





PERCEIVED	Not fait	Wask	Light	Moderate	Strong	Very strong	Sevara	Vielent	Extreme
PETENTIAL DAMAGE	nan o	none	none	Very light	Light	Maxierete	Mod /Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC (%)	<0.05	0.9	2.8	8.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL.(am/a)	-0.02	0.1	1.4	4.7	8.8	20	41	85	>178
INSTRUMENTAL INTENSITY		11-111	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X +

ULASAN GUNCANGAN TANAH

AKIBAT GEMPABUMI UTARA DONGGALA SULTENG

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

I. Pendahuluan

BMKG telah melaporkan terjadinya gempa dengan magnitude 7.7 mengguncang 26 km utara Donggala-Sulteng Jumat (28/9/2018) OT 17:02:44 WIB, kedalaman 10 km yang kemudian dimutakhirkan menjadi magnitude 7.4 dengan OT 17:02:45 WIB, kedalaman 11 km. Gambar lokasi epicenter dapat dilihat pada gambar 1. Dengan memperhatikan lokasi episenter dan kedalaman hiposenter, gempabumi yang terjadi merupakan jenis gempabumi dangkal akibat aktifitas sesar Palu Koro. Hasil analisis mekanisme sumber menunjukkan bahwa gempa ini, dibangkitkan oleh deformasi dengan mekanisme pergerakan dari struktur sesar mendatar (Slike-Slip). 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 Mapaga (MPSI), berjarak sekitar 43.8 km dari pusat gempa dengan nilai percepatan tanah sebesar 138.871 gals dan merupakan nilai PGA terbesar.



Gambar 1. Peta lokasi gempabumi Utara Donggala 29 September 2018 jam 17:02:45 WIB.

II. Tatanan Tektonik Sulawesi Tengah

Pulau Sulawesi terbentuk dari proses tektonik yang rumit, sehingga memberikan bentuk kenampakan seperti sekarang. Beberapa peneliti telah mengemukakan pendapatnya tentang pembentukan Pulau Sulawesi antara lain Soekamto (1975), Hamilton (1979), Hall dan Wilson (2000). Hall dan Wilson (2000) menggunakan istilah *suture* untuk menggambarkan kerumitan tektonik yang terjadi di Indonesia, termasuk di Pulau Sulawesi, dan mengidentifikasi adanya lima *suture* di Indonesia, yaitu *Suture* Sulawesi, Maluku, Sorong, Banda, dan Kalimantan. Menurut Hall dan Wilson (2000) *suture* Sulawesi terbentuk akibat proses tumbukan antara kontinen dan kontinen (Paparan Sunda dan Australia) yang merupakan daerah akresi yang sangat kompleks, tersusun oleh fragmen ofiolit, busur kepulauan dan kontinen. Pembentukan *suture* Sulawesi diperkirakan terjadi pada Kala Oligosen Akhir dan berlanjut hingga Miosen Awal. Hingga saat ini diperkirakan deformasi tersebut masih berlangsung. Hamilton (1979) berdasarkan perbedaan litologi membagi Pulau Sulawesi menjadi empat mandala (*province*) tektonik yaitu Lengan Utara (*North Arm*), Lengan Selatan (*South Arm*), Lengan Timur (East Arm), dan Lengan Tenggara (*Southeast Arm*) (Gambar 2a).

(a)

(b)



Gambar 2. a. Gambar kiri merupakan tataan tektonik Pulau Sulawesi (Hamilton, 1979), gambar kanan merupakan pembagian segmentasi Sesar Palu Koro (Bellier et al., 2001). b. Peta sebaran pusat gempabumi merusak dan tahun kejadian di Pulau Sulawesi (modifikasi dari Supartoyo dan Surono,2008).

Daerah Sulawesi Tengah merupakan salah satu daerah rawan bencana gempabumi di Indonesia (Supartoyo dan Surono,2008), karena terletak dekat dengan sumber gempabumi yang berada di darat dan di laut. Sebaran kejadian gempabumi merusak Pulau Sulawesi ditampilkan pada Gambar 2b. Sumber-sumber gempabumi tersebut terbentuk akibat proses tektonik yang terjadi sebelumnya. Sumber gempabumi di laut berasal dari penunjaman Sulawesi Utara yang terletak di sebelah utara Pulau Sulawesi, sedangkan sumber gempabumi di darat bersumber dari beberapa sesar aktif di daratan Sulawesi Tengah, salah satunya adalah Sesar Palu Koro.

No Struc	Structure Name	Section	Mechanism	Attitude		Max.Seg.	N	Structure Name	Section	Mechanism	Attitude		Max.Seg.
				Strike	Dip	Length(Km) No	Strike				Dip	Length(Km)	
1	Palukoro Fault	Makasar Str	Left-Lateral SS		90	130	27	Besoa Valley Fault	Doda NW	Normal		60E	7
2	Palukoro Fault	Palu	Left-Lateral SS		90	31	28	Peleng		SS		90	44
3	Palukoro Fault	Saluki	Left-Lateral SS		90	44	20	Amhalang		Parrata		45	50
4	Palukoro Fault	Moa	Left-Lateral SS		90	66	29	Amoeiang		Revese		4)	50
5	Matano Fault	Kuleana	Left-Lateral SS		90	22	30	Sausu		SS		90	31
6	Matano Fault	Pewusai	Revese		45N	46	31	Tokararu		Revese		45	80
7	Matano Fault	Matano	Left-Lateral SS		90	35	32	Tondano		Normal		60	30
8	Matano Fault	Pamsoa	Left-Lateral SS		90	44	33	Poso		Reverse		45E	85
9	Matano Fault	Ballawai	Left-Lateral SS		90	26	34	Loa		SS		90	86
10	Matano Fault	Geressa	Left-Lateral SS		91	80	35	Weluki		Reverse		45W	72
11	Soroako Thrust	A	Reverse		45E	24	36	Tomini		Revese		45	59
12	Soroako Thrust	В	Reverse		45E	20	27	Terrene		00			120
13	Soroako Thrust	С	Reverse		45E	16	37			-		90	150
14	Batui Thrust		Revese		45SE	84	38	Tolo Thrust		Revese		45W	120
15	Balantak		Right-Lateral SS		90	149	39	Gorontalo	North	Strikeslip		90	74
16	Makasar Strait Thrust	North	Reverse		45E	100	40	Gorontalo	South	Strikeslip		90	70
17	Makasar Strait Thrust	Central	Reverse		45E	170	41	Walanae		Strikeslip		90	130
18	Makasar Strait Thrust	Mamuju	Reverse		45E	40	42	Kendari Fault	North	Unknown		90	24
19	Makasar Strait Thrust	Somba	Reverse		45E	80	43	Kendari Fault	Central	Unknown		90	11
20	Buton	А	Normal		60	29	44	Kendari Fault	South	Unknown		90	10
21	Buton	В	SS		90	60		N d Cl	Soun	CHKHOWH		20	10
22	Palolo	А	Normal		60	29	45	North Sulawesi Megathrust		Reverse		20S	550
23	Palolo	В	Normal		60	24	16			Deserve		45111	11
24	Bada Valley Fault	Tuare WSW	Normal		60S	16	40	мари		Reverse		43W	11
25	Bada Valley Fault	Bulili NNE	Normal		60W	26	47	Tarakan		SS			206
26	Besoa Valley Fault	EW	Normal		60N	7	48	Maleei		Reverse		45E	70

Tabel 1. Sesar - sesar di Daerah Sulawesi & sekitarnya(Tim Update Peta Gempa tahun 2017/PUSGEN)

Sesar Palu Koro merupakan sesar utama di Pulau Sulawesi dan tergolong sebagai sesar aktif (Bellier *et al.*, 2001). Wilayah Sulawesi Tengah paling tidak telah mengalami 19 kali kejadian gempabumi merusak (*destructive earthquake*) sejak tahun 1910 hingga 2013 (modifikasi dari Supartoyo dan Surono, 2008). Beberapa kejadian gempa bumi merusak tersebut pusat gempabuminya terletak di darat. Kejadian gempa bumi dengan pusat gempa bumi terletak di darat di sekitar lembah Palu Koro diperkirakan berkaitan dengan aktivitas Sesar Palu.

Sesar Palu-Koro sendiri terbentuk dari tumbukan yang juga dihasilkan oleh NNW-SSE Palu-Koro dengan gerakan sesar sinistral (mengiri). Pergerakan sesar ini juga di karenakan oleh gaya transtensional, yang terdiri dari gaya transpressive (menekan) dan extensional (perluasan). Patahan Palu-Koro memanjang dari palu ke arah Selatan Tenggara melalui Sulawesi Selatan bagian Utara melewati Teluk Palu menuju ke Selatan Bone sampai di laut Banda. Sesar ini diduga sebagai salah satu sesar yang sangat mengkhawatirkan. Pergeseran pada lempeng-lempeng tektonik yang cukup aktif di sesar Palu Koro membuat tingkat kegempaan di wilayah itu juga dikategorikan cukup tinggi. Wilayah yang rawan akibat aktivitas sesar ini, antara lain Kabupaten Buol, Tolitoli, Donggala, dan Kota Palu.

III. Peak Ground Acceleration (PGA) Donggala, 28 September 2018 17:02:45 WIB

Pusat gempa yang kuat menyebabkan gempa dirasakan dibanyak lokasi. Hasil dari catatan rekaman akselerograf, wilayah dengan level guncangan tertinggi memiliki nilai guncangan VI-VII MMI yang berlokasi di daerah Mapaga dan sekitarnya. Wilayah Poso dan sekitarnya mengalami getaran sebesar VI MMI. Kondisi ini, diperkirakan akan berdampak kerusakan pada bangunan sederhana. Dari hasil monitoring BMKG hingga Pukul 02.55 WIB, telah terjadi 76 Gempabumi susulan yang tercatat, dengan magnitude terbesar M6,3; dan terkecil M2.9. Gempa ini mengakibatkan tsunami.

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. Berikut adalah nilai Peak Ground Acceleration (PGA) dari gempa bumi yang terjadi di Utara Donggala Sulawesi Tengah tanggal 28 September 2017 jam 17:02:45 WIB.

Tabel 2. Nilai Peak Ground Acceleration Gempabumi 28 September 2018, jam

17:02:45 WIB, Kedalaman 11 km, M 7.4, Dongg

No	KODE STA	LAT	LON	R (Hypocentre)	E(gals)	N(gals)	Z(gals)	Intensitas (MMI)	Site Class
1	MPSI	0.3374	119.898	43.8	95.057	138.871	84.377	VI-VII	С
2	PMCI	-1.42	120.65	138.3	124.956	115.983	40.964	VI	D
3	MRSI	0.4771	121.941	218.2	4.963	4	2.524		-
4	MSBA	-2.555	120.324	244.2	25.798	15.809	5.562	IV	D
5	SMSI	0.9885	122.365	283.3	2.504	2.378	1.676		-
6	TTSI	-30.451	119.819	294.5	19.028	19.167	13.8	IV	D
7	LUWI	-10.418	122.772	311.9	8.081	-	7.086	III-IV	-
8	GMCI	0.63	122.85	319.9	14.264	14.466	7.11	IV	D
9	ВКВ	-11.073	116.905	324.9	2.062	-	1.074	11-111	D
10	BGKI	-1.25	116.91	329.3	3.43	2.965	1.7	-	D
11	MJNE	-3.55	118.98	364.1	32.824	36.969	14.39	IV-V	С
12	BNSI	-44.006	120.106	445.9	9.289	8.959	6.094	III-IV	-
13	BASO	-4.53	119.62	460.7	4.297	4.542	3.802		-
14	KDRI	-3.97	122.59	493.8	1.471	1.479	0.735	III-IV	E
15	MKS	-52.178	119.469	538.3	8.832	6.406	5.63	III-IV	В
16	BKSI	-53.219	120.122	548.5	1.718	1.233	0.914	Ш	А
17	SUHA	49.975	119.572	557.5	0.799	0.824	0.448	11-111	С
18	SUPA	49.975	119.572	557.5	1.379	1.352	0.429	===	-
19	BSSI	-61.428	120.49	642.7	1.541	1.195	0.791	III	-
20	SANI	-20.479	125.988	687	0.309	-	0.198	Ш	-
21	NLAI	-3.239	127.1	848.5	0.483	0.463	0.462	П	D
22	DBNI	-85.019	118.312	918.5	1.34	0.839	0.579		A
23	BMNI	-8.488	117.413	940.6	0.447	0.322	0.447		E
24	EDFI	-87.497	121.69	950.4	0.135	0.128	0.118	1-11	-
25	MMRI	-86.357	122.238	952.4	0.215	-	0.186	1-11	-

WAVEFORM STASIUN PCI (PALU CELEBES INDONESIA)





WAVEFORM STASIUN PCI (PALU CELEBES INDONESIA)



WAVEFORM STASIUN PCI (PALU CELEBES INDONESIA)

BMKG

Gambar 3. Waveform gelombang percepatan gempabumi Utara Donggala jam 17:02:45 WIB pada Stasiun PCI

IV. Peak Spectral Acceleration (PSA) Gempa Bumi Donggala, 28 September 2018 17:02:45 WIB

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 MPSI dan PMCI ditunjukkan pada Gambar 4.





Gambar 4. Spektra gelombang percepatan gempabumi Utara Donggala jam 17:02:45 WIB pada Stasiun MPSI dan PMCI

Hasil analisa *Peak Spektra Acceleration* (PSA) dari stasiun MPSI, yang merupakan stasiun paling dekat dengan *epicenter* (43.8 km) memiliki nilai PSA sebesar 677 gals pada periode 0.2 - 0.3 detik untuk komponen N-S , 419 gals pada periode 0.2 detik untuk komponen E - W, dan 317 gals pada periode 0.1 - 0.2 detik untuk komponen Z. Jika dilihat dari nilai PSA ini, wilayah disekitar stasiun MPSI memiliki estimasi tingkat guncangan terbesar yang kemungkinan akan dialami oleh bangunan lantai 2 - 3 atau setaranya dan atau bangunan lain dengan ketinggian yang sama. Dimana periode menggambarkan tinggi struktur suatu bangunan.

Sedangkan untuk stasiun PMCI yang memiliki jarak dengan *epicenter* 138 km memiliki PSA sebesar 352 gals pada periode 0.2 - 0.3 detik untuk komponen N - S , 498 gals pada periode 0.2 - 0.3 detik untuk komponen E-W, dan 110 gals pada periode 0.4 - 0.5 detik untuk komponen Z.

V. Shakemap Corrected

Shakemap corrected yang dihasilkan terdiri dari hasil proses otomatis (modelling dengan data rekaman akselerometer) yang dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6. Sedangkan pada gambar 7 dan 8 merupakan peta estimasi guncangan (Shakemap) otomatis yang ditambahkan data laporan masyarakat di lapangan. Berdasarkan hasil peta estimasi guncangan gempabumi (Shakemap) yang sudah ditambahkan data laporan dari masyarakat, daerah Palu merasakan guncangan sebesar VIII-IX MMI, Buranga sebesar VII-VIII MMI, Sabang VI-VII MMI , Donggala sebesar VI MMI , Poso VI MMI , Parigi V-VI MMI, Pasangkayu V MMI, Ampana, Kasongan, Buol dan Toli toli memiliki estimasi guncangan sebesar IV MMI.

Shakemap otomatis corrected Gempabumi Utara Donggala 28 September 2018 dalam MMI





Gambar 5. Shakemap Gempabumi Utara Donggala tanggal 28 September 2018 jam 17:02:45 WIB dalam MMI

Shakemap otomatis corrected Gempabumi Utara Donggala 28 September 2018 dalam MMI (Zoom-in)





Gambar 6. Shakemap Gempabumi Utara Donggala tanggal 28 September 2018 jam 17:02:45 WIB dalam MMI - Zoom in

VI

VII

VIII

٧

INTENSITY

11-111

I n erial. (2011) IV

Shakemap otomatis corrected Gempabumi Utara Donggala 28 September 2018 dalam MMI (ditambahkan dengan data laporan masyarakat di lapangan)





Gambar 7. Shakemap Gempabumi Utara Donggala tanggal 28 September 2018 jam 17:02:45 WIB dalam MMI (penambahan laporan dari masyarakat)

Shakemap otomatis corrected Gempabumi Utara Donggala 28 September 2018 dalam MMI (ditambahkan dengan data laporan masyarakat di lapangan) – zoom in





Gambar 8. Shakemap Gempabumi Utara Donggala tanggal 28 September 2018 jam 17:02:45 WIB dalam MMI (penambahan laporan dari masyarakat)- zoom in

V. Dampak Kerusakan Gempabumi

Data BNPB mencatat banyak kerusakan bangunan hingga fasilitas publik. Berikut data dan kerusakan di Palu dan sekitarnya:

- 1. Berbagai bangunan, mulai rumah, pusat perbelanjaan, hotel, rumah sakit, dan bangunan lainnya ambruk sebagian atau seluruhnya. Diperkirakan puluhan hingga ratusan orang belum dievakuasi dari reruntuhan bangunan.
- 2. Pusat perbelanjaan atau mal terbesar di Kota Palu, Mal Tatura, ambruk.
- 3. Hotel Roa-Roa berlantai delapan yang berada di Jalan Pattimura, Kota Palu, rata dengan tanah. Dilaporkan, di hotel yang memiliki 80 kamar itu terdapat 76 kamar yang sedang terisi oleh tamu hotel yang menginap.
- 4. Arena Festival Pesona Palu Nomoni, puluhan hingga seratusan orang pengisi acara, sebagian merupakan para penari, belum diketahui nasibnya.
- 5. Rumah Sakit Anutapura yang berlantai empat, di Jalan Kangkung, Kamonji, Kota Palu, roboh.
- 6. Jembatan Ponulele yang menghubungkan antara Donggala Barat dan Donggala Timur,roboh. Jembatan berwarna kuning yang menjadi ikon wisata Kota Palu roboh setelah diterjang gelombang tsunami.
- 7. Jalur Trans Palu-Poso-Makassar tertutup longsor.
- 8. Tujuh gardu induk PLN padam usai gempa mengguncang Sulawesi Tengah, khususnya di Palu dan Donggala. Saat ini, baru dua gardu induk yang bisa dihidupkan kembali.
- 9. Jaringan komunikasi di Donggala dan Palu terputus karena padamnya pasokan listrik PLN. Terdapat 276 base station yang tidak dapat dapat digunakan.
- 10. Terjadi kerusakan di bangunan tower Bandara Mamuju, dan pergeseran tiang tower di Bandara Liwuk Bangai, namun masih berfungsi.
- 11. Sejumlah pelabuhan mengalami kerusakan. Pelabuhan Pantoloan, Kota Palu, rusak paling parah. Quay crane atau kran peti kemas yang biasanya digunakan untuk bongkar muat peti kemas roboh. Di Pelabuhan Wani, bangunan dan dermaga mengalami kerusakan. KM Sabuk Nusantara 39 terhempas tsunami ke daratan sejauh 70 meter dari dermaga.

Dokumentasi kerusakan bangunan :



Kerusakan di Salah Satu Pusat Perbelanjaan Palu, sumber : tribunnews



Kerusakan di Hotel Roa-Roa, sumber : tribunnews



Kerusakan di RSU Anutapura, sumber : MNC Media



Kerusakan di Kampus IAIN Palu, sumber : detik.com



Kerusakan di Beberapa Lokasi di Kota Palu

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/s² (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 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, Cambridge 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.