak ada kerusakan pada elemen struktural. Sekolah yang mengalami kerusakan kelas 2 yaitu salah satunya MTS Muhammadiyah Al Haq. Bangunan MTS Muhammadiyah Al Haq mengalami kerusakan pada langit-langit, bagian belakang atap tampak atap roboh sedikit. Detail kerusakan pada MTS Muhammadiyah Al Haq dapat di lihat pada gambar 6. Contoh kerusakan kelas 2 selain MTS Muhammadiyah Al Haq yaitu SMK N 8 Palu, SD Inpres Tatura 2, dan SMP N 5 Palu.



Gambar 6. MTS Muhammadiyah Al Haq kerusakan kelas 2
Sumber: Penulis 2019

Kerusakan bangunan sekolah kelas 3 yaitu merupakan kerusakan berat dengan dicirikan kerusakan berat pada elemen non-struktural, dan sedikit kerusakan pada elemen struktural. Bangunan yang rusak pada kelas 3 ini yaitu SD N 1 Tanamodindi. Kerusakan bangunan pada citra tidak nampak kerusakan apapun, bahkan kunci interpretasi kerusakan kelas 3 dengan adanya bangunan yang dikelilingi puing-puing tidak nampak. Kerusakan ini nampak saat dilakukannya validasi lapangan. SD N 1 Tanamodindi mengalami retak berat, kerusakan pada tulang tembok dan langit-langit atap sekolah. Kerusakan SD N 1 Tanamodindi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. SD N 1 Tanamodindi
Sumber: Penulis, 2019

Berdasarkan hasil interpretasi citra dan survei lapangan bangunan sekolah yang mengalami kerusakan pada bentuk bangunan I dan L, karena saat terjadi kerusakan dapat menciptakan kerusakan pada ruangan yang berada di sebelahnya. Hasil survei lapangan dijumpai

2. Kerusakan Bangunan Fasilitas Kesehatan

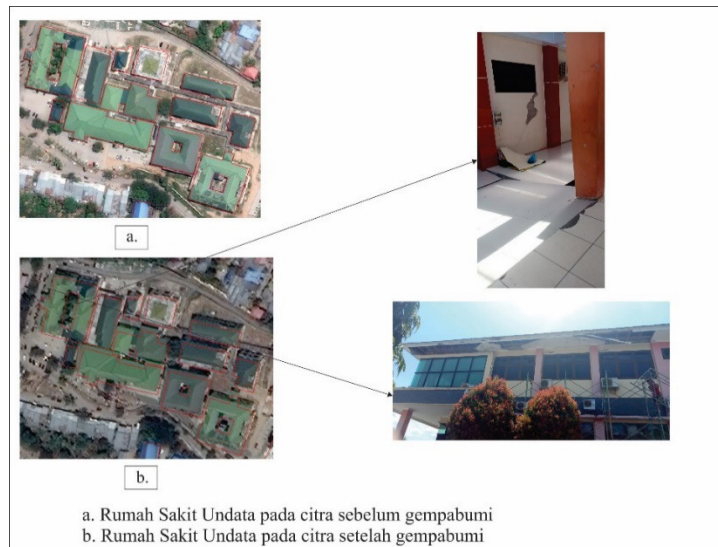
Kerusakan kelas 1 yaitu kerusakan ringan yang dicirikan dengan kerusakan ringan pada elemen non-struktural dan tidak ada kerusakan pada elemen struktural. Puskesmas Kecamatan Palu Selatan mengalami kerusakan pada dinding atas, tidak ada kerusakan pada elemen non-struktural lainnya dan tidak ditemukan kerusakan pada elemen struktural bangunan puskesmas. Detail kerusakan dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Puskesmas Kecamatan Palu Selatan

Sumber: Penulis 2019

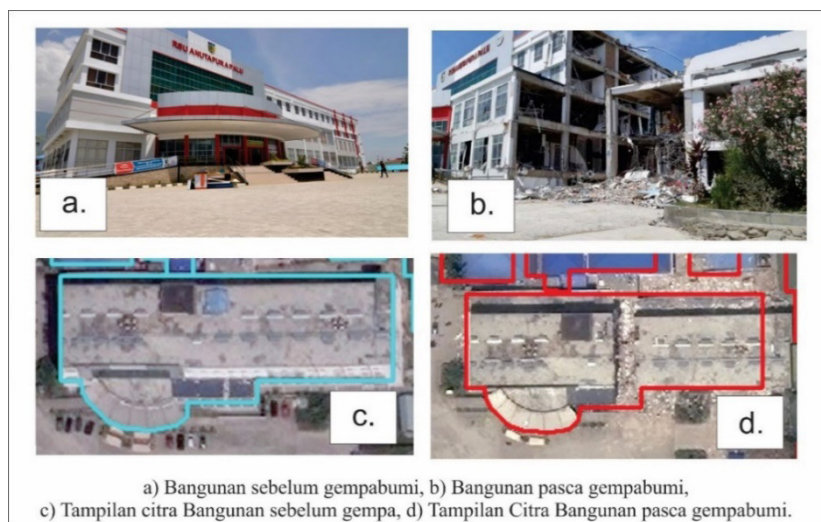
Kerusakan kelas 2 yaitu kerusakan sedang yang dicirikan dengan kerusakan sedang pada elemen non-struktural dan tidak ada kerusakan pada elemen struktural. Kerusakan kelas 2 pada Rumah Sakit Undata Palu. Kerusakan pada bangunan ruang inap pasien. Kerusakan pada elemen non-struktural seperti atap dan dinding mengalami kerusakan sedang yang ditandai dengan segmen dinding yang tidak beraturan atau blok dinding yang pecah dan komponen atap ada yang hilang. Kerusakan Rumah Sakit Undata dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Rumah Sakit Undata Kerusakan Kelas 2

Sumber: Penulis, 2019

Rumah Sakit yang terdampak sangat parah yaitu Rumah Sakit Anutapura, Rumah sakit yang baru beroperasi selama 5 tahun sebagian bangunan runtuh akibat gempa bumi.



Gambar 10. Bangunan Rumah Sakit Anutapura

Sumber: Penulis, 2019

Tampilan Kerusakan Anutapura dapat teridentifikasi sangat jelas pada citra. Tampak gedung besar tersebut terbelah menjadi dua dan amblas. Terbelahnya dan amblas sehingga rumah sakit ini tergolong dalam kerusakan kelas 4. Kerusakan kelas 4 dikategorikan kedalam kerusakan sangat berat dengan dicirikan kerusakannya kerusakan sangat berat dalam elemen non-struktural dan kerusakan berat pada elemen struktur.



Gambar 11. Kerusakan Rumah Sakit Anutapura

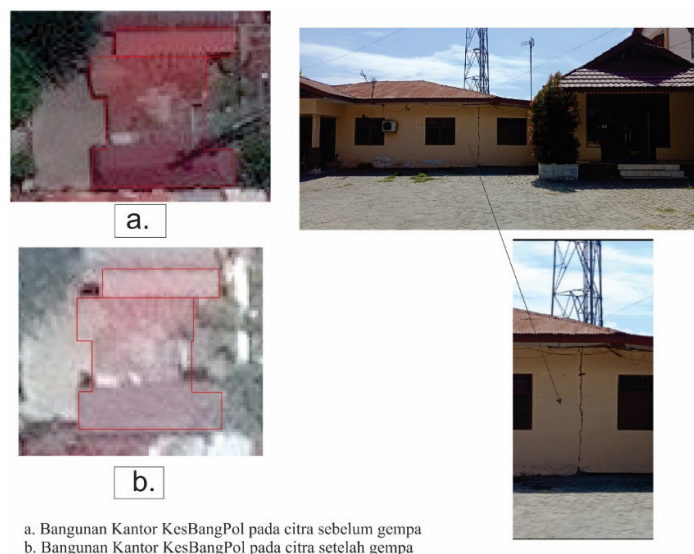
Sumber : Penulis, 2019

Gambar diatas di ambil pada bulan Desember tahun 2018. Bangunan ini telah menjadi bangunan yang tidak diperbolehkan untuk didekati karena takut terjadi runtuh kembali. Validasi yang dilakukan pada bulan Maret 2019 bangunan RS Anutapura dengan lantai 4 ini telah di robohkan karena guna akan dibangun kembali sesuai dengan bangunan tahan gempa.

3. Kerusakan Bangunan Perkantoran

Kerusakan bangunan perkantoran akibat gempabumi beberapa Kantor Pemerintahan di Kota Palu mengalami kerusakan ringan hingga kerusakan berat. Kerusakan ringan (kelas 1) pada Kantor Kesatuan Bangsa dan Politik (KesBangPol), kerusakan sedang (kelas 2) pada Kantor Cipta Karya dan Sumber Daya Air, dan kerusakan berat (kelas 3) pada Kantor Pemadam Kebakaran.

Kelas 1 atau kerusakan ringan dicirikan dengan kerusakan ringan pada elemen non-struktural dan tidak ada kerusakan pada elemen struktural. Kantor KesBangPol Kota Palu di temukan retakan pada tembok bangunan. Retakan pada tembok bangunan cukup panjang dan sangat terlihat. Kerusakan pada tembok bangunan KesBangPol dapat dilihat pada gambar 12.

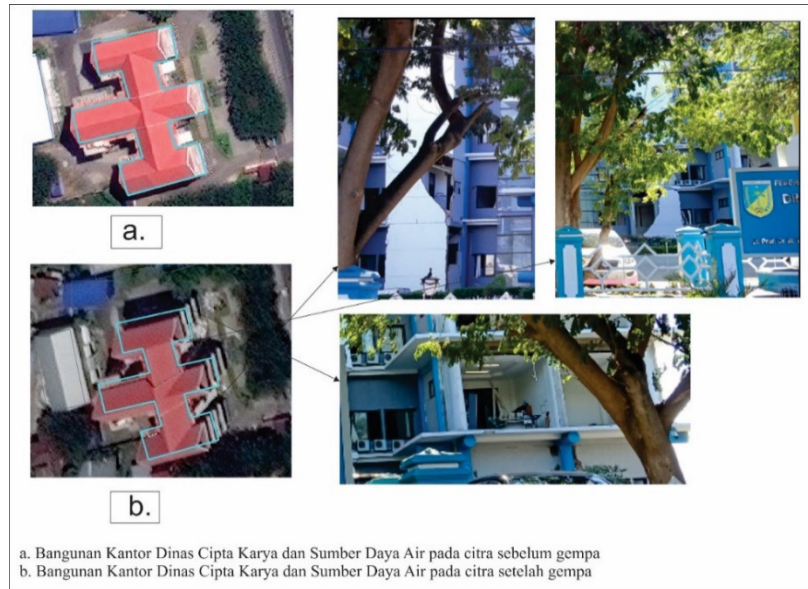


a. Bangunan Kantor KesBangPol pada citra sebelum gempa
 b. Bangunan Kantor KesBangPol pada citra setelah gempa

Gambar 12. Kantor KesBangPol Kota Palu

Sumber: Penulis, 2019

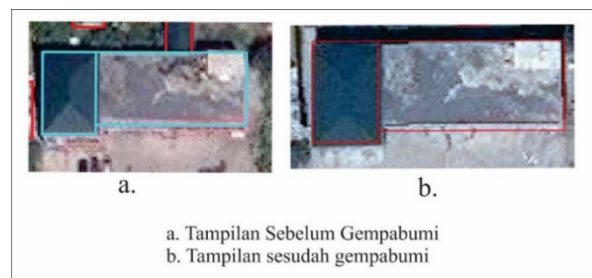
Kerusakan bangunan kelas 2 atau kerusakan sedang yang dicirikan dengan kerusakan sedang pada elemen non-struktural, dan sedikit kerusakan pada elemen struktural. Kerusakan bangunan kelas 2 salah satunya pada Kantor Cipta Karya dan Sumber Daya Air dimana tampak ruang kantor lantai 2 dan lantai 3 pada dinding gedung kantor tersebut runtuh sehingga ruang kantor dapat terlihat. Dinding – dinding bangunan retak dan pecah tak beraturan yang lain juga terlihat retak-retak. Detail kerusakan dapat dilihat pada gambar 13.



a. Bangunan Kantor Dinas Cipta Karya dan Sumber Daya Air pada citra sebelum gempa
b. Bangunan Kantor Dinas Cipta Karya dan Sumber Daya Air pada citra setelah gempa

Gambar 13. Kantor Cipta Karya dan Sumber Daya Air
Sumber: Penulis, 2019

Kerusakan Kantor Pemadam Kebakaran Kecamatan Palu Barat tampak pada citra kerusakan kelas 1, namun saat dilakukan survei lapangan ternyata Kantor Pemadam Kebakaran mengalami kerusakan kelas 3. Tampilan pada citra sebelum dan sesudah tidak ada perbedaan yang mencolok oleh karena itu kelas kerusakan bangunan kelas 1. Namun, karena setelah dilakukan survei lapangan maka tampaklah kerusakan-kerusakan pada struktur non elemen pada bangunan ini. Detail kerusakan dapat dilihat pada gambar 15.



a. Tampilan Sebelum Gempabumi
b. Tampilan sesudah gempabumi

Gambar 14. Tampilan Bangunan Kantor Pemadam Kebakaran pada Citra
Sumber: Penulis, 2019

Seringkali citra sebelum gempabumi dan sesudah gempabumi tidak ada perbedaan itu yang sangat menyulitkan bagi interpretasi sehingga perlu menggunakan bantuan unsur interpretasi dan kunci interpretasi citra. Tetapi jika di lihat lebih teliti lagi terdapat sebagian bangunan seperti putus dan bangunan miring. Tampak kerusakan bangunan kantor pemadam kebakaran pada gambar 14.

Bangunan pada citra tak terlihat sekali perbedaan-perbedaan yang menunjukkan bahwa Kantor Pemadam Kebakaran mengalami kerusakan kelas 3 (kerusakan berat).

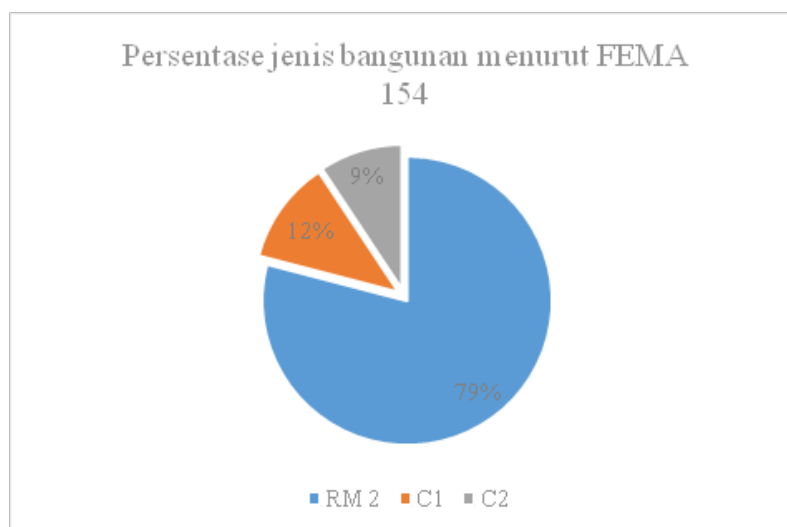


Gambar 15. Gambar Kantor Pemadam Kebakaran hasil survei lapangan
 Sumber: Penulis, 2019

Bangunan Kantor Pemadam Kebakaran saat di lakukan survei bangunan sebaiaian lantai 2 yang runtuh, tembok pemisah ruang runtuh, dan salah satu penyangga bangunan rusak sehingga bangunan tampak miring kebelakang. Bangunan ini paska terjadi gempabumi telah tidak digunakan untuk bekerja. Bangunan kantor yang masuk rusak kelas 2 hingga 3 yaitu Kantor Kelurahan Baru, Kantor Cipta Karya dan Sumber Daya Air, Kantor Dinas Pemuda dan Olahraga, dan Kantor Senat Universitas Tadulako.

4. Kerusakan bangunan fasilitas sosial terhadap jenis bangunan menurut FEMA 154

Jenis bangunan fasilitas sosial di Kota Palu menurut FEMA 154 terdapat 3 jenis bangunan yaitu RM 2, C1, dan C2. Jenis bangunan fasilitas sosial yang paling dominan yaitu RM 2 (Struktur batu bata diperkuat diafragma kaku). Bangunan RM 2 di Indonesia sangat banyak dijumpai sebagai bangunan tempat tinggal.



Gambar 16. Jenis bangunan menurut FEMA 154
 Sumber: Penulis, 2019



Gambar 17. Pola retak dinding pada bangunan
Sumber: Penulis, 2019

PEMBAHASAN

Kerusakan bangunan berdasarkan interpretasi citra didapatkan kerusakan kelas 1 (kerusakan ringan), kelas 2 (kerusakan sedang), kelas 3 (kerusakan berat), dan kelas 4 (kerusakan sangat berat). Kerusakan bangunan fasilitas sosial didominasi kerusakan kelas 1 (kerusakan ringan) dengan total 235 kerusakan bangunan berdasarkan hasil interpretasi citra dan survei lapangan, sedangkan kerusakan bangunan fasilitas sosial dengan kerusakan kelas 4 (kerusakan sangat berat) terdapat 1 bangunan berdasarkan hasil interpretasi citra dan survei lapangan. Hasil perbandingan kerusakan berdasarkan interpretasi citra dan survei lapangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengamatan kerusakan bangunan kelas 1 dalam citra IKONOS agak sukar dilakukan karena tidak terdapat perbedaan antara citra sebelum dan sesudah gempa bumi. Kerusakan yang dicirikan dengan kerusakan ringan ada pada elemen non-struktural dan tidak ada kerusakan pada elemen struktural. Elemen non struktural yang dapat dilihat pada citra yaitu atap sedangkan yang lainnya seperti dinding, dan lantai tidak nampak pada citra serta elemen struktural tidak dapat dilihat pada citra sehingga sukar diidentifikasi

Agihan spasial kerusakan bangunan fasilitas sosial di Kota Palu akibat gempa bumi tidak merata, semakin ke arah utara bangunan fasilitas sosial memiliki kerusakan kelas 1 hingga 3 jika dibandingkan dengan bagian Kota Palu tengah di dominasi oleh kerusakan bangunan fasilitas sosial kelas 1. Bagian barat Kota Palu terdapat kerusakan bangunan kelas 4 karena dekat dengan posisi daerah Sesar Palu Koro serta kondisi bangunan yang tidak kuat terhadap gempa bumi. Bagian selatan Kota Palu banyak fasilitas sosial yang tidak mengalami kerusakan. Kerusakan bangunan fasilitas sosial kelas 3 dan 2 berada dekat dengan Teluk Palu. Bangunan fasilitas sosial di Kota Palu bagian tengah mengalami kerusakan ringan karena bangunan fasilitas sosial telah direncanakan dan dibangun oleh insinyur bangunan.

Bangunan Fasilitas sosial yang berbahan batu bata (RM2) maka kerusakan yang akan ditimbulkan berupa retak-retak pada dinding hingga dinding roboh. Hal tersebut dapat pula terjadi pada bangunan dengan jenis C1 dan C3, akan tetapi kerentanan terhadap gempa bumi

jenis bangunan C1 dan C3 lebih rentan rusak dibandingkan dengan bangunan RM 2. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Lelean (2011) bahwa bangunan kayu (W1) memiliki tingkat kerentanan yang lebih rendah, disusul oleh bangunan rangka baja (S1 dan S3). Bangunan beton (C1 dan C3) memiliki tingkat kerentanan yang sedang hingga tinggi.

Kerusakan bangunan pada elemen dinding dapat dilihat pada gambar 17. Pola – pola kerusakan pada dinding bangunan akibat gempa bumi tersebut mengacu pada Boen (2015) yang telah melakukan pengamatan terhadap kerusakan bangunan akibat gempa bumi yang melanda di berbagai daerah di Indonesia selama 50 tahun. Pola kerusakan dinding bangunan fasilitas sosial di Kota Palu akibat gempa bumi terdapat kesesuaian pola kerusakan dinding di Yogyakarta dan Padang yang dipublikasikan oleh Boen (2015).

KESIMPULAN

1. Distribusi kerusakan bangunan fasilitas sosial di Kota Palu menunjukkan kerusakan yang tidak merata, dengan kerusakan paling kentara berada di bagian utara Kota Palu kemudian barat Kota Palu, untuk bagian selatan dan timur tingkat kerusakan bangunan fasilitas sosial tidak terlalu banyak karena letak bangunan fasilitas sosial lebih dominan di Kecamatan Kota Palu sebagai pusat kota.
2. Kerusakan bangunan fasilitas sosial di dominasi oleh kerusakan kelas 1 (kerusakan ringan) dengan total kerusakan 235 bangunan. Kesalahan dalam melakukan interpretasi banyak terdapat pada kesalahan interpretasi kelas 1 saat dilakukan survei lapangan sebanyak 82 bangunan tidak mengalami kerusakan.
3. Jenis bangunan fasilitas sosial di Kota Palu menurut FEMA 154 terdiri dari 3 jenis yaitu RM 2 (*Reinforced Masonry buildings with rigid floor and roof diaphragms* atau Struktur batu bata diperkuat diafragma kaku), C1 *Concrete moment-resisting frame buildings* atau struktur rangka beton bertulang, dan C3 (*Concrete frame buildings with unreinforced masonry infill walls* atau bingkai beton dengan dinding bata tanpa perkuat). Kerusakan bangunan berdasarkan jenis bangunannya jenis bangunan C1 dan C3 lebih rentan rusak terhadap gempa bumi dibandingkan dengan RM 2.

PENGHARGAAN (acknowledgement)

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga makalah ini dapat kami selesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpah untuk Nabi Agung kita Muhammad SAW yang selalu kita nantikan syafaatnya di yaumul akhir.

Disadari sepenuhnya bahwa makalah ini dapat disusun berkat bantuan, bimbingan, dorongan, dan saran dari berbagai pihak. Oleh sebab itu melalui hasil laporan makalah ini, kami menyampaikan penghargaan yang tinggi dan terima kasih yang dalam kepada pihak-pihak berikut :

1. Bapak Dekan Fakultas Geografi
2. Bapak Aditya Saputra selaku pembimbing
3. Bapak Dr. Kuswaji dan Agus Agus Anggoro Sigit
4. Saudara dan teman-teman di Palu

Kami telah berupaya secara optimal untuk menyelesaikan Makalah ini. Namun, kritikan, saran, dan pendapat senantiasa kami harapkan dalam rangka penyempurnaan hasil laporan ini.

REFERENSI

- Hartuti, Evi Rine. (2009). *Buku Pinter Gempa*. Yogyakarta: Diva Press.
- Lelean, Yurdinus Panji. (2011). *Penerapan Metode Cepat Penaksiran Risiko Bangunan Terhadap Bahaya Gempabumi Studi Kasus Kota Palu, Sulawesi Tengah*. Master Thesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Matsuzaki, Shizuko. Dkk. (2007). *Visual Damage Interpretation of Buildings Using QuickBird Images Following the 2007 Peru Earthquake*.
- Meslem, A., Yamazaki, F., dan Maruyama, Y. (2010). *Accuracy of Building Damage Detection from QuickBird Satellite Images in the 2003 Boumerdes, Algeria Earthquake*. The International Symposium on Advances in Urban Safety.
- _____. (2011). *Accurate Evaluation Of Building Damage In The 2003 Boumerdes, Algeria Earthquake From Quickbird Satellite Images*. Journal of Earthquake and Tsunami, Vol. 5, No. 1.
- Saputra, Aditya. Dkk. (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: 1:11. Springer Open. Terdapat pada <https://link.springer.com>. Diakses pada 13 Desember 2018. 02.56 WIB.
- _____. (2012). *Pengurangan Risiko Gempabumi melalui Evaluasi Bangunan Tempat Tinggal dan Lingkungannya di Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul*. Master Thesis: Universitas Gadjah Mada.
- Wijaya, M. G. Wisnu, Endah Wahyuni, dan Data Iranata. (2014). *Assessment Kerentanan Bangunan Beton Bertulang Pasca Gempa*. Jurnal Teknik Pomits. Vol 1. No. 1.
- Yunus, Hadi Sabari (2016). *Metodologi Penelitian Wilayah Kontemporer*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.