

DAMPAK GEMPA BUMI LOMBOK TAHUN 2018

The Impact of the Lombok Earthquake in 2018

Supartoyo¹, Rahayu Robiana², Merry Christina Natalia³, dan Suryo Hespianoro⁴

^{1,2,3}Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Jln. Diponegoro No. 57 Bandung 40122

Telp. (022) 7215297, Faks. (022) 7216444

E-mail: supartoyo@gmail.com¹; rha.robi@gmail.com²; merry.cn2@gmail.com³

⁴Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Geologi, Mineral dan Batubara

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Jln. Jend. Sudirman No. 623 Bandung 40211

Telp/Faks: (022) 6076756

E-mail: suryo.hespianoro@esdm.go.id

ABSTRAK

Serangkaian kejadian gempa bumi di Pulau Lombok dan sekitarnya pada 29 Juli 2018, 5 Agustus 2018, dan 19 Agustus 2018 mengakibatkan korban jiwa sebanyak 559 orang, 1.478 orang luka-luka, dan 185.483 bangunan mengalami kerusakan. Semua jenis bahaya gempa bumi, yaitu efek guncangan, sesar gempa bumi minor (*minor fault surface rupture*), dan bahaya ikutan berupa retakan tanah, likuefaksi, dan gerakan tanah muncul akibat gempa bumi tersebut. Guncangan gempa bumi terasa kuat di Lombok Utara dan Lombok Timur mencapai skala intensitas gempa bumi VIII MMI (*Modified Mercally Intensity*). Kejadian gempa bumi 29 Juli 2018 dengan M 6,4 mengakibatkan terbentuknya *rupture zone*: 218,7762 km². Adapun kejadian gempa bumi 5 dan 19 Agustus 2018 dengan M 7,0 menghasilkan *rupture zone*: 758,5776 km².

Kata Kunci: *bahaya gempa bumi, skala intensitas gempa bumi, rupture zone*

ABSTRACT

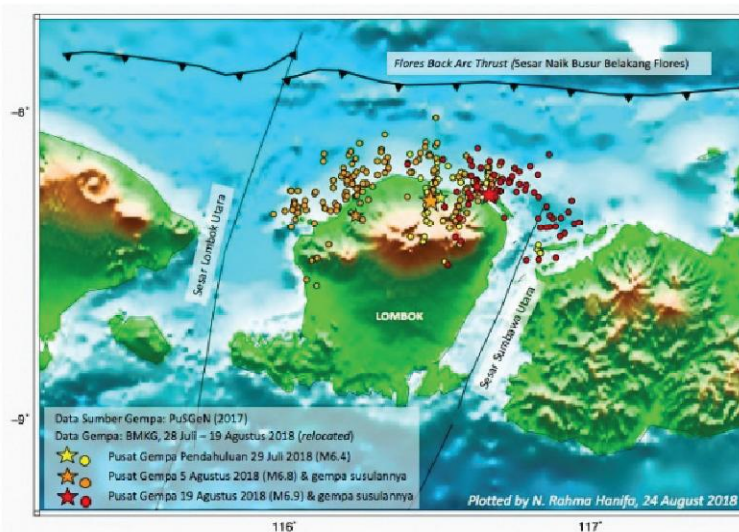
A series of earthquakes with the mainshock on July 29th, 2018, August 5th, 2018 and August 19th, 2018 occurred in Lombok island. These earthquake has caused 559 fatalities, 1,478 people injured and 185.483 of buildings damaged in the Lombok and Sumbawa island. All type of earthquake hazards occurred namely ground shaking, minor fault surface rupture and collateral hazard such as liquefaction and landslides. Earthquake shaking felt strong in Lombok Utara and Lombok Timur with earthquake intensity scale of VIII MMI (Modified Mercally Intensity). Earthquake on July 29th, 2018 with magnitude of M 6,4 result rupture zone 218,7762 km², earthquake on August 5th, 2018 and on August 19th, 2018 with magnitude of M 7,0 result rupture zone 758,5776 km².

Keyword: *earthquake hazard, earthquake intensity scale, rupture zone*

PENDAHULUAN

Pulau Lombok merupakan salah satu daerah di Indonesia yang rawan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami. Beberapa sumber gempa bumi di wilayah ini, terutama terletak di laut dan merupakan sumber pembangkit tsunami (*tsunamigenic*). Beberapa kejadian gempa bumi yang terjadi di Pulau Lombok telah mengakibatkan terjadinya bencana, bahkan kejadian gempa bumi 1977 telah mengakibatkan terjadinya tsunami.

Serangkaian gempa bumi di Lombok 2018 diawali dengan kejadian gempa bumi pada Minggu, 29 Juli 2018 pukul 05.47 WIB dengan kekuatan 6,4 Mw. Kemudian, diikuti kejadian gempa bumi pada 5 Agustus 2018 pukul 18.46.35 WIB dengan magnitudo 7 Mw. Selanjutnya, pada Minggu 19 Agustus 2018 pukul 11.06.13 WIB, Pulau Lombok dilanda gempa bumi dengan kekuatan 5,4 Mw. Pada hari yang sama pukul 11.10.22 WIB, Pulau Lombok kembali dilanda gempa bumi dengan kekuatan 6,5 Mw. Akhirnya, pada pukul 21.56.27 WIB, Pulau Lombok kembali digoyang gempa bumi kuat dengan magnitudo 7 Mw. Kejadian gempa bumi dengan kekuatan 5,4 Mw dan 6,5 Mw pada Minggu 19 Agustus 2018 digolongkan sebagai gempa bumi awal. Kejadian gempa bumi pada pukul 21.56.27 WIB dengan magnitudo 7 Mw merupakan gempa bumi utama. Peta lokasi pusat gempa bumi 29 Juli, 5 Agustus, dan 19 Agustus 2020 ditampilkan pada gambar 1 dan parameter kejadian gempa bumi tersebut ditampilkan pada tabel 1. Serangkaian kejadian gempa bumi tersebut telah mengakibatkan korban jiwa mencapai 559 orang dan 1.478 orang luka-luka (BNPB, 2018).



Gambar 1. Sebaran kejadian gempa bumi utama (29 Juli 2018, 5 Agustus 2018, dan 19 Agustus 2019) serta gempa bumi susulan (Masyhur dkk., 2018).

Tabel 1. Parameter kejadian gempa bumi kuat di Pulau Lombok tahun 2018, bersumber dari data BMKG.

No	Tanggal Kejadian	Waktu (WIB)	Pusat Gempa Bumi	Magnitudo	Kedalaman (Km)	Sumber
1.	29-7-2018	05:47:00	8,26° LS - 116,55° BT	6,4 Mw	10 km	BMKG
2.	5-8-2018	18:46:35	8,37° LS - 116,48° BT	7,0 Mw	15 km	BMKG
3.	19-8-2018	21:56:27	8,28° LS - 116,71° BT.	7,0 Mw	10 km	BMKG

Pulau Lombok merupakan busur kepulauan (*island arc*) yang dihasilkan akibat subduksi antara Lempeng Eurasia yang bergerak relatif lambat ke arah tenggara dengan kecepatan sekitar 0,4 cm/tahun dan Lempeng Indo-Australia yang bergerak ke utara dengan kecepatan sekitar 7 cm/tahun (Minster dan Jordan, 1978 dalam Yeats, 1997). Zona subduksi dicirikan oleh keberadaan palung laut dalam telah berlangsung sejak zaman Kapur Akhir (sekitar 65 juta tahun yang lalu). Keberadaan berlangsung hingga kini dibuktikan dengan aktivitas kegempaan yang tinggi. Aktivitas zona subduksi di bagian selatan Nusa Tenggara mengakibatkan terjadinya kompresi di bagian Utara Bali, Lombok, dan Nusa Tenggara yang mengakibatkan terbentuknya zona sesar naik busur belakang Flores (*Flores back arc thrusting*). Kompresi belakang busur pada bagian utara mengakibatkan orogenesis Sunda mulai dari Jawa hingga Nusa Tenggara (Simandjuntak, 2004). Sribudiyani dkk. (2003) menyatakan bahwa wilayah Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara berasal dari mikrokontinen yang terpisah dari mikro plate Sunda. Penggabungan atau amalgamasi dengan Pulau Jawa terjadi sekitar tenggara

35–70 juta tahun yang lalu. Subduksi pada bagian Selatan Pulau Lombok dan kompresi pada bagian utaranya masih aktif hingga kini. Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya aktivitas kegempaan di zona-zona tersebut dan terbentuknya gunungapi.

Morfologi Pulau Lombok merupakan morfologi tubuh gunungapi dan sebagian besar batuanannya tersusun oleh batuan rombakan gunungapi (Mangga dkk., 1994). Pulau Lombok bagian utara merupakan morfologi tubuh Gunungapi Rinjani. Pengamatan lapangan dan kenampakan peta topografi, memperlihatkan bahwa Pulau Lombok dapat dibedakan menjadi tiga satuan morfologi, yaitu dataran, gunungapi, dan perbukitan bergelombang sedang hingga terjal. Morfologi dataran berupa dataran pantai, dataran aluvial, dan dataran yang tersusun oleh endapan rombakan gunungapi muda. Morfologi dataran didominasi oleh dataran pantai. Kota Mataram dan daerah Senggigi terletak pada morfologi dataran pantai. Morfologi gunungapi terdiri dari bagian puncak gunungapi, tubuh gunungapi, dan kaki gunungapi. Morfologi ini terdapat di sekitar Gunungapi Rinjani. Batuanannya merupakan rombakan gunungapi muda hasil kegiatan Gunungapi Rinjani, yaitu lava, tuff, lapilli, dan breksi gunungapi. Sebagian batuan rombakan gunungapi muda telah mengalami pelapukan dan ditunjang dengan keberadaan air permukaan yang cukup melimpah menjadikan tanahnya subur. Morfologi perbukitan bergelombang sedang hingga terjal tersebar setempat-setempat di bagian barat, barat daya, dan sebagian bagian selatan Pulau Lombok yang terdiri dari batuan sedimen dan batuan gunungapi Tersier. Endapan Kuartar yang terdapat di Pulau Lombok berupa batuan rombakan gunungapi muda yang telah mengalami pelapukan, endapan pantai, endapan sungai, dan endapan rawa rawan terhadap guncangan gempa bumi. Hal ini disebabkan oleh karakteristik endapan tersebut yang bersifat lepas, urai, lunak, belum kompak (*unconsolidated*), dan memperkuat efek guncangan. Akibatnya, susunannya mudah berubah jika terkena guncangan gempa bumi. Bangunan yang mengalami kerusakan pada kejadian gempa bumi akhir Juli hingga Agustus terletak pada endapan Kuartar.

Tulisan ini akan menguraikan dampak dari rangkaian kejadian gempa bumi di Pulau Lombok 2018, yakni berupa dampak kerusakan geologi permukaan juga kerusakan bangunan. Data primer didapatkan dari survei lapangan setelah kejadian gempa bumi, yaitu kejadian gempa bumi 29 Juli 2018, 5 Agustus 2018, dan 19 Agustus 2018. Data sekunder yang dihimpun meliputi data geologi, kegempaan, dan data yang berkaitan dengan kejadian gempa bumi utama tersebut. Data primer dan sekunder tersebut dianalisis berdasarkan dampak dari kejadian gempa bumi utama (29 Juli 2018, 5 Agustus 2018, dan 19 Agustus 2018) serta upaya mitigasinya.

KEGEMPAAN PULAU LOMBOK

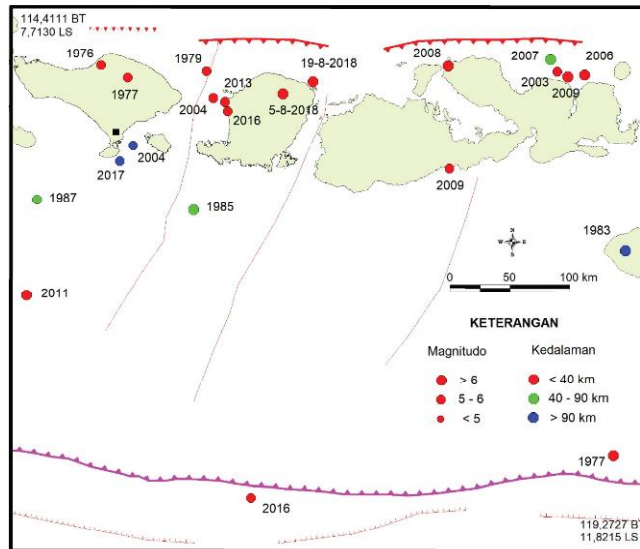
Pulau Lombok merupakan salah satu daerah rawan gempa bumi dan tsunami di Indonesia karena terletak dekat dengan sumber gempa bumi. Sebaran kegempaan Pulau Lombok terletak di laut dan di darat. Sebagian besar sebaran kegempaan tersebut tersebar di Samudra Hindia, selatan Pulau Lombok, yang berasosiasi dengan zona subduksi. Sebagian lainnya tersebar di Laut Flores, utara Pulau Lombok, yang berasosiasi dengan sumber gempa bumi zona sesar naik busur belakang Flores. Beberapa kejadian gempa bumi di Pulau Lombok bersifat gempa bumi merusak (*destructive earthquake*) yang telah mengakibatkan terjadinya bencana.

Hingga kini, telah diidentifikasi terdapat empat sumber gempa bumi di Pulau Lombok (Pusat Gempa Bumi Nasional atau Pusgen, 2017). Keempat sumber gempa tersebut, yaitu zona subduksi di Samudra Hindia pada bagian selatan, sesar naik busur belakang Flores di Laut Flores pada bagian utara, sesar mendatar di Selat Lombok (selat di antara Pulau Bali dan Lombok) juga sesar mendatar di Selat Alas (selat di antara Pulau Sumbawa dan Lombok). Sumber gempa bumi dari zona subduksi dan sesar naik busur belakang Flores sering mengakibatkan gempa bumi merusak dan berpotensi terjadinya tsunami.

Berdasarkan catatan kejadian gempa bumi merusak, wilayah Pulau Lombok telah mengalami sebanyak tujuh kejadian gempa bumi merusak (Supartoyo dkk., 2014). Satu di antaranya merupakan kejadian gempa bumi yang mengakibatkan tsunami di Pulau Lombok pada 1977. Gempa tersebut mengakibatkan dua puluh orang korban. Tabel 2 berikut ini menampilkan kejadian gempa bumi merusak dan tsunami yang pernah terjadi di Pulau Lombok. Gambar 2 menampilkan sebaran sumber gempa bumi dan lokasi pusat gempa bumi merusak Pulau Lombok dan sekitarnya.

Tabel 2. Kejadian gempa bumi merusak dan tsunami di Pulau Lombok (penambahan data dari Supartoyo dkk., 2014).

NO	NAMA GEMPA	TANGGAL	PUSAT GEMPA	KDLM (KM)	MAG	SKALA MMI	KERUSAKAN
1.	Sumba (Tsunami)	19/08/1977	11,1°LS & 119°BT	33	6,1	VII	Tsunami melanda Pulau Bali, Lombok, Sumbawa, Sumba, di Pulau Lombok: 20 orang meninggal, 115 rumah hancur, serta 132 perahu hilang dan rusak.
2.	Lombok	30/5/1979 16:23:33 WIB	8,2°LS- 115,9°BT	25	6,1	VIII-IX	29 orang meninggal, 29 orang luka berat, 98 orang luka ringan, 2977 rumah penduduk rusak, 295 sarana ibadah rusak, dan 89 sarana pendidikan rusak. Kerusakan terjadi di Tanjung, Bayan, Gangga, Cakranegara, Narmada, dan Kediri.
3.	Pemenang, Lombok Utara	02/01/2004 04:59'30" WITA	8,4°LS & 115,95°BT	33	6,2	VI	32 orang luka-luka dan 2.224 rumah penduduk serta 41 fasilitas umum rusak. Kerusakan di: Kota Mataram, Sikur, Montong Gading, Pemenang, Sekotong, Selagalas, Pringgarata, dan Batukliang.
4.	Lombok Utara	22/6/2013 12:42' WITA	8,43°LS & 116,04°BT	10	5,4	V	30 orang luka-luka dan 5.286 rumah rusak. Bencana terjadi di Kec. Gangga, Tanjung, dan Pemenang, Kab. Lombok Utara.
5.	Lombok Barat	31/3/2016 16:34:43 WIB	8,5°LS 116,06°BT	13	4,7 SR	V	41 bangunan rusak di Desa Malaka, Pemenang, Lombok Utara.
6.	Lombok Timur	9/6/2016 11:13:06 WIB	11,42°LS 116,24°BT	10	6,2 SR	IV	Beberapa rumah penduduk rusak ringan di Desa Pemongkong, Kec. Jerowaru, Lombok Timur.
7.	Lombok Utara dan Lombok Timur	29/7/2018; 5/8/2018; 19/8/2018.	8,26°LS - 116,55°BT; 8,37°LS - 116,48°BT; 8,28°LS - 116,71°BT.	10; 15; 10.	6,4 SR; 7 SR; 6,9 SR.	VIII	559 orang meninggal, 1.478 orang luka-luka, dan 185.483 rumah penduduk rusak di Pulau Lombok dan Sumbawa, terbanyak di Lombok Utara.



Gambar 2. Peta sumber gempa bumi dan sebaran pusat gempa bumi merusak daerah Bali dan Nusa Tenggara Barat (Supartoyo dkk., 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kejadian Gempa Bumi 29 Juli 2018

Kejadian gempa bumi 29 Juli 2018 telah mengakibatkan korban jiwa, kerusakan bangunan, serta bahaya ikutan gempa bumi berupa retakan tanah dan gerakan tanah atau longsor. Hasil pemeriksaan lapangan memperlihatkan bahwa kejadian gempa bumi 29 Juli 2018 tidak memperlihatkan adanya jejak tsunami di Pantai Lombok Timur. Bencana terparah terjadi di Kabupaten Lombok Timur, yaitu Kecamatan Sambelia dan Sembalun. Wilayah Kecamatan Sambelia dan Sembalun terletak dekat dengan lokasi pusat gempa bumi dibandingkan dengan kecamatan lainnya sehingga mengalami guncangan paling kuat dan mengakibatkan terjadinya bencana terparah. Kecamatan lainnya yang mengalami kerusakan di Kabupaten Lombok Timur adalah Kecamatan Pringgabaya dan Aikmel. Beberapa bangunan juga mengalami kerusakan di Kabupaten Lombok Utara, yaitu di Kecamatan Bayan, Kayangan, dan Gangga. Kerusakan bangunan terparah terdapat di Dusun Malempo, Desa Obel-Obel (Gambar 3) dan Dusun Ketapang, Desa Madayin, Kecamatan Sambelia, serta Desa Sajang, Kecamatan Sembalun. Mayoritas bangunan mengalami rusak berat hingga roboh. Bangunan yang mengalami kerusakan hampir merata di semua wilayah tersebut sehingga tidak layak untuk ditempati. Kerusakan bangunan, terutama diakibatkan oleh besarnya guncangan gempa bumi. Selain itu, kerusakan bangunan yang terjadi di Dusun Malempo, Desa Obel-Obel dan Desa Sajang juga diakibatkan faktor lain, yaitu terjadinya retakan tanah.



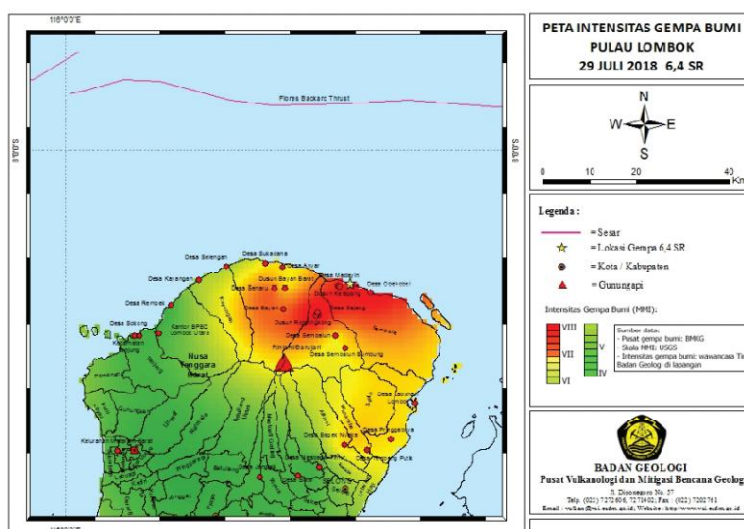
Gambar 3. Retakan tanah akibat kejadian gempa bumi 29 Juli 2018 mengakibatkan robohnya rumah penduduk di Dusun Malempo, Desa Obel-Obel, Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur (Dokumen Penulis).

Selain mengakibatkan kerusakan bangunan, kejadian gempa bumi 29 Juli 2018 juga mengakibatkan terjadinya bahaya ikutan gempa bumi, yaitu retakan tanah dan gerakan tanah atau longsor. Retakan tanah berarah barat-timur terdapat di Dusun Ketapang (Gambar 4), Dusun Melempo, Desa Obel-Obel, Kecamatan Sambelia dan Desa Sajang, Kecamatan Sembalun. Retakan tanah di Dusun Melempo panjangnya berkisar 50 meter hingga 100 meter dan mengakibatkan kerusakan bangunan yang dilewatinya. Retakan tanah di daerah Sajang cukup panjang dibandingkan dengan di Dusun Malempo dengan panjang mencapai sekitar 200 meter dan juga mengakibatkan kerusakan bangunan.



Gambar 4. Retakan tanah akibat kejadian gempa bumi pada 29 Juli 2018 yang mengarah ke lembah dan berpotensi menjadi gerakan tanah di Dusun Ketapang (Dokumen Penulis).

Gerakan tanah terdapat pada jalur pendakian Gunung Rinjani dan longsor kecil di permukiman warga di Dusun Ketapang, Desa Madayin, Kecamatan Sambelia. Guncangan gempa bumi terasa sangat kuat di Kecamatan Sambelia dan Sembalun mencapai skala VII hingga VIII MMI (*Modified Mercally Intensity*). Gambar 5 menampilkan peta intensitas gempa bumi 29 Juli 2018.



Gambar 5. Peta intensitas gempa bumi Lombok 29 Juli 2018 (Sumber: Tim Tanggap Darurat PVMBG, Badan Geologi).

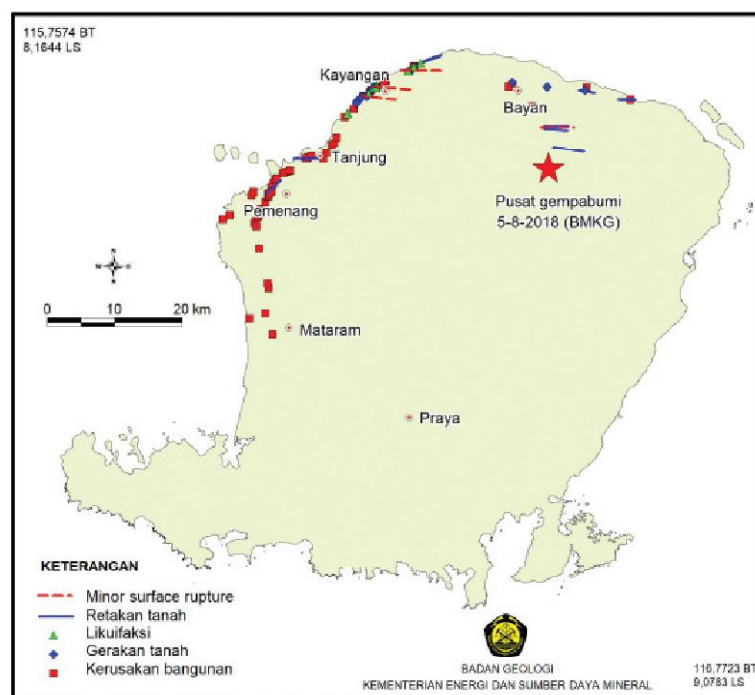
Kejadian gempa bumi 29 Juli 2018 mengakibatkan 20 orang meninggal dunia, 365 orang luka-luka, dan 3.987 bangunan mengalami rusak berat (BNPB, 2018), lihat tabel berikut.

Tabel 2. Data kerusakan dan korban jiwa akibat gempa bumi 29 Juli 2018
(Sumber data: BNPB, 5 Agustus 2018, 09.50 WITA).

NO.	Daerah	Meninggal Dunia	Luka-luka	Rumah Rusak Berat	Rumah Rusak Sedang	Rumah Rusak Ringan
1.	Kota Mataram	0	0	0	0	0
2.	Kab. Lombok Barat	0	0	6	15	8
3.	Kab. Lombok Utara	5	12	3.151	2.478	4.168
4.	Kab. Lombok Timur	15	353	830	0	1.326
5.	Kab. Sumbawa Barat	0	0	0	1	0
Jumlah total		20	365	3.987	2.494	5.502

b. Kejadian Gempa Bumi 5 Agustus 2018

Gempa bumi 5 Agustus 2018 telah mengakibatkan terjadinya bencana di Kabupaten Lombok Utara, Lombok Timur, Lombok Barat, Lombok Tengah, dan Kota Mataram. Efek kejadian gempa bumi 5 Agustus 2018 lebih besar dibandingkan dengan kejadian gempa bumi 29 Juli 2018. Pemeriksaan lapangan memperlihatkan kejadian gempa bumi 5 Agustus 2018 telah mengakibatkan munculnya semua jenis bahaya gempa bumi, yaitu efek guncangan, sesar gempa bumi minor (*minor fault surface rupture*), dan bahaya ikutan berupa retakan tanah, likuefaksi, dan gerakan tanah atau longsor (Gambar 6). Pengamatan lapangan memperlihatkan bahwa kejadian gempa bumi Lombok Utara ini tidak memperlihatkan adanya jejak endapan tsunami di pantai Lombok Utara dan Lombok Timur meskipun BMKG sempat mengeluarkan adanya peringatan dini tsunami.



Gambar 6. Peta sebaran bahaya ikutan dan kerusakan bangunan kejadian gempa bumi Pulau Lombok, 5-8-2018
(Sumber: Tim Tanggap Darurat PVMBG, Badan Geologi).

Dampak dari kejadian gempa bumi Lombok Utara, 5 Agustus 2018 telah mengakibatkan 468 orang meninggal, 1.054 orang luka-luka, 81.813 rumah penduduk mengalami kerusakan, 471 fasilitas umum rusak, dan 431.416 jiwa mengungsi (BNPB, 2018), seperti terlihat pada tabel 3. Sebagian besar korban meninggal, luka-luka, dan bangunan rusak terdapat di Kabupaten Lombok Utara. Korban meninggal terbesar terdapat di Kabupaten Lombok Utara mencapai 404 orang.

Tabel 3. Dampak kejadian gempa bumi Lombok Utara pada 5 Agustus 2018 menurut data bersumber dari BNPB (17 Agustus 2018, 17.00 WITA).

No.	Lokasi	Meninggal Dunia	Luka-luka	Rumah Rusak	Kerusakan Fasilitas Umum	Pengungsi
1.	Kota Mataram	9	63	754	99	18.894
2.	Kab. Lombok Barat	39	399	25.540	35	116.453
3.	Kab. Lombok Utara	404	829	24.989	206	178.122
4.	Kab. Lombok Timur	12	122	25.540	58	104.060
5.	Kab. Lombok Tengah	2	3	4.767	42	13.887
6.	Sumbawa Barat	-	-	1	-	-
7.	Provinsi Bali	2	-	222	32	-
Jumlah		468	1.416	81.813	472	337.762

Sesar gempa bumi minor dicirikan adanya beberapa retakan tanah yang relatif sejajar arahnya memanjang dengan panjang bervariasi berkisar 250 meter hingga 1.000 meter. (Gambar 6). Arah sesar gempa bumi minor adalah NW-SE atau barat laut-tenggara, NE-SW atau timur laut-barat daya, dan W-E atau barat-timur dengan dominan berarah W-E. Semua bangunan yang dilalui oleh sesar gempa bumi minor ini mengalami kerusakan, yaitu rusak sedang, rusak berat, hingga roboh (Gambar 7). Sesar gempa bumi minor tersebut membentuk pergeseran vertikal (*vertical off set*) berkisar 2 cm hingga maksimal 50 cm. Sesar minor permukaan dapat diamati dengan baik di Desa Sambik Bengkol, Kecamatan Gangga; Dusun Beraringan, Desa Kayangan, Kecamatan Kayangan; dan Desa Selengan, Kecamatan Kayangan. Sesar gempa bumi minor terpanjang teramati di Desa Selengan, Kecamatan Kayangan yang mencapai panjang sekitar satu kilometer. Pada beberapa tempat, seperti di Desa Selengan dan Dusun Beraringan pada zona sesar gempa bumi minor tersebut terdapat fenomena likuefaksi.



Gambar 7. Sesar gempa bumi minor akibat kejadian gempa bumi, 5 Agustus 2018 mengakibatkan robohnya bangunan di Desa Sambik Bengkol, Kecamatan Gangga, Kabupaten Lombok Utara (Dokumen Penulis).

Retakan tanah ditemukan cukup banyak di Kecamatan Pemenang, Tanjung, Gangga, dan Kayangan, Kabupaten Lombok Utara (Gambar 6). Arah retakan tanah bervariasi, yaitu barat-timur, utara-selatan dan barat laut-tenggara. Panjang retakan tanah bervariasi dari 5 meter hingga 80 meter. Retakan tanah yang terdapat di Kecamatan Gangga dan Kayangan telah mengakibatkan kerusakan jalan (Gambar 8). Retakan tanah yang mengarah ke lembah merupakan indikasi akan terjadinya gerakan tanah karena air akan masuk melalui retakan tanah yang telah terbentuk dan nantinya akan berkembang menjadi bidang gelincir gerakan tanah. Hal ini dipicu oleh adanya curah hujan tinggi.



Gambar 8. Retakan tanah akibat kejadian gempa bumi, 5 Agustus 2018 mengakibatkan kerusakan jalan di Kecamatan Gangga, Kabupaten Lombok Utara (Dokumen Penulis).

Fenomena likuefaksi muncul akibat kejadian gempa bumi Lombok Utara pada 5 Agustus 2018 di Kecamatan Gangga, Kayangan, dan Bayan yang dicirikan keluarnya material pasir (Gambar 6). Likuefaksi merupakan proses perubahan tanah yang kehilangan kekuatan akibat tekanan air pada tanah jenuh air yang dipicu oleh guncangan gempa bumi. Selain itu, dapat juga dipicu oleh fenomena selain gempa bumi, seperti getaran kereta api, pengendapan secara mendadak, atau getaran alat berat sewaktu konstruksi bangunan (Kramer, 1996). Kondisi demikian akan mengakibatkan tanah tersebut berperilaku seperti cairan. Likuefaksi dicirikan keluarnya material halus berupa pasir dan air dari dalam tanah hingga mencapai permukaan tanah. Lokasi endapan Kuarter, seperti endapan pantai, endapan sungai, endapan rawa yang tersusun oleh batuan berukuran butir halus (seperti pasir halus, pasir sangat halus, dan lanau) yang jenuh air dengan muka air tanah dangkal akan berpotensi terjadi likuefaksi. Terdapat dua jenis likuefaksi yang muncul akibat kejadian gempa bumi tersebut, yaitu jenis *sand boil* dan *lateral spreading*. Likuefaksi jenis *sand boil* dicirikan adanya bukit pasir dimensi kecil. Jenis *spreading lateral* dicirikan adanya pasir halus berupa lapili yang keluar melalui celah retakan tanah yang telah terbentuk (Gambar 9). Likuefaksi jenis *sand boil* dan *spreading lateral* teramati di Kecamatan Gangga, Kayangan, dan Bayan. Likuefaksi ini mengontrol kerusakan bangunan di Dusun Beraringan, Desa Kayangan, Kecamatan Kayangan (Gambar 10) juga kerusakan jalan di Kecamatan Gangga dan Kayangan. Likuefaksi tipe aliran atau *flow liquefaction* tidak muncul akibat kejadian gempa bumi tersebut.



Gambar 9. Likuefaksi jenis *lateral spreading* di daerah Kayangan, Lombok Utara (Dokumen Penulis).



Gambar 10. Proses likuefaksi akibat gempa bumi, 5 Agustus 2018 mengakibatkan kerusakan rumah penduduk dan sumur menjadi miring di Dusun Beraringan, Desa Kayangan, Kecamatan Kayangan, Kabupaten Lombok Utara (Dokumen Penulis).

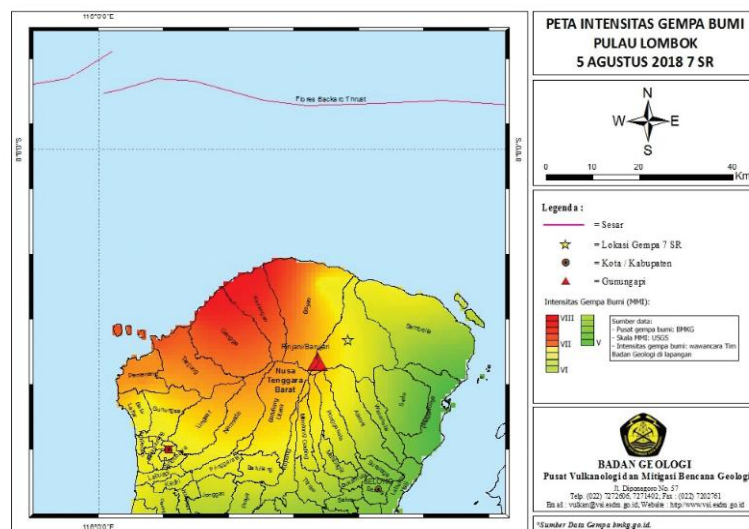
Bahaya ikutan lainnya adalah gerakan tanah yang dipicu guncangan gempa bumi (Gambar 6 dan 11). Selain itu, gerakan tanah dapat juga dipicu oleh curah hujan tinggi. Gerakan tanah yang dipicu guncangan gempa bumi ditemukan di Kecamatan Gangga, Kayangan, dan Bayan. Gerakan tanah yang terjadi merupakan tipe longsor dengan bidang gelincir berbentuk planar. Materialnya berupa *tuff* pasir yang bersifat lepas sehingga rentan terjadinya gerakan tanah jika dipicu guncangan gempa bumi. Gerakan tanah yang terjadi di Kecamatan Kayangan telah menutupi jalan dengan material gerakan tanah berupa *tuff* pasir yang sangat berdebu. Pada daerah perbukitan bergelombang hingga terjal yang telah terbentuk retakan tanah dengan pola yang mengarah ke lembah maka harus diwaspadai. Retakan tersebut jika terisi oleh hujan dengan intensitas tinggi akan berkembang menjadi bidang gelincir gerakan tanah.



Gambar 11. Gerakan tanah dipicu kejadian gempa bumi, 5 Agustus 2018 menutup jalan raya di Kecamatan Kayangan, Kabupaten Lombok Utara (Dokumen Penulis).

Berdasarkan hasil pemeriksaan lapangan skala intensitas maksimum, kejadian gempa bumi Lombok Utara pada 5 Agustus 2018 mencapai skala intensitas VIII MMI (*Modified Mercally Intensity*) (Gambar 12). Hal ini dicirikan ketika orang mengemudi mobil terganggu, terjadi kerusakan pada bangunan-bangunan yang kuat karena terdapat bagian-bagian yang runtuh, tangki air yang berada di atas berputar atau jatuh, rangka rumah berpindah dari fondasinya, dinding-dinding yang tidak terikat dengan baik jatuh atau terlempar, ranting pohon patah dari dahannya, tanah yang basah dan

lereng yang curam terbelah, terjadi retakan tanah, pergeseran tanah, likuefaksi, dan gerakan tanah yang dipicu guncangan gempa bumi. Bangunan yang didesain atau dirancang tidak tahan gempa bumi akan roboh oleh guncangan gempa bumi pada skala VIII MMI.



Gambar 12. Peta intensitas gempa bumi Lombok, 5-8-2018 (Sumber: Tim Tanggap Darurat PVMBG, Badan Geologi).

c. Kejadian Gempa Bumi, 19 Agustus 2018

Kerusakan bangunan akibat kejadian gempa bumi ini dominan terjadi di Kabupaten Lombok Timur, yaitu Kecamatan Sambelia (Desa Labuan Pandan, dan Desa Padak Guar) serta Kecamatan Pringgabaya (Desa Labuhan Lombok, Apitaik dan Batuyang). Kerusakan bangunan juga terdapat di Kabupaten Lombok Utara, yaitu di Kecamatan Kayangan. Disamping Pulau Lombok, kerusakan bangunan juga terjadi di Kabupaten Sumbawa Barat Sumbawa (Gambar 13).



Gambar 13. Bangunan SLB rusak berat di Kecamatan Alas, Kabupaten Sumbawa akibat gempa bumi, 19 Agustus 2018 (Dokumen Penulis).

Bahaya ikutan kejadian gempa bumi, 19 Agustus 2018 juga muncul, yaitu retakan tanah, likuefaksi, dan gerakan tanah. Retakan tanah terdapat di Labuhan Lombok berarah N 45°E (Gambar 14), Desa Labuan Pandan dan Desa Sugian, Desa Padak Guar barat daya–timur laut, Kabupaten Lombok Timur. Retakan tanah tersebut telah mengakibatkan terjadinya kerusakan jalan dan rumah penduduk. Retakan tanah juga teramati di Kampung Bugis, Desa Labuhan Mapin, Kecamatan Alas Barat, Kabupaten Sumbawa yang berarah timur laut–barat daya (Gambar 15).



Gambar 14. Retakan tanah berarah N 45°E mengakibatkan kerusakan jalan di Pelabuhan Kayangan, Desa Labuhan Lombok, akibat gempa bumi, 19 Agustus 2018 (Dokumen Penulis).



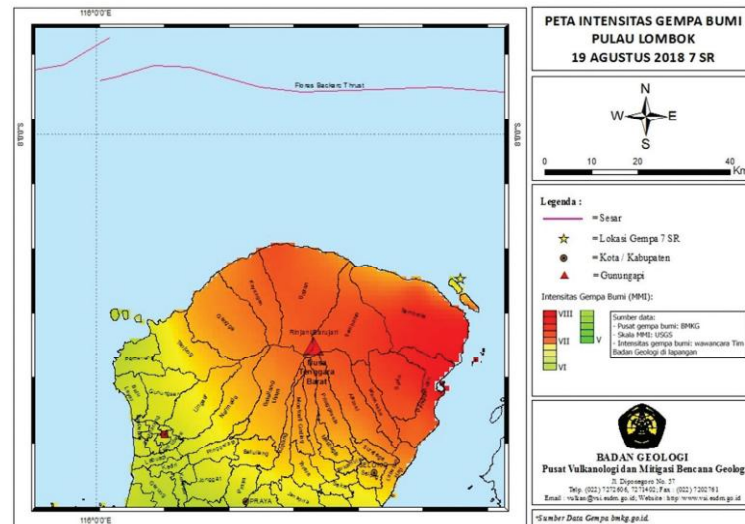
Gambar 15. Retakan tanah berarah timur laut–barat daya akibat gempa bumi, 19 Agustus 2018 di Kampung Bugis Desa Labuhan Mapin, Kecamatan Alas Barat, Kabupaten Sumbawa (Dokumen Penulis).

Gejala likuefaksi dicirikan keluarnya pasir halus dan celah-celah retakan tanah terdapat di Kecamatan Sambelia, Pringgabaya, dan Kecamatan Alas Barat, Kabupaten Sumbawa (Gambar 16). Likuefaksi jenis *sand boil* dicirikan adanya bukit pasir dimensi kecil teramati di Pelabuhan Kayangan, Desa Labuhan Lombok. Adapun likuefaksi jenis *lateral spreading* dicirikan munculnya pasir halus melalui celah–celah retakan juga teramati di Pelabuhan Kayangan. Likuefaksi ini telah mengakibatkan kerusakan bangunan juga jalan. Adapun gerakan tanah dipicu guncangan gempa bumi terdapat di bukit Dandaun Rinjani dan di Kokok Putih. Jenis gerakan tanah ini adalah jatuhnya dan materialnya berupa lapilli dan tuff yang bersifat lepas. Jenis batuan ini sangat mudah runtuh jika terkena guncangan gempa bumi.



Gambar 16. Likuefaksi akibat gempa bumi, 19 Agustus 2018 di Kampung Bugis Desa Labuhan Mapin, Kecamatan Alas Barat, Kabupaten Sumbawa (Dokumen Penulis).

Guncangan gempa bumi terasa kuat di Lombok Timur. Berdasarkan pengamatan lapangan, skala intensitas gempa bumi maksimum di Lombok Timur berada pada skala VIII MMI (Gambar 17). Hal ini dicirikan oleh terjadinya kerusakan pada bangunan berkonstruksi baik, rumah kayu yang bergeser dan jatuh dari dudukannya, dinding-dinding yang tidak terikat dengan rangka bangunan jatuh serta terjadinya retakan tanah, likuefaksi dan gerakan tanah. Bangunan yang dirancang tidak tahan gempa bumi akan roboh pada skala VIII MMI.



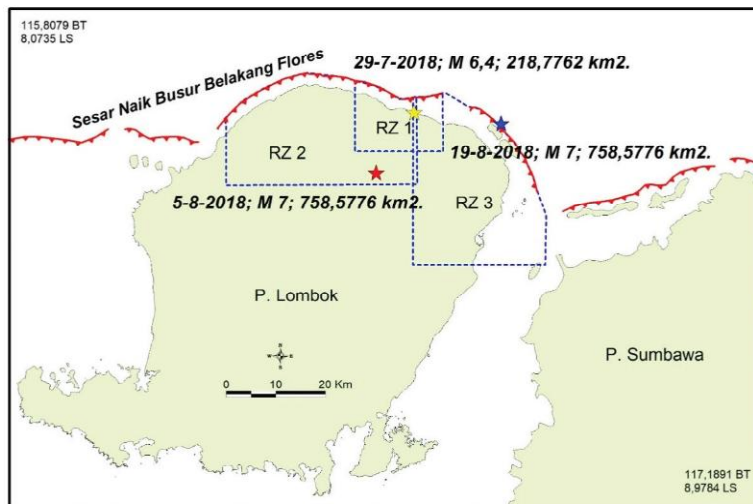
Gambar 17. Peta intensitas gempa bumi Pulau Lombok, 19 Agustus 2018 (Sumber: TTD PVMBC, Badan Geologi).

Serangkaian kejadian gempa bumi di Pulau Lombok 29 Juli 2018, 5 Agustus 2018 dan 19 Agustus 2018 mengakibatkan korban jiwa 559 orang, 1.478 orang luka-luka, dan 373.329 jiwa mengungsi (Sumber: (BNPB, 2018), seperti tabel berikut.

Tabel 4. Dampak kumulatif kejadian gempa bumi di Pulau Lombok akhir Juli 2018 hingga Agustus 2018 (Sumber data BNPB, hingga 24 Agustus 2018).

No.	Area	Meninggal Dunia	Luka-luka	Rumah Rusak
1.	Kota Mataram	9	63	2.060
2.	Kab. Lombok Barat	44	399	37.285
3.	Kab. Lombok Utara	466	829	23.098
4.	Kab. Lombok Tengah	2	3	4.629
5.	Kab. Lombok Timur	31	122	7.280
6.	Kab. Sumbawa Barat	2	60	6.131
7.	Kota Sumbawa Besar	5	2	105
Jumlah		559	1.478	185.483

Serangkaian kejadian gempa bumi di Pulau Lombok tersebut dapat dihitung luasnya zona sesar yang sedang aktif (*rupture zone*) menggunakan metode Wells dan Coppersmith (1994), yaitu: $\log A = 0,90 M_w - 3,42$ (A merupakan *rupture zone* dalam satuan km^2). Berdasarkan persamaan tersebut maka kejadian gempa bumi 29 Juli 2018 dengan $M 6,4$ menghasilkan *rupture zone*: $218,7762 \text{ km}^2$. Kejadian gempa bumi 5 dan 19 Agustus 2018 dengan $M 7,0$ menghasilkan *rupture zone*: $758,5776 \text{ km}^2$. Gambar 18 menampilkan sebaran *rupture zone* kejadian gempa bumi 29 Juli 2018, 5 Agustus 2018, dan 19 Agustus 2018. Dengan demikian, diperkirakan semua segmen pada sesar naik busur belakang Flores yang terletak di utara Pulau Lombok telah lepas semua energinya.



Gambar 18. Rupture zone kejadian gempa bumi tanggal 29 Juli 2018 (RZ 1), 5 Agustus 2018 (RZ 2) dan 19 Agustus 2018 (RZ 3). Tanda bintang kuning merupakan episenter, 29 Juli 2018, bintang merah episenter, 5 Agustus 2018, dan bintang biru episenter, 19 Agustus 2018 (Sumber: Analisis penulis).

d. Perlunya Upaya Mitigasi Gempa Bumi di Pulau Lombok

Menurut Undang-Undang (UU) nomor 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, definisi dari mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Upaya mitigasi akan berjalan dengan baik jika mendapat dukungan dan peran aktif semua pihak, yaitu pemerintah, masyarakat, dan dunia usaha.

Terkait serangkaian kejadian gempa bumi di Pulau Lombok sejak akhir Juli hingga Agustus 2018 dengan tiga kejadian gempa bumi utama, yaitu 29 Juli 2018, 5 Agustus 2018, dan 19 Agustus 2018, telah memberikan banyak pelajaran kepada kita semua, khususnya bagi masyarakat Pulau Lombok dan Sumbawa tentang pentingnya peningkatan upaya mitigasi gempa bumi. Besarnya dampak dari serangkaian kejadian gempa bumi tersebut meliputi jumlah korban jiwa dan kerusakan bangunan. Kejadian tersebut, memperlihatkan bahwa masyarakat di Pulau Lombok, khususnya di Lombok Utara dan Lombok Timur serta sebagian Pulau Sumbawa tidak siap dalam menghadapi bencana gempa bumi. Untungnya, kejadian gempa bumi tersebut tidak diikuti oleh tsunami. Apabila terjadi tsunami, kemungkinan dampaknya akan lebih besar lagi.

Pengamatan lapangan memperlihatkan bahwa masyarakat di Pulau Lombok dan sebagian Pulau Sumbawa tidak siap dalam menghadapi bencana gempa bumi. Mereka terlihat panik saat terjadi gempa bumi dan bingung ke mana tempat evakuasi. Begitu muncul kejadian gempa bumi dengan kekuatan yang lebih besar, mereka semakin cemas, panik, dan trauma. Apalagi sebelumnya di Pulau Lombok jarang terjadi gempa bumi dengan jangka waktu yang cukup panjang. Dampak dari serangkaian kejadian gempa bumi di Pulau Lombok cukup signifikan. Semua jenis bahaya gempa bumi muncul, yaitu efek guncangan (*earthquake shaking*), sesar gempa bumi (*fault surface rupture*), dan bahaya ikutan (*collateral hazard*), yaitu likuefaksi, retakan tanah, dan gerakan tanah. Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya bencana di Pulau Lombok.

Daerah-daerah yang dilalui jalur sesar minor gempa bumi, retakan tanah, dan likuefaksi yang telah diidentifikasi oleh Badan Geologi, seharusnya dipergunakan sebagai data dasar dalam tahap rehabilitasi dan rekonstruksi. Permukiman penduduk yang dilalui oleh sesar minor gempa bumi tersebut semestinya tidak dibangun kembali. Di negara New Zealand, jalur sesar gempa

bumi dihindari untuk permukiman dengan jarak minimal sejauh dua puluh meter dari zona sesar gempa bumi (Janine Kerr dkk., 2004). Daerah yang terletak pada zona likuefaksi dalam dimensi besar, sebaiknya dihindari untuk permukiman. Daerah yang rentan terjadi gempa bumi yang dipicu guncangan gempa bumi harus diwaspadai dan dihindari dari permukiman. Karakteristik batuan rombakan gunungapi berupa lapilli dan *tuff* yang bersifat lepas sangat rentan terjadi gerakan tanah yang dipicu guncangan gempa bumi.

Hal lain yang perlu dilakukan adalah melakukan pemetaan secara detail sebaran sesar naik busur belakang Flores. Sebelumnya, sesar naik Flores ini terletak di Laut Flores yang cukup jauh dari Pantai Lombok. Namun, dengan serangkaian kejadian gempa bumi yang terjadi belum lama ini, diperkirakan letak sesar ini di utara Pulau Lombok, di pantai, atau bahkan mungkin sebarannya hingga ke daratan Pulau Lombok. Sebaran dan karakteristik sesar ini penting untuk menganalisis guncangan gempa bumi guna pemutakhiran penyusunan peta Kawasan Rawan Bencana Gempa bumi.

Upaya mitigasi gempa bumi juga tsunami harus ditingkatkan di Pulau Lombok. Upaya mitigasi ini harus dilakukan secara terus-menerus melalui mitigasi struktural dan mitigasi nonstruktural. Upaya mitigasi struktural dilakukan dengan pembangunan fisik, seperti membangun bangunan tahan gempa bumi serta membangun tempat dan jalur evakuasi. Upaya mitigasi nonstruktural dilakukan dengan meningkatkan kapasitas masyarakat dan aparat setempat dalam menghadapi bencana gempa bumi. Salah satu upaya mitigasi nonstruktural adalah dengan memasukkan materi kebencanaan geologi, khususnya bencana gempa bumi dan tsunami untuk semua tingkatan pendidikan di Pulau Lombok yang bertujuan meningkatkan pemahaman mitigasi kepada para siswa. Dengan demikian, diharapkan risiko dari kejadian gempa bumi dan tsunami jika terulang di kemudian hari akan dapat diminimalisasi.

KESIMPULAN

Serangkaian kejadian gempa bumi di Pulau Lombok mulai akhir Juli hingga Agustus 2018 telah mengakibatkan terjadinya korban jiwa 559 orang, 1.478 orang luka-luka, dan ratusan ribu bangunan mengalami kerusakan di Pulau Lombok dan Sumbawa. Semua jenis bahaya gempa bumi, yaitu efek guncangan, sesar gempa bumi minor (*minor fault surface rupture*), dan bahaya ikutan berupa retakan tanah, likuefaksi, dan gerakan tanah atau longsoran muncul akibat kejadian gempa bumi tersebut. Guncangan gempa bumi terasa kuat, terutama di Lombok Utara dan Lombok Timur yang mencapai skala VIII MMI. Analisis *rupture zone* memperlihatkan bahwa kejadian gempa bumi 29 Juli 2018 dengan M 6,4 menghasilkan *rupture zone*: 218,7762 km². Kejadian gempa bumi tanggal 5 dan 19 Agustus 2018 dengan M 7,0 menghasilkan *rupture zone*: 758,5776 km². Dengan demikian, diperkirakan semua segmen pada sesar naik busur belakang Flores yang terletak di utara Pulau Lombok telah lepas semua energinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Sri Hidayati, M.Sc. (Kepala Bidang Mitigasi Gempa Bumi dan Tsunami, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi/PVMBG, Badan Geologi), Dr. Akhmad Solikhin (Kepala Subbidang Mitigasi Gempa Bumi dan Tsunami wilayah Indonesia Barat, PVMBG), dan M. Arifin Joko Pradipto, S.T., M.E. (Kepala Subbidang Mitigasi Gempa Bumi dan Tsunami wilayah Indonesia Timur, PVMBG) yang telah menugaskan penulis pada kegiatan tanggap darurat bencana gempa bumi di Pulau Lombok.

DAFTAR PUSTAKA

- Janine Kerr, Simon Nathan, Russ Van Dissen, Peter Webb, David Brunsdon and Andrew King. (2004). *Planning for Development of Land on or Close to Active Faults*, ISBN: 0-478-18979-6, ME number: 565, Ministry for the Environment Manatu Mo Te Taiao PO Box 10-362, Wellington, New Zealand.
- Kramer, S.L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey: 653 pp.
- Masyhur I., Hanifa, N., dan Djarwadi, D. (2018). Kajian rangkaian gempa Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Puslitbang Perumahan dan Permukiman, Balitbang, kementerian PUPR.
- Mangga, S.A., Atmawinata, S., Hermanto, B., Setyogroho, B., dan Amin, T.C. (1994). Peta geologi lembar Lombok, Nusa Tenggara Barat, skala 1: 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Pusat Studi Gempa Nasional, 2017, Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia Tahun 2017, ISBN 978-602-5489-01-3, Puslitbang Perumahan dan Permukiman, Balitbang, kementerian PUPR.
- Simandjuntak, T.O. (2004). *Tektonika*, Publikasi khusus, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, ISSN 0852-873X, 216 hal.
- Sribudiyani, Muchsin, N., Ryacudu, R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya, I., Sapiie, B., Asikin, S., Harsolumakso, A.H., and Yulianto, I. (2003). The collision of the East Java microplate and its implication for hydrocarbon occurrences in the East Java Basin, Proceeding Indonesian Petroleum Association, Twenty ninth annual convention and exhibition, October 2003.
- Supartoyo, Surono, dan Tofani, E. (2014). Katalog Gempa Bumi Merusak Indonesia Tahun 1612–2014 (Edisi Kelima), Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral: 159 hal.
- Well, D.L., dan Coppersmith, K.J. (1994). New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area and Surface Displacement, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 84, no. 4, August 1994, 974–1002.
- Yeats, R.S., Sieh, K., dan Allen, C.R. (1997). *The Geology of Earthquakes*, Oxford University Press: 567 pp.