



Asesment Bangunan Gedung di Universitas Tadulako Palu pasca Gempa 28 September 2018 untuk Pelaksanaan Rehabilitasi dan Rekonstruksi

I.K. Sulendra^{a*}

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Palu 94118, Indonesia

* Corresponding author's e-mail: ketutsulendra5@gmail.com

Received: 19 December 2020; revised: 25 January 2021; accepted: 27 January 2021

Abstract: After September 28 2018 Palu strong shock (7,5 Mw) caused damages of buildings, not exceptly on Tadulako University in Palu City. Those secondary impact of earthquakes i.e: lightweight, moderate, heavy damages until collaps of buildings. Therefore those impact caused activity process in this campus delayed. After shock caused damages many building, assessment of those buildings are necessary. Output of assessment needed for rehabilitation and reconstruction stages. The characteristics and types of damages very important to knew to next stages i.e: built back better post of earthquake disaster. Generally methods of assessment buildings after shock i.e : Rapid Visual Screening (RPS), Semi Destructive and Rapis Analysis and Detailing Analysis include Review Design with Up to Date Standard Design. This assessment used "**Quick Assessment for Non Engineered Structures**" from Direktorat General of Building PUPR for simple building (only one story building) and Level-1 Assessment Methods from World Bank for **Engineered Structures**. Those assessment verification of : 140 unit building , 69 unit and 19 unit of lightweight, moderate ang heavy damages until failure respectively. Two years after the disaster, rehabilitation and reconstruction process i.e: 160 unit of non engineered building with lightweight-moderate damage has been repaired. Then on going process build of 10 muliperpuse steel frame of two stories building, with 12 class room each buildings. For engineered building with moderate damage category, this year until next year to retrofitting of structurals elemens, this retrofit to do for anticipate the next damage earthquakes. The rehabilitation and reconstruction process until 2023 for completly build after Palu Earthquakes. Next year until 2023 priority rehabilitation and rehabilitation for retrofitting main engineered structures building i.e: rektorat, auditorium, hospital, laboratory and rechange collaping building after diasaster.

Keywords: *assessment, building structure, damage category, rehabilitation and reconstruction.*

Abstrak: Pasca gempa kuat Palu pada tanggal 28 September 2018 dengan magnitudo 7,5 SR telah menyebabkan kerusakan struktur bangunan gedung tak terkecuali di Kampus Untad yang berada di Jl. Soekarno-Hatta Km.8 Kota Palu. Dampak sekunder gempa adalah: kerusakan ringan, sedang, berat hingga roboh bangunan gedung tersebut. Kerusakan struktur bangunan ini tentunya menyebabkan terhambatnya proses perkuliahan serta kegiatan pendukung lainnya. Oleh sebab itu maka diperlukan upaya rehab rekon agar fungsi bangunan dapat dipulihkan kembali, namun sebelum direhab dan direkonstruksi perlu upaya asesmen terhadap bangunan tersebut sehingga diketahui jenis dan tingkat kerusakannya serta penanganan perbaikan dan perkuatan yang tepat. Metode yang umum dilakukan dalam asesmen terhadap bangunan gedung pasca gempa adalah: 1) Asesmen yang bersifat visual (*Rapid Visual Screening*), 2) Metode *Semi Destructive and Rapid Analysis*, dan 3) Metode mendetail termasuk review desain terhadap bangunan eksisting dan penerapan peraturan desain terbaru. Beberapa metode asesmen yang pernah diterapkan adalah : metode dari PUPR Ditjen Cipta Karya "*Quick Assessment for Non Engineered Structures*" dan metode asesmen dari World Bank "Level-1. Dari asesemen diperoleh hasil sebagai berikut : yang termasuk kategori rusak ringan (RR) sebanyak 140 unit bangunan, yang masuk kategori rusak sedang (RS) sebanyak 69 unit bangunan dan yang masuk kategori rusak berat (RB) hingga roboh sebanyak 19 unit bangunan. Dua tahun pasca gempa telah dilakukan proses rehab rekon yaitu : perbaikan sekitar 160 unit bangunan sederhana yang tidak bertingkat. Juga dalam proses pembangunan 10 unit bangunan serbaguna dengan 12 ruang kelas masing-masing bangunan. Untuk bangunan bertingkat dengan kategori kerusakan sedang dilakukan perkuatan struktur, hal ini dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya kejadian gempa-gempa merusak di masa depan. Proses rehab rekon akan berlangsung hingga tahun 2023 pasca bencana Gempa Palu. Tahun depan hingga tahun 2023 prioritas tahap rehab rekon adalah perkuatan bangunan bertingkat utama meliputi : gedung rektorat, auditorium, rumah sakit pendidikan, laboratorium dan mengganti bangunan yang roboh pasca gempa.

Kata kunci: *asesmen, bangunan gedung, kategori kerusakan, rehabilitasi dan rekonstruksi.*

1. Pendahuluan

Tatanan tektonik lempeng menempatkan Pulau Sulawesi sebagai salah satu pulau di Indonesia dengan banyak patahan/sesar aktif [1]. Kota Palu merupakan satu kota di pulau tersebut dengan risiko gempa besar sesuai SNI 1726 tahun 2012 [2]. Gempa kuat (7,5 Mw) pada 28 September 2018 yang melanda Palu dan sekitarnya telah menimbulkan kerusakan infrastruktur yang massif [3]. Kerusakan yang terjadi meliputi infrastruktur bangunan gedung dan jembatan dengan berbagai kerusakannya

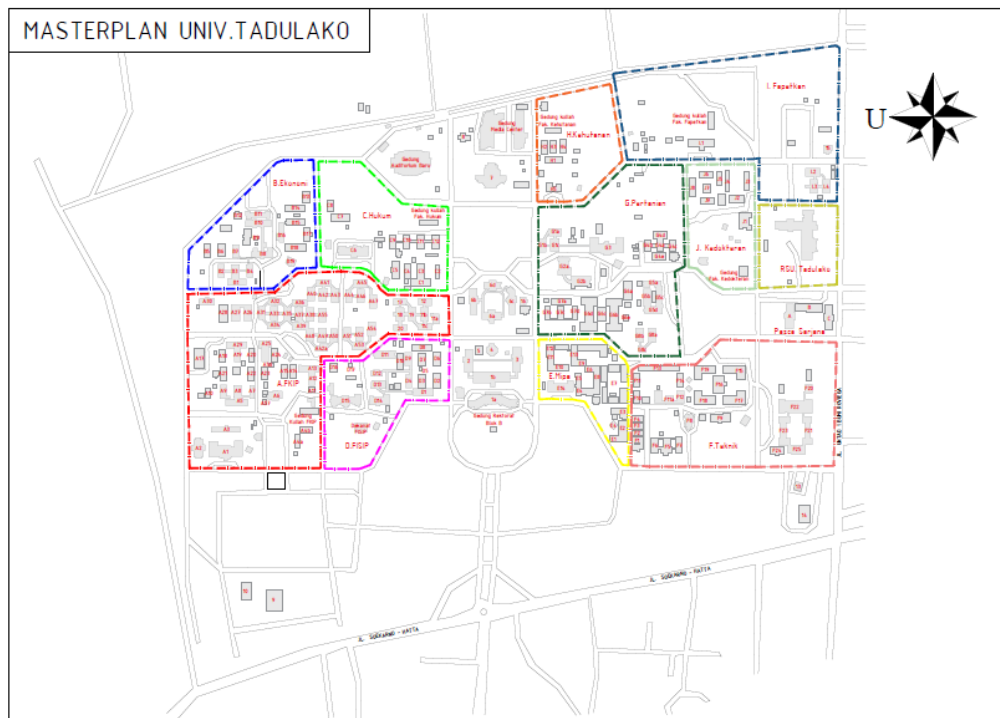
[4]. Percepatan tanah dasar maksimum yang terjadi pada saat gempa tersebut sekitar 0,33g [5]. Pembelajaran yang diperoleh pasca gempa Palu tersebut harus dijadikan pedoman dalam desain bangunan yang lebih tahan gempa [6]. Sehingga ke depannya dalam penataan ruang harus memperhatikan manajemen risiko semua bencana alam [7]. Pendekatan dalam tata ruang modern lebih dititik beratkan pada antisipasi risiko bencana [8]. Dalam proses rehab rekon, membangun kembali yang lebih baik (*build back better*) merupakan tujuan penanggulangan bencana [9].

Proses pengurangan risiko bencana harus melibatkan semua stakeholders dan berbagai aspek, termasuk pemegang kebijakan [10]. Salah satu upaya mengurangi dampak kerusakan pasca gempa adalah dengan melakukan asesmen semua infrastruktur di wilayah tersebut terhadap segala kerusakan yang mungkin terjadi [11]. Pada wilayah perkotaan, pemetaan yang lebih detail dengan mikrozonasi terhadap aspek rekayasa geoteknik penting untuk dilakukan [12].

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kampus Universitas Tadulako, Kelurahan Tondo, Kecamatan Mantikulore, Kota Palu. Tepatnya di Jl. Soekarno-Hatta Km. 8. Adapun masterplan kampus ini seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Data

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian meliputi masterplan kampus Untad, gambar *as build drawing* dari bangunan eksisting, data hasil pengujian tanah, data Peta Zona Rawan Bencana Kota Palu dan data penunjang lainnya termasuk hasil asesmen dari Kementerian PUPR dan dari pihak internal universitas.

2.2. Metode dan Tahapan Penelitian

Metode asesmen bangunan yang berisiko mengalami kerusakan pasca gempa harus mempertimbangkan aspek jangka panjang dan kemungkinan bencana di kemudian hari [13]. Risiko, kerentanan dan pendekatan yang berdasarkan manajemen risiko bencana juga menjadi pertimbangan dalam melakukan asesmen [14]. Penelitian ini diawali dengan survey pendahuluan untuk mendapatkan gambaran jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi pasca gempa, gambar *as build drawing* dan data tanah juga dikumpulkan dari Pihak Unit Layanan dan Pengadaan (ULP) Untad sebagai data pendukung agar memudahkan proses *assessment*. Tahap kedua adalah menyiapkan form isian asesmen. Dari beberapa form yang lazim digunakan untuk mengasesmen bangunan pasca gempa di antaranya adalah: Asesmen yang bersifat visual (*Rapid Visual Screening*), 2) Metode *semi destructive* dan *rapid analysis*, dan 3) Metode

mendetail termasuk review desain terhadap bangunan eksisting dan penerapan peraturan desain terbaru.

Beberapa diantaranya yang pernah diterapkan adalah : metode dari PUPR Ditjen Cipta Karya "*Quick Assessment for Non Engineered Structures*" [15], metode dari World Bank "Level-0 sampai Level-3 [16-18]. Dari beberapa form yang tersebut di atas, yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode asesmen untuk bangunan sederhana dari Direktorat Cipta Karya Kementerian Pukerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Kemen PUPR) untuk bangunan yang tidak bertingkat (Gambar 2). Sedangkan untuk bangunan yang betingkat 2 (dua) atau lebih digunakan form asesmen dari Bank Dunia (*World Bank*) Level-1 (Gambar 3). Kedua form asesmen ini cukup praktis dalam penerapannya, mengingat banyaknya bangunan di Kampus UNTAD (228 unit bangunan) serta agar diperoleh data yang cukup valid dalam langkah selanjutnya yaitu proses rehabilitasi dan rekonstruksi.

Form asesmen yang dikembangkan dari metode Ditjen Cipta Karya Kementerian PUPR: "*Quick Assessment for Non Engineered Structures*", dalam format excel, membagi elemen bangunan gedung dalam 2 (dua) bagian yaitu bagian luar bangunan (luar ruangan) dan bagian dalam bangunan (dalam ruangan), elemen yang diasesmen meliputi bagian struktural (kolom, slof, balok dan kap) serta elemen non struktural (lantai, dinding, *plafond*, pintu dan

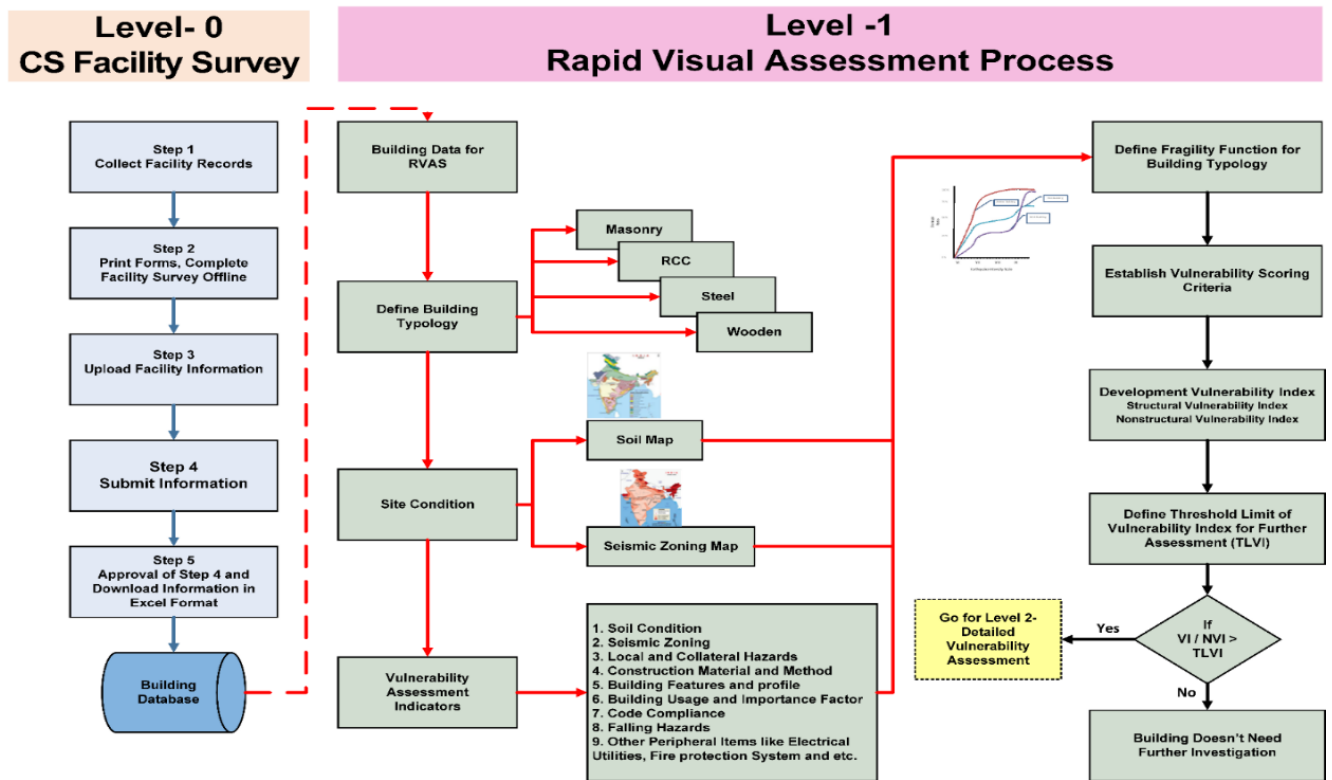
jendela) serta elemen penunjang (instalasi listrik dan drainase), dengan mengisi form excel tersebut di atas akan otomatis teridentifikasi bangunan dengan kategori : rusak

ringan (0-10%), rusak sedang (10-20%) atau rusak berat (di atas 20%).

PEMERIKSAAN KERUSAKAN BANGUNAN (Permen 16/PRT/M/2010)

I	NAMA BANGUNAN :	TGL PEMERIKSAAN			TINGKAT KERUSAKAN
1	ALAMAT				
2	PEMILIK BANGUNAN				
3	FUNGSI BANGUNAN				
4	JENIS STRUKTUR				
5	JUMLAH LANTAI BANGUNAN				
6	PERKIRAAN LUAS BANGUNAN				
	TINGKAT KERUSAKAN	RINGAN	SEDANG	BERAT	CATATAN
II KERUSAKAN BAGIAN LUAR BANGUNAN					
1	Penurunan Lantai Bangunan	<0.2 m	0.2 -1.00 m	>1 m	
2	Kemiringan Bangunan	< 1 °	1-2 °	> 2 °	
3	Jumlah Kolom Rusak	<10 %	10-20%	>20%	
4	Jumlah Dinding Rusak	<10%	10 -20%	>20%	
5	Jumlah Balok Rusak	<10%	10 -20%	>20%	
6	Jumlah Atap Rusak	<10 %	10 -20%	>20 %	
7	Jatuhan Dinding/ Jendela	<1%	1 -10 %	>10 %	
8	Kerusakan Tangga, dll	<1 %	1 -10%	>10 %	
III KERUSAKAN BAGIAN DALAM BANGUNAN					
1	Jumlah Kolom Rusak	<10%	10-20 %	>20%	
2	Jumlah Dinding Rusak	<10%	10-20 %	>20%	
3	Jumlah Balok Rusak	<10%	10-20 %	>20%	
4	Jumlah Plafon Rusak	<10%	10-20 %	>20%	
5	Jumlah Jatuhan Partisi, dll	<10%	10-20 %	>20%	
6	Jumlah instalasi, dll	<10%	10-20 %	>20%	

Gambar 2. Form asesmen dengan metode dari Ditjen KemenPUPR



Gambar 3. Tahapan proses asesmen dengan metode dari World Bank

Form asesmen ini untuk mengakses keselamatan bangunan secara umum, dan bukan hanya keselamatan dari segi struktur saja (kekakuan tingkat, pembebanan, korosi tulangan, elemen pengontrol gaya dan deformasi, benturan antar bangunan, kemiringan bangunan, pengaruh partisi dan kerusakannya). Karenanya, beberapa aspek lainnya, seperti bahaya geoteknikal (zona likuifaksi, settlement dan stabilitas tanah serta lereng), bahaya barang jatuh (*falling hazard*), bahaya nonstruktural, dan bahan/utilitas berbahaya juga dipertimbangkan pada desain form level 1 ini. Form lengkap asesmen metode ini menyangkut aspek umum dan teknis bangunan. Setelah pengisian tabel-tabel form kondisi bangunan (umum, struktural dan geoteknikal), akan diperoleh nilai kumulatif dengan kategori : 0-30 termasuk rusak ringan, untuk nilai 30-70 termasuk kategori rusak sedang dan untuk nilai 70-100 termasuk kategori rusak berat.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil asesmen menginformasikan bahwa jumlah lantai bangunan dan kategori kerusakan ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Jumlah lantai bangunan gedung

Lantai 1	Lantai 2	Lantai 3	Lantai 4
188	26	13	1
82,5	11,4%	5,7%	0,4%

Tabel 2. Rekapitulasi hasil asesmen bangunan gedung

Kategori Kerusakan Bangunan Gedung				
No	Ringan	Sedang	Berat/ Roboh	Ket
Jumlah (Unit)	140	69	19	
Persentase (%)	61,4	30,3	8,3	100%

Hasil asesmen dengan mengacu pada Gambar 7 adalah sebagai berikut:

- 1) Bangunan sederhana mengalami kerusakan ringan-sedang berupa *spalling*/pecahnya lapisan beton bawah kolom akibat tulangan yang korosi dan kelembaban.
- 2) Retakan pada join kolom-ring balok akibat pengerjaan konstruksi yang kurang baik.
- 3) Kerusakan non struktural berupa retakan dinding, penutup lantai, lepasnya penutup *plafond* dan atap.

Kerusakan pada bangunan bertingkat adalah :

- 1) Penurunan tanah urug bawah lantai, karena tanah timbunan yang tebal dan pemadatan kurang baik.
- 2) Keruntuhan tipe *soft story*, yaitu kekakuan tingkat (khususnya lantai dasar) sehingga bangunan roboh akibat kolom lantai 1 (satu) tidak kuat menahan beban lateral gempa.
- 3) Pecahnya (*spalling and crushing*) bagian bawah kolom lantai dasar dan join balok-kolom, hal ini karena tulangan geser (sejangkang ikat) yang terpasang tidak mampu menahan beban geser gempa, selain diameter, detail penulangan ternyata spasinya juga terlalu besar.

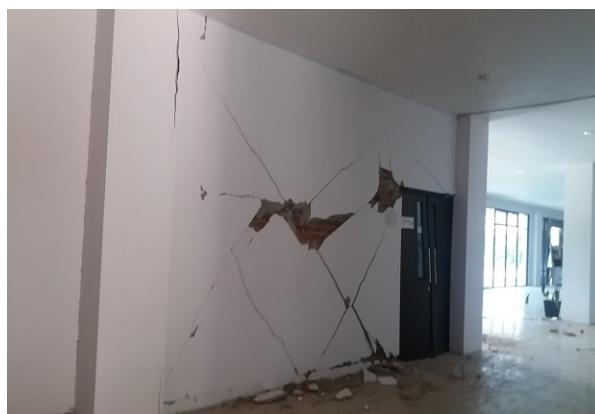
- 4) Kerusakan struktural lainnya adalah terlepasnya struktur rangka kap (Gambar 4).
- 5) Kerusakan struktur lainnya adalah : benturan (*pounding*) antar massa bangunan karena jarak dilatasi antar bangunan yang terlalu kecil
- 6) Retakan dinding pada lantai 1 (satu) karena tidak ada/kurangnya besi angker dari kolom ke dinding serta tidak adanya balok latei di atas kusen dengan bukaan lebar, kerusakan pada rangka dan penutup plafond di lantai 2 (dua) atau di atasnya karena fleksibilitas rangka *plafond* yang besar menggunakan rangka baja ringan (Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 8).



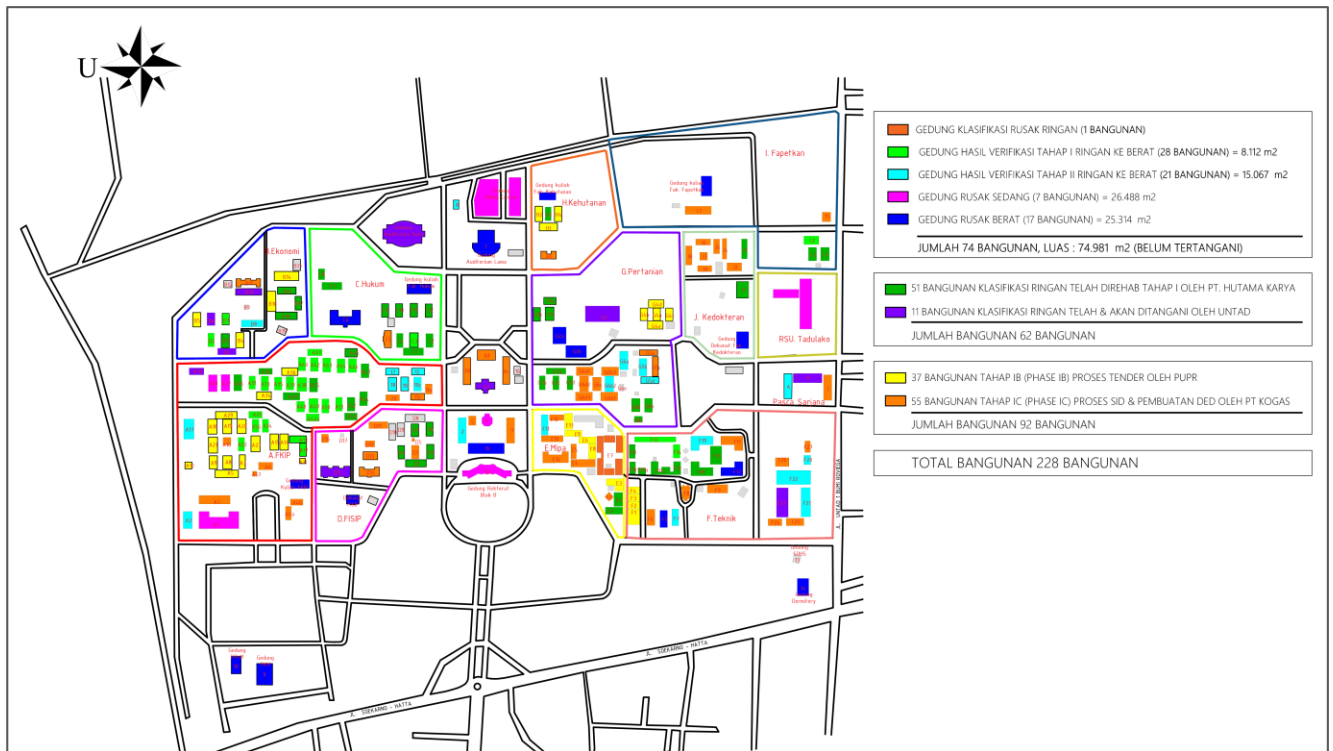
Gambar 4. Kerusakan pada struktur kap



Gambar 5. Kerusakan *plafond* bangunan sederhana



Gambar 6. Kerusakan dinding bangunan bertingkat



Gambar 7. Masterplan kondisi pasca asesmen dan perbaikan bangunan gedung UNTAD tahun 2020



Gambar 8. Kerusakan elemen struktur kolom

4. Kesimpulan

Asesmen terhadap 228 unit bangunan gedung (40 bertingkat dan 188 tidak bertingkat) Kampus Untad, yaitu : kerusakan ringan 140 unit (61,4%), rusak sedang 69 unit (30,3%) dan rusak berat 19 unit (8,3%). Kerusakan yang terjadi karena faktor usia bangunan (40 tahunan) dan faktor lingkungan (korosi tulangan, dekat teluk dan kelembaban saat musim hujan). Perancangan bangunan eksisting saat penentuan beban gempa desain mengacu pada SNI 1991, SNI 1726 tahun 2002 dan 2012, PBI 1971, SNI Beton 2847 tahun 2002 dan 2013 yang mana standar perencanaan terdahulu tidak sedetail SNI 2847 tahun 2019 dan beban gempa tidak sebesar SNI 1726 tahun 2019. Dua tahun pasca gempa bangunan yang telah direhab sekitar 160 unit bangunan sederhana yang rusak ringan-sedang, saat ini sementara dibangun 10 bangunan serba guna dengan 12 ruang kelas masing-masing bangunan untuk pengganti bangunan yang rusak berat. Untuk bangunan bertingkat

yang rusak sedang sementara diretrofit/diperkuat agar mampu menahan beban gempa di kemudian hari. Sesuai tahapan rehab rekon pasca bencana yang ditargetkan selama 5 tahun dan akan berakhir tahun 2023, maka upaya pemulihan pasca gempa khususnya infrastruktur bangunan dan kelengkapannya dapat diselesaikan.

Daftar Pustaka

- [1] I.M. Watkinson and R. Hall, "Fault Systems of The Eastern Indonesian Triple Junction: Evaluation of Quaternary Activity and Implications for Seismic Hazards", *Geological Society*, vol. 441, no. 1, p. 7, 2016.
- [2] Y. Afriadi and I. Satyarno, "Perbandingan Spektra Desain Beberapa Kota Besar di Indonesia dalam SNI Gempa 2012 dan SNI Gempa 2012", *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) Universitas Sebelas Maret Surakarta*, p. 1, 2013.
- [3] R. Paulik, A. Gusman, J.H. Williams, G.M. Pratama, S. Lin, A. Prawirabhakti, I.K. Sulendra, M.Y. Zachari, Z.E.D. Fortuna, N.B.P. Layuk, and N.W.I. Suwarni, "Tsunami Hazard and Built Environment Damage Observations from Palu City after The September 28 2018 Palu Earthquake and Tsunami", *Pure and Applied Geophysics*, vol. 176, p. 3305, 2019.
- [4] A. Dolu, I.K. Sulendra, J. Hasan, and G.M. Oka, "Kegagalan Struktur Bangunan dan Jembatan Saat Gempa Palu 28 September 2018", *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-13*, vol. 1, p. 1, 2019.

- [5] Tim Pusat Studi Gempa Nasional (PuSGeN), *Kajian Gempa Palu Provinsi Sulawesi Tengah*, Palu: Pusat Gempa Nasional, 2019.
- [6] I.K. Sulendra, A. Dolu, I.S. Oktaviana, and T.M. Kamaludin, "Lesson Learned from 28 September 2018 Palu-Donggala Earthquake", *Proceeding of The 4th International Conference on Earthquake and Disaster Mitigation*, p. 1, 2019.
- [7] A. Widiati, "Aplikasi Manajemen Risiko Bencana Alam dalam Penataan Ruang Kabupaten Nabire", *Jurnal Sain dan Teknologi Indonesia*, vol. 10 no. 1, p. 7, 2008.
- [8] U. Hauptmanns, "A Risk-Based Approach to Land-Use Planning", *Journal of Hazardous Materials*, vol. 125, no. 1-3, p. 1, 2015.
- [9] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, *Kerangka Kerja Sendai untuk Pengurangan Risiko Bencana*, Jakarta: Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2020, 2015.
- [10] E. Anantasari, M. Daly, P. Glassey, E. Grace, M. Coomer, and R. Wood, "Disaster risk reduction (DRR) Capacity and Capability of Local Government in Indonesia", *Disaster Risk Reduction in Indonesia*, p. 127, 2020.
- [11] G. Ananda, T. Ophyandri, and E. Hasymi, "Resilience Measurement of Padang City's Infrastructures Toward Multi-Hazard", *Proceeding of The 4th International Conference on Earthquake and Disaster Mitigation*, p. 1, 2019.
- [12] C.S. Oliveira, *The Influence of Scale on Microzonation and Impact Studies, Chapter 2, Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation*, Netherlands: Academic Publishing, 2004.
- [13] A. Kijko, S.J.P. Retief and G. Graham. "Seismic Hazard Risk Assessment Tulbagh, South Africa: Part II – Assessment of Seismic Risk", *Natural Hazard*, vol. 30, p. 25, 2003.
- [14] K.S. Vatsa, "Risk, Vulnerability, and Asset-based Approach to Disaster Risk Management", *International Journal of Sociology and Social Policy*, vol. 24 no. 10, pp. 1, 2014.
- [15] Pusat Pengembangan Perumahan dan Pemukiman, *Panduan Praktis Pemeriksaan Kerusakan Rumah Tembok akibat Gempa Bumi*, Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2006.
- [16] PUPR, *Behavior of Building during Earthquake, Technical Knowledge Sharing*, Palu: PUPR-World Bank, 2020.
- [17] T. Plattner, T. Plapp, and B. Habel, "Integrating Public Risk Perception into Formal Natural Risk Assessment", *Journal of Natural Hazard and Earthquake System Sciences*, vol. 6, p. 671, 2006.
- [18] M. Wahyono, S. Nurdin, A. Bedu, W.N. Ekoa, and R.N. Sari, "Penerapan Teorema Probabilitas Total dalam Analisis Resiko Gempa", *Rekonstruksi Tadulako: Civil Engineering Journal on Research And Development*, vol. 1, no. 2, p. 23, 2020.