



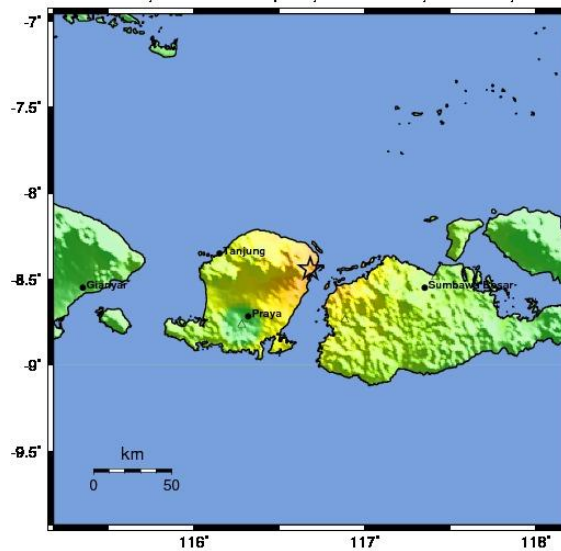
BMKG

ULASAN GUNCANGAN TANAH AKIBAT GEMPA LOMBOK TIMUR 19 AGUSTUS 2018



BMKG

BMKG ShakeMap : Lombok Timur-NTB
AGS 19, 2018 14:56:27 GMT, M.6.9, 8.44LS 116.68BT, Kedlmn:18km,



Map Versi 1

POTENSI KERUSAKAN	Tidak dirusak	Dirusak	Rusak ringan	Rusak sedang	Rusak berat
PERCEPATAN TANAH MAKS. (m/s ²)	<0.1	0.1-0.5	0.5-1.0	1.0-5.0	>5.0
KEDERATAN TANAH MAKS. (cm/s)	<0.1	0.1-7.2	7.3-14.0	14.0-63.0	>63.0
SKALA INTENSITAS COMPARSUNI BMKG (II-IV)	I	II	III	IV	V

SIIC-BMKG scale referred and modified from Warden et al. (2011)

ULASAN GUNCANGAN TANAH AKIBAT GEMPA BUMI LOMBOK TIMUR

Oleh

Nur Hidayati*, Audia Kaluku*, Oriza Sativa*Fajar Budi*, Artadi Pria Sakti*, Sigit Pramono*, Dadang Permana*, Bambang Setiyo Prayitno**

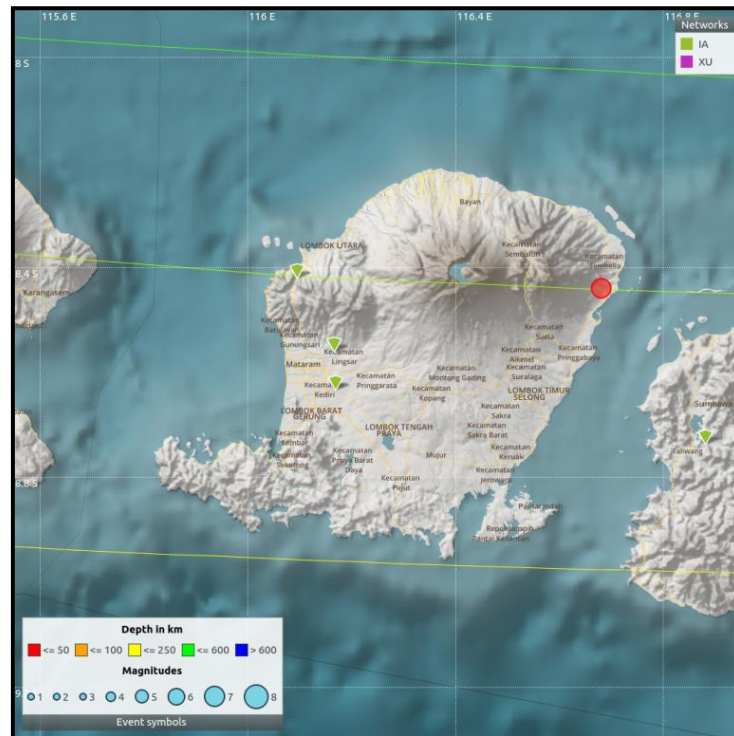
* Bidang Seismologi Teknik – BMKG

** Pusat Seimologi Teknik Geofisika Potensial dan Tanda Waktu

kontak : seismotek@bmgk.go.id

I. Pendahuluan

Terjadi gempabumi dengan magnitudo 7.0 yang dimutakhirkan menjadi magnitudo 6.9 pada hari Minggu, 19 Agustus 2018 jam 21:56:27 WIB. Pusat gempa berada di kedalaman 10 km dan berada di laut 30 km arah timur laut Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Gempa ini merupakan gempa utama baru yang berbeda dari gempa utama yang terjadi pada 05 Agustus 2018 dengan magnitudo 7.0 dan bukan merupakan gempabumi susulan dari gempa tersebut. 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 Taliwang (TWSI), berjarak sekitar 34.7 km dari pusat gempa dengan nilai percepatan tanah sebesar 293.204 gals. Nilai percepatan tanah ini juga merupakan nilai PGA terbesar.



Gambar 1. Peta lokasi gempabumi Lombok Timur 19 Agustus 2018 pukul 21:56:27 WI

II. Tinjauan Kondisi Geologi dan Tektonik Nusa Tenggara

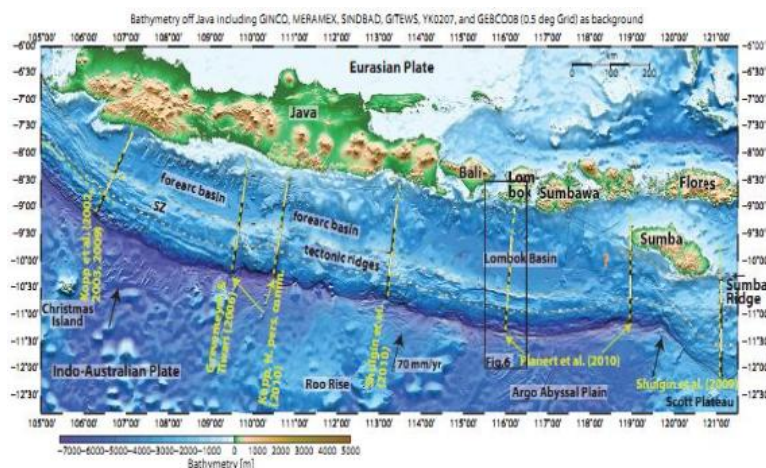
Secara fisiografi, kepulauan Nusa Tenggara dibatasi oleh bagian barat Jawa, di bagian timur oleh Busur Banda, di bagian utara oleh Laut Flores dan di bagian selatan oleh Samudera Hindia. Secara geologi kepulauan ini terletak di pusat Busur Banda, yang terbentuk oleh rangkaian kepulauan gunung api muda. 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 magnitudo 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 penyusutan 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. Gempabumi yang terkini yang terjadi pada Tanggal 05 Agustus 2018 dengan magnitudo 7.0 juga merupakan hasil aktifitas dari sesar ini.

III. Peak Ground Acceleration (PGA) Gempabumi Lombok Timur

BMKG telah melaporkan terjadinya gempa dengan magnitudo 7.0 yang mengguncang wilayah Lombok, Bali dan Sumbawa pada Minggu (19/8/2018) pukul 21:56:27 WIB yang kemudian dimutakhirkan menjadi magnitudo 6.9. Pusat gempa berada di darat pada jarak 30 km arah timur laut Lombok Timur Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan kedalaman 10 km. Hasil analisis mekanisme sumber gempabumi ini menunjukkan gempa ini dibangkitkan oleh deformasi batuan dengan mekanisme pergerakan naik (*thrust fault*). Gempa ini tidak berpotensi tsunami. Gempa susulan terus berlangsung dengan intensitas gempa yang lebih kecil. Hingga tanggal 20 Agustus 2018 pukul 12.00 WITA, hasil monitoring BMKG menunjukkan telah terjadi 106 aktivitas gempa susulan (*aftershock*), diantaranya 9 gempabumi dirasakan (sumber : Pusat Gempa Nasional).

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 19 Agustus 2018 jam 21:56:27 WIB dapat

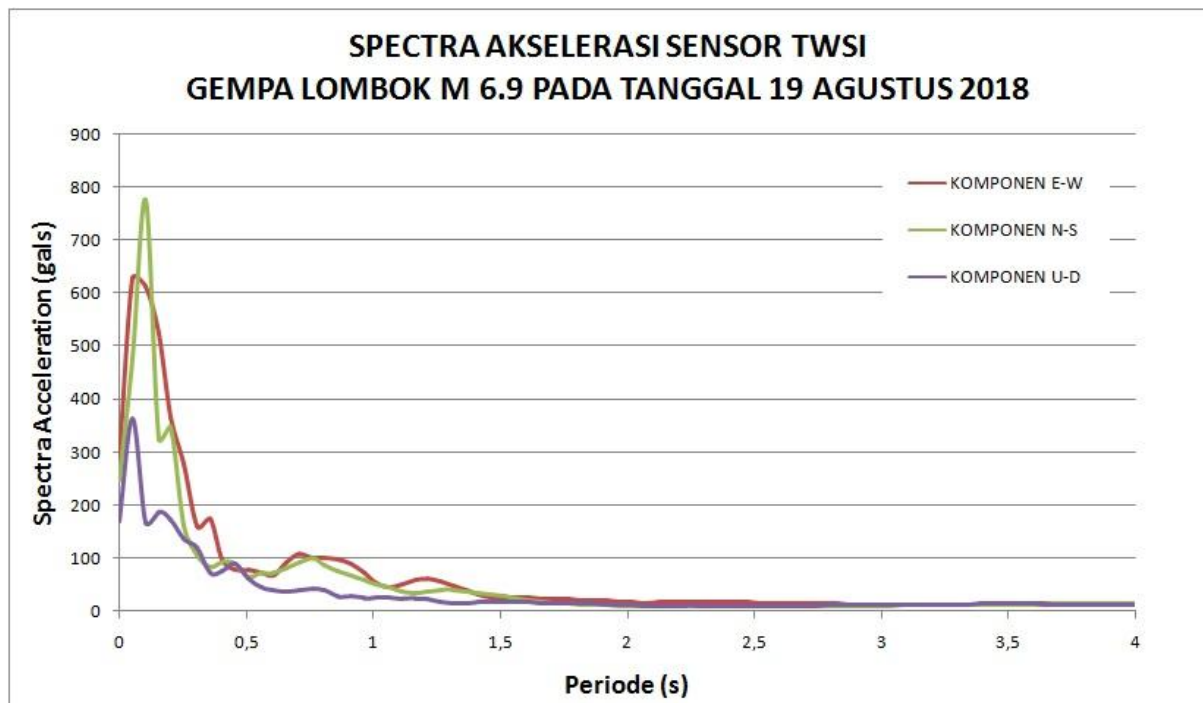
di lihat pada Tabel 1. Nilai PGA terbesar yang tercatat terdapat pada Stasiun Taliwang dengan nilai PGA 293.204 gal dan jarak 34.7 km dari pusat gempabumi.

Tabel 1. Nilai Peak Ground Acceleration Gempabumi Lombok Timur 19 Agustus 2018

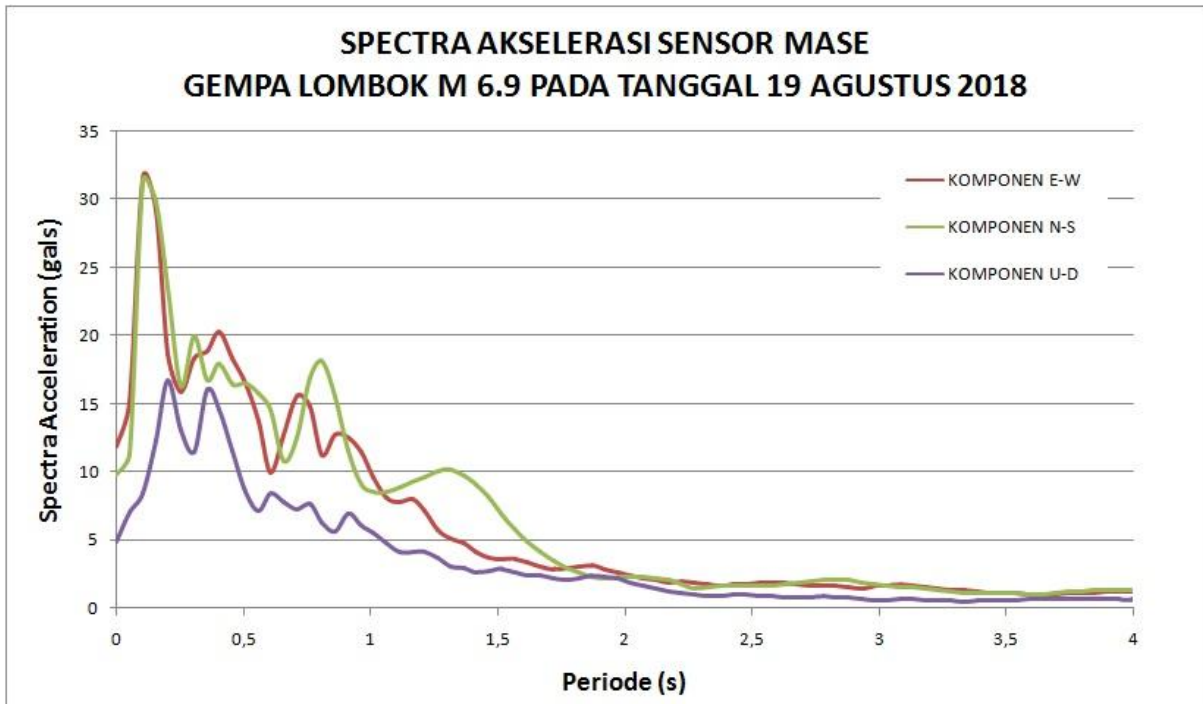
Gempabumi 19 Agustus 2018, jam 21:56:27 WIB, Mag:6.9, Lat : 8.44 LS, Long : 116.68 BT, Kedalaman : 10 Km, Lombok, Indonesia										
No	KODE	STASIUN	LAT	LON	R (Hypocentre)	Z(gals)	N(gals)	E(gals)	Intensitas	Site Class
1	TWSI	TALIWANG	-8.7382	116.8821	34.7	172.875	252.603	293.204	V	B
2	MASE	STASIUN METEOROLOGI PRAYA (BIL)	-8.7658	116.279	48.9	4.96	10.025	12.06	III	B
3	SUBE	STA MET SUMBAWA BESAR	-8.4879	117.4135	72.1	10.779	28.344	31.27	IV	D
4	DEBI	BALAI BESAR WIL. III DENPASAR	-8.738	115.179	158.2	1.504	3.196	2.821	III	D

IV. Peak Spectral Acceleration (PSA) Gempa Bumi Lombok Timur 19 Agustus 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 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektra gelombang percepatan gempabumi Lombok Timur 19 Agustus 2018 pada Stasiun TWSI

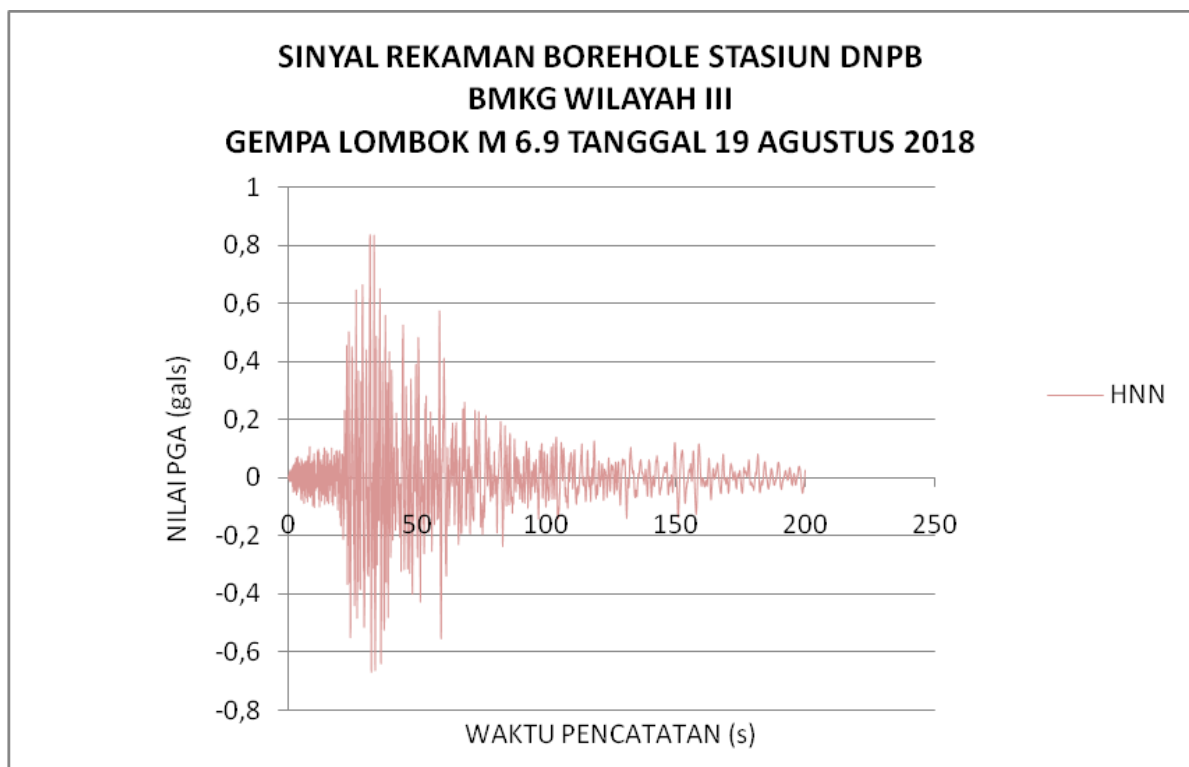
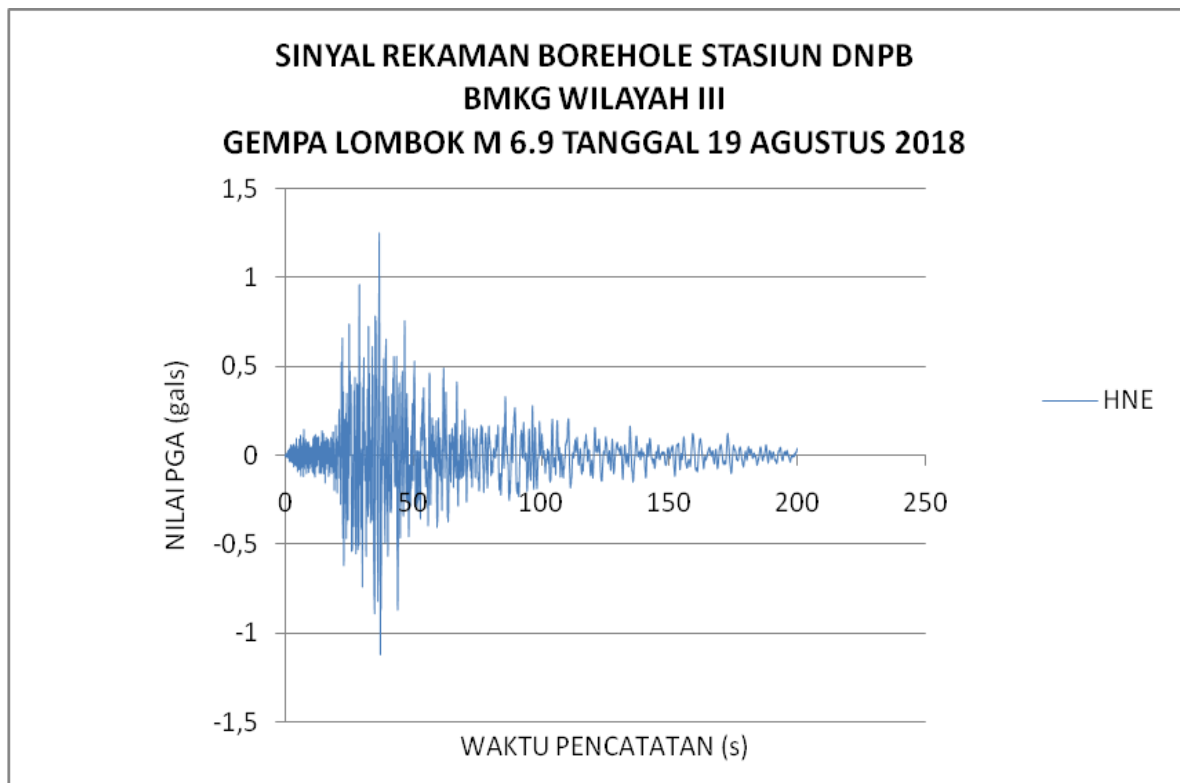


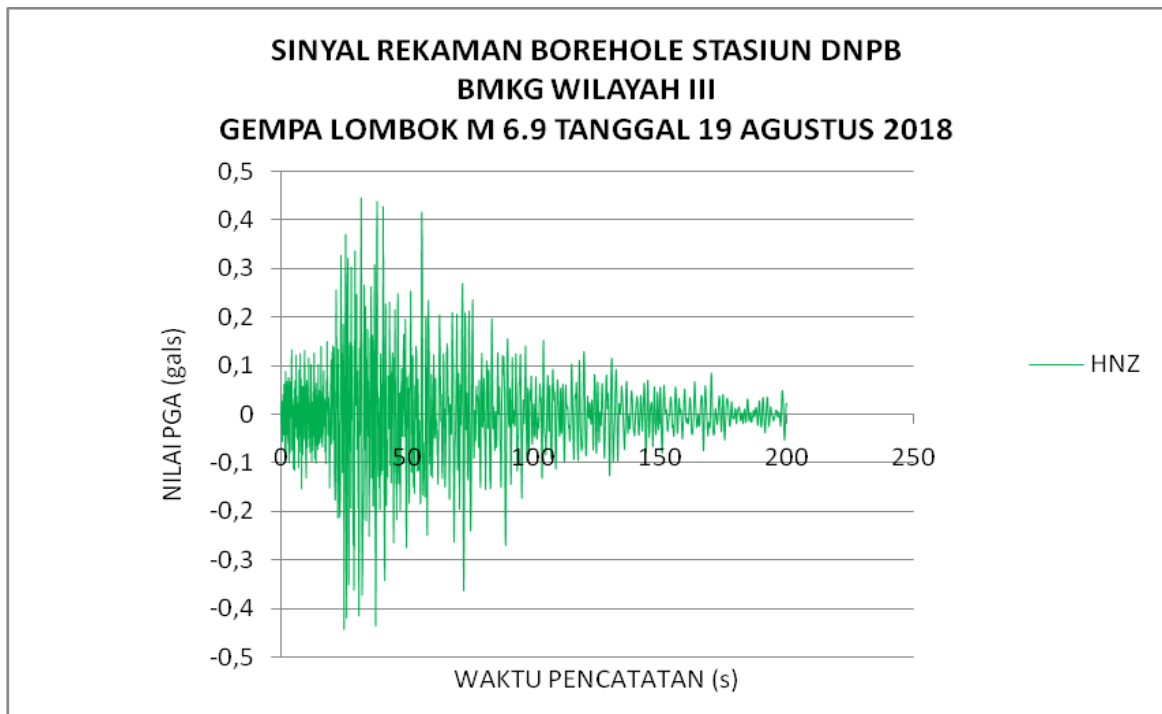
Gambar 4. *Spektra gelombang percepatan gempabumi Lombok Timur 19 Agustus 2018 pada Stasiun MASE*

Hasil analisa *Peak Spektra Acceleration* (PSA) dari stasiun TWSI, yang merupakan stasiun paling dekat dengan *epicenter* (34.7 km) mempunyai nilai PSA sebesar 628.28 gals pada periode 0 - 0.1 detik untuk komponen E-W , 774.50 gals pada periode 0.1 - 0.3 detik untuk komponen N-S, dan 362.16 gals pada periode 0 - 0.1 detik untuk komponen Z. Jika dilihat dari nilai PSA ini, wilayah disekitar stasiun TWSI memiliki ancaman terhadap infrastruktur pada bangunan ketinggian setara kurang dari 1 - 3 lantai. Dimana periode menggambarkan tinggi struktur suatu bangunan.

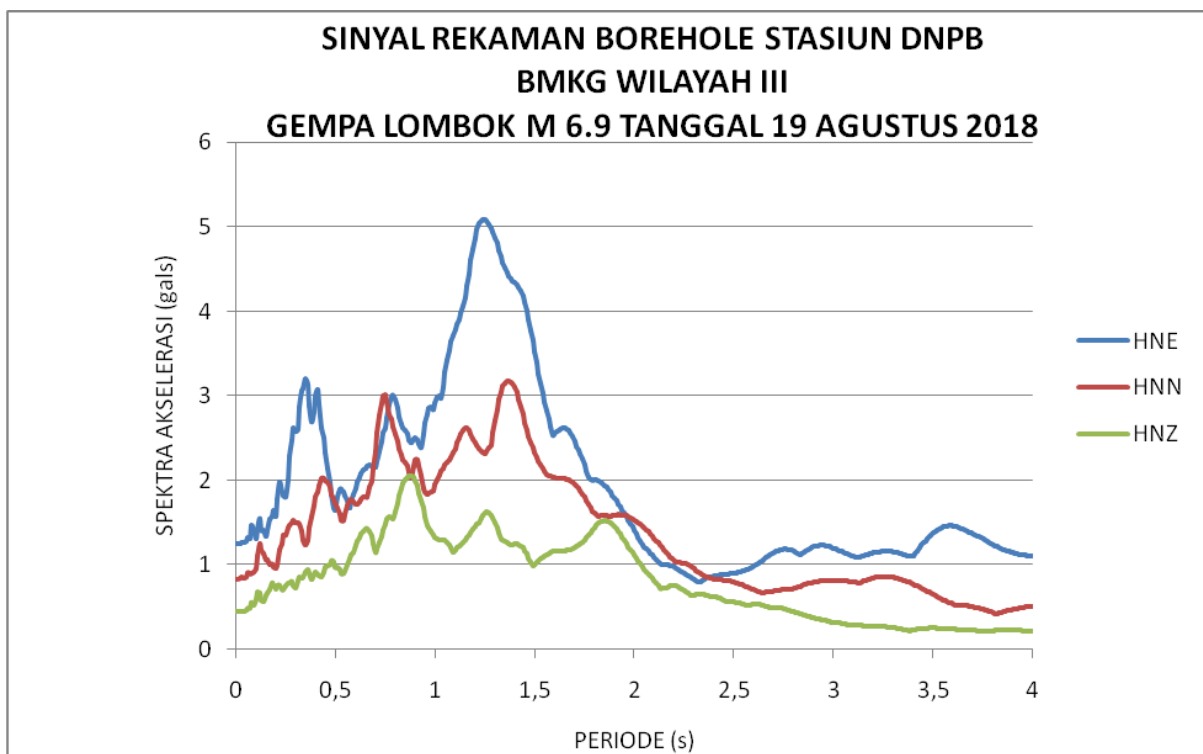
Sedangkan untuk stasiun MASE yang memiliki jarak dari *epicenter* 72.1 km memiliki nilai PSA sebesar 31.56 gals pada periode 0.1 - 0.3 detik untuk komponen E-W , 31.37 gals pada periode 0.1 - 0.3 detik untuk komponen N-S, dan 16.72 gals pada periode 0.2 - 0.3 detik untuk komponen Z. Jika dilihat dari nilai PSA ini, wilayah disekitar stasiun MASE juga memiliki ancaman terhadap infrastruktur pada bangunan ketinggian setara kurang dari 1 - 3 lantai seperti pada stasiun TWSI.

V. Pencatatan Borehole di BBMKG Wilayah III Bali





Gambar 4. Sinyal rekaman borehole stasiun DNPB BBMKG Wilayah III gempa bumi Lombok Timur 19 Agustus 2018 Pukul 21:56:27 WIB Komponen HNE, HNN dan HNZ



Gambar 5. Spektra akselerasi rekaman borehole stasiun DNPB BBMKG Wilayah III gempa bumi Lombok Timur 19 Agustus 2018 Pukul 21:56:27 WIB

Berdasarkan pencatatan spektra rekaman borehole stasiun DNPB, dapat dilihat nilai Peak Ground Acceleration (PGA) dari gempabumi tersebut pada tabel 2.

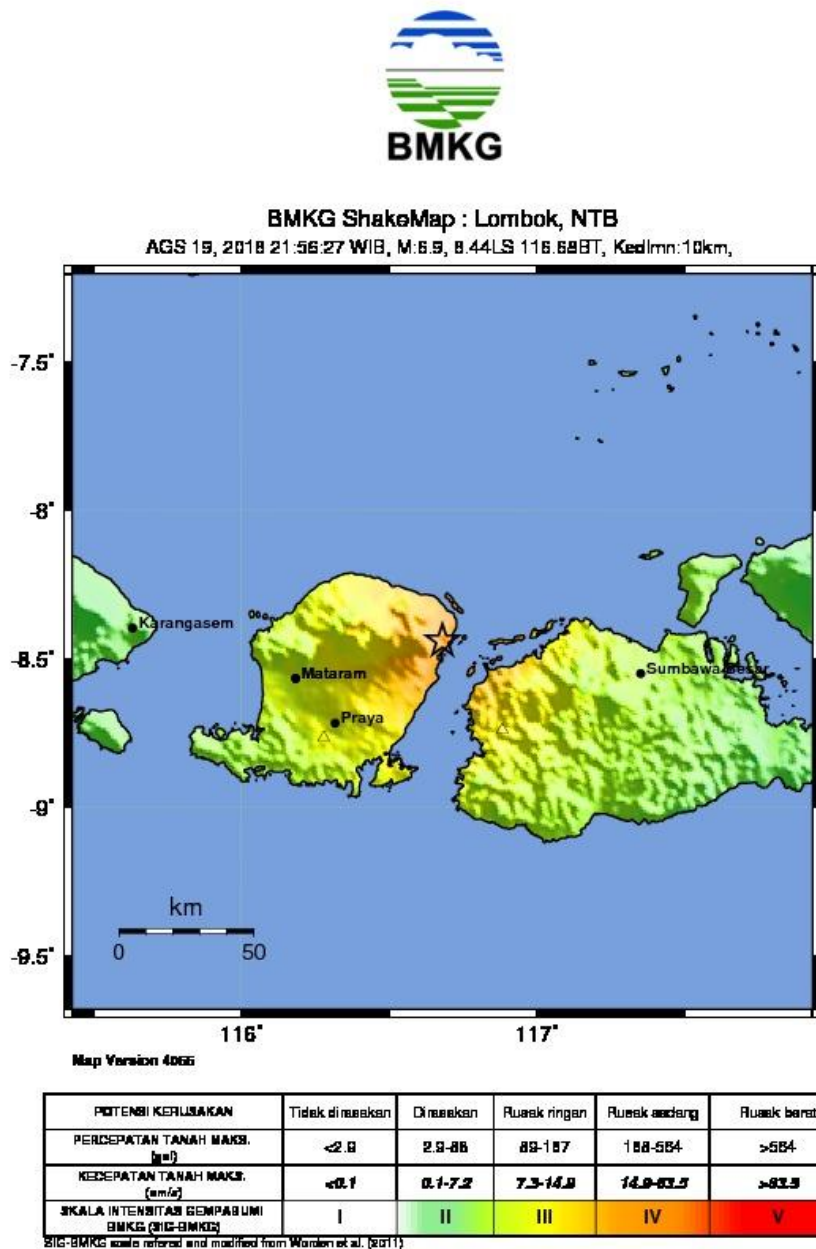
Tabel 2. Nilai Peak Ground Acceleration Gempa Bumi Lombok Timur 19 Agustus 2018 yang tercatat oleh stasiun DNPB

Stasiun	PGA E-W (gal)	PGA N-S (gal)	PGA U-D (gal)
DNPB	1.25	0.83	0.45

Jika dibandingkan dengan sensor percepatan tanah di permukaan yaitu DEBI, terhadap nilai PGA pada borehole dengan kedalaman 100 meter mengalami amplifikasi sekitar 2.3 kali untuk komponen E-W dan 3.8 kali pada komponen N sedangkan untuk komponen Z terjadi amplifikasi sebesar 3.3 kali.

VI. Shakemap Corrected

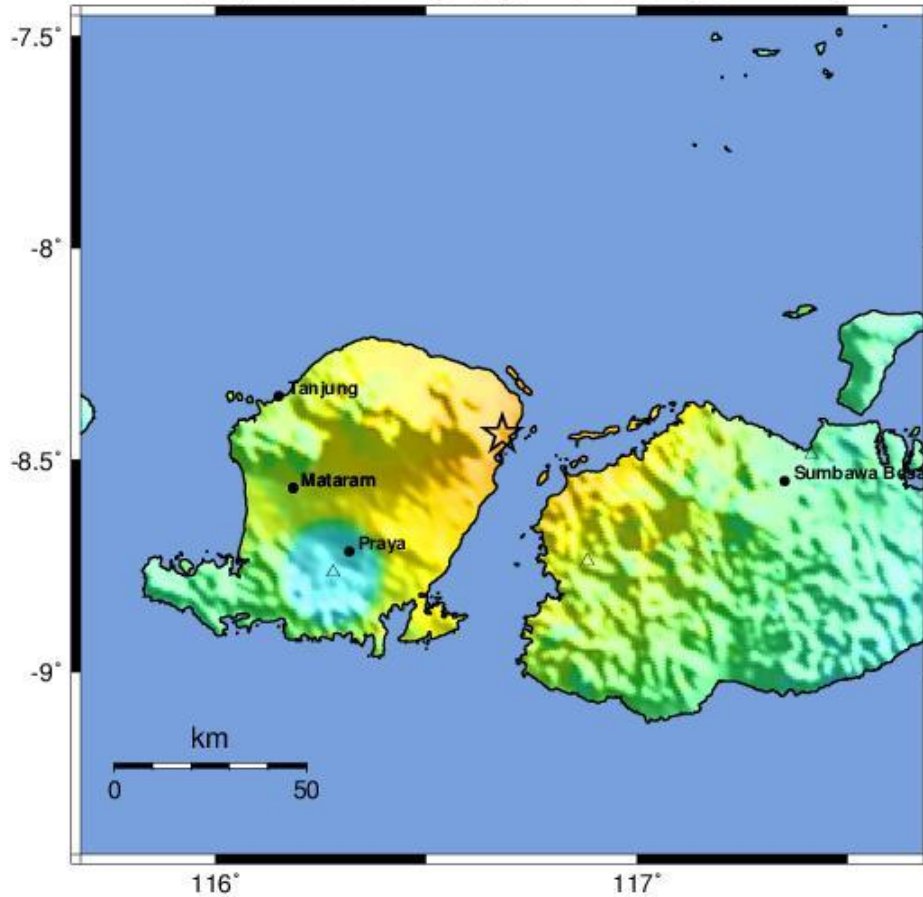
Shakemap corrected yang dihasilkan terdiri dari hasil proses otomatis yang dapat dilihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Shakemap Gempabumi Lombok Timur Magnitude 6.9 pada 19 Agustus 2018 pukul 21:56:27 WIB dalam SIG BMKG Hasil Proses Otomatis



BMKG ShakeMap : Lombok Timur - NTB
 AGS 19, 2018 21:56:27 WIB, M:6.9, 8.44LS 116.68BT, Kedlmn:10km,



Map Version 1

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	no ne	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 7. Shakemap Gempabumi Lombok Timur Magnitude 6.9 pada 19 Agustus 2018 pukul 21:56:27 WIB dalam Skala MMI Hasil Proses Otomatis

Dampak gempa $M = 6,9$ berdasarkan laporan dari masyarakat dan hasil analisis peta guncangan menunjukkan bahwa guncangan dirasakan di daerah Lombok Utara dan Lombok Timur mencapai VI-VII MMI. Sementara itu di Lombok Barat, Mataram, Praya dan Sumbawa memiliki intensitas IV-V MMI. Guncangan juga dirasakan di Denpasar dan Waingapu dengan skala III-IV MMI, di Ruteng dengan skala II-III MMI, di Makassar I-II MMI.

VII. Daftar Istilah

Amplitudo adalah jarak/simpangan terjauh dari titik kesetimbangan dalam gelombang sinusoidal yang diakibatkan guncangan 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 $1 \text{ cm/s}^2 = 980 \text{ g}$.

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 keseluruhan 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 guncangan 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 gempa bumi adalah: Percepatan getaran tanah maksimum yang terjadi pada suatu titik pada posisi tertentu dalam suatu kawasan yang dihitung dari akibat semua gempa bumi 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 gempa bumi.

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- Bryant, Edward, 2001, *Underrated Tsunami*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Imamura, Fumihiko 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 Nascent 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.