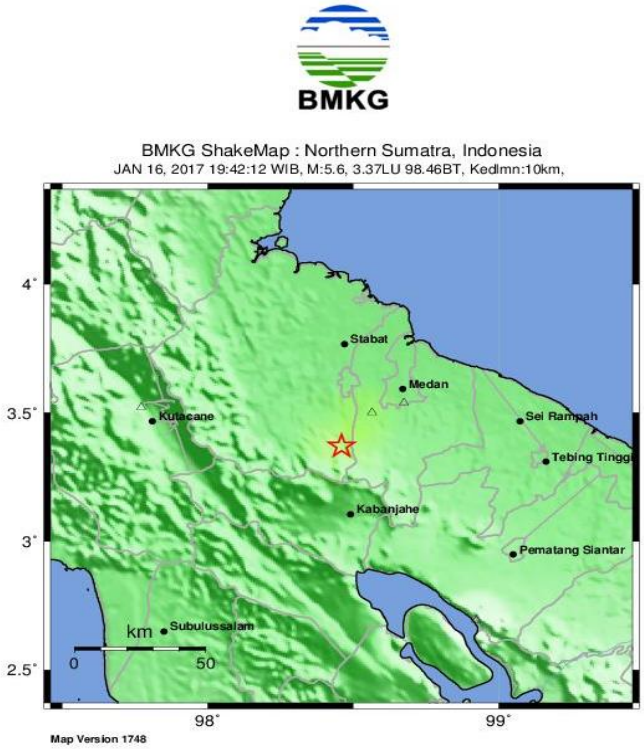
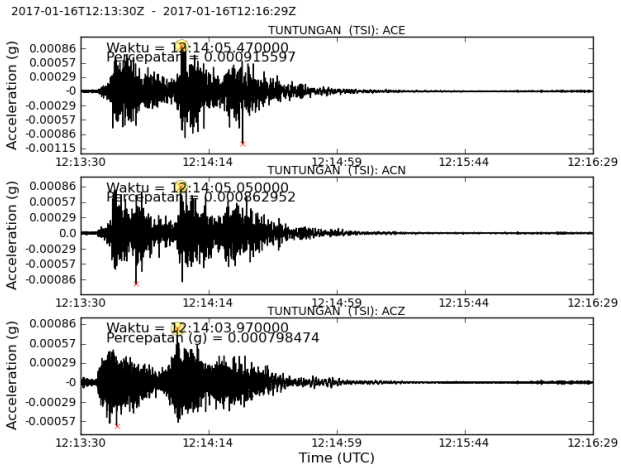
ULASAN GUNCANGAN TANAH AKIBAT GEMPA DELISERDANG SUMATRA UTARA



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)



Gempa Bumi Deli Serdang, 16 Januari 2017, 19:42:12 WIB
Lat : 3.37 LU Long : 98.46 BT, Mag= 5.6 SR, Depth= 10 Km, di 28 Km BD Kab. Deli Serdang - SUMUT

No	Stasiun	Kode	Z(gals)	N(gals)	E(gals)	max	Intensitas Konversi (MMI)	Intensitas Konversi (SIG)	LAT Sta	LON Sta	R (Hypocentre)	Vs30
1	TUNTUNGAN	TSI	11.9065	20.3557	22.1391	22.1391	III - IV	II	3.50118	98.56457	24.408	246.00
2	BALAI BESAR WIL I MEDAN	MEBW	14.588671	29.362	73.2253	73.2253	V - VI	II	3.5395	98.674	34.713	168.78
3	STA KLIM SAMPALI MEDAN	MESA	1.661349	3.9683	4.58031	4.58031	II-III	II	3.6218	98.7148	44.148	256.87
4	KUTACANE	KCSI	1.094235	1.69379	1.33655	1.69379	I - II	I	3.522	97.77	80.126	749.00
5	STA GEOF PARAPAT MEDAN	MEPA	0.542117	1.50242	0.90011	1.50242	I - II	I	2.6952	98.9208	87.642	1564.49
6	LANGSA ACEH	LASI	1.350495	2.47337	2.83963	2.83963	I - II	I	4.45725	97.97037	136.785	170.00
7	TARUTUNG	TRSI	0.647591	1.53223	1.17373	1.53223	I - II	I	2.0256	98.9594	155.359	223.00
8	TAKENGON	TKSN	0.342032	0.79994	0.84736	0.84736	I	I	4.61711	96.8189	231.721	-
9	SIBOLGA	SBSI	0.119475	0.24134	0.31112	0.31112	I	I	1.39876	99.43094	240.143	260.00
10	MEULABOH	MLSI	0.320532	0.72728	0.82445	0.82445	I	I	4.26685	96.40398	250.993	385.00
11	STA MET BINAKA GN.SITOLI	NIBI	0.52762	0.8284	1.0223	1.0223	I	I	1.1648	97.7038	254.77	217.57
12	MANDAILING NATAL	MNSI	0.129104	0.23462	0.35215	0.35215	I	I	0.7955	99.57963	307.72	376.00
13	PULAU BATU NIAS	PBSI	0.043634	0.04183	0.06477	0.06477	I	I	-0.0547	98.28	376.365	382.43
14	STA KLIM INDRAPURI ACEH	CERI	0.161148	0.32794	0.20573	0.32794	I	I	5.4038	95.4645	404.53	300.84
15	STA GEOF MATAI ACEH	CEMA	0.123324	0.10445	0.1146	0.12332	I	I	5.496	95.296	425.733	289.10
16	STA MET COT BAU SABANG	CESA	0.082878	0.11365	0.08619	0.11365	I	I	5.8766	95.3376	447.354	621.75
17	STA GEOF PADANG PANJANG	PAPA	0.10302	0.14926	0.13124	0.14926	I	I	-0.4662	100.3796	472.293	267.24
18	PADANG	PDSI	0.028034	0.05346	0.06413	0.06413	I	I	-0.91176	100.46172	520.725	189.00
19	STA MAR TELUK BAYUR PDG	PATU	0.15638	0.23487	0.24015	0.24015	I	I	-0.9967	100.3709	525.113	167.20
20	STA MET SIMPANG TIGA PEKANBARU	PESI	nan	0.10416	0.12665	0.12665	I	I	-0.4592	101.4474	535.691	246.77
21	SUNGAI DAREH SUMBAR	SDSI	0.388334	0.1665	0.19383	0.38833	I	I	-0.93252	101.428	576.626	331.00
22	MUKO-MUKO	MKBI	0.017473	0.02998	0.024	0.02998	I	I	-2.44736	101.2396	711.718	308.68
23	STA KLIM P.BAAI BENGKULU	BEPA	0.448614	0.15028	0.13312	0.44861	I	I	-3.865	102.312	905.953	186.87
24	MUARA DUA	MDSI	0.018747	0.03518	0.03694	0.03694	I	I	-4.48604	104.17823	1075.021	213.00

ULASAN GUNCANGAN TANAH AKIBAT GEMPA BUMI DELISERDANG SUMATRA UTARA

Oleh

Robby Wallansha*, Aditya Setyo Rahman*, Ariska Rudyanto*, Sigit Pramono*

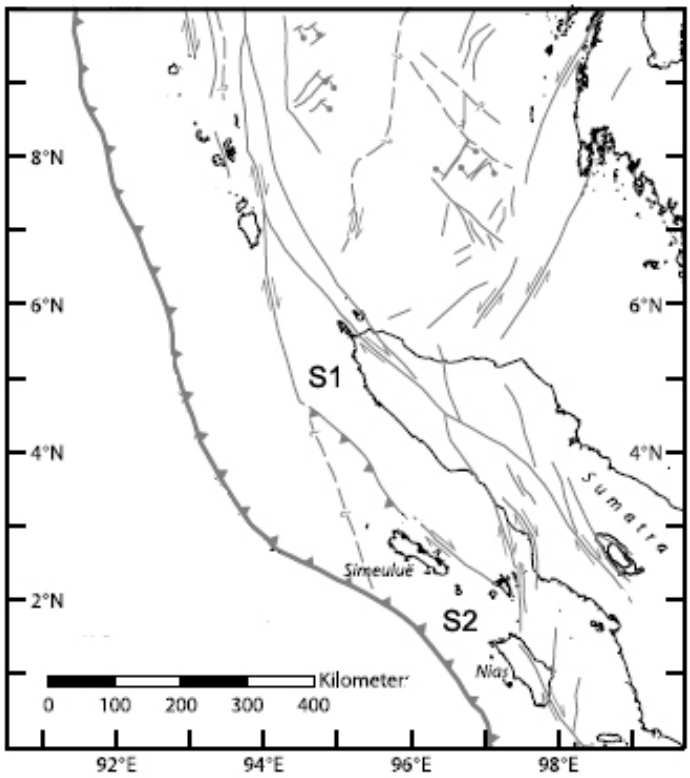
* Bidang Seismologi Teknik – BMKG
kontak : ariska.rudyanto@bmkg.go.id

I. Tinjauan Kondisi Geologi dan Tektonik Sumatra Utara

Lajur subduksi Sumatra merupakan lajur tempat Lempeng Indo-Australia menunjam ke bawah Lempeng Eurasia. Lempeng Indo-Australia bergerak ke arah utara dengan kecepatan relatif terhadap lempeng Eurasia sebesar 7 cm/tahun (Wilson *et al*., 1998). Pergerakan lempeng menunjam ini sangat mem- pengaruhi aktivitas tektonik di Pulau Sumatra dan pulau-pulau kecil di sekitarnya. Perge- sekan pada lajur Benioff pada lempeng yang menunjam menyebabkan aktivitas magmatik sepanjang Pulau Sumatra yang muncul sebagai deretan gunung api. Arah subduksi yang relatif miring terhadap daratan Sumatra menimbulkan adanya Lajur Sesar Sumatra dan Lajur Sesar Mentawai (Diament *et al*., 1992; Malod *et al*., 1995) yang memanjang dari utara hingga selatan Pulau Sumatra dengan besar pergerakan yang makin kecil di ujung selatan pulau (McCaffrey, 1991; Pramumi- joyo dan Sebrier, 1991; Sieh dan Natawidjaja,2000). Segmentasi lempeng mikro Sumatra telah banyak diulas pada penelitian-peneli- tian sebelumnya (Diament *et al*., 1992; Suk- mono drr., 1997; Triyoso, 2005;Handayani dan Harjono, 2006; Chlieh *et al*., 2008) yaitu data-data terbaru menunjukkan kemungkinan pembagian segmen yang makin detail. Pem- bagian segmen juga sangat berkaitan dengan pembagian daerah seismik aktif dan kemung- kinan terjadinya pengumpulan energi yang memungkinkan kejadian gempa bumi dalam waktu yang akan datang (Natawidjaja dan Sieh, 2009). Gempa bumi besar di lepas pantai Aceh pada 26 Desember 2004 menjadi suatu momen besar yang menandai tingginya aktivitas tektonik sepanjang Pulau Sumatra. Sejak gempa bumi besar tersebut, telah terjadi beberapa gempa bumi di pantai barat Sumatra. Data gempa bumi besar beserta gempa bumi susulannya yang cukup banyak itu sangat berharga dalam membantu memahami gerakan tektonik daerah tersebut.

Secara umum sumber gempa di daratan Sumatra dapat disebabkan oleh aktifitas sesar lokal maupun aktifitas sesar lokal maupun aktifitas zona subduksi. Perbedaan kedua sumber gempa tersebut dapat dilihat dari kedalamn sumber gempa. Gempa akibat aktifitas sesar lokal memiliki karakteristik kedalaman sumber gempa dangkal, sedangkan untuk sumber gempa akibat subduksi lempeng di Pulau Sumatra mempunyai kisaran kedalaman hingga

ratusan kilometer. Gempabumi yang terjadi di barat daya Deliserdang Sumatra Utara pada hari Senin 16 Januari 2017, 19:42:12 WIB ini jika ditinjau dari kedalaman hiposenternya merupakan jenis gempabumi dangkal dan mempunyai mekanisme sesar mendatar. Hal ini berarti gempabumi ini terjadi akibat aktifitas sesar lokal. Dengan kedalaman yang dangkal ini, sangat wajar jika guncangan akibat gempa ini dirasakan tidak terlalu luas. Patut disyukuri bahwa kekuatan gempabumi ini tidak terlalu besar, sehingga diharapkan tidak sampai menimbulkan kerusakan berat.

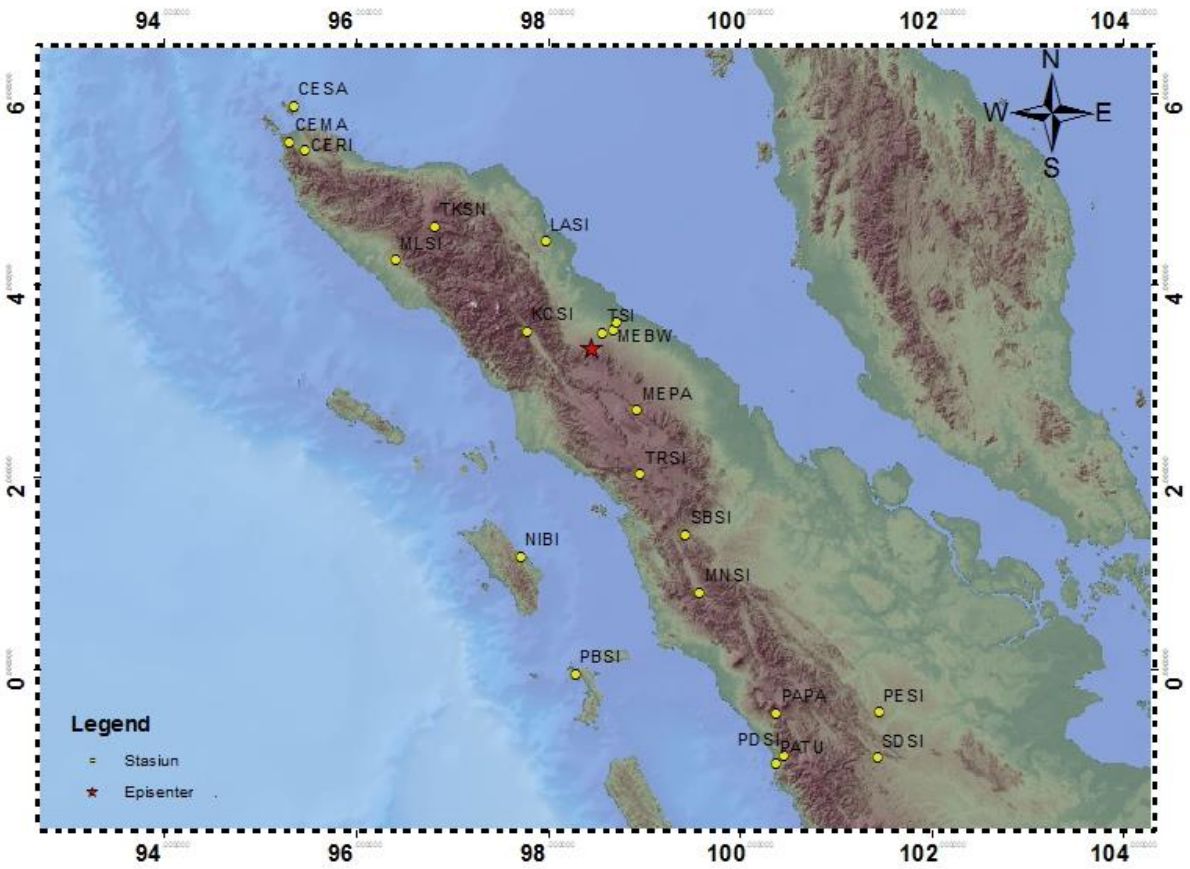


***Gambar 1** . Peta tektonik Sumatra Utara (modifikasi dari Meltzner et al., 2006)*

II. Gempabumi Kabupaten Deliserdang, Sumatra Utara 16 Januari 2017, 19:42:12 WIB

Gempabumi terjadi dengan magnitude 5.6 SR pada Senin, 16 Januari 2017 jam 19:42:12 WIB. Pusat gempa berada di kedalaman 10 km 28 km barat laut Kabupaten Deliserdang dengan episenter di darat. Peta tingkat guncangan (shakemap) BMKG menunjukkan bahwa dampak gempabumi darat gengan M5.6 tersebut dirasakan meluas di wilayah Propinsi Sumatra Utara. Gempa ini dirasakan bervariasi mulai skala intensitas II-III SIG (setara dengan II-VI MMI). Beberapa kota meraakan cukup kuat mencapai III-IV MMI diantaranya Medan dan Tebing Tinggi. Sedangkan wilayah dekat dengan episenter diperkirakan mengalami guncangan kuat sampai dengan kerusakan ringan pada skala III SIG (V-VI MMI) diantaranya dimungkinkan pada kota Sibolangit dan Karo. Kota-kota lain

mengalami dampak guncangan lebih kecil sekitar II-III MMI. Sampai saat in belum ada laporan kerusakan dari lapangan. Hasil monitoring BMKG hingga saat ini sudah terjadi 9 kali gempabumi susualn dengan kekuatan yang lebih kecil dari gempa utamanya.



Gambar 2. Peta lokasi gempabumi Kabupaten Deliserdang 16 Januari 2017, 19:42:12 WIB. Bintang warna merah menunjukkan titik epicenter gempabumi, sedangkan lingkaran warna kuning menunjukkan stasiun pencatat gempabumi.

III. Peak Ground Acceleration (PGA) Gempabumi Kabupaten Deliserdang, Sumatra Utara 16 Januari 2017, 19:42:12 WIB

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. Demikian halnya kondisi tanah setempat berupa endapan sedimen tebal dan lunak juga akan menimbulkan fenomena amplifikasi yang memperbesar nilai getaran tanah di permukaan. Nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) dari

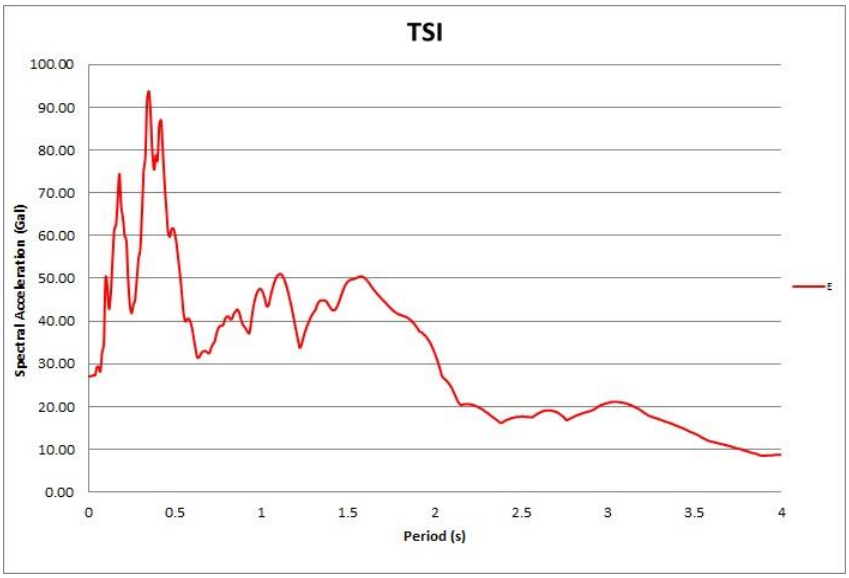
gempa bumi yang terjadi di Kabupaten Deliserdang 16 Januari 2017 jam 19:42:12 WIB dapat di lihat pada Tabel 1. Dua nilai PGA terbesar terdapat pada akselerograf Kantor Balai Besar Wilayah I Medan (MEBW) dengan nilai PGA 73.2253 gal pada jarak 34 km dari pusat gembabumi, selanjutnya adalah akselerograf Tuntungan (TSI) dengan PGA 22.1391 gal pada jarak 24.408 gal. Pengaruh lokal yaitu nilai Vs30 (*site effect factor*) pada stasiun MEBW adalah 168.78 m/s termasuk jenis tanah lunak (SNI 1726-2012). Sedangkan Vs30 pada stasiun TSI adalah sebesar 246 m/s termasuk jenis tanah sedang (SNI 1726-2012). Pengaruh lokal inilah yang menjadi salah satu faktor penyebab stasiun MEBW memiliki nilai PGA lebih besar dari stasiun TSI, meskipun jarak MEWB relatif lebih jauh dengan episenter jika dibadingkan dengan jarak TSI dengan episenter.

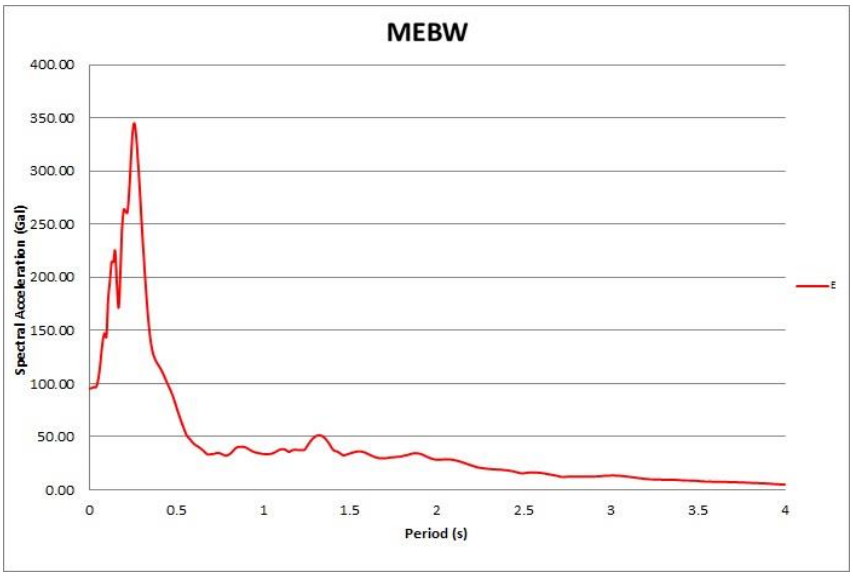
Tabel 1. Nilai Peak Ground Acceleration Gempabumi Kabupaten Deliserdang Sumatra Utara, 16 Januari 2017, 19:42:12 WIB

Gempa Bumi Deli Serdang, 16 Januari 2017, 19:42:12 WIB Lat : 3.37 LU Long : 98.46 BT, Mag= 5.6 SR, Depth= 10 Km, di 28 Km BD Kab. Deli Serdang - SUMUT												
No	Stasiun	Kode	Z(gals)	N(gals)	E(gals)	max	Intensitas Konversi (MMI)	Intensitas Konversi (SIG)	LAT Sta	LON Sta	R (Hypocentre)	Vs30
1	TUNTUNGAN	TSI	11.9065	20.3557	22.1391	22.1391	III - IV	II	3.50118	98.56457	24.408	246.00
2	BALAI BESAR WIL I MEDAN	MEBW	14.588671	29.362	73.2253	73.2253	V - VI	II	3.5395	98.674	34.713	168.78
3	STA KLIM SAMPALI MEDAN	MESA	1.661349	3.9683	4.58031	4.58031	II-III	II	3.6218	98.7148	44.148	256.87
4	KUTACANE	KCSI	1.094235	1.69379	1.33655	1.69379	I - II	I	3.522	97.77	80.126	749.00
5	STA GEOF PARAPAT MEDAN	MEPA	0.542117	1.50242	0.90011	1.50242	I - II	I	2.6952	98.9208	87.642	1564.49
6	LANGSA ACEH	LASI	1.350495	2.47337	2.83963	2.83963	I - II	I	4.45725	97.97037	136.785	170.00
7	TARUTUNG	TRSI	0.647591	1.53223	1.17373	1.53223	I - II	I	2.0256	98.9594	155.359	223.00
8	TAKENGON	TKSN	0.342032	0.79994	0.84736	0.84736	I	I	4.61711	96.8189	231.721	-
9	SIBOLGA	SBSI	0.119475	0.24134	0.31112	0.31112	I	I	1.39876	99.43094	240.143	260.00
10	MEULABOH	MLSI	0.320532	0.72728	0.82445	0.82445	I	I	4.26685	96.40398	250.993	385.00
11	STA MET BINAKA GN.SITOLI	NIBI	0.52762	0.8284	1.0223	1.0223	I	I	1.1648	97.7038	254.77	217.57
12	MANDAILING NATAL	MNSI	0.129104	0.23462	0.35215	0.35215	I	I	0.7955	99.57963	307.72	376.00
13	PULAU BATU NIAS	PBSI	0.043634	0.04183	0.06477	0.06477	I	I	-0.0547	98.28	376.365	382.43
14	STA KLIM INDRAPURI ACEH	CERI	0.161148	0.32794	0.20573	0.32794	I	I	5.4038	95.4645	404.53	300.84
15	STA GEOF MATAI ACEH	CEMA	0.123324	0.10445	0.1146	0.12332	I	I	5.496	95.296	425.733	289.10
16	STA MET COT BAU SABANG	CESA	0.082878	0.11365	0.08619	0.11365	I	I	5.8766	95.3376	447.354	621.75
17	STA GEOF PADANG PANJANG	PAPA	0.10302	0.14926	0.13124	0.14926	I	I	-0.4662	100.3796	472.293	267.24
18	PADANG	PDSI	0.028034	0.05346	0.06413	0.06413	I	I	-0.91176	100.46172	520.725	189.00
19	STA MAR TELUK BAYUR PDG	PATU	0.15638	0.23487	0.24015	0.24015	I	I	-0.9967	100.3709	525.113	167.20
20	STA MET SIMPANG TIGA PEKANBARU	PESI	nan	0.10416	0.12665	0.12665	I	I	-0.4592	101.4474	535.691	246.77
21	SUNGAI DAREH SUMBAR	SDSI	0.388334	0.1665	0.19383	0.38833	I	I	-0.93252	101.428	576.626	331.00
22	MUKO-MUKO	MKBI	0.017473	0.02998	0.024	0.02998	I	I	-2.44736	101.2396	711.718	308.68
23	STA KLIM P.BAAI BENGKULU	BEPA	0.448614	0.15028	0.13312	0.44861	I	I	-3.865	102.312	905.953	186.87
24	MUARA DUA	MDSI	0.018747	0.03518	0.03694	0.03694	I	I	-4.48604	104.17823	1075.021	213.00

III. Peak Spectral Acceleration (PSA) Gempabumi Kabupaten Deliserdang, Sumatra Utara 16 Januari 2017, 19:42:12 WIB

Dari hasil analisa *spectral acceleration* dapat dilihat nilai maksimum percepatan dicapai pada periode tertentu. Hasil analisa "quick analysis" spektra dari rekaman data akselerograf terdekat yaitu stasiun TSI dan MEBW ditunjukkan pada Gambar 3. Nilai maksimum percepatan untuk stasiun TSI dicapai pada periode 0.3 detik sebesar ± 93 gal. Sedangkan Nilai maksimum percepatan untuk stasiun MEBW dicapai pada periode 0.3 detik sebesar ± 349 gal.





Gambar 3. Spektra gelombang percepatan gempabumi Kabupaten Deliserdang 16 Januari 2017 pada dua stasiun terdekat dengan episenter (TSI dan MEBW)

IV. Shakemap

A. Shakemap Gempabumi Kabupaten Deliserdang, Sumatra Utara 16 Januari 2017 dalam Skala SIG - BMKG

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

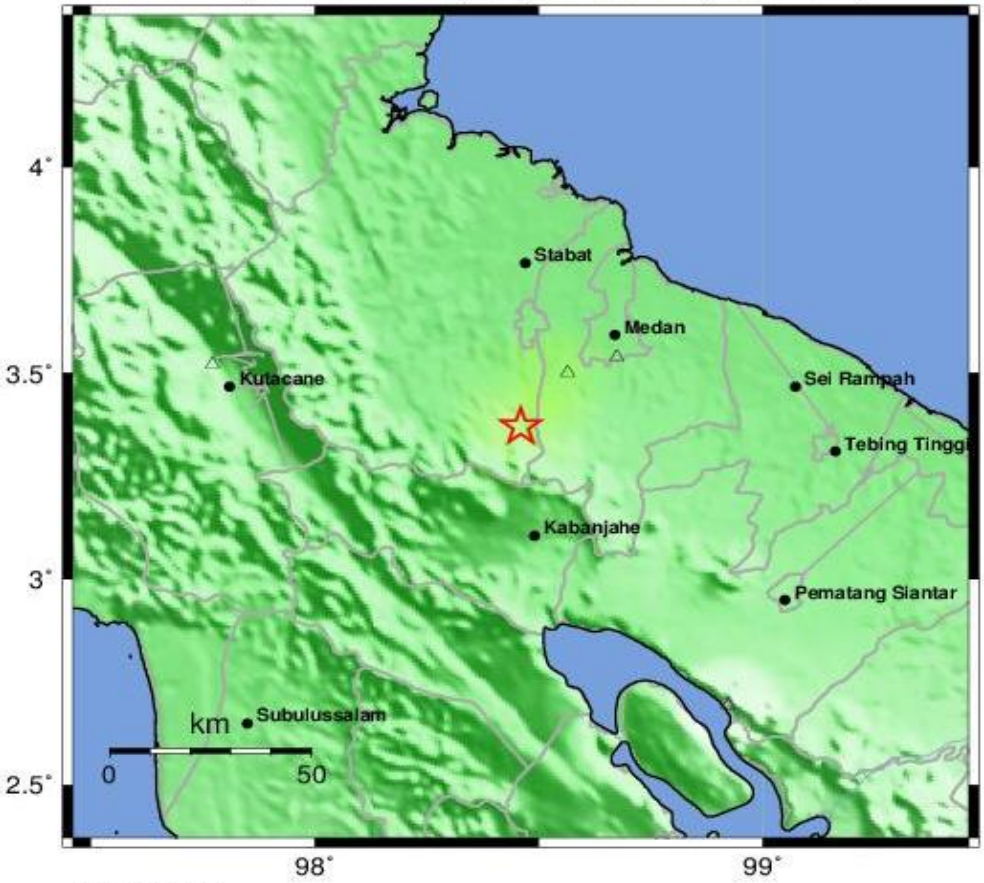
SIG-BMKG scale refered and modified from Worden et al. (2011)

Gambar 4. Shakemap Gempabumi Kabupaten Deliserdang, Sumatra Utara 16 Januari 2017 dalam Skala SIG BMKG

BMKG

BMKG ShakeMap : Northern Sumatra, Indonesia

JAN 16, 2017 19:42:12 WIB, M:5.6, 3.37LU 98.46BT, Kedlmn:10km,



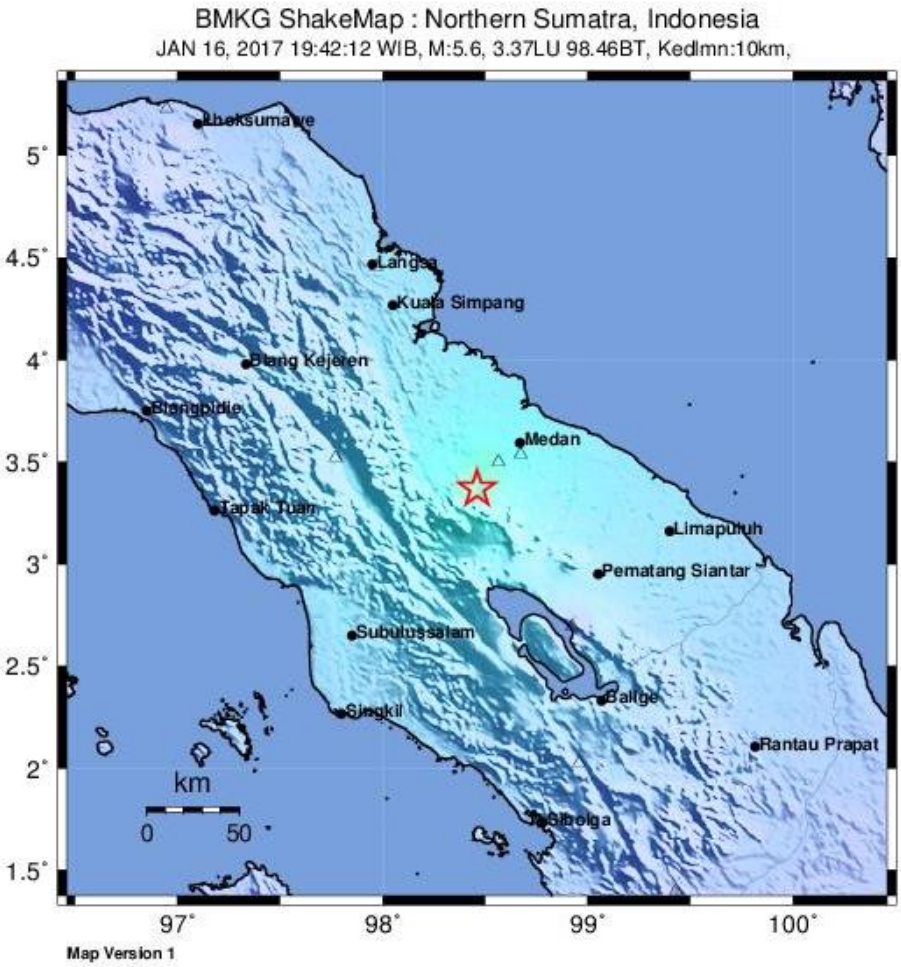
Map Version 1748

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)

Gambar 5. Shakemap Gempabumi Kabupaten Deliserdang, Sumatra Utara 16 Januari 2017 dalam Skala SIG BMKGVersi Zoom In

B. Shakemap Gempabumi Kabupaten Deliserdang, Sumatra Utara 16 Januari 2017 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+

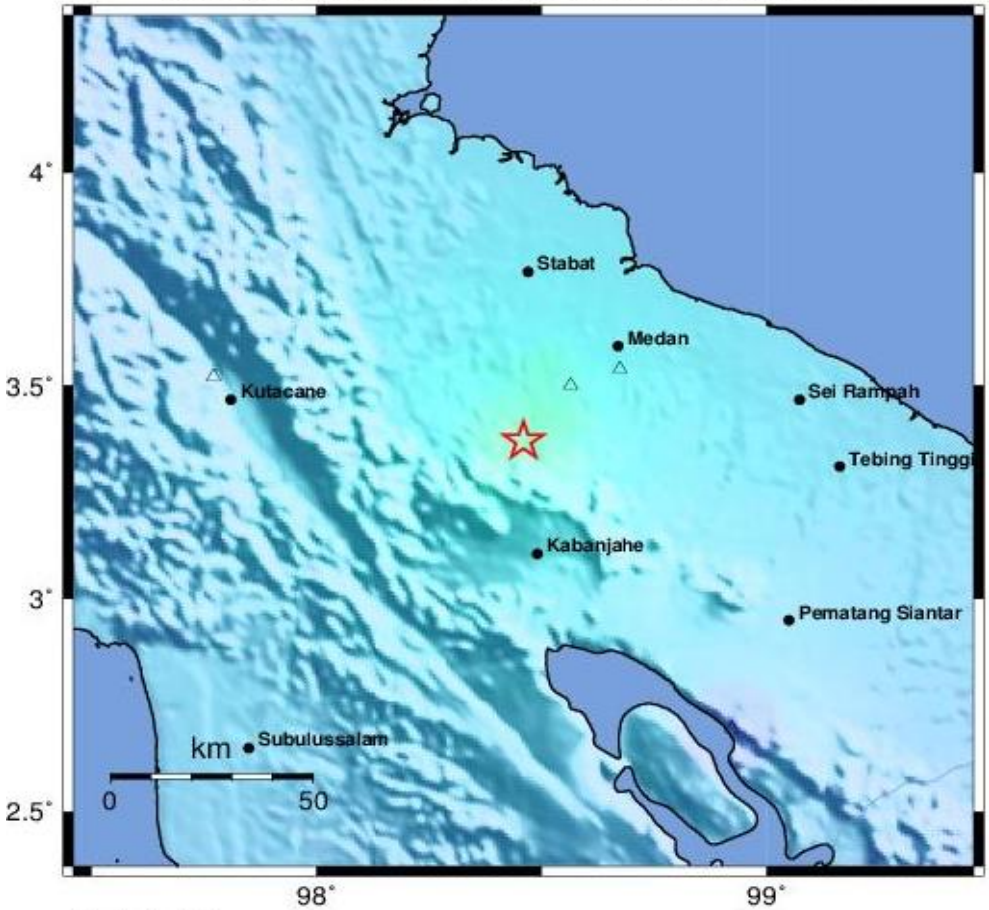
Scale based upon Worden et al. (2011)

Gambar 6. Shakemap Gempabumi Kabupaten Deliserdang, Sumatra Utara 16 Januari 2017 dalam Skala MMI

BMKG

BMKG ShakeMap : Northern Sumatra, Indonesia

JAN 16, 2017 19:42:12 WIB, M:5.6, 3.37LU 98.46BT, Kedlmn:10km,



Map Version 2171

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 7. Shakemap Gempabumi Kabupaten Deliserdang, Sumatra Utara 16 Januari 2017 dalam Skala MM Versi Zoom In

VI. 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

Lina Handayani, dkk, Segmentation of Active Micro Plate Tectonics in Northern Sumatra (Aceh) Reviewed from Earthquake Epicenter Distributio, Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, 2009.

Meltzner, A., Sieh, K., Abrams, M., Agnew, D., Hudnut, K., Avouac, J., and Natawidjaja, D., 2006, Uplift and subsidence associated with the great Aceh-Andaman earthquake of 2004, Journal of Geophysical Research, 111.

Infomasi Gempabumi-Pusat Gempabumi dan Tsunami BMKG