



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 22%

Date: Selasa, Juli 23, 2019

Statistics: 719 words Plagiarized / 3236 Total words

Remarks: Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

Plagiarism Checker X Originality Report Similarity Found: 30% Date: Sunday, June 23, 2019 Statistics: 1019 words Plagiarized / 3045 Total words Remarks: Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR... Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 121 PERMODELAN JALUR RUPTURE DAN TSUNAMI DALAM UPAYA MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI (STUDI KASUS GEMPA JEPANG 11 MARET 2011 PUKUL 05.46 UTC) Deassy Siska¹, Nova Purnama Lisa² Universitas malikussaleh Email: deassy@ymail.com¹, novapurnama@unimal.ac.id² ABSTRAK Bencana tsunami terbesar melanda Aceh Desember 2004 silam.

Hampir 13 tahun sudah bencana besar ini tetap terekam dalam ingatan dengan ribuan korban jiwa dan miliaran kerugian harta benda. Peristiwa ini dan kejadian gempa lainnya seperti gempa Jogja 2006 dan gempa Flores 1992, kini kita kenang kembali. Selain itu, Bencana dahsyat yang terjadi di Jepang Jumat 11 Maret 2011 telah menggemparkan dunia dan tentunya seluruh penduduk Jepang.

Peristiwa bencana alam paling besar yang terjadi pertama kali dalam sejarah Jepang, merupakan bencana bersusulan dari mulai bencana gempa dan tsunami. Peristiwa gempa yang terakhir lainnya di Aceh tepatnya di Pidie jaya adalah Pada tanggal 7 Desember 2016 telah terjadi gempabumi dengan kekuatan 6.5 Mw yang epicenternya berada di 5.281oN dan 96.108oE (Sumber USGS) dengan kedalaman pusat gempabumi diperkirakan berada di sekitar 8.7 km.

Rupture adalah rekahan gempa bumi yang sudah terpola dan muncul pada saat terjadinya gempa. Jalur rupture ini memiliki struktur tanah yang cenderung tidak stabil

bila dibandingkan dengan kawasan lainnya diluar area rekahan. Dengan menganalisa jalur rupture, maka perencanaan perumahan dan permukiman dengan struktur bangunan tahan gempa diharapkan dapat lebih terfokus pada wilayah yang diperkirakan memiliki struktur tanah yang tidak stabil dan berpotensi terjadi hentakan serta rupture yang besar.

Sehingga lebih tepat sasaran dan dapat meminimalisir kerusakan bangunan dan korban jiwa pada saat terjadinya gempa bumi. Penelitian ini dilakukan di laboratorium geofisika UGM pada tahun 2012. Penelitian ini mengambil data sekunder sinyal seismogram dari beberapa posisi seismograf di stasiun BMKG Sumatera Barat pada tanggal 11 Maret 2011.

Melalui analisa seismic, sinyal seismogram ini di olah dengan software geopsy yang dipadukan dengan peta digital sehingga menghasilkan permodelan rupture dan tsunami. Kata Kunci : Rupture, gempa bumi tektonik, jalur rekahan gempa, tsunami. PENDAHULUAN Jepang diapit oleh 4 lempeng yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, Filipina dan Amerika Utara.

Di bagian Selatan, lempeng Filipina bergerak menghunjam lempeng Eurasia yang memotong Pulau Honshu di daerah Kansai. Bagian tengah dan Utara merupakan Lempeng Amerika Utara yang bergerak juga bergerak kearah Lempeng Eurasia, dimana lempeng Amerika Utarapun dihunjam oleh Lempeng Pasifik. Hal ini menjadikan Jepang memiliki frekuensi gempa yang termasuk paling tinggi di dunia.

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak diantara beberapa patahan lempeng besar benua yaitu lempeng Eurasia dan lempeng Filipina di sebelah utara, lempeng Australia di bagian selatan, dan lempeng Pasifik di bagian timur kepulauan. Hal ini mengakibatkan Indonesia menjadi salah satu kawasan dengan zona seismic tertinggi di dunia.

Gempa bumi adalah peristiwa pelepasan energi secara tiba-tiba didalam kerak bumi yang mengakibatkan getaran di permukaan tanah. Getaran tersebut menjalar ke segala arah sebagai Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR ... 122 Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 gelombang seismik yang merambat dari pusat gempa melalui bagian dalam hingga ke permukaan bumi.

Perambatan gelombang seismik dari pusat gempa ke stasiun pengamatan ditangkap pada sebuah alat yang dinamakan seismometer. Seismometer merekam gerakan tanah akibat gempa bumi dan rekaman datanya disebut dengan seismogram. Seismogram ini dapat digunakan untuk menentukan parameter gempa bumi, diantaranya waktu

kejadian gempa, kedalaman hiposenter, posisi episenter, intensitas dan kekuatan gempa bumi. Secara umum gempa bumi seringkali berdampak pada rekah dan patahnya permukaan bumi yang secara regional dikenal sebagai deformasi kerak bumi.

Deformasi kerak bumi dapat mengakibatkan permukaan daratan rekah dan terpatahkan hingga mencapai areal yang sangat luas. Salah satu bukti nyata terjadinya rekahan (ground rupture) adalah di kota Los Angeles dengan nama rekahannya San Andreas. Disana terlihat rekahan panjang pada jalur patahan. Rekahan panjang ini disebabkan oleh gempa yang terjadi pada bulan Februari tahun 1976 pada areal seluas 12.000 km² yang terletak di jalur patahan San Andreas, 65 km di sebelah utara kota Los Angeles.

Jalur rekahan ini terjadi karena mengalami pengangkatan (uplifted) oleh pergeseran sesar San Andreas. Contoh lain dari deformasi kerak bumi ini adalah gempa bumi yang terjadi pada tahun 1964 di Alaska yang menghasilkan suatu rekahan dan patahan serta deformasi batuan seluas 260.000 km² yang terdiri dari dataran pantai dan dasar laut secara lokal terangkat setinggi 2 meter dan secara regional mencapai 16 meter.

Runtuhnya tanah akibat rekahan gempa ini dapat berdampak pada bangunan dan sarana permukiman. Potensi bencana gempa bumi dan tsunami di Indonesia, karena terletak pada batas pertemuan tiga lempeng tektonik bumi yang sangat aktif, merupakan wilayah sangat rawan terhadap gempa-gempa tektonik. Sebagian sumber gempa buminya berada di bawah laut sehingga berpotensi tsunami.

Daerah dengan potensi gempa tinggi ini dapat dikaji dengan beberapa metoda, utamanya: metoda geologi (paleoseismik, paleogeodesi), seismik, dan geodesi (GPS). Studi paleoseismik dan paleogeodesi dapat mengungkap sejarah siklus gempa bumi di suatu wilayah selama ratusan bahkan ribuan tahun, sehingga kita dapat mengetahui status suatu sumber gempa bumi besar dalam siklusnya.

Dari data seismik kita dapat mengetahui dimana terdapat "seismic gap" yang artinya wilayah yang sepi gempa dalam angka waktu cukup lama tetapi mungkin sudah mengakumulasi energi regangan yang sangat besar. Data GPS (Global Positioning System) memberikan indikasi langsung apakah suatu zona patahan terkunci (= "locked zone") atau berpotensi seismik atau tidak.

Sumatra Lempeng Hindia-Australia menunjam dengan kecepatan sekitar 50 sampai dengan 70 mm/tahun di sepanjang palung Sunda (Sumatra-Jawa-NTT) yang merupakan zona subduksi. Potensi gempa "megathrust" dari zona subduksi bervariasi di sepanjang jalur tergantung dari segmentasi patahan dan besarnya wilayah yang terkunci ("locked zone"), dan juga sejarah siklus gempanya.

Tiga parameter ini menentukan dimana terdapat banyak akumulasi energi regangan (tektonik) yang dapat menghasilkan gempa besar di kemudian hari. Rupture/rekahan Pada saat terjadinya gempa tektonik, adalah suatu hentakan pada hiposenter yang mengalirkan gelombang seismik secara sirkular yang menyebar ke segala arah. Penyebaran gelombang seismik ini akan menyebabkan terjadinya robekan-robekan kecil pada kerak bumi dibawah permukaan sepanjang bidang robekan.

Robekan kecil inilah yang dinamakan dengan rupture/rekahan. Pada bidang patahan, rekahan baru akan terlihat setelah deformasi batuan bergeser. Pada saat pergeseran deformasi batuan diantara kedua lempeng tersebut, maka terjadilah robekan-robekan disepanjang Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR... Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 123 bidang patahan. Robekan ini terjadi karena struktur batuan yang kaku dan tidak elastis.

Dibawah ini adalah beberapa contoh rupture yang terjadi pada saat gempa bumi berlangsung. Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam berada dalam wilayah rawan gempabumi. Jumlah kejadian gempabumi cukup tinggi rata-rata 13 kali per bulan untuk gempabumi berkekuatan di atas 4 SR (BMKG Aceh, 2011). Dari catatan terjadinya gempabumi tektonik sejak tahun 1900 sampai dengan 2010 sekitar 95% sumber gempa berada di bawah Samudra Hindia (BMKG Aceh, 2010).

Dengan jarak yang relatif lebih dekat ke arah sumber gempabumi, wilayah pantai merupakan zona yang lebih besar kemungkinan menerima energi gempabumi dan akan berimplikasi pada kerusakan yang lebih besar dibandingkan dengan daratan yang menuju ke arah timur. Dari peta sebaran pusat gempabumi di Pulau Sumatra dari tahun 2000 sampai dengan 2010 (lihat Gambar 1 Rekahan gempa disepanjang bidang patahan di wilayah Arab Saudi sepanjang 8 km akibat gempa tanggal 19 Mei 2009 (<http://www.livescience.com/29710-unexpected-volcanic-activity-saudi-arabia.html>) Gambar 2.

Rekahan gempa San Andreas di California. Gambar 3 Jalur rekahan gempa yang terlihat di perkebunan Canterbury, New Zealand akibat gempa Darfield yang terjadi pada tanggal 4 Sep 2010. Gambar 4. Rupture gempa bumi 7 Desember 2016 di Pidie Jaya, Aceh. (<https://www.theweathernetwork.com/us/news/articles/indonesia-earthquake-leaves-scores-dead-many-injured/75641/>).

Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR ... 124 Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 Gambar 5) ada kecenderungan konsentrasi pusat gempabumi lebih banyak di wilayah lepas pantai. Gambar 5. Sebaran pusat gempabumi

di P. Sumatra dari Tahun 2000 sampai 2010 (USGS, 2010) Metode Penelitian Penelitian ini menggunakan data sekunder untuk event gempa pada tanggal 11 Maret 2011 dari stasiun Geofisika Padang, Sumatera Barat, dengan sumber gempa bumi Tohoku, Jepang pada pukul 05:46 UTC (pukul 14:46 waktu setempat), kedalaman 24 km, magnitudo Mw 9.0.

Data parameter sumber didapat dari situs web USGS (<http://earthquake.usgs.gov>). Perangkat lunak yang digunakan adalah: ? Geopsy: perangkat lunak yang digunakan untuk menampilkan bentuk gelombang dan pengolahan sinyal dalam bidang seismologi dan geofisika. ? Warangps: digunakan untuk menganalisis bentuk Array Response Function dari posisi stasiun array.

? Matlab 7 (2010) ? SeisGram2k: digunakan untuk picking waktu tiba gelombang P dan gelombang spada sinyal gempa 11 maret 2011 yang berpusat di Tohoku, Jepang. ? Google Earth dan ArcGis, digunakan untuk membuat peta arah dan jalur rekahan gempa. Gambar 6. Sebaran pusat gempa bumi di P. Sumatra dari Tahun 2000 sampai 2010 (USGS, 2010) Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR... Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 125 HASIL DAN PEMBAHASAN Gelombang seismik yang dibangkitkan oleh gempa Tohoku 2011 terekam oleh jaringan seismometer seluruh dunia.

Perubahan muka bumi secara vertikal maupun horizontal terekam di stasiun Global Positioning System (GPS) kontinu yang sangat padat yang berada di seluruh Jepang (GEONET). Satelit dengan sensor SAR seperti ALOS/PALSAR merekam perubahan muka bumi relatif terhadap arah pandang satelit. Getaran pergerakan permukaan bumi yang dikarenakan oleh gempa terekam oleh jaringan stasiun yang dikoordinir oleh Center for Engineering Strong Motion Data (CESMD).

Tsunami yang dibangkitkan oleh gempa menjalar ke seluruh penjuru samudra pasifik, penjalaran tsunami ini terekam di stasiun pengamatan muka air yang dikelola oleh beberapa lembaga (NOAA, JMA, JAMSTEC). Keseluruh data yang terekam ini dapat digunakan untuk mengestimasi model sumber gempa Tohoku 2011. . Data Pengamatan Gempa Gambar 7. Sinyal Seismogram pada stasiun SP5 untuk event gempa pada pukul 05.46 UTC (atas).

Sinyal seismogram pada stasiun SP5 untuk event gempa pada pukul 05.46 UTC yang telah melalui tahapan filtering band pass 0,6 Hz – 1,3 Hz untuk event gempa 11 maret 2011 pukul 05.46 UTC (bawah). Gambar 8. Arah rekahan energi maksimum gempa bumi Tohoku, Jepang (11 Maret 2011; 05.46.24 UTC; 142.3720BT; 38.2970 LS; Mw.

9,0)berawal dari 225,40 timur laut episentrum menuju 220,30 tenggara episentrum. Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR ... 126 Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 Runtutan gerakan rekahan gempa pada tanggal 11 Maret 2011 di Tohoku, Jepang menunjukkan arah yang signifikan menuju tenggara episentrum atau mendekati daerah palung laut yang kapasitas airnya sangat banyak sehingga terjadi perbedaan dasar laut di perbatasan lempeng antara lempeng Pasifik dan lempeng Amerika Utara.

Terjadinya perubahan ketinggian dasar laut ini disebabkan energi gempa yang sangat besar sehingga terjadi sobekan di daerah sekitar patahan palung laut Jepang. Perubahan ketinggian dasar laut ini yang mengakibatkan melonjaknya jumlah air yang terhempas kearah pantai yang disebut tsunami, karena hampasan air sangat besar, sehingga hampir seluruh daratan kepulauan Jepang terkena tsunami hebat.

Tsunami inilah yang mengakibatkan jatuhnya ribuan korban jiwa serta rusaknya berbagai fasilitas infrastruktur serta yang terhebat adalah hancurnya reaktor nuklir Jepang. Japan Meteorological Agency (JMA) mendistribusikan data hasil pengamatan berupa posisi pusat gempa dan sebaran gempa susulan dan intensitas gempa (Gambar 9) yang disebabkan oleh gempa 11 Maret 2011.

Sebaran gempa susulan berada dalam area yang cukup luas yaitu dengan panjang sekitar 650 km dan lebar sekitar 400 km (termasuk outer-rise). Peta intensitas menunjukkan bahwa daerah yang diguncang gempa dengan intensitas di atas 6 (skala JMA) mencakup kawasan-kawasan Miyagi, Fukushima, Ibaraki, dan Tochigi. Model Sumber Gempa dan Tsunami Saat ini sudah terdapat banyak model sumber gempa Tohoku 2011 yang diestimasi dengan menggunakan data-data seismologi, geodetik, dan/atau tsunami. Meskipun model-model ini secara detail ada perbedaan, tetapi secara garis besar dapat diperoleh kesamaan antara satu dengan yang lainnya.

Disini akan diperlihatkan secara singkat mengenai model-model sumber gempa yang ada untuk kejadian gempa ini dengan menggunakan jenis data yang berbeda- beda. Berikut ini adalah beberapa hasil estimasi model sumber gempa 2011. Model sumber gempa memerlukan waktu untuk diestimasi yang lebih lama dibandingkan dengan determinasi pusat gempa dan kekuatan gempa yang Gambar 9.

Peta lokasi pusat gempa dan distribusi gempa susulan kejadian tahun 2011 (JMA). Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR... Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 127 dikeluarkan oleh JMA maupun USGS. Dengan menggunakan data yang lebih banyak maka model sumber gempa dapat memberikan proses gempa yang lebih teliti dibandingkan dengan determinasi pusat gempa dan

kekuatan gempa dengan menggunakan gelombang seismik.

Model sumber gempa oleh USGS Model finite fault dari USGS menggunakan gelombang P, dan gelombang perioda panjang dari gelombang permukaan (long period surface wave). Model sumber gempa hasil inversi gelombang seismik ini ditunjukkan berupa seberapa besar bidang antar muka lempeng bergerak (slip) dikarenakan oleh gempa. Dalam model yang diestimasi oleh USGS memiliki nilai slip yang paling besar sebesar 33 meter di lokasi yang sangat dekat dengan palung Jepang (Error! Reference source not found.2.7). Model ini menggunakan sudut strike 195° dan kemiringan dip 10° untuk memperoleh tingkat kecocokan terhadap data yang bagus.

Momen seismik yang dilepaskan oleh gempa dengan model ini diestimasi sebesar $4,9 \times 10^{22}$ N.m yang setara dengan Mw 9,0. Model sumber gempa oleh Yagi (2011) Yagi (2011) memberikan estimasi model sumber gempa dengan menggunakan data seismik. Dalam model ini nilai slip maksimum sebesar 25 meter yang berada hampir tepat di hiposenter gempa yang berposisi di 38,103 LU dan 142,860 BT dan kedalaman 26 km.

Dalam model ini ditunjukkan bagaimana perambatan slip ini terjadi disetiap interval waktu 1 detik. Perambatan gempa berawal dari pusat gempa kemudian ke arah palung Jepang kemudian ke arah selatan pusat gempa. Model ini menggunakan sudut strike 200°, kemiringan dip 13°, dan arah slip 83°.

Momen seismik yang dilepaskan oleh gempa dengan model ini diestimasi sebesar $4,5 \times 10^{22}$ N.m yang setara dengan Mw 9,0. Secara garis besar model gempa ini dapat menjelaskan gelombang seismic yang terekam. Model penjalaran dan rendaman tsunami Dengan menggunakan model sumber gempa dapat dihitung perubahan dasar laut dan perubahan permukaan laut yang diakibatkan oleh gempa tersebut. Kemudian perubahan permukaan laut ini dapat dijadikan masukan untuk model penjalaran dan rendaman tsunami.

Disini digunakan model sumber gempa oleh Gusman dan Tanioka (2011) yang telah diimprovisasi untuk Gambar 10. Distribusi slip untuk gempa Tohoku 2011. Latar belakang adalah batimetri, bintang merepresentasikan pusat gempa (38,32° LU dan 142,37° BT), lingkaran abu-abu merepresentasikan gempa susulan, dan garis merah merupakan batas lempeng tektonik (USGS).

Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR ... 128 Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 simulasi penjalaran dan rendaman tsunami. Gambar 11 menunjukkan potongan animasi penjalaran gelombang tsunami 2011 dari waktu ke waktu. Dari potongan animasi ini tampak bahwa gelombang tsunami sudah sampai

kedaratan setidaknya 20 menit setelah kejadian gempa.

Dari animasi penjalaran tsunami dilautan lepas tampak bahwa tsunami merambat dengan kecepatan yang lebih tinggi ketika berada di perairan yang lebih dalam dibandingkan dengan penjalaran di perairan dangkal, tampak bahwa semakin dekat ke darat kedalaman perairan menjadi semakin dangkal. Model rendaman tsunami dilakukan untuk kawasan landai pesisir Sendai.

Berdasarkan rekaman CCTV di bandara udara Sendai tsunami tiba pada pukul 15:57 JST atau sekitar 71 menit setelah gempa terjadi. Model rendaman menunjukkan bahwa tsunami merendam kawasan bandara udara Sendai 72 menit setelah gempa terjadi dengan tinggi sekitar 10 meter dari permukaan laut (Gambar 11). Hal ini menunjukkan bahwa model dapat merekonstruksi waktu tiba gelombang tsunami dengan sangat baik.

Maka dari itu pemodelan penjalaran dan rendaman tsunami dengan menggunakan model yang lebih realistis mungkin dapat digunakan sebagai perangkat yang menunjang sistem peringatan dini tsunami jika estimasi sumber model dapat dilakukan dengan waktu yang lebih singkat. KESIMPULAN Gambar 11 Potongan animasi penjalaran gelombang tsunami yang dibangkitkan oleh gempa Tohoku 2011. Waktu menunjukkan menit setelah gempa terjadi.

Model sumber gempa yang lebih detail dapat memberikan proses gempa serta sumber pembangkitan tsunami yang lebih akurat. Saat ini, untuk memperoleh model sumber gempa yang detail diperlukan waktu beberapa hari setelah gempa terjadi. Hal ini disebabkan pengolahan data seismik, tsunami, atau geodetik untuk pembuatan model masih belum dapat sepenuhnya dilakukan secara otomatis.

Dari sumber pembangkitan tsunami dapat dilakukan model Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR... Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 129 penjalaran tsunami dan model rendaman tsunami dengan hasil yang mendekati dengan kejadian sebenarnya. Saat ini sistem peringatan dini berisi informasi waktu tiba dan tiga kategori tinggi tsunami.

Peringatan tsunami yang telah disebarkan tidak memuat estimasi mengenai daerah genangan tsunami yang akan dibangkitkan. Ini merupakan beberapa keterbatasan sistem peringatan dini yang ada. Dengan perkembangan teknologi komputasi maka tidak menutup kemungkinan dikemudian hari dapat terbangun sistem peringatan dini tsunami yang lebih handal yang dapat memberikan peringatan tambahan berupa tinggi tsunami yang lebih presisi serta rendaman tsunami di kawasan pesisir.

KESIMPULAN Runtutan gerakan rekahan gempa pada tanggal 11 Maret 2011 di Tohoku, Jepang menunjukkan arah yang signifikan menuju tenggara episentrum atau mendekati daerah palung laut yang kapasitas massa airnya sangat banyak. Model sumber gempa yang lebih detail dapat memberikan proses gempa serta sumber pembangkitan tsunami yang lebih akurat. DAFTAR PUSTAKA Ammon C. J.,

(2011), Seismicity animations, fault rupture model, etc. of the great 2011 Tohoku-oki earthquake sequence. eqseis.geosc.psu.edu/~cammon/Japan2011EQ/. BMKG NAD, (2010), Sejarah Gempa Bumi NAD dari tahun 2000 – 2010. BPS, 2008, Posisi Geografis Provinsi NAD. Gusman A. R. dan Tanioka Y., (2011), The 11 March 2011 off the Pacific coast of Tohoku region earthquake (M 9.0), tsunami waveforms analysis (Part III: 2011/4/18). www.sci.hokudai.ac.jp/isv/ev-news-flash/.

Hanks T. C. and Kanamori H., (1979), A moment magnitude scale. Journal of Geophysical Research, 84, 2348 – 2350. Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), ALOS/PALSAR Observation Results of the Magnitude-9.0 Earthquake off the Pacific coast of Tohoku-Kanto District in Japan in 2011, http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/img_up/dis_pal_tohokueq_110315.htm.

Japan Meteorological Agency (JMA), http://www.jma.go.jp/jma/en/2011_Earthquake.html. Kulhanek O., (1990), Anatomy of seismograms, Developments in solid geophysics 18. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), DART® (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis), <http://nctr.pmel.noaa.gov/Dart/>. Kruger, F., Ohnberger, M. (2005).

Tracking The Rupture Of The Mw = 9,3 Sumatra Deassy Siska dan Nova Purnama Lisa: PERMODELAN JALUR ... 130 Seminar Nasional : Kota Sadar Bencana - April 2017 earthquake over 1,150 km at Teleseismic Distance. Vol 435/16 June 2005/doi:10.1038/nature03696. Institute of Geosciences, University of Potsdam, Germany. Muhari, A., Gusman, AR., Istiyanto, DC., Triawan, F., Febriani, F., Hastiadi, FF., Putri, RF., Wiyono, RUA., Permana, S. (2011). Belajar dari Bencana Jepang 11.03.2011 Gempabumi – Tsunami – Radiasi Nuklir. Institute for Science and Technology Studies (ISTECS). Jepang. Richter C. F.,

(1935), An instrumental earthquake magnitude scale. Bulletin of the 2. Gempa dan Tsunami Tohoku 2011 33 seismological Society of America, 25, 1-32. Rost, S., and Thomas, C. (2002). Array Seismology. Methods and Applications, Rev. of Geophysics, 40(3). Satake K., (2007), Tsunamis, in: Treatise on Geophysics, 483-511 Tatehata H.,

(1997), **The new tsunami warning system of the** Japan Meteorological Agency, in: Perspectives on tsunami hazards reduction, 175-188. **United States Geological Survey** (USGS), **Magnitude 9.0 – near the east coast of** Honshu, Japan, <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/usc0001xgp/>. Yagi Y., (2011), **The 2011 Tohoku-oki earthquake (ver. 3)**. www.geol.tsukuba.ac.jp/~yagi-y/EQ/Tohoku/index-e.html.

INTERNET SOURCES:

----- 5% -
<https://malikusssaleh.academia.edu/Novalisa> <1% -
https://www.academia.edu/28571906/RECOVERY_PLANNING_FUDAI_AND_TAROS_SEA_WALL <1% - <https://sutiyah0.blogspot.com/2015/04/tentang-negara-jepang.html> 1% -
<https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/51812/A11cnu1-10-pendahuluan.pdf?sequence=12&isAllowed=y> 1% -
<https://smamuhammadiasikmalayageo.blogspot.com/2011/04/gempa-bumi-di-indonesia.html> <1% - https://siaga.bnpb.go.id/hkb/po-content/uploads/documents/Panduan_hkb_11032018_share.pdf <1% -
<https://geografi-geografi.blogspot.com/2012/01/gempa-bumi.html> 5% -
<http://repository.unimal.ac.id/2226/2/Jurnal%20Techsi%20Deassy%20Siska%20%28Teori%20Gelombang%20%26%20gempa%29.pdf> 1% -
<https://id.scribd.com/doc/258392396/2-Mitigasi-Bencana-Gempabumi-libre-pdf> 1% -
<https://www.academia.edu/12136776/Litosfer> 1% -
<https://jagatpendidikan.blogspot.com/2017/05/bencana-alam-gempa-bumi.html> 1% -
<https://smp-ibrahimy-2.blogspot.com/2012/11/penyebab-terjadinya-gempa-bumi-geografi.html> 6% - http://www.hrdp-network.com/pirba/content/e5781/e5795/e6459/e13941/eventReport14243/DannyHilm-an_RISTEK_20Aug2007_c.pdf 2% -
<http://etd.repository.ugm.ac.id/downloadfile/72061/potongan/S3-2014-294393-chapter1.pdf> <1% -
<https://www.mgi.esdm.go.id/content/potensi-kebencanaan-geologi-di-kawasan-pesisir-selatan-di-yogyakarta> <1% -
<https://www.cnnindonesia.com/hiburan/20150601154643-220-56987/gempa-san-andreas-mengguncang-box-office/> <1% - <https://brainly.co.id/tugas/23063863> <1% - <https://smamuhammadiasikmalayageo.blogspot.com/2010/07/wawasan-guru-geografi.html> <1% -
<https://www.slideshare.net/ekokiswantoslide/geomagz201112-34470493> <1% -
<https://konversi.wordpress.com/2011/03/13/perkembangan-kondisi-pltn-fukushima-jepang-pasca-gempa-11-maret-2011/> <1% -
<https://arinafikri.blogspot.com/2015/12/model-model-pengembangan-kurikulum-uin.html> <1% -

<https://m.brilio.net/creator/memakan-korban-ribuan-jiwa-inilah-gempa-terdahsyat-10-tahun-terakhir-di-dunia-073084.html> <1% -
<https://sianipar17.com/2017/12/16/analisis-gempabumi-cipatujuh-tasikmalaya-16-desember-2017/> <1% - <https://www.city-cost.com/id/rss.xml> <1% -
https://issuu.com/deny_bpost/docs/bp20101030 <1% -
<https://pengetahuanlingkunganalam.blogspot.com/2012/03/ayat-al-quran-tentang-alam.html> <1% -
<https://issuu.com/inovasi-ppijepang/docs/inovasi-vol18-nov2010> <1% -
https://www.unisdr.org/files/608_indonesian.pdf <1% -
<https://www.hostnic.id/my/announcementssrss.php> <1% -
<https://link.springer.com/article/10.5047/eps.2011.07.009> <1% -
<https://scits.stanford.edu/hanks-t-c-and-h-kanamori-1979-moment-magnitude-scale-journal-geophysical-research-84-5-2348-2350> <1% -
https://eepitnl.tksc.jaxa.jp/mews/jp/26th/data/1_1.pdf <1% -
http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/img_up/dis_pal_tohokueq_110315.htm <1% -
<http://www.wmo.int/pages/prog/dra/rap/documents/Final-Report-JMA-WMO-Training-WS-Calibration-Maintenance.pdf> <1% -
[http://iisee.kenken.go.jp/lna/download.php?f=20121218b025801b.pdf&n=LectureNote\(Practical%20Analyses%20of%20Local%20Earthquakes\)201212_for2013.pdf&cid=S0-170-2007](http://iisee.kenken.go.jp/lna/download.php?f=20121218b025801b.pdf&n=LectureNote(Practical%20Analyses%20of%20Local%20Earthquakes)201212_for2013.pdf&cid=S0-170-2007) <1% - <https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/14921/1/Fulltext.docx> <1% -
https://www.academia.edu/3132596/Tracking_the_rupture_of_the_Mw_and_equals_9.3_Sumatra_earthquake_over_1_150_km_at_teleseismic_distance <1% -
https://www.academia.edu/17646117/Gempa_Jepang_2011 <1% -
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/90EO00319> <1% -
https://www.researchgate.net/publication/260798441_Monitoraggio_del_Vesuvio_con_antenne_sismiche_primi_risultati_dell'array_VAS <1% -
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/94GL03219> <1% -
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-015-8859-1_12 <1% -
https://www.massnationalguard.org/HSI/publications/Triple_Catastrophe_Japan.pdf <1% -
<http://www.geol.tsukuba.ac.jp/~yagi-y/EQ/Tohoku/index-o3.html>

INTERNET SOURCES:

<1% - <https://jambiekspres.blogspot.com/2011/>
<1% - <https://thephenomena.wordpress.com/tag/misteri-akhir-jaman/>
1% - <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/ANN/article/download/1654/1463>
1% -
https://www.researchgate.net/publication/331293512_PENTINGNYA_ANALISA_RUPTURE_REKAHAN_GEMPA BUMI_SEBAGAI_PEDOMAN_DALAM_PERENCANAAN_PERUMAHAN_DAN_PERMUKIMAN

<1% -

<https://text-id.123dok.com/document/4zp4x2rz-perencanaan-lanskap-permukiman-untuk-mitigasi-bencana-gempa-bumi-kecamatan-pangalengan-kabupaten-bandung-1.html>

<1% -

<https://serbasejarah.blogspot.com/2011/06/tenaga-empogen-tektonisme-vulkanisme.html>

1% -

<https://id.123dok.com/document/4zp4x2rz-perencanaan-lanskap-permukiman-untuk-mitigasi-bencana-gempa-bumi-kecamatan-pangalengan-kabupaten-bandung-1.html>

4% -

<http://repository.unimal.ac.id/2226/2/Jurnal%20Techsi%20Deassy%20Siska%20%28Teori%20Gelombang%20%26%20gempa%29.pdf>

2% - <https://id.scribd.com/doc/258392396/2-Mitigasi-Bencana-Gempabumi-libre-pdf>

1% -

<https://smp-ibrahimy-2.blogspot.com/2012/11/penyebab-terjadinya-gempa-bumi-geografi.html>

<1% -

<https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/51812/A11cnu1-11-tinjauan%20pustaka.pdf?sequence=13&isAllowed=y>

6% -

http://www.hrdp-network.com/pirba/content/e5781/e5795/e6459/e13941/eventReport14243/DannyHilman_RISTEK_20Aug2007_c.pdf

<1% -

<https://id.scribd.com/doc/91532724/P3B-Bappenas-2008-Pengalaman-Penyusunan-Penilaian-Kerusakan-Kerugian-Pascabencana>

1% - <https://id.scribd.com/doc/309827943/S3-2014-294393-chapter1-pdf>

<1% - <https://rockaholichdin.blogspot.com/2013/06/>

<1% -

<http://etd.repository.ugm.ac.id/downloadfile/72061/potongan/S3-2014-294393-chapter1.pdf>

<1% -

<https://smamuhammadiasikmalayageo.blogspot.com/2011/04/tektonik-lempeng.html>

<1% -

<https://satriaskyterror.wordpress.com/2011/03/15/perkembangan-kondisi-pltn-fukushima-jepang-pasca-gempa-11-maret-2011/>

<1% - <https://tugasdenny.wordpress.com/page/27/>

<1% - https://denmasmahesa.blogspot.com/2013/12/v-behaviorurldefaultvmlo_6.html

<1% - http://eprints.unisbank.ac.id/1580/2/06_Laporan%20Sisfo%20Bencana-Herny.pdf

<1% - <https://link.springer.com/article/10.5047/eps.2011.07.009>

<1% - <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1571110>

<1% - <https://academic.oup.com/gji/article/192/2/573/2889899>

<1% - http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/img_up/dis_pal_tohokueq_110315.htm

<1% -

<http://epubedition.info/anatomy-of-seismograms-planet-ebook-free-all-ota-kulhanek.pdf>

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/257317819_Relationship_Between_Maximum_Tsunami_Amplitude_and_Duration_of_Signal

<1% -

<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-asian-studies/article/disasters-natural-and-unnatural-reflections-on-march-11-2011-and-its-aftermath/70BD703A367BE4734FD73FD57E16EA3D>

<1% - <http://www.geol.tsukuba.ac.jp/~yagi-y/EQ/Tohoku/index-e.html>