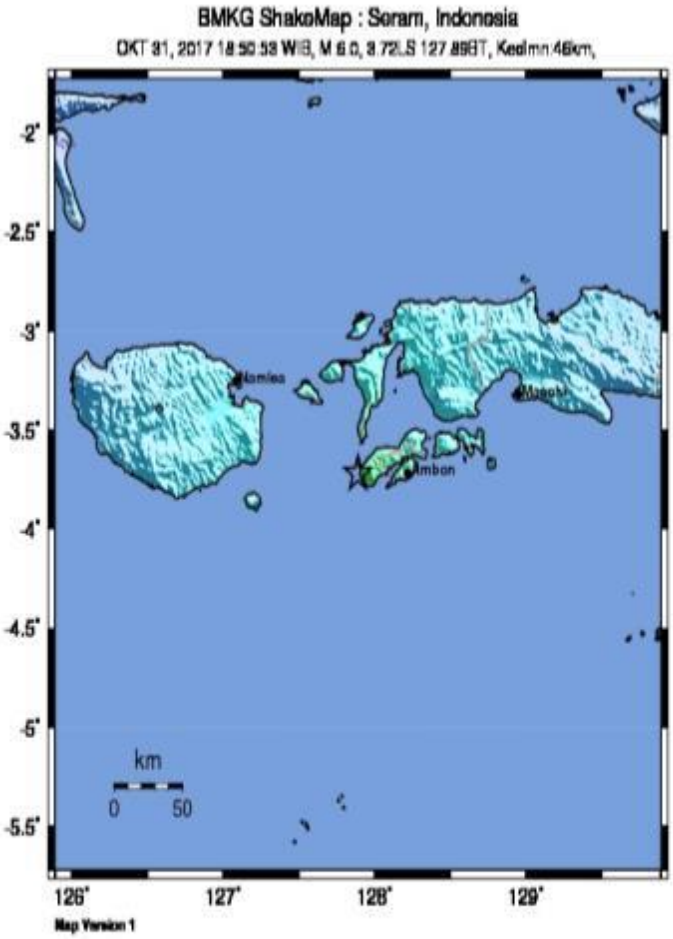
BMKG

ULASAN GUNCANGAN TANAH

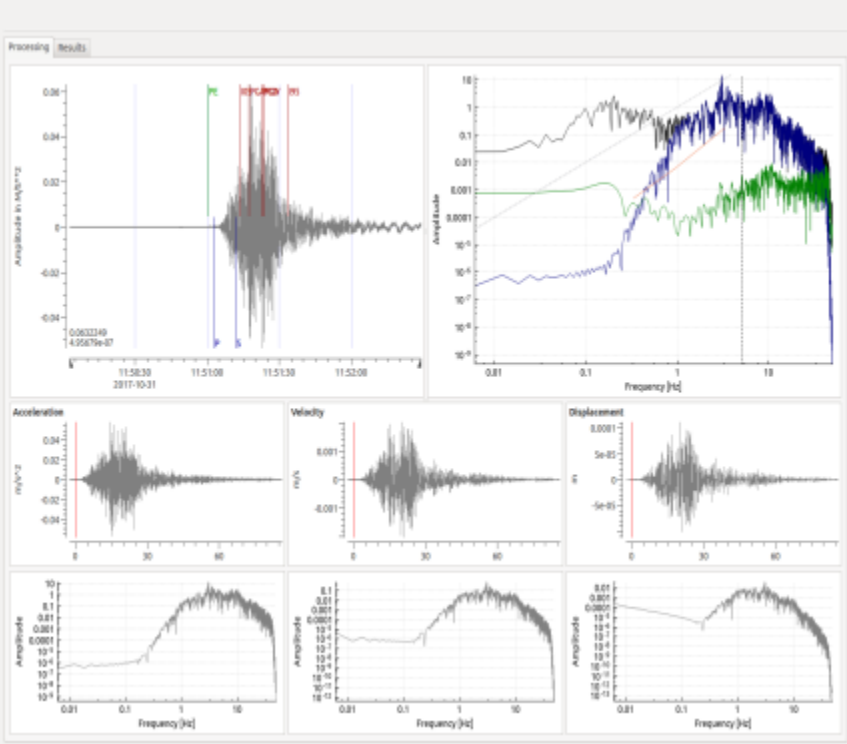
AKIBAT GEMPABUMI AMBON MALUKU

31 OKTOBER 2017



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	>179
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Based upon Wald et al. (2011)



No	IdSta	Stasiun	Latitude	Longitude	Jarak	MMI	SIG	PGA-EW(gal)	PGA-NS(gal)	PGA-UD(gal)
1	KRAI	KAIRATU	-3.32	128.40	82.13	III	II	5.3596	6.4366	3.3389
2	NLAI	NANLEA MALUKU	-3.24	127.10	109.51	III-IV	II	11.8462	8.0282	7.5842
3	LBKI	LABUHA	-0.64	127.50	345.56	II	I	0.294	0.2705	0.2107
4	SWI	SORONG	-0.86	131.26	490.23	I	I	0.1568	0.2117	0.0872
5	RAFI	RAJA AMPAT	-0.41	130.82	490.71	I	I	0.0304	0.0402	0.0421
6	FAKI	FAK-FAK	-2.92	132.26	493.03	I	I	0.0294	0.0451	0.0353
7	TWTI	TERNATE	0.77	127.37	502.11	I	I	0.0539	NaN	0.0402
8	KMPI	KAIMANA	-3.66	133.70	644.00	I	I	0.0755	0.0451	0.0451
9	KMBI	KOTA MOBAGO	0.57	123.98	644.37	I-II	I	0.146	0.1617	0.0902
10	SMKI	STA MET SAMRATULANGI MANADO	1.54	124.92	669.96	I	I	0.0421	0.0441	0.0392
11	SOKI	SOKI	-9.76	124.27	779.76	I	I	0.0274	NaN	0.0872

ULASAN GUNCANGAN TANAH
GEMPA BUMI AMBON MALUKU 31 OKTOBER 2017

Oleh

Artadi Pria Sakti*, Nur Hidayati Oktavia*, Moehajirin*, Sigit Pramono*

* Bidang Seismologi Teknik – BMKG

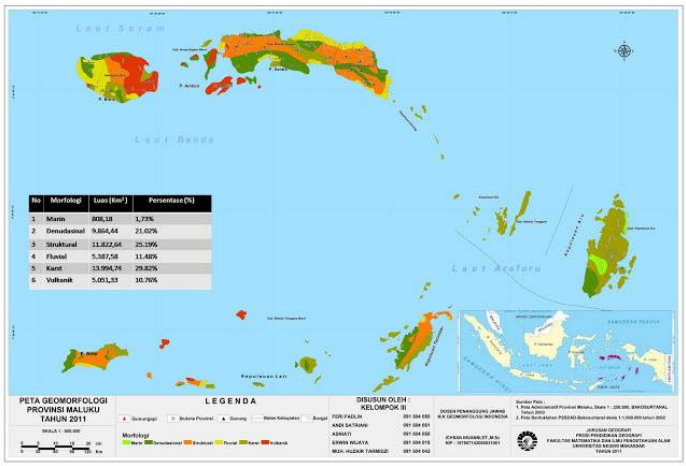
kontak : ariska.rudyanto@bmkg.go.id

I. Tatanan Tektonik Maluku

Maluku terletak pada 2.30° - 9° LS dan 124° - 136° BT. Di sebelah utara berbatasan dengan laut seram, sebelah selatan dengan laut arafura, sebelah barat dengan pulau Sulawesi, sebelah timur dengan pulau Papua. Luas wilayah Maluku adalah sekitar 712.479,69 km, dengan luas daratan 54.185 km (7,61%) dan luas lautannya 658.294,69 km (92,39%).Maluku memiliki gunung tertinggi adalah gunung binaya, 3.055 m di pulau seram, gunung kapalatmada 2429 m dan 113 sungai, 86 sungai besar serta 11 danau.

Pulau Buru, Pulau Ambon, dan Pulau Seram memiliki karakteristik geomorfologi yang sama yaitu didominasi oleh pegunungan struktural. Pulau Buru merupakan hasil pengangkatan berbentuk pegunungan dome yang dikelilingi oleh basin. Pulau Seram bagian baratnya merupakan pegunungan struktural yang tinggi (1.000-1.300 mdpal), bentuknya memanjang dan sempit, serta dibatasi oleh escarpment yang tertoreh kuat.Lembah-lembah diantaranya sangat sempit, banyak air terjun, tidak ada endapan alluvial. Bagian timur: pegunungan berbatuan gamping.

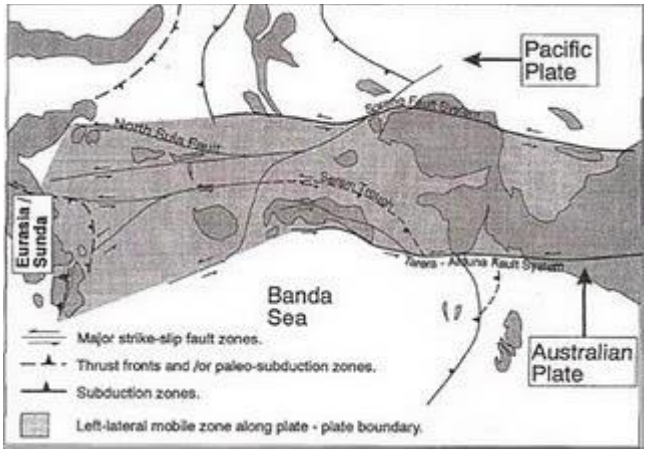
Pulau-pulau karst Maluku Selatan terdapat di bagian tenggara tapalkuda Maluku selatan : Kepulauan Aru dan Tanimbar. Umumnya memiliki pesisir bertebing/cliff, hanya sedikit pesisir yang datar.Terdapat karang koral pada perairan di sekeliling pulau tetapi tidak dijumpai di daratan.Hal ini menunjukkan kenaikan pulau akibat penurunan muka air laut selama pleistosen.



Gambar 1.Peta geomorfologi Maluku

Kota Ambon yang sebagian besar terdiri dari daerah perbukitan merupakan kawasan yang amat rentan terhadap terjadinya gerakan massa debris, baik yang berupa aliran debris maupun tanah longsor (debris flows, landslides and slope failures). Struktur geologi Kota Ambon sebagian besar tersusun oleh batuan sedimen dan batugamping berumur pra-tersier dan tersier serta sedikit endapan pantai di beberapa daerah.

Pulau Seram dan Ambon adalah bagian dari Busur Banda. Data stratigrafi menunjukkan bahwa perkembangan tektonik kedua pulau itu, dari Paleozoik sampai Miosen, sangat erat dengan perkembangan tektonik tepi benua Australia. Interaksi konvergen antara lempeng Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik pada Miosen Akhir yang diikuti oleh rotasi Kepala Burung berlawanan arah jarum jam pada Mio-Pliosen telah menyebabkan perkembangan tektonik kedua kawasan itu berbeda, sehingga unit litologi dari Pulau Seram dan Ambon dapat dibedakan menjadi Seri Australia dan Seri Seram.



Gambar 2. Peta Tektonik Ambon

Data Stratigrafi menunjukkan bahwa pernah terjadi dua kali kompresi tektonik dan dua kali *continental break up* terkait dengan pembentukan Pulau Seram dan Ambon. *Continental break up* pertama yang diikuti oleh kompresi tektonik yang pertama terjadi pada Paleozoik. Kontraksi kerak bumi yang terjadi setelahnya meletakkan batuan-batuan metamorfik tingkat tinggi, seperti granulit, ke dekat permukaan, dan mantel atas tertransport ke atas membentuk batuan-batuan ultra basa. Setelah itu, terjadi erosi menyingkap batuan-batuan metamorfik dan disusul dengan *thermal subsidence* yang membentuk deposenter bagi pengendapan Seri Australia. *Continental break up* yang kedua terjadi pada Jura Tengah, dan diikuti oleh pemekaran lantai samudera dari Oxfordian sampai Neocomian. Peristiwa ini berkaitan dengan selang waktu tanpa sedimentasi dalam Seri Australia pada Callovian dan Neocomian. Kompresi terakhir terjadi pada Miosen Akhir. Kejadian ini sangat kritis bagi evolusi geologi Pulau Seram dan Ambon. Interaksi konvergen yang terjadi menyebabkan Seri Australia mengalami *thrusting*, pengangkatan orogenik, dan perlipatan sehingga berubah menjadi batuan sumber bagi Seri Seram. Kompresi itu menyebabkan penunjaman lempeng kerak samudera yang *undefined* ke bawah proto-Seram dan proto-Ambon, dan juga memicu aktifitas volkanik Ambon dan intrusi granit yang mengandung kordierit. Sementara itu di proto-Seram muncul basalt Kelang. Pulau Ambon terangkat dan muncul pada Pleistosen (Setyawan, 2000).

II. Gempabumi Ambon 31 Oktober 2017

Gempabumi terjadi dengan magnitude 6.0 SR pada Selasa, 31 Oktober 2017 jam 18:50:53 WIB. Pusat gempa berada di laut dengan kedalaman sumber gempa sekitar 46 km dan pusat gempanya terletak pada jarak 32 km sebelah barat kota Ambon serta tidak menimbulkan potensi tsunami. Gempa ini didahului dengan gempa pendahuluan (*foreshock*) sebagai berikut : gempa pertama dengan magnitudo 5.7 pada pukul 18.31 WIB, gempa kedua dengan magnitudo 5.6 pada pukul 18.34 WIB dan gempa ketiga dengan magnitudo 4.4 pada pukul 18.46 WIB. Guncangan akibat gempabumi tersebut dirasakan pada beberapa lokasi. Kekuatan guncangan gempabumi yang dirasakan dinyatakan dalam skala Intensitas. Nilai Intensitas yang didapatkan merupakan hasil konversi dari nilai PGA kedalam skala Intensitas gempabumi BMKG dan skala *Modified Mercalli Intensity* (MMI). Skala Intensitas yang dihasilkan dari guncangan gempabumi utama (*mainshock*) Ambon sebesar III menurut skala SIG-BMKG dan V-VI menurut skala MMI di kota Ambon. Kota lainnya seperti Namlea

dengan nilai skala intensitas II menurut skala SIG-BMKG dan sebesar III menurut skala MMI. Kota Saumlaki dengan nilai intensitas I SIG-BMKG dan II menurut skala MMI.

Gambar 3. Peta lokasi gempabumi Ambon jam 18:50:53 WIB. Bintang warna merah menunjukkan titik epicenter gempabumi, sedangkan lingkaran warna hijau muda menunjukkan stasiun pencatat gempabumi.

III. Peak Ground Acceleration (PGA) Gempabumi Ambon Maluku

Kerusakan dan keruntuhan bangunan akibat gempabumi terjadi karena bangunan tidak mampu mengantisipasi dampak guncangan tanah (*ground motion*) yang ditimbulkan. Besarnya nilai guncangan tanah yang tererekam oleh jaringan peralatan akselerograf biasanya dalam bentuk nilai puncak percepatan tanah (Peak Ground Acceleration). Besar kecilnya nilai

guncangan tanah yang dihasilkan akibat kejadian gempabumi dipengaruhi oleh tiga hal yaitu: sumber gempa (*source*), jalur penjalaran gelombang (*path*), dan pengaruh kondisi tanah setempat (*site*). Guncangan tanah yang besar pada umumnya disebabkan oleh jarak yang dekat dengan sumber gempa dan kekuatan energi dalam jumlah besar yang dilepaskan dari sumber gempa tersebut. Faktor kondisi tanah setempat yang berupa endapan sedimen tebal dan lunak juga akan menimbulkan fenomena amplifikasi yang memperbesar nilai getaran tanah di permukaan. Gempa yang terjadi M 6.0 pada 31 Oktober 2017 pada pukul 18:50:53 WIB di bagian barat Ambon didahului oleh gempa pendahuluan (*foreshock*) dengan magnitude 5.7 dan 5.6. Gempa yang terjadi menimbulkan kerusakan di beberapa tempat di Kota Ambon dan sekitarnya. Berikut nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) yang tercatat pada jaringan stasiun akselerograf BMKG.

Tabel 1. Nilai Peak Ground Acceleration Gempa Bumi Utama (Main Shock) Barat Ambon

No	IdSta	Stasiun	Latitude	Longitude	Jarak	MMI	SIG	PGA-EW(gal)	PGA-NS(gal)	PGA-UD(gal)
1	KRAI	KAIRATU	-3.32	128.40	82.13	III	II	5.3596	6.4366	3.3389
2	NLAI	NAMLEA MALUKU	-3.24	127.10	109.51	III-IV	II	11.8462	8.0282	7.5842
3	LBMI	LABUHA	-0.64	127.50	345.56	II	I	0.294	0.2705	0.2107
4	SWI	SORONG	-0.86	131.26	490.23	I	I	0.1568	0.2117	0.0872
5	RAPI	RAJA AMPAT	-0.41	130.82	490.71	I	I	0.0304	0.0402	0.0421
6	FAKI	FAK-FAK	-2.92	132.26	493.03	I	I	0.0294	0.0451	0.0353
7	TNTI	TERNATE	0.77	127.37	502.11	I	I	0.0539	NaN	0.0402
8	KMPI	KAIMANA	-3.66	133.70	644.00	I	I	0.0755	0.0451	0.0451
9	KMSI	KOTA MUBAGO	0.57	123.98	644.37	I-II	I	0.146	0.1617	0.0902
10	SAMI	STA MET SAMRATULANGI MANADO	1.54	124.92	669.96	I	I	0.0421	0.0441	0.0392
11	SOEI	SOEI	-9.76	124.27	779.76	I	I	0.0274	NaN	0.0872

Tabel 2. Nilai Peak Ground Acceleration Gempa Bumi Pendahuluan (Fore Shock) Barat Ambon

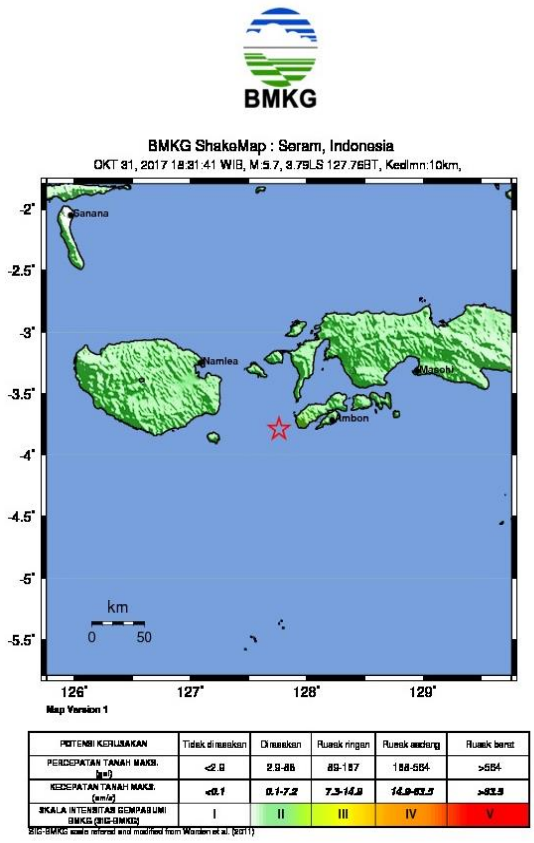
No	IdSta	Stasiun	Latitude	Longitude	Jarak	MMI	SIG	PGA-EW(gal)	PGA-NS(gal)	PGA-UD(gal)
1	KRAI	KAIRATU	-3.32	128.40	86.49	III	II	4.7589	3.673	2.5872
2	NLAI	NAMLEA MALUKU	-3.24	127.10	94.10	III	II	6.0642	5.4027	6.3524
3	LBMI	LABUHA	-0.64	127.50	349.95	I-II	I	0.1676	0.2019	0.1431
4	RAPI	RAJA AMPAT	-0.41	130.82	505.11	I	I	0.0147	0.0216	0.0216
5	SWI	SORONG	-0.86	131.26	505.25	I	I	0.1078	0.1235	0.047
6	FAKI	FAK-FAK	-2.92	132.26	507.62	I	I	0.0608	NaN	0.0186
7	KMSI	KOTA MUBAGO	0.57	123.98	640.04	I	I	0.0608	0.0696	0.0431

Tabel 3. Nilai Peak Ground Acceleration Gempa Bumi Pendahuluan (Fore Shock)Barat Ambon

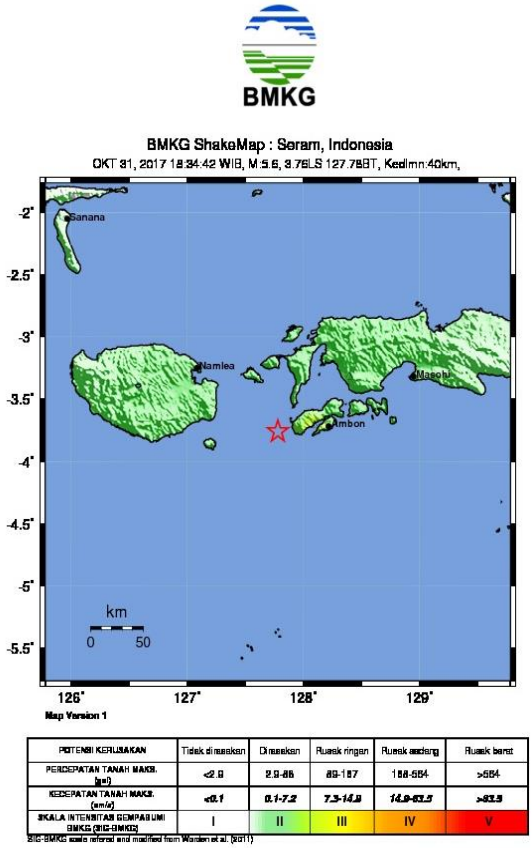
No	IdSta	Stasiun	Latitude	Longitude	Jarak	MMI	SIG	PGA-EW(gal)	PGA-NS(gal)	PGA-UD(gal)
1	KRAI	KAIRATU	-3.32	128.40	75.22	II-III	I	3.9827	3.9406	2.8224
2	NLAI	NAMLEA MALUKU	-3.24	127.10	102.08	III	II	2.8489	2.8067	4.1327
3	LBMI	LABUHA	-0.64	127.50	348.10	I	I	0.145	0.0902	0.0823
4	SWI	SORONG	-0.86	131.26	494.02	I	I	0.047	0.049	0.0363
5	RAPI	RAJA AMPAT	-0.41	130.82	494.74	I	I	0.0108	0.0098	0.0186
6	FAKI	FAK-FAK	-2.92	132.26	495.26	I	I	3.9827	NaN	0.0108

IV. Shakemap

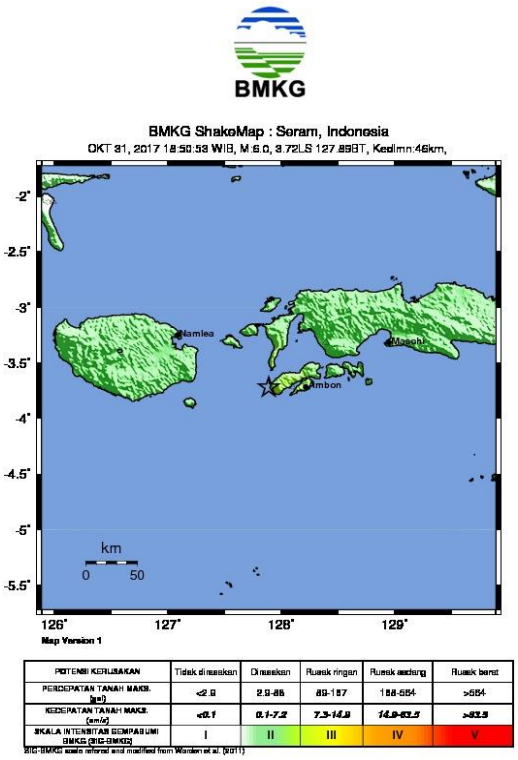
IV.A. Shakemap Gempabumi *Foreshock*, *Mainshock* dan *Aftershock* Ambon tanggal 31 Oktober 2017 dalam Skala Intensitas SIG-BMKG.



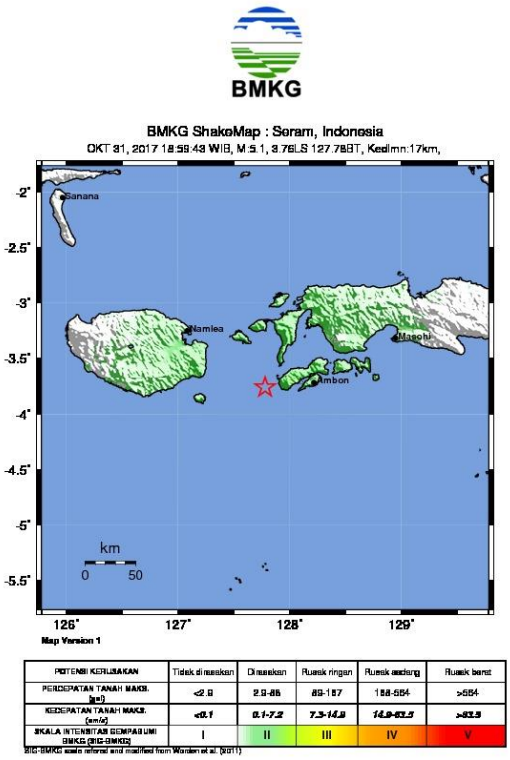
Gambar 4.1. Shakemap Gempa Pendahuluan (Foreshock) Ambon.



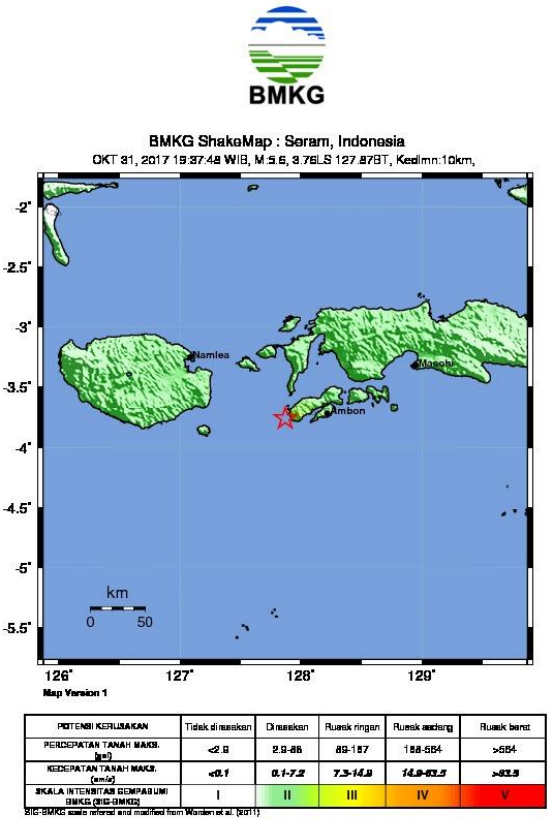
Gambar 4.2. Shakemap Gempa Pendahuluan (Foreshock) Ambon.



Gambar 4.3. Shakemap Gempa Utama (Mainshock) Ambon.

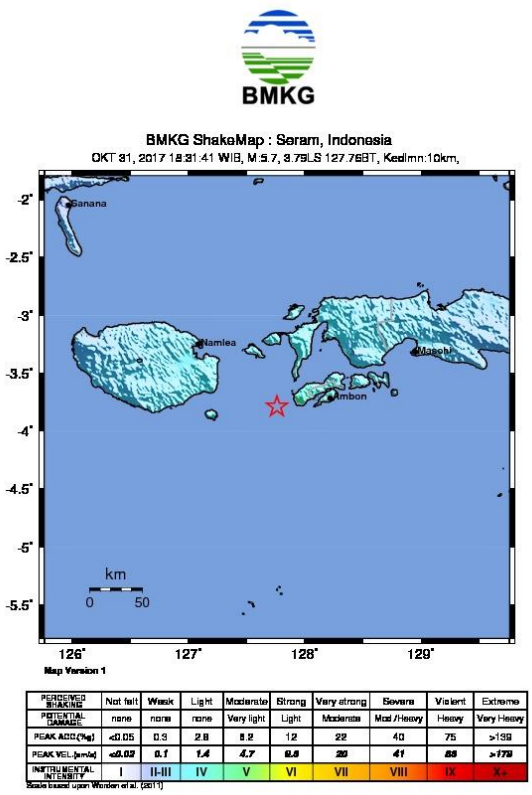


Gambar 4.4. Shakemap Gempa Susulan (Aftershock) Ambon.



Gambar 4.5. Shakemap Gempa Susulan (Aftershock) Ambon.

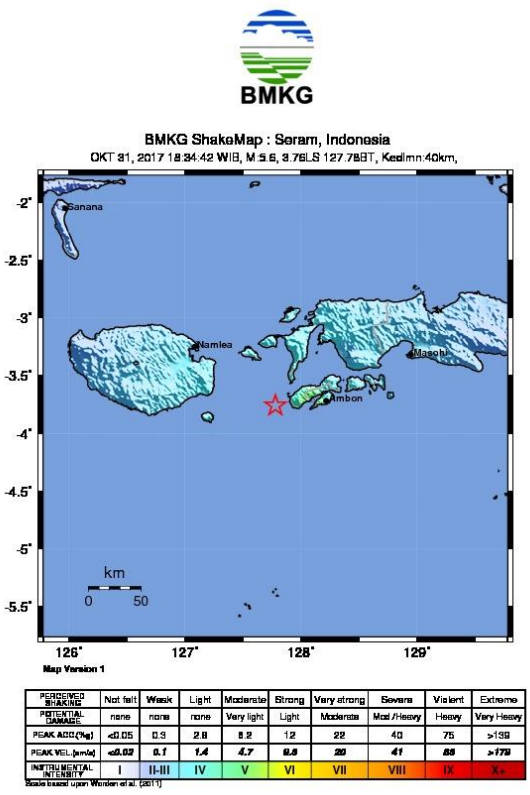
IV.B. Shakemap Gempabumi *Foreshock*, *Mainshock* dan *Aftershock* Ambon tanggal 31 Oktober 2017 dalam Skala Intensitas MMI.



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	>179
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Worden et al. (2011)

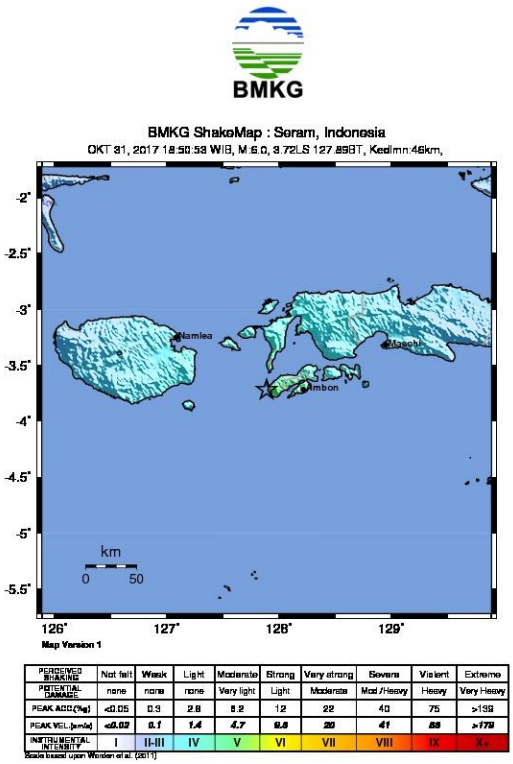
Gambar 4.6. Shakemap Gempa Pendahuluan (Foreshock) Ambon.



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	>179
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Worden et al. (2011)

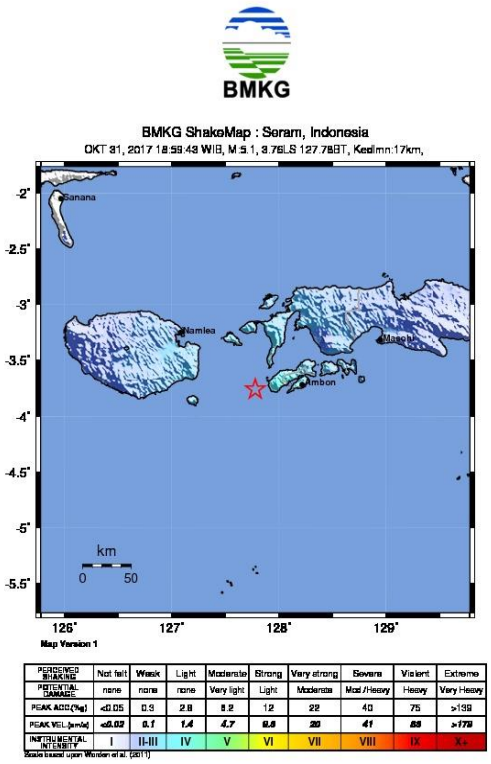
Gambar 4.7. Shakemap Gempa Pendahuluan (Foreshock) Ambon.



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	88	>179
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Worden et al. (2011)

Gambar 4.8. Shakemap Gempa Utama (Mainshock) Ambon.



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	88	>179
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

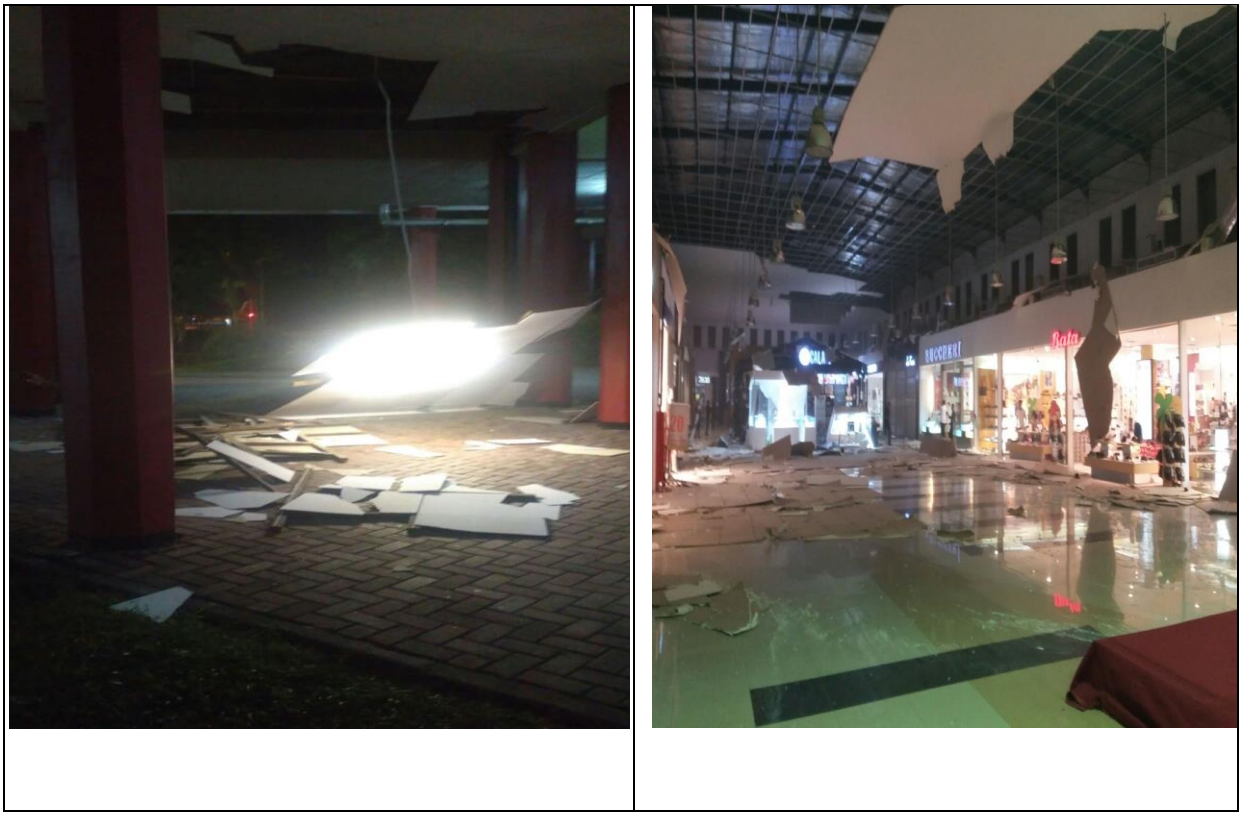
Scale based upon Worden et al. (2011)

Gambar 4.9. Shakemap Gempa Susulan (Aftershock) Ambon.

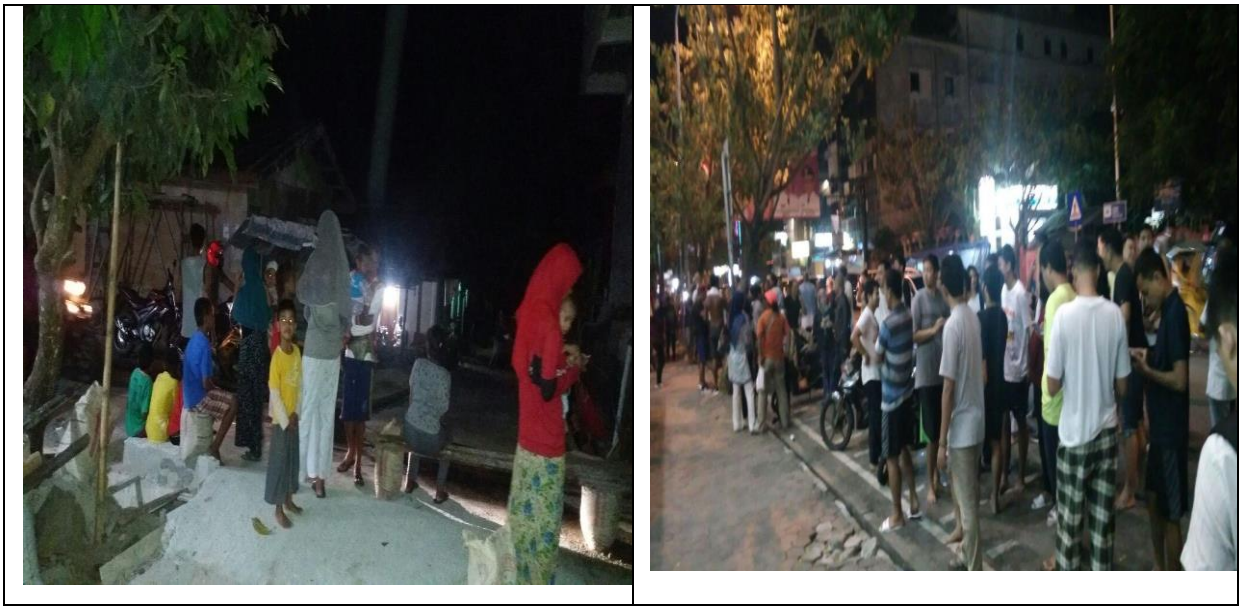
V. Dampak dan Kerusakan Gempabumi Ambon tanggal 31 Oktober 2017

Gambar 6. Kondisi warga yang kaget keluar rumah akibat gempa bumi Ambon 31 Oktober 2017

Gambar 7. Kondisi pasien yang dievakuasi keluar rumah sakit akibat gempa bumi Ambon 31 Oktober 2017



Gambar 8. Kondisi bangunan di Ambon akibat gempa bumi Ambon 31 Oktober 2017



Gambar 9. Kondisi warga yang panik akibat gempa bumi Ambon 31 Oktober 2017

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

Apandi T, Sudana D.1980. *Geologic map of Ternate quadrangle, North Maluku, scale 1:250.000*. Geological Research and Development Center, Bandung, Indonesia

Darman Herman, F Hasansidi. 2000. *An Outline The Geologi Of Indonesia. IAGI.* Jakarta.

Putri Riadini, Benyamin Sapiie. 2013. *The Sorong Fault Zone Kinematics: The Evidence of Divergence and Horsetail Structure at NW Bird's Head and Salawati Basin, West* Papua, Indonesia.

Rivdhal Saputra. 2011. *Tatanan Tektonik Zona Subduksi Dan Batuan Beku Indonesia.*Indonesia.

R.W. Van Bemmelen. *The Geology of Indonesia, Volume IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, (The Hague: Martinus Nijhoff, 1977).*

Setyawan, dkk. *Mengurai Perkembangan Tektonik Pulau Seram dan Ambon*

Prosiding IAGI 29th Annual Convention Vol. 4, Bandung 21-22 November 2000, 33-45 (2000); ISBN 979-96140-2-3 (Vol 1-4).

Soetardjo,dkk. 1985. *Series On Seismology (Volume V-Indonesia) SEASEE*. Jakarta.

Tim revisi peta gempa Indonesia. 2010. *Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia*. Bandung.