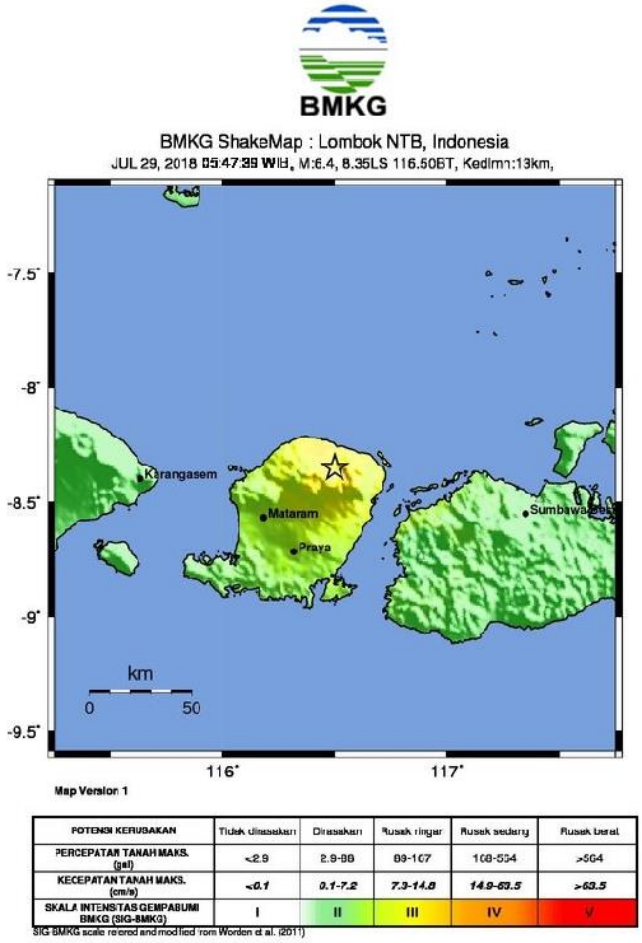
ULASAN GUNCANGAN TANAH

AKIBAT GEMPA LOMBOK TIMUR

29 JULI 2018



POTENSI KERUSAKAN	Tidak dirasakan	Dirasakan	Rusak ringan	Rusak sedang	Rusak berat
PERCEPATAN TANAH MAKS. (gal)	<2.9	2.9-88	89-167	168-564	>564
KECEPATAN TANAH MAKS. (cm/s)	<0.1	0.1-7.2	7.3-14.8	14.9-63.5	>63.5
SKALA INTENSITAS GEMPABUMI BMKG (SIG-BMKG)	I	II	III	IV	V

SIG-BMKG scale refered and modified from Worden et al. (2011)

ULASAN GUNCANGAN TANAH AKIBAT

GEMPA BUMI LOMBOK TIMUR

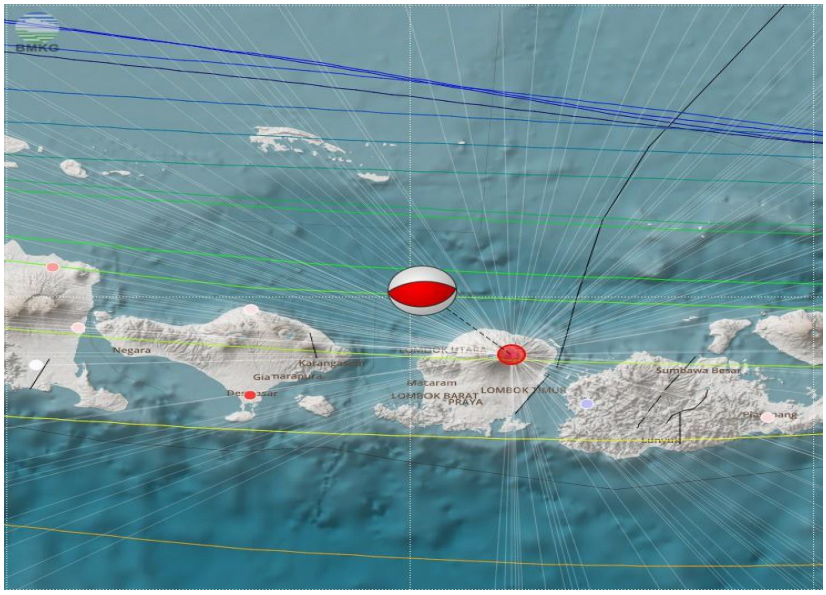
Oleh

Nur Hidayati*, Trisnawati*, Oriza Sativa*, Robby Wallansha*, Artadi Pria Sakti*, Sigit Pramono*, Dadang Permana*, Bambang Setiyo Prayitno*

* Bidang Seismologi Teknik – BMKG
kontak : seismotek@bmkg.go.id

I. Pendahuluan

Gempabumi terjadi dengan magnitude 6.4 SR pada Rabu, 29 Juli 2018 jam 05:47 WIB. Pusat gempa berada di kedalaman 13 km dan berada di darat 47 km arah timur laut Kota Mataram, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Peta tingkat guncangan (shakemap) BMKG menunjukkan bahwa dampak gempabumi berupa kerusakan dapat terjadi pada daerah yang berdekatan dengan pusat gempa. Berdasarkan hasil analisa data akselerograf, stasiun terdekat dengan sumber adalah stasiun Mataram BIL (MASE), berjarak sekitar 47.9 Km dari pusat gempa dengan nilai percepatan tanah sebesar 6.21 gals. Sedangkan nilai percepatan tanah terbesar (41.309 gals) terekam oleh stasiun Taliwang (TWSI) yang berjarak 55 km dari pusat gempa.



Gambar 1. Peta lokasi gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 pukul 05:47:39 WIB.

II. Tinjauan Kondisi Geologi dan Tektonik Nusa Tenggara

Secara phisiografi, kepulauan Nusa Tenggara dibatasi oleh bagian barat Jawa, di bagian timur oleh Busur Banda, di bagian utara oleh Laut Flores dan di bagian selatan oleh Samudera Hindia. Secara geologi kepulaun ini terletak di pusat Busur Banda, yang terbentuk oleh rangkaian kepulauan gunung api muda. Secara tektonik, rangkaian gunung ini akibat subduksi lempeng Indo_Australia terhadap busur banda. Sebagian besar busur dari kepulauan Nusa Tenggara dibentuk oleh zona subduksi dari lempeng Indo-australia yang berada tepat dibawah busur Sunda-Banda selama di atas kurun waktu tertier yang mana subduksi ini dibentuk di dalam busur volcanik kepulauan Nusa Tenggara.

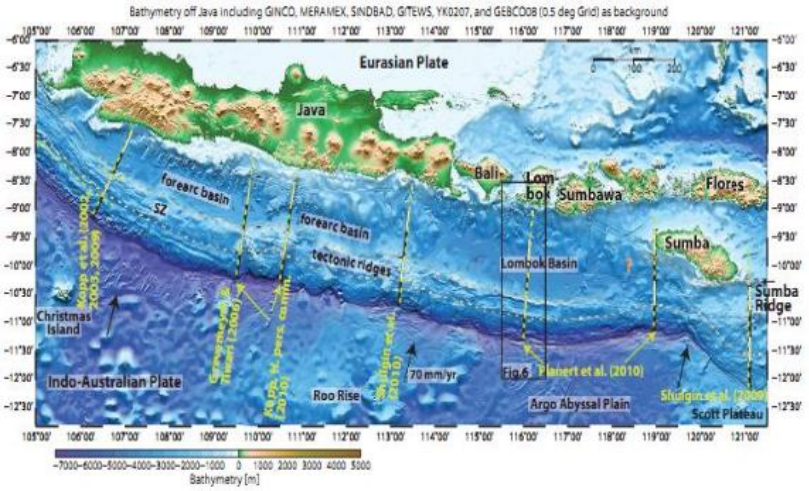
Bagian timur Nusa Tenggara mulai dari Alor-Kambing-Wetar-Romang, disebut orogene timor dengan pusat undasi di L. Flores. Evolusi orogenik daerah Nusa Tenggara bagian timur ini agak kompleks karena pada masa Mesozoikum muda terjadi penggelombangan yang termasuk sirkum Australia menghasilkan :

a. Busur Luar, busur luar melalui P. Sawu ke timur laut.

b. Busur Dalam, busur dalam dari P. Sumba kearah timur laut.

Namun memasuki periode tertier daerah ini mengalami penggelombangan dengan pusat undasi di Laut Flores sebagai bagian dari sistem Pegunungan Sunda.

Selain kerawanan seismik akibat aktivitas pertemuan lempeng, Nusa Tenggara Timur juga sangat rawan karena adanya sebuah struktur tektonik sesar naik belakang busur kepulauan yang populer dikenal sebagai back arc thrust. Struktur ini terbentuk akibat tunjaman balik lempeng Eurasia terhadap lempeng Samudra Indo-Australia. Fenomena tumbukan busur benua (arc-continent collision) diduga sebagai pengendali mekanisme deformasi sesar naik ini. Back arc thrust membujur di Laut Flores sejajar dengan busur Kepulauan Bali dan Nusa Tenggara dalam bentuk segmen-segmen, terdapat segmen utama maupun segmen minor. Fenomena sesar naik belakang busur kepulauan ini sangat menarik untuk diteliti dan dikaji mengingat sangat aktifnya dalam membangkitkan gempa- gempa tektonik di kawasan tersebut.



Gambar 2. Peta bathymetri dari Jawa dan Nusa tenggara (Sumber: peta batimetri)

Sesar ini sudah terbukti nyata beberapa kali menjadi penyebab gempa mematikan karena ciri gempanya yang dangkal dengan magnitude besar. Berdasarkan data, sebagian besar gempa terasa hingga gempa merusak yang mengguncang Bali, Nusa Tenggara Barat, dan NTT disebabkan oleh aktivitas back arc thrust ini, dan hanya sebagian kecil saja disebabkan oleh aktivitas penyusupan lempeng. Sesar segmen barat dikenal sebagai Sesar Naik Flores (Flores Thrust) yang membujur dari timur laut Bali sampai dengan utara Flores. Flores Thrust dikenal sebagai generator gempa- gempa merusak yang akan terus-menerus mengancam untuk mengguncang busur kepulauan.

Sesar ini menjadi sangat populer ketika pada tanggal 12 Desember 1992 menyebabkan gempa Flores yang diikuti gelombang pasang tsunami yang menewaskan 2.100 orang. Sesar ini juga diduga sebagai biang terjadinya gempa besar di Bali yang menewaskan 1.500 orang pada tanggal 21 Januari 1917. Sesar segmentasi timur dikenal sebagai Sesar Naik Wetar (Wetar Thrust) yang membujur dari utara Pulau Alor hingga Pulau Romang. Struktur ini pun tak kalah berbahaya dari Flores Thrust dalam "memproduksi" gempa- gempa besar dan merusak di kawasan NTT. Sebagai contoh bencana gempa bumi produk Wetar Thrust adalah gempa Alor yang terjadi 18 April 1898 dan gempa Alor, 4 Juli 1991, yang menewaskan ratusan orang. Sesar naik Sawu terletak di sebelah utara pulau Sawu memanjang dari arah barat ke timur.

III. Peak Ground Acceleration (PGA) Gempabumi Lombok Timur

BMKG telah melaporkan terjadinya gempa dengan kekuatan 6.4 SR yang mengguncang wilayah Lombok, Bali dan Sumbawa pada Minggu (29/7/2018) pukul 05.47 WIB. Pusat gempa di darat pada jarak 47 km arah timur laut Kota Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan kedalaman 24 km. Gempa terjadi akibat aktivitas Sesar Naik Flores (Flores Back Arc Thrust). Gempa tidak berpotensi tsunami.

Gempa susulan terus berlangsung dengan intensitas gempa yang lebih kecil. Hingga pukul 22.00 WIB telah terjadi 213 gempa susulan dengan 20 gempa susulan dirasakan dan gempa susulan paling kuat adalah 5.7 SR dan 3 gempa dirasakan (sumber : Pusat Gempa Nasional). Gempa dirasakan di daerah Lombok Utara, Lombok Barat, Lombok Timur, Mataram, Lombok Tengah, Sumbawa Barat, Sumbawa Besar, Denpasar, Kuta, Nusa Dua, Karangasem, Singaraja, Gianyar dan beberapa wilayah di Bali.

Masyarakat di Lombok Timur dan Kota Mataram merasakan gempa dengan guncangan keras selama 10 detik. Warga panik dan berhamburan keluar rumah. Masyarakat berlindung di jalan, lapangan dan tanah kosong untuk menghindari bangunan roboh. Beberapa kali gempa susulan dirasakan cukup keras hingga lemah. Masyarakat dan wisatawan di Bali juga merasakan gempa dengan guncangan sedang hingga keras. Banyak

warga dan wisatawan yang segera keluar rumah dan bangunan untuk mengantisipasi dampak gempa. Posko BNPB terus berkoordinasi dengan BPBD Propinsi Nusa Tenggara Barat dan BPBD kabupaten / kota terdampak gempa.

Kerusakan dan keruntuhan bangunan akibat gempabumi terjadi karena bangunan tidak mampu mengantisipasi getaran tanah (*ground motion*) *Peak Ground Acceleration* (PGA) yang ditimbulkannya. Besarnya getaran tanah akibat gempabumi dipengaruhi oleh tiga hal, sumber gempa (*source*), jalur penjalaran gelombang (*path*), dan pengaruh kondisi tanah setempat (*site*). Dapat difahami bahwa sumber gempa yang besar dan dekat akan menimbulkan getaran tanah yang juga besar. Nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) dari gempa bumi yang terjadi di Lombok Timur pada 29 Juli 2018 jam 05:47:39 WIB dapat di lihat pada Tabel 1. Dimana nilai PGA terbesar terdapat pada Stasiun Taliwang dengan nilai PGA 41.309 gal dan jarak 55.9 km dari pusat gempabumi.

Tabel 1. Nilai Peak Ground Acceleration Gempa Bumi Lombok Timur 29 Juli 2018

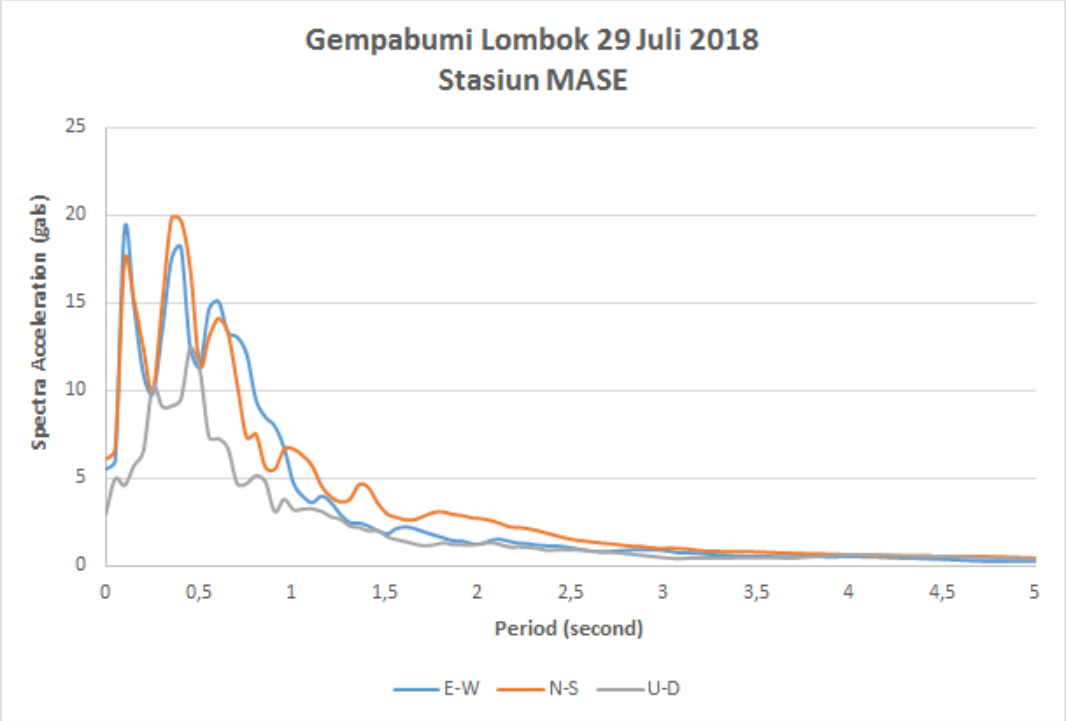
No	Code	Lat	Long	Jarak	PGA (E)	PGA (N)	PGA (Z)
1	MASE	-8.7658	116.279	47.9	5.655	6.217	3.034
2	TWSI	-8.7382	116.8821	55.9	41.309	30.698	15.786
3	SUBE	-8.488	117.413	98.25	17.421	13.137	6.161
4	JBJN	-8.15565	113.717	113.72	0.412	0.449	0.268
5	SRBI	-8.0848	115.213	142.43	5.2	5.372	2.524
6	DEBI	-8.738	115.179	146.51	2.649	3.139	1.499
7	DEMO	-8.741	115.177	146.80	3.5	3.17	1.663
8	NEKI	-8.341	114.618	203.16	0.614	0.69	0.349
9	JAGI	-8.47031	114.152	254.18	1.242	NaN	0.835
10	WBSI	-9.6411	119.391	341.78	1.274	0.911	0.703
11	LABA	-8.48	119.88	367.43	0.305	0.443	0.155
12	GRJI	-6.9145	112.479	468.36	0.159	0.137	0.153
13	MKS	-5.2178	119.469	477.78	1.946	2.623	1.308
14	BSSI	-6.1428	120.49	502.06	0.437	0.461	0.377
15	KMRS	-5	119.572	503.37	2.345	2.139	0.632
16	BKSI	-5.3219	120.122	521.74	0.465	0.403	0.225
17	BASO	-4.53	119.62	546.75	0.386	0.419	0.497
18	EDFI	-8.7497	121.69	567.38	0.116	0.104	0.083
19	BNSI	-4.4006	120.106	592.47	0.755	0.805	0.469
20	MJNE	-3.55	118.986	600.40	0.759	0.607	0.285
21	MMRI	-8.63571	122.238	626.93	0.23	NaN	0.101
22	UGM	-7.91248	110.522	655.61	0.13	NaN	0.109
23	TTSI	-3.0451	119.819	694.88	0.146	0.121	0.098
24	LFTI	-8.27	123	710.65	0.005	0.005	0.006
25	TJTI	-6.868	109.121	826.22	0.167	0.509	0.547
26	SOEI	-9.75526	124.267	861.38	0.085	NaN	0.044

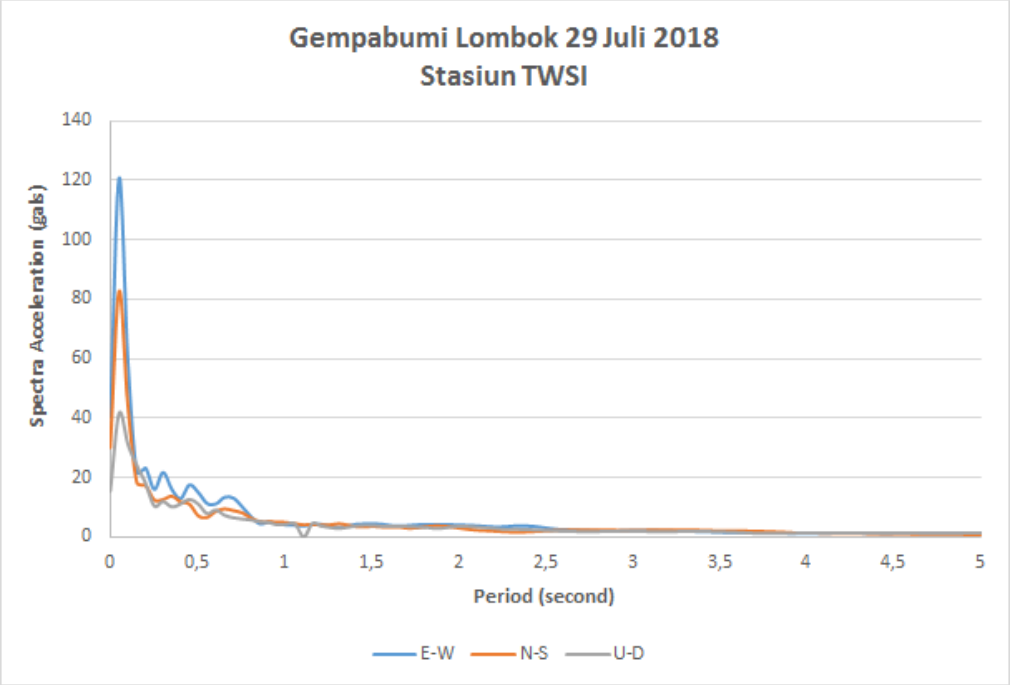
Berdasarkan tabel PGA diatas, stasiun MASE memiliki nilai PGA yang lebih kecil bila dibandingkan dengan stasiun TWSI yang memiliki jarak ke sumber gempa yang lebih besar dari MASE (dengan selisih sedikit). Hal ini dikarenakan efek lokal site dimana situs tanah MASE adalah kelas B (tanah sedang) dengan nilai Vs30 770.9 m/s, sedangkan TWSI memiliki situ tanah sama-sama kelas B (tanah keras) tetapi dengan nilai Vs30 TWSI 1151 m/s.

Dalam pendekatan informasi mekanis sumber : Strike sumber gempa berarah Timur Barat dengan bidang nodal yang dipilih adalah strike 90 dip 29 cukup landai. Hal ini memungkinkan peran *forward directivity* yang akan menjadikan PGA di stsn arah penjalaran lebih besar dari pada yang *backward directivity*. Sehingga gelombang seismik dengan dip rendah ini akan mendominasi getaran kuatnya ke arah stasiun Taliwang dibandingkan Mataram.

IV. Peak Spectral Acceleration (PSA) Gempa Bumi Lombok Timur 29 Juli 2018

Dari hasil analisa *spectral acceleration* dapat dilihat nilai maksimum percepatan dicapai pada periode tertentu. Hasil analisa "quick analysis" spektra dari rekaman data akselerograf terbesar yaitu stasiun TWSI dan MASE ditunjukkan pada Gambar 3.





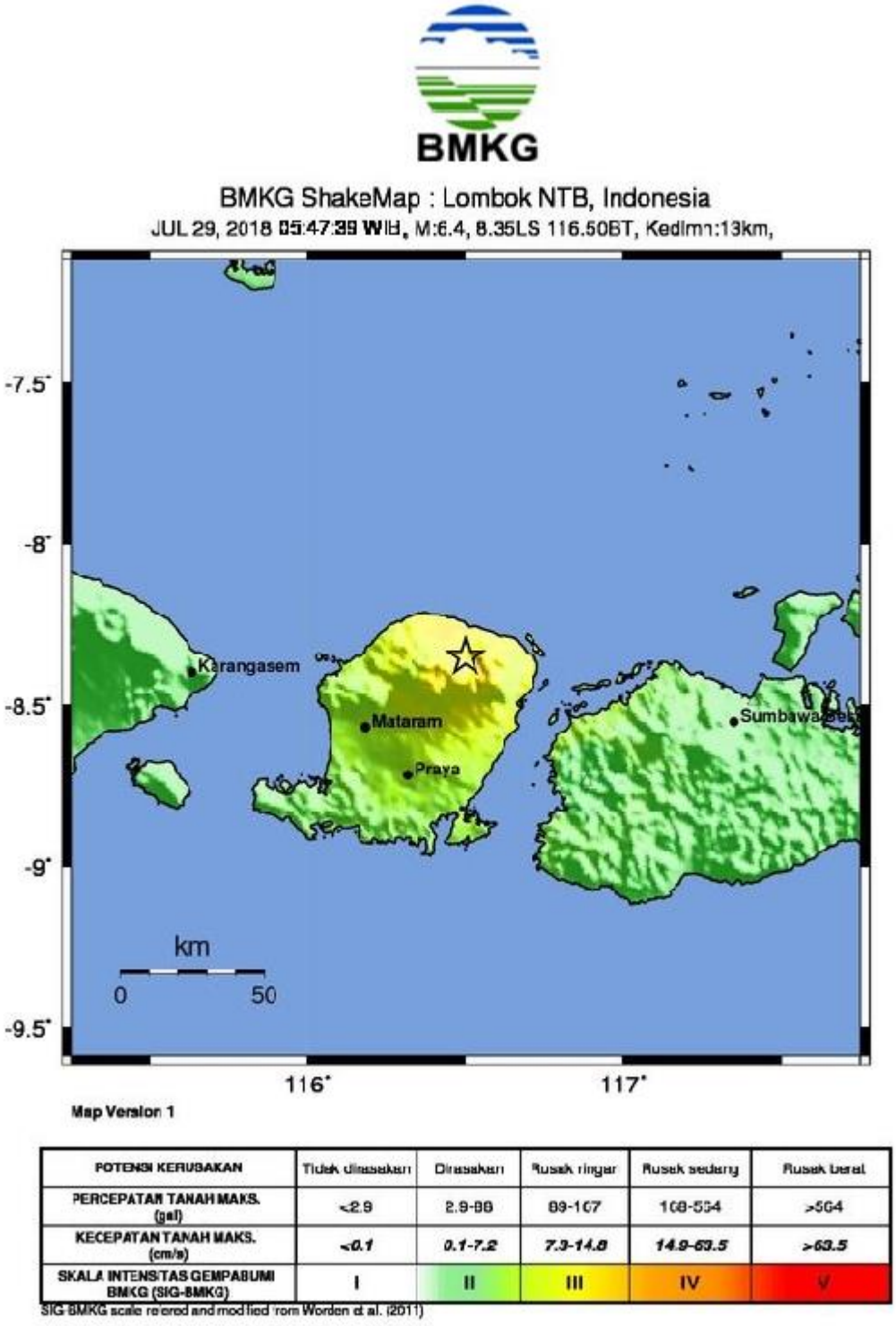
Gambar 3. Spektra gelombang percepatan gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 WIB pada Stasiun TWSI dan MASE.

Kedua gambar diatas merupakan hasil analisa spektra dari dua stasiun terdekat dengan sumber gempa (*epicenter*). Dapat dilihat bahwa stasiun TWSI memiliki nilai *Peak Spectra Acceleration* (PSA) sekitar 41 gals pada periode (T) 0,1-0,2 detik untuk komponen vertikal, 81 gals pada T 0,1-0,2 detik untuk kompenen N dan 120 gals pada T 0,1-0,2 untuk komponen E. Sedangkan stasiun MASE yang merupakan stasiun paling dekat dengan *epicenter* mempunyai nilai PSA sebesar 13 gals pada periode 0,3-0,5 detik untuk komponen vertikal, 20 gals pada T 0,3-0,5 detik untuk kompenen N dan 18 gals pada T 0,3-0,5 untuk komponen E.

Jika dilihat dari spektra stasiun MASE, ancaman terhadap infrastruktur terjadi pada bangunan ketinggian setara 3-5 lantai dan bangunan rendah setara dibawah 2 lantai. Sedangkan di wilayah stasiun Taliwang (TWSI), ancaman insfrastruktur terjadi pada bangunan rendah saja kisaran 1-2 lantai. Untuk wilayah Sumbawa secara keseluruhan, ancaman terhadap insfrastruktur pada bangunan menengah saja.

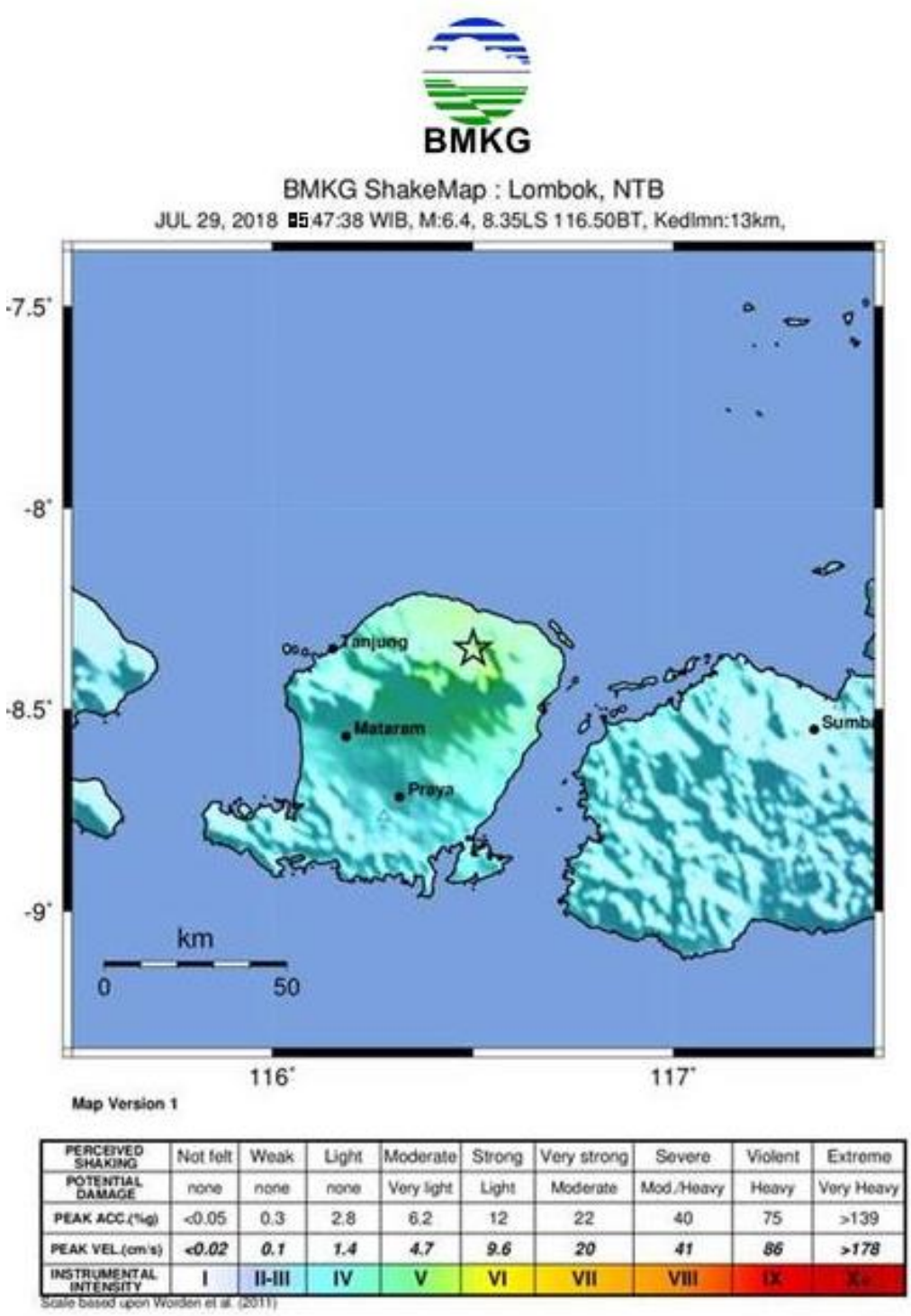
V. Shakemap

A. Shakemap Gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 dalam SIG - BMKG



Gambar 4. Shakemap Gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 pukul 05:47:39 WIB dalam SIG BMKG

B. Shakemap Gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 dalam Skala MMI



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.05	0.3	2.8	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL.(cm/s)	<0.02	0.1	1.4	4.7	9.6	20	41	86	>178
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Worden et al. (2011)

Gambar 5. Shakemap Gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 pukul 05:47:39 WIB dalam Skala MMI

Berdasarkan hasil peta guncangan gempabumi (Shakemap), daerah Lombok Utara dan Lombok Timur merasakan guncangan sebesar III-IV SIG-BMKG (VI-VII MMI). Sedangkan Lombok Barat, Mataram, Lombok Tengah, Sumbawa Barat dan Sumbawa Besar merasakan guncangan pada skala intensitas II SIG-BMKG (IV MMI), Denpasar, Kuta, Nusa Dua, Karangasem, Singaraja dan Gianyar II SIG-BMKG (III-IV MMI), sementara di Bima dan Tuban II SIG-BMKG (III MMI).

VI. Dampak Kerusakan Gempabumi

Dampak gempabumi 6.4 SR dengan pusat gempa di darat pada kedalaman 24 km pada jarak 47 km timur laut Mataram pada 29/7/2018 pukul 05.47 WIB yang didapat dari informasi BNPB pada tanggal 29 April 2018 adalah sebagai berikut:

- Korban Jiwa :

- BPBD NTB : - 14 orang meninggal dunia (Kab. Lombok Timur : 10 orang, Kab. Lombok Utara 4 orang)

  - 162 orang luka-luka

- Kerugian Materil :

- BPBD NTB : ribuan unit rumah rusak

- (Dokumentasi Kerusakan)

Gambar 6. Gambar kerusakan akibat Gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 pukul 05:47:39 WIB (sumber kumparanNEWS)

Gambar 7. Gambar kerusakan akibat Gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 pukul 05:47:39 WIB (sumber kumparanNEWS)

Gambar 8. Gambar kerusakan akibat Gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 pukul 05:47:39 WIB (sumber kumparanNEWS)

Gambar 9. Gambar kerusakan akibat Gempabumi Lombok Timur 29 Juli 2018 pukul 05:47:39 WIB (sumber nasional.tempo.co)

VII. Daftar Istilah

Amplitudo adalah jarak/simpangan terjauh dari titik kesetimbangan dalam gelombang sinusoidal yang diakibatkan goncangan gempa.

Akselerograf adalah alat yang digunakan untuk mencatat percepatan tanah selama gempa bumi berlangsung, juga biasa disebut akselerometer.

Akselerogram adalah rekaman percepatan tanah selama terjadinya gempabumi.

ADC (Analog to Digital Converter) adalah suatu perangkat elektronik yang mengubah informasi analog menjadi digital atau dengan kata lain mengubah informasi fisik suatu rekaman menjadi informasi digital berupa angka yang mewakili perubahan informasi fisik dimaksud.

Episenter adalah informasi lokasi terjadinya gempabumi dalam koordinat garis lintang dan garis bujur.

Event adalah kejadian gempabumi yang terekam pada akselerogram.

g adalah satuan unit dari percepatan tanah dimana 1 g setara dengan 9.8 m/s^2 (percepatan gravitasi bumi).

Gals adalah satuan unit dari percepatan tanah dimana 1 gals setara dengan 1 cm/s^2 = 980 g.

Getaran tanah adalah gerakan dinamik permukaan bumi yang bersumber dari gempa bumi atau sumber lain seperti ledakan, gunung berapi dan lain-lain. Getaran tanah merupakan efek dari gelombang yang dihasilkan oleh kejadian gempabumi atau sumber lain, yang kemudian menjalar keseluruh bagian bumi dan permukaannya.

Hiposenter adalah informasi lokasi terjadinya gempabumi koordinat garis lintang, garis bujur dan kedalaman gempabumi.

Intensitas adalah sebuah besaran yang mencerminkan pengaruh goncangan gempabumi yang dirasakan pada permukaan.

Isoseismal adalah garis yang menghubungkan wilayah dengan nilai intensitas yang sama

Kode stasiun adalah kode nama yang digunakan untuk mengidentifikasi stasiun akselerograf. Kode stasiun terdiri dari 3 atau 4 kombinasi huruf.

Magnitudo adalah sebuah besaran yang menyatakan besarnya energi seismik yang dipancarkan oleh sumber gempabumi.

mSEED (miniSEED) adalah jenis format data seismologi yang menjadi bagian dari format standar SEED yang digunakan hanya untuk data time series tidak termasuk metadata sinyal bersangkutan.

Origin Time adalah informasi tanggal dan waktu terjadinya gempabumi.

Parameter gempabumi adalah informasi yang terkait kejadian gempabumi yang terekam pada akselerogram. Parameter gempabumi umumnya meliputi tanggal terjadinya, waktu terjadinya, koordinat episenter (dinyatakan dengan koordinat garis lintang dan garis bujur), kedalaman Hiposenter dan Magnitude.

Peak Ground Acceleration (PGA) atau Percepatan Getaran Tanah Maksimum akibat gempabumi adalah: Percepatan getaran tanah maksimum yang terjadi pada suatu titik pada posisi tertentu dalam suatu kawasan yang dihitung dari akibat semua gempabumi yang terjadi pada kurun waktu tertentu dengan memperhatikan besar magnitudo dan jarak hiposenternya, serta periode dominan tanah di mana titik tersebut berada.

Percepatan tanah adalah percepatan Getaran Tanah pada suatu titik yang diakibatkan guncangan gempabumi.

Peta Isoseismal adalah peta yang menunjukkan wilayah yang mempunyai intensitas yang sama

Seismisitas adalah aktifitas seismic yang dapat digunakan untuk mengartikan geogafi gempa bumi, terutama kekuatan (magnitude) atau energi dan distribusinya di atas dan di bawah permukaan bumi.

DAFTAR PUSTAKA

Bryant, Edward,2001, *Underrated Tsunami*, Cambridge, Cambrigde University Press.

Imamura, Fumihiro et al, 2006, *Tsunami Modelling Manual*, Tohoku University, Japan.

Pribadi, Sugeng, 2008, *Pemodelan Tsunami untuk Peringatan Dini BMKG*, Buletin Meteorologi dan Geofisika Vol.4 No.2 Juni 2008. Jakarta

Coppersmith, Kevin J and Wells, Donald L, 1994.*New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement*, Bulletin of the Seismological Society of America.

McCaffrey, R, dan Nabelek, J. 1987, *Earthquakes, Gravity and The Origin of The Lombok Basin: An Example of A Naschent Continental Fold and Thrust Belt*, Journal of Geophysical Research, 92, 441-460.

Puspito, T.N.2002, *Tsunami and Earthquake Activity in Indonesia*, Petropavlovsk-Kamchatsky Tsunami Workshop.

Strunz G,et al.2010, *Tsunami Risk Assessment in Indonesia*, Natural Hazard and Earth System Science.

Halauwet, Yehezkiel.2012, *Tinjauan Tektonik dan Potensi Bahaya Tsunami di Daerah Lombok*, BMKG,Jakarta.

Daryono, 2011, *Identifikasi Sesar Naik Belakang Busur (Back Arc Thrust) Daerah Lombok Berdasarkan Seismisitas dan Solusi Bidang Sesar*, BMKG, Jakarta.

Zebua, Esther, *Estimasi Penentuan Daerah Rawan Tsunami di Nias Berdasarkan Perhitungan Run Up dengan Menggunakan Software Tsunami L-2008*, Laporan Kerja STMKG, Jakarta.