

## Arahan Kawasan Tanggap Bencana Likuifaksi Kota Palu

Rahmatullah Hasan<sup>1)\*</sup>, Abdul Rachman Rasyid<sup>2)</sup>, Ihsan<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: rahmatullahhasan25@gmail.com

<sup>2)</sup>Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: ranchman\_rasyid@yahoo.com

<sup>3)</sup>Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: ace.ihsan@gmail.com

### ABSTRACT

*One of the impact caused by the earthquake is the phenomenon of loss of the strength of the soil layer due to the earthquake shake that is commonly called liquefaction. A few months ago, a large-scale earthquake occurred that caused liquefaction in the city of Palu, especially in Balaroa and Petobo areas. Beside the casualties, the impact of the earthquake was the destruction of settlements, facilities and various infrastructure. Therefore, it is important to identify the liquefaction disaster response cultivation area of Palu City. The purpose of this research are, 1). To identify the pattern of liquefaction movement in Palu city, 2) to identify the suitability of deesignation areas to the pattern of liquefaction movements in Palu City, and 3) to identify the direction of development of liquefaction mitigation zone in Palu City. This research that was conducted in the city of Palu. Data collection was conducted through field surveys (interviews and documentation), literature studies, and institutional visits. The analysis technique used was spatial analysis with the overlay method and scoring. Liquefaction that occurred in Palu City moved in two different directions. But the direction of the movement follows the topography of the Palu City, which is from the highlands to the lowlands. The results of the liquefaction vulnerability analysis show that each sub-district in Palu City has a vulnerable area of liquefaction. Areas susceptible to liquefaction are directed to be developed as designated areas for green open space (RTH), nature reserves and cultural reserves, and tourism.*

**Keywords:** liquefaction, cultivation area, mitigation, City of Palu

### ABSTRAK

Salah satu dampak yang disebabkan oleh gempa bumi adalah fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat dari getaran gempa yang biasa disebut dengan likuifaksi. Beberapa waktu lalu, terjadi gempa bumi dengan skala besar yang menyebabkan terjadinya likuifaksi di Kota Palu, tepatnya di Daerah Balaroa dan Daerah Petobo. Dampak dari peristiwa tersebut adalah rusaknya permukiman, sarana dan prasarana, infrastruktur, serta menimbulkan korban jiwa. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi kawasan budidaya tanggap bencana likuifaksi Kota Palu. Tujuan penelitian ini, yaitu (1) mengetahui pola pergerakan likuifaksi di Kota Palu, (2) mengidentifikasi kesesuaian peruntukkan kawasan terhadap pola pergerakan likuifaksi di Kota Palu, dan (3) mengetahui arahan pengembangan kawasan berbasis mitigasi likuifaksi di Kota Palu. Penelitian ini dilakukan di Kota Palu. Pengumpulan data dilakukan melalui survey lapangan (wawancara dan dokumentasi), studi kepustakaan, dan kunjungan instansi. Teknik analisis yang digunakan adalah analisis spasial yaitu overlay dan skoring. Likuifaksi yang terjadi di Kota Palu bergerak ke dua arah yang berbeda. Namun arah pergerakannya mengikuti topografi lahan Kota Palu, yakni dari dataran tinggi ke dataran rendah. Hasil analisis tingkat kerawanan likuifaksi menunjukkan bahwa setiap kecamatan yang ada di Kota Palu memiliki area yang rawan likuifaksi. Area yang rawan likuifaksi diarahkan untuk dikembangkan sebagai kawasan peruntukkan ruang terbuka hijau (RTH), suaka alam dan cagar budaya, dan pariwisata.

**Kata kunci:** likuifaksi, kawasan budidaya, mitigasi, Kota Palu

### PENDAHULUAN

Salah satu dampak yang disebabkan oleh gempa bumi adalah fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat dari getaran gempa yang biasa disebut dengan likuifaksi. Likuifaksi merupakan bencana yang bisa merusak kondisi infrastruktur sehingga pengetahuan terhadap potensi dan

kerawanan likuifaksi sangat penting terutama dalam merencanakan tata ruang khususnya di daerah Palu dan sekitarnya. Beberapa waktu lalu, terjadi gempa bumi dengan skala besar yang menyebabkan terjadinya likuifaksi di Kota Palu, tepatnya di Daerah Balaroa dan Daerah Petobo. Dampak dari peristiwa tersebut adalah

\* Corresponding author. Tel.: +62-895-8063-32013  
Jalan Poros Malino km. 6 Bontomarannu, Gowa  
Sulawesi Selatan, Indonesia, 92711

rusaknya permukiman, sarana dan prasarana, infrastruktur, serta menimbulkan korban jiwa.

Daerah Balaroa terletak di Kecamatan Palu Barat. Likuifaksi yang terjadi di lokasi ini menyebabkan  $\pm 40$  Ha lahan rusak dan 1.357 bangunan hancur. Sedangkan Daerah Petobo terletak di Kecamatan Palu Selatan. Luas lahan terdampak likuifaksi di daerah ini adalah  $\pm 181,5$  Ha dengan jumlah bangunan yang rusak adalah 2.050 bangunan. Fenomena likuifaksi yang terjadi di Daerah Balaroa dan Daerah Petobo adalah flow liquifaction atau likuifaksi aliran. Fenomena ini dapat menyebabkan lateral spreading dan landslides. Akibat dari likuifaksi ini adalah bangunan berpindah tempat sejauh beberapa meter dari lokasi awalnya.

Berdasarkan peristiwa tersebut, maka dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut: 1) bagaimana pola pergerakan likuifaksi di Kota Palu? 2) bagaimana kesesuaian peruntukan kawasan terhadap pola pergerakan likuifaksi di Kota Palu? dan 3) bagaimana arahan pengembangan kawasan berbasis mitigasi likuifaksi di Kota Palu?

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu mengetahui pola pergerakan likuifaksi di Kota Palu, mengidentifikasi kesesuaian ruang aman terhadap pola pergerakan likuifaksi di Kota Palu, dan mengetahui arahan pengembangan kawasan berbasis mitigasi likuifaksi.

## TINJAUAN PUSTAKA

Likuifaksi atau pencairan tanah merupakan fenomena dimana tanah menjadi jenuh sehingga kehilangan kekakuan serta kekuatan karena adanya tegangan, misalnya gempa bumi ataupun perubahan lain secara mendadak dan menyebabkan sifat tanah yang padat berubah menjadi cairan atau air berat. Karena tanah berubah menjadi cairan maka paling beresiko adalah tempat yang memiliki tipe tanah berpasir, karena pasir cenderung memiliki pori atau rongga dan mudah untuk terkena tarikan. Hilangnya struktur tanah akibat kehilangan kekuatan atau kemampuan untuk memindahkan tegangan geser inilah yang disebut sebagai pencairan.

Seed, dkk (1975) dalam Balamba, dkk (2013), menyatakan bahwa likuifaksi adalah proses

perubahan kondisi tanah pasir yang jenuh air menjadi cair akibat meningkatnya tekanan air pori yang harganya menjadi sama dengan tekanan total oleh sebab terjadinya beban dinamik, sehingga tegangan efektif tanah menjadi nol. Likuifaksi adalah fenomena dimana tanah kehilangan banyak kekuatan (*strength*) dan kekakuannya (*stiffness*) untuk waktu yang singkat namun meskipun demikian likuifaksi menjadi penyebab dari banyaknya kerusakan, kematian, dan kerugian ekonomi yang besar.

Meskipun terjadi gempabumi, namun ada beberapa kondisi yang harus terpenuhi sehingga terjadi likuifaksi. Pertama, lapisan tanah berupa tanah pasir bersifat lepas (gembur). Kedua, kedalaman muka air tanah tergolong dangkal (kurang dari -4,0 m dari permukaan tanah). Ketiga, guncangan gempa bumi lebih dari 6 skala richter. Keempat, durasi guncangan gempa bumi lebih dari 1 menit dan kelima percepatan gempa bumi lebih dari 0,1 g.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi geografis. SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan dalam menangani data informasi yang bereferensi geografi yaitu masukan, manajemen data, analisis dan manipulasi data, dan keluaran (Abdul Rahman Rasyid, dkk, 2012: 4).

Kelebihan SIG terutama berkaitan dengan kemampuannya dalam menggabungkan berbagai data yang berbeda struktur, format, dan tingkat ketepatan sehingga memungkinkan integrasi berbagai disiplin keilmuan yang sangat diperlukan dalam pemahaman fenomena bahaya likuifaksi dapat dilakukan lebih cepat. Salah satu kemudahan utama penggunaan SIG dalam pemetaan bahaya likuifaksi adalah kemampuannya menumpang tindihkan area likuifaksi dalam unit peta tertentu sehingga dapat dianalisis secara kuantitatif.

Jika mengamati proses terjadinya likuifaksi sebenarnya mudah, namun permasalahan utamanya adalah likuifaksi ini tidak dapat dideteksi, berbeda dengan tsunami yang bisa dideteksi menggunakan alat. Likuifaksi sangat bergantung pada getaran dan gempa, sehingga tidak bisa

dinilai bahwa gempa tersebut dapat menyebabkan pencairan tanah atau tidak.

Karena likuifaksi tidak dapat diteksi, maka untuk menghindari kemungkinan kerugian yang diakibatkan likuifaksi maka perlu diperhatikan penentuan pola ruang berbasis mitigasi gempa bumi dan longsor. Hal ini bisa menjadi acuan untuk tindak mitigasi bencana likuifaksi karena kasus likuifaksi sedikit mirip dengan tanah longsor karena kedua bencana tersebut sama-sama disebabkan oleh gerakan tanah. Bedanya, longsor juga dipengaruhi oleh kemiringan lereng, curah hujan dan dapat terjadi meski gempa yang terjadi skalanya kecil, sedangkan likuifaksi tidak dipengaruhi kemiringan lereng, oleh curah hujan dan hanya dapat terjadi jika ada gempa bumi dengan skala yang besar.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai sejak Desember 2018 dan berlokasi penelitian ini yaitu berada di Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah. Teknik analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan pertama adalah dengan menggunakan metode analisis komparatif dengan alat analisis *ArcGis10.1*. Analisis dilakukan dengan membandingkan foto citra udara Kota Palu sebelum dan setelah terjadi bencana likuifaksi. Kedua peta ini akan dibandingkan untuk mengetahui pola pergerakan likuifaksi di Kota Palu. Kemudian ditumpang tindihkan dengan peta topografi sehingga akan terlihat bagaimana topografi Kota Palu mempengaruhi pola pergerakan Likuifaksi di Kota Palu.

Teknik analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan kedua adalah dengan metode analisis deskriptif dengan membuat asumsi berdasarkan kriteria historis kejadian bencana likuifaksi. Selanjutnya, untuk memperkuat penelitian, juga dilakukan analisis skoring pemetaan menggunakan *ArcGis 10.1*. Langkah awal yang dilakukan dalam analisis ini adalah membuat peta tematik berdasarkan parameter yang mempengaruhi tingkat kerawanan bencana

likuifaksi, yaitu jenis tanah, kedalaman muka air tanah, percepatan gempa, dan kemiringan lereng.

Tabel 1. Penentuan Nilai Skor dalam Pengklasifikasian Daerah Rawan Bencana Likuifaksi

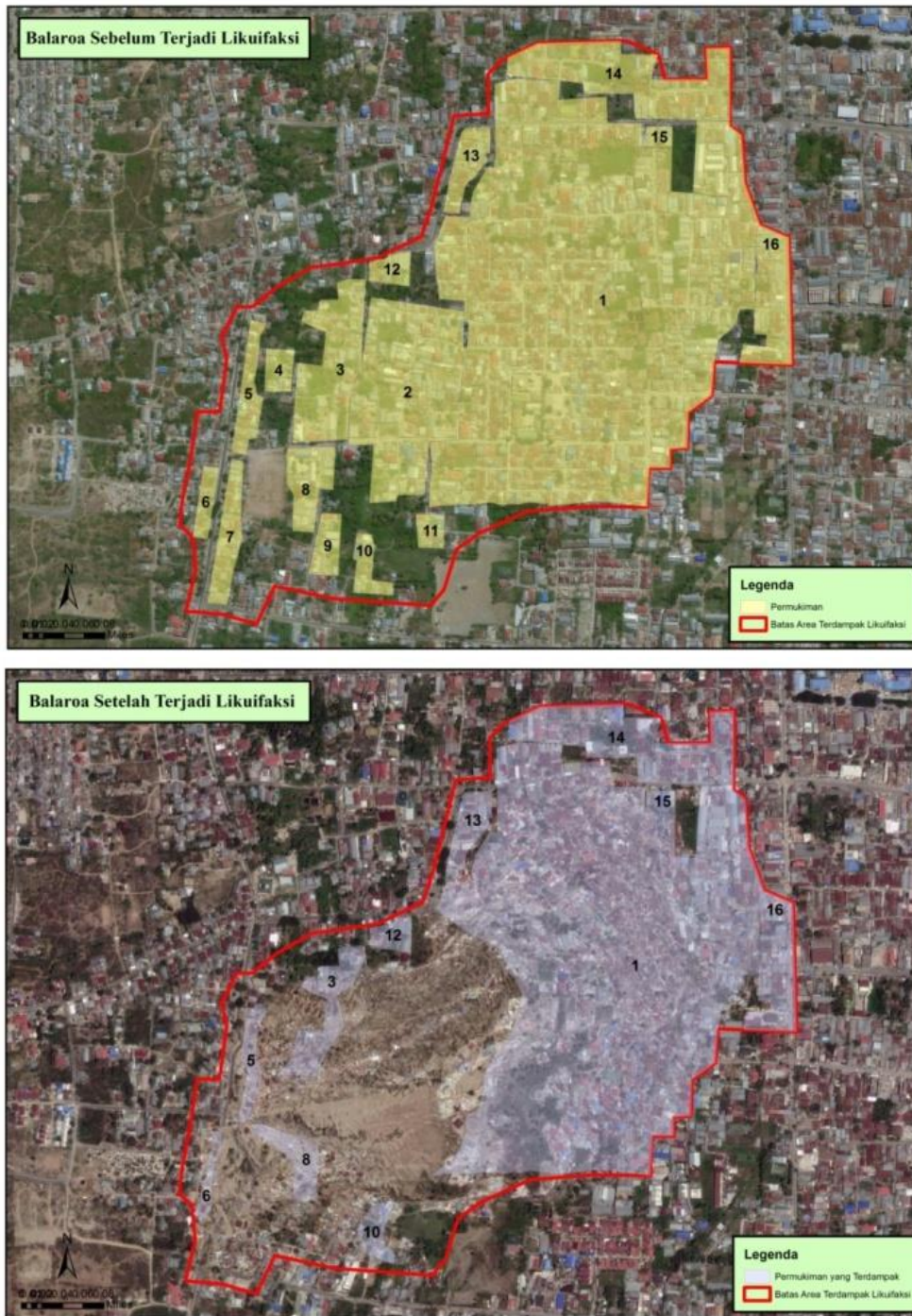
No	Indikator	Kategori Nilai	Skor
1	Jenis Tanah		
	- Aluvial, planosol, hidromofit	Rendah	5
	- Latosol	Agak Rendah	4
	- Brown forest soil, mediteran	Sedang	3
	- Andosol, laterit, grumosol	Agak Tinggi	2
	- Regosol, litosol, organosol	Tinggi	1
	2	Kedalaman Muka Air Tanah	Rendah
- Sangat tidak dangkal		Agak Rendah	2
- Tidak dangkal		Sedang	3
- Dangkal		Agak Tinggi	4
- Agak dangkal		Tinggi	5
- Sangat dangkal			
3	Percepatan Gempa		
	- 0.9 g – 1.0 g	Rendah	1
	- 1.0 g – 1.2 g	Sedang	3
	- > 1.2 g	Tinggi	5
4	Kemiringan Lereng		
	- 0% - 8%	Rendah	1
	- 8% - 15%	Agak Rendah	2
	- 15% - 25%	Sedang	3
	- 25% - 45%	Agak Tinggi	4
	- ≥ 45%	Tinggi	5

Sumber : Modifikasi Viona Pramita, dkk (2014) dan interpretasi penulis, 2019

Penentuan skor tiap kelas parameter didasarkan pada hasil penelitian tentang tingkat keawanan longsor yang dilakukan oleh Viona Pramita, dkk (2014) dan digabungkan dengan parameter penyebab likuifaksi. Pemberian skor dari yang paling tinggi sampai yang paling rendah sebanding dengan tingkat kerawanan likuifaksi. Semakin tinggi skor, maka semakin tinggi pula potensi bencana likuifaksi yang akan terjadi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Likuifaksi di Kota Palu merupakan *flow liquifaction* atau likuifaksi aliran, yaitu likuifaksi yang dapat menyebabkan *lateral preading* dan *landslides*. Likuifaksi tersebut terjadi di dua daerah, yaitu Balaroa dan Petobo.



Gambar 1. Perbandingan peta perubahan letak permukiman sebelum dan setelah likuifaksi di Balaroa  
 Sumber: Interpretasi peta citra dan hasil survei lapangan, 2019

Gambar 1 menunjukkan perbedaan arah pergerakan likuifaksi di daerah Balaroa. Poligon yang ditunjukkan angka 1, 5, 6, 9, dan 10 merupakan poligon dengan bangunan-bangunan yang bergerak ke arah timur. Sedangkan poligon yang ditunjukkan angka 3 dan 8 merupakan poligon dengan bangunan-bangunan yang bergerak ke arah barat. Poligon dengan bangunan-bangunan yang hilang/tenggelam ditunjukkan oleh angka 4, 7, dan 11. Sementara poligon yang

ditunjukkan angka 12, 13, 14, 15, dan 16 merupakan poligon dengan bangunan-bangunan yang keberadaannya tidak bergerak atau berpindah tempat. Semakin ke arah timur maka semakin rendah datarannya. Ini menunjukkan bahwa bangunan yang mengalami pergeseran akibat likuifaksi arah Bergeraknya mengikuti ketinggian dataran. Semakin rendah datarannya maka semakin banyak bangunan yang bergeser ke arah tersebut, begitupula sebaliknya.

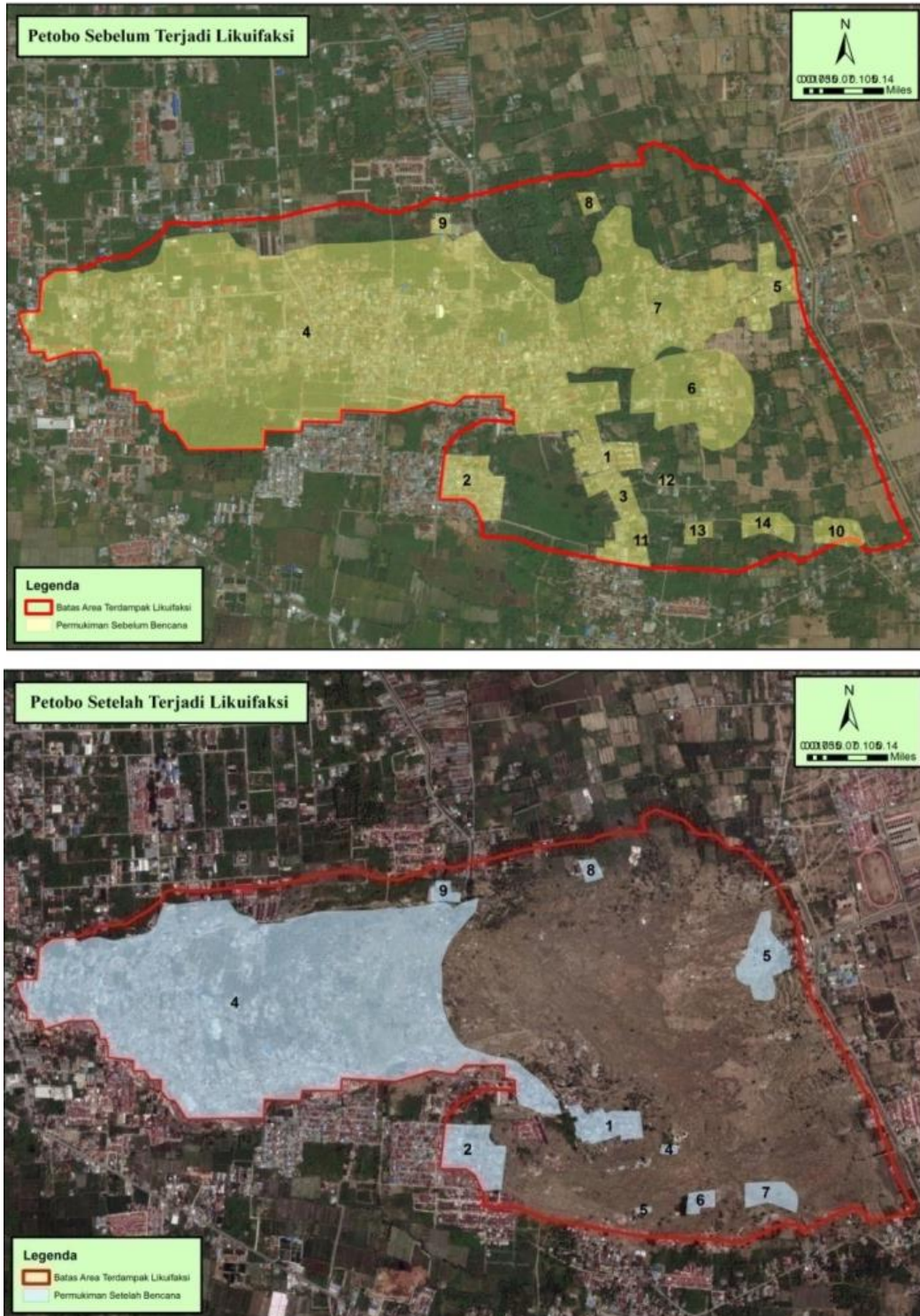


Tabel 2 Jumlah Kerusakan Akibat Likuifaksi di Balaroa

No	Arah Pergerakan	Jumlah Bangunan (unit)	Luas Area Permukiman (Ha)
1	Timur	846	25,98
2	Barat	48	2,73
3	Hilang/Tenggelam	149	5,59
4	Exist/Tidak Bergerak	175	5,42
<b>Total</b>		<b>1.218</b>	<b>39,72</b>

Sumber : Interpretasi penulis dengan peta citra dan hasil survei lapangan, 2019

Berbeda dengan likuifaksi yang terjadi di Balaroa, likuifaksi yang terjadi di Petobo arah pergerakannya lebih teratur. Sebagian besar bangunan bergeser ke arah Barat, dan sisanya hilang/tenggelam atau tidak bergerak. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam gambar 2.



Gambar 2 Perbandingan Peta Perubahan Letak Permukiman Sebelum dan Setelah Likuifaksi

Sumber: Interpretasi peta citra dan hasil survei lapangan, 2019

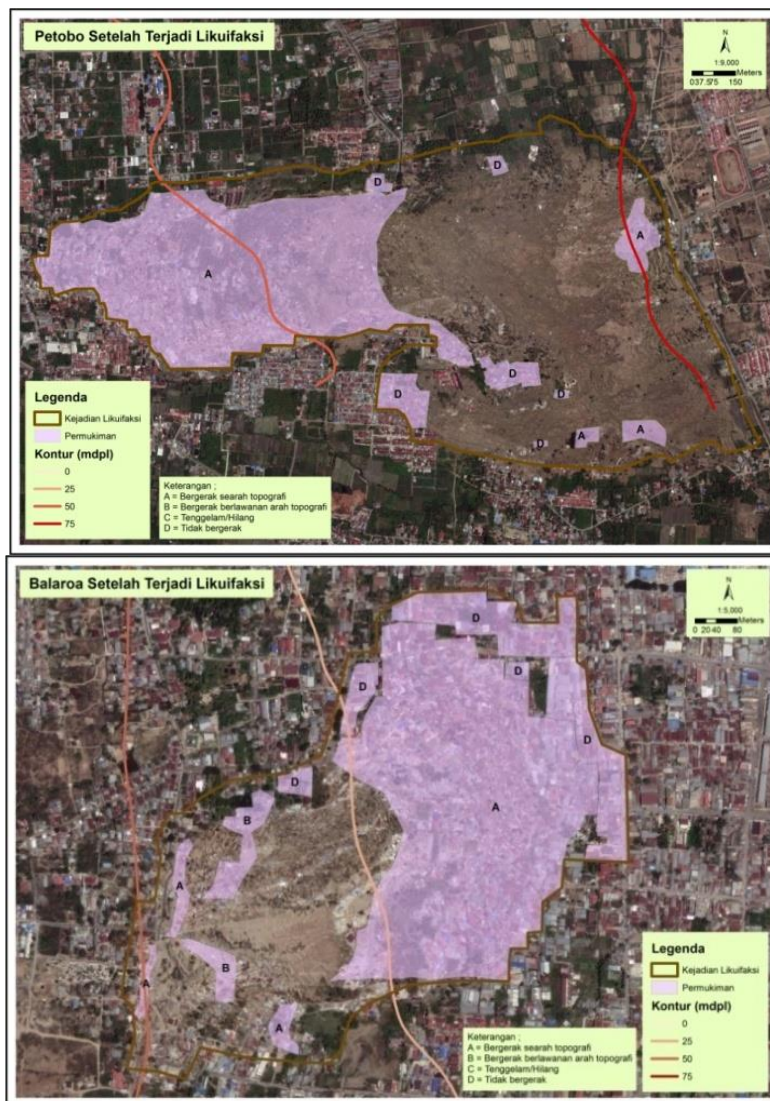
Likuifaksi yang terjadi di Petobo sebagian besar bergerak ke arah barat. Permukiman yang bergerak ke arah barat hanya permukiman yang ditunjukkan oleh poligon dengan angka 4 dan 5 namun, terlihat jelas bahwa poligon tersebut merupakan poligon dengan jumlah bangunan terbanyak. Poligon (3, 6, 7, dan 10) adalah poligon dengan bangunan-bangunan yang hilang/tenggelam. Sisanya, yakni poligon dengan angka 1, 2, 8, 9, 11, 12, 13, dan 14 merupakan poligon dengan bangunan-bangunan yang keberadaannya exist atau tidak bergerak. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin ke arah barat maka semakin rendah datarannya dan semakin ke arah timur maka semakin tinggi datarannya. Semakin rendah datarannya maka semakin banyak bangunan yang bergerak ke arah tersebut, dan begitu pula sebaliknya. Ini berarti pola pergerakan likuifaksi di Petobo mengikuti topografi lahannya.

Tabel 3 Jumlah Kerusakan Akibat Likuifaksi di Petobo

No	Arah Pergerakan	Jumlah Bangunan (unit)	Luas Area Permukiman (Ha)
1	Timur	0	0
2	Barat	522	73,04
3	Hilang/Tenggelam	120	23,16
4	Exist/Tidak Bergerak	108	0,32
<b>Total</b>		<b>750</b>	<b>96,52</b>

Sumber : Interpretasi penulis dengan peta citra dan hasil survey lapangan, 2019

Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa jika dilihat dari arah mata angin, likuifaksi yang terjadi menyebabkan dominan lahan di Balaroa bergerak ke arah Timur Laut, sedangkan dominan lahan di Petobo bergerak ke arah Barat. Namun, jika dilihat dari topografi lahan, dapat diketahui bahwa pergerakan lahan akibat likuifaksi yang terjadi di kedua daerah ini sama-sama bergerak dari dataran tinggi ke dataran yang lebih rendah.



Gambar 3. Peta arah pergerakan lahan akibat likuifaksi  
Sumber : Interpretasi peta citra dan hasil survei lapangan, 2019

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, likuifaksi yang terjadi di Kota Palu merupakan *flow liquefaction*, yaitu likuifaksi yang menyebabkan tanah yang cair akibat ikuifaksi mengalir di atas permukaan yang disebut uga lateral landslides. Kejadian flow liquefaction seperti bencana tanah longsor, dimana tanah bergerak dri dataran tinggi ke dataran rendah. Berdasarkan hal tersebut, maka dalam melakukan perhitungan tingkat kerawann likuifaksi digunakan juga indikator kemiringan lereng.

Untuk mengidentifikasi tingkat kerawanan bencana likuifaksi di Kota Palu dilakukan pemetaan menggunakan aplikasi ArcGiss berdasarkan

perhitungan skor tiap indikator penyebab likuifaksi. Dalam analisis ini digunakan satu jenis pemetaan yaitu dengan metode ovelay, namun menghasilkan dua peta untuk melihat pengaruh indikator di setiap hasil pemetaan. Pada pemetaan pertama, hanya digunakan tiga indikator yaitu jenis tanah, kedalaman muka air tanah, dan percepatan gempa. Berikut tabel yang menunjukkan tingkat kerawanan likuifaksi berdasarkan kecamatan di Kota Palu jika menggunakan tiga indikator penyebab likuifaksi.

Berikut tabel yang meunjukkan tingkat kerawanan likuifaksi berdasarkan kecamatan di Kota Palu jika menggunakan tiga indikator penyebab likuifaksi.

Tabel 4 Tingkat Kerawanan Likuifaksi dengan Tiga Indikator

No	Kecamatan	Luas Area (m <sup>2</sup> )			Total Luas Area (m <sup>2</sup> )
		Tidak Rawan	Rawan Sedang	Rawan Tinggi	
1	Mantikulore	64.220.210	99.162.127	28.335.204	191.717.541
2	Palu Barat	0	379.857	6.917.814	7.297.671
3	Palu Selatan	0	0	19.548.499	19.548.499
4	Palu Timur	0	0	5.950.257	5.950.257
5	Palu Utara	0	3.930.161	25.833.956	29.764.117
6	Tatanga	0	2.312.319	12.859.915	15.172.235
7	Tawaeli	7.669.854	30.107.155	22.269.314	60.046.322
8	Ulujadi	56.604.502	3.304.343	3.428.229	63.337.074
<b>Total (m<sup>2</sup>)</b>		<b>128.494.566</b>	<b>139.195.961</b>	<b>128.494.566</b>	<b>392.833.716</b>

Dari tabel 4 dapat diketahui bahwa area paling luas dengan tingkat kerawanan tinggi berada di Kecamatan Mantikulore. Begitupula dengan area paling luas dengan tingkat kerawanan sedang dan tidak rawan, keduanya berada di Kecamatan Mantikulore. Dari tabel 4 juga terlihat bahwa di setiap kecamatan pasti memiliki area yang rawan likuifaksi. Meski demikian, kecamatan yang paling rawan adalah Kecamatan Palu Timur dan Kecamatan Palu Selatan karena seluruh wilayahnya termasuk dalam area rawan tinggi likuifaksi. Sementara Kecamatan paling aman adalah

Kecamatan Ulujadi, dimana luas areanya yang termasuk rawan sedang dan rawann tinggi likuifaksi hanya sekitar 10% dari luas wiyahnya.

Pada pemetaan kedua, digunakan empat indikator untuk menghitung tingkat kerawanan likuifaksi yaitu jenis tanah, kedalaman muka air tanah, percepatan gempa dan kemiringan lereng. Berikut tabel yang meunjukkan tingkat kerawanan likuifaksi berdasarkan kecamatan di Kota Palu jika menggunakan empat indikator penyebab likuifaksi.

Tabel 5 Tingkat kerawanan likuifaksi dengan empat indikator

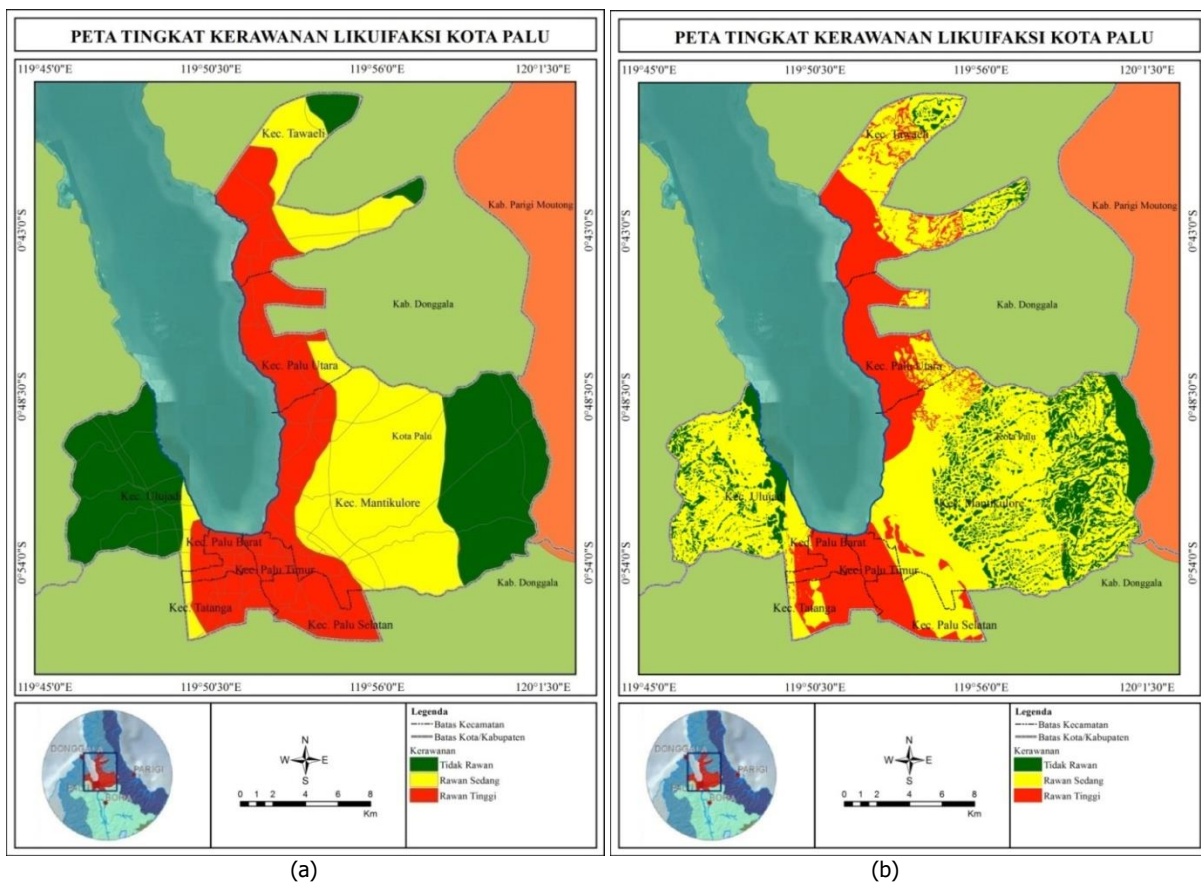
No	Kecamatan	Luas Area (m <sup>2</sup> )			Total Luas Area (m <sup>2</sup> )
		Tidak Rawan	Rawan Sedang	Rawan Tinggi	
1	Mantikulore	50.417.157	131.229.881	10.070.503	191.717.540
2	Palu Barat	0	485.821	6.811.849	7.297.671
3	Pallu Selatan	0	10.140.059	9.410.394	19.550.453
4	Palu Timur	0	540.965	5.409.292	5.950.257
5	Palu Utara	0	5.889.307	23.863.757	29.753.064
6	Tatanga	0	4.497.452	10.674.783	15.172.235
7	Tawaeli	3.381.133	34.128.793	22.536.392	60.046.319
8	Ulujadi	14.591.201	46.216.499	2.529.374	63.337.074
<b>Total (m<sup>2</sup>)</b>		<b>68.389.492</b>	<b>233.128.778</b>	<b>91.306.344</b>	<b>392.824.614</b>



Tabel 5 menunjukkan tingkat kerawanan likufaksi jika dihitung berdasarkan empat indikator yang telah disebutkan sebelumnya. Dalam tabel tersebut dapat diketahui bahwa area yang paling luas dengan tingkat kerawanan tinggi berada di Kecamatan Tawaeli, sedangkan yang paling kecil berada di Kecamatan Ulujadi. Namun, jika melihat luas area secara keseluruhan dapat diketahui bahwa selain Kecamatan Ulujadi, Kecamatan yang paling aman adalah Kecamatan Mantikulore yang luas area dengan tingkat kerawanan tinggi sekitar 5% dari luas wilayahnya secara keseluruhan. Kecamatan yang paling tidak aman adalah

Kecamatan Palu Barat dengan luas area rawan tinggi sekitar 93% dari total luas wilayahnya.

Dari kedua tabel di atas dapat dilihat perbedaan kecamatan paling aman dan paling rawan likuifaksi. Penambahan indikator kemiringan lereng untuk menghitung tingkat kerawanan likuifaksi menunjukkan bahwa area yang termasuk dalam kategori tidak rawan dan rawan tinggi lebih sedikit dibandingkan dengan tidak menggunakan indikator kemiringan lereng, sedangkan untuk kategori rawan sedang lebih banyak dibandingkan tanpa menggunakan indikator kemiringan lereng.



Gambar 4. Pemodelan tingkat kerawanan bencana likuifaksi dengan tiga indikator (a) dan empat indikator (b)  
Sumber: Peta citra dimodifikasi oleh penulis, 2019

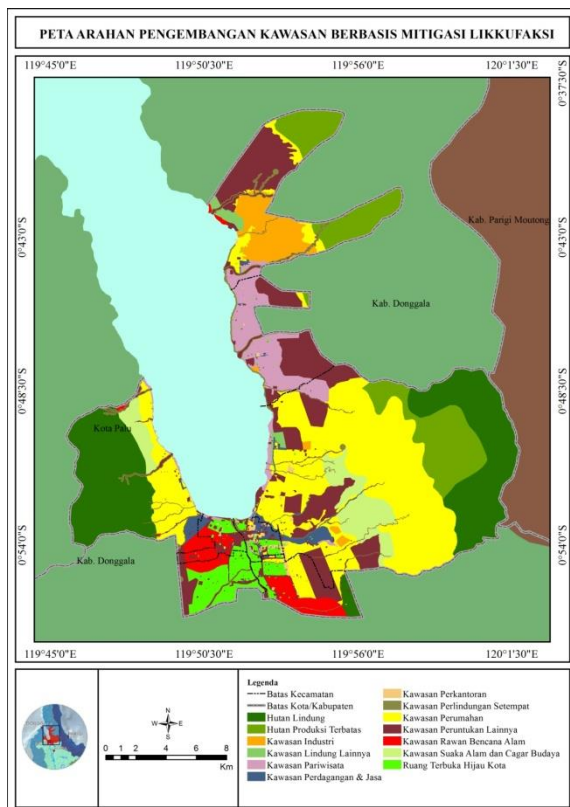
Berdasarkan kriteria historis, likuifaksi seringkali terjadi pada tempat yang sama dimana tanah dan kondisi air tanah tidak berubah (Youd, 1984 dalam Pramono, dkk, 2014). Menurut hasil penelitian Paulus Pramono, dkk (2014), efek likuifaksi terbatas pada suatu zona dalam jarak tertentu dari sumber gempa. Diperkirakan jarak epicentral dimana likuifaksi dapat terjadi akan semakin bertambah dengan meningkatnya magnitude gempa.

Gempa yang menyebabkan likuifaksi di Kota Palu adalah gempa dengan magnitudo 7,4 dengan pusat gempa di 25 km Timur Laut Donggala. Jarak pusat gempa dengan lokasi likuifaksi di Kota Palu adalah 78,56 km (Petobo) dan 85,36 km (Balara). Kota Palu terletak di atas garis sesar yang bernama Sesar Palu-Koro. Ini berarti tidak menutup kemungkinan di masa depan gempa bumi kembali akan terjadi. Selain itu, dari analisis tingkat kerawanan yang telah dilakukan sebelumnya,



dapat diketahui bahwa setiap kecamatan yang ada di Kota Palu memiliki area yang rawan likuifaksi.

Berikut beberapa mitigasi non struktural yang dapat dilakukan, yaitu: 1) area dengan tingkat kerawanan tinggi sebaiknya tidak dibangun kawasan budidaya terutama kawasan permukiman. Area ini dapat dijadikan kawasan rawan bencana alam, hutan lindung, pariwisata, Ruang Terbuka Hijau (RTH), dan kawasan hutan produksi dengan syarat harus memperhatikan daya dukung lahan; 2) area dengan tingkat kerawanan sedang dapat dijadikan sebagai kawasan perkebunan, pertanian, peternakan, perikanan, pertambangan, dan permukiman. Namun pembangunannya perlu diawasi dan harus memperhatikan daya dukung lahan. Selan itu, pembangunannya juga harus memperhatikan struktur bangunan; dan 3) area yang tidak rawan dapat dikembangkan sebagai kawasan budidaya.



Gambar 5. Arah Pengembangan Kawasan  
Sumber: Peta citra dimodifikasi oleh penulis, 2019

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis spasial menggunakan *software ArcGiss 10.1*, likuifaksi yang terjadi di Balaroa dan Petobo bergerak ke dua arah yang berbeda. Namun arah pergerakan likuifaksi di kedua daerah

tersebut mengikuti topografi lahannya. Semakin tinggi datarannya maka semakin jauh jarak Bergeraknya bahkan lahan yang ada akan hilang, dan semakin rendah datarannya maka semakin pendek jarak pergerakannya dan kemudian menumpuk di area dataran yang lebih rendah.

Hasil analisis tingkat kerawanan likuifaksi meunjukkan bahwa setiap kecamatan yang ada di Kota Palu memiliki area yang rawan likuifaksi. Sebagian besar area yang rawan likuifaksi adalah area di sekitar pesisir Teluk Palu. Sementara jika melihat kondisi saat ini, pembangunannya dipusatkan di sekitar Teluk Palu, menunjukkan bahwa pembangunan di Kota Palu masih belum menyesuaikan dengan potensi terjadinya likuifaksi.

Area yang rawan likuifaksi diarahkan untuk dikembangkan sebagai kawasan peruntukkan RTH, suaka alam dan cagar budaya, dan pariwisata. Untuk pengembangan kawasan permukiman diarahkan di area dengan tingkat kerawanan rendah hingga sedang. Area dengan tingkat kerawanan rendah namun berada di daerah dengan topografi tinggi diarahkan sebagai kawasan peruntukkan hutan lindung dan hutan produksi terbatas.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kota Palu (2018). *Kota Palu dalam Angka 2018*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 21/PRT/M/2007 tentang *Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Gempa Bumi*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22/PRT/M/2007 tentang *Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor*.
- Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah (2018). *Rencana Induk Pemulihan dan Pembangunan Kembali Wilayah Pascabencana Provinsi Sulawesi Tengah*.
- Pramono, Paulus, dkk (2014). *Kajian Geoteknik Infrastruktur untuk Kota Padang Menghadapi Ancaman Gempa dan Tsunami*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- Rahardjo, Paulus P. (2018). *Hidup Damai Bersama Gempa, Tsunami, dan Likuifaksi Pelajaran dari Gempa Palu Donggala (28 Sempتمبر 2018)*. Prosiding oleh Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan: Bandung.
- Widyaningrum, Risna (2012). *Penyelidikan Geologi Teknik Potensi Likuifaksi Daerah Palu, Provinsi Sulawesi Tengah*. Bandung: Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan.