

TEKNIK

S M I K E In A

Prosiding

**SEMIMAR NASIONAL
REKAYASA dan TEKNOLOGI
Tahun 2013**

Reuleut, 04 Desember 2013

ISSN : 977-2354587-001



Prosiding
**SEMIMAR NASIONAL
REKAYASA DAN TEKNOLOGI**

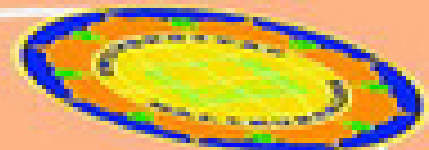
Diterbitkan oleh:
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH



9 772354 507001

SEMIMAR NASIONAL REKAYASA DAN TEKNOLOGI TAHUN 2013
DIES NATALIS KE 32 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MALIKUSSALEH

ISSN : 977-2354587-001



Dalam Rangka
DIES NATALIS KE - 32
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH

Tema:

**PERAN DUNIA PENDIDIKAN DALAM
PENINGKATAN KESEJAHTERAAN
MASYARAKAT PASCA MIGAS ACEH**



ExxonMobil



Rappada
Aceh Utara



PT. AURUM



Dinas PU
Kabupaten Aceh Utara





REVIEWER / PENILAI KARYA TULIS

Prof. DR. Ir. Medyan Reza, M. Eng. (Unsyiah)

DR. Ir. Wesli, MT (Unimal)

DR. Ir. Azhari, M.Sc (Unimal)

DR. Ir. Nasrun, MT (Unimal)

DR. M. Sayuti, ST., M.Sc (Unimal)

DR. Muhammad, ST., M.Sc (Unimal)

DR. Muhammad Yusuf, ST., MT (Unimal)

DR. Muhammad Daud, ST., MT (Unimal)

Bambang Karsono, ST., MT., Ph. D. (Unimal)

DR. Suryati, ST., MT (Unimal)



KATA PENGANTAR

Dalam rangka Perayaan **DIES NATALIS KE 32 FAKULTAS TEKNIK TAHUN 2013** dilaksanakan rangkaian kegiatan di mana salah satunya adalah Kegiatan **Seminar Nasional Rekayasa dan Teknologi (SNRT)** merupakan seminar umum secara nasional yang beranjak dari kondisi kekinian Aceh dalam menghadapi era pasca migas yang akan berakhir. Langkah konkret dan konperhensif perlu segera diambil oleh pemerintah maupun masyarakat dalam melakukan exit strategy. Seminar Nasional ini memandang Aceh pasca migas dari aspek dunia pendidikan terhadap pemanfaatan sumber daya untuk kesejahteraan masyarakat ditinjau dari berbagai keilmuan. Tema yang diangkat pada Seminar Nasional ini merupakan hot issue yang sedang berkembang di Aceh yaitu: **“Peran Sarjana Teknik Dalam Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Pasca Migas Aceh”**

Tujuan Seminar Nasional adalah untuk merealisasi peran Fakultas Teknik Unimal dalam memberikan kontribusi solusi, menjangring pemikiran dan ide-ide cemerlang yang konstruktif komprehensif bagi Pemerintah Aceh dan Pemerintah Kabupaten/Kota terhadap strategy pemanfaatan sumber daya baik sumber daya alam maupun sumber daya manusia untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat pada pasca migas di Aceh.

Sasaran dari kegiatan seminar ini adalah bentuk rekomendasi dari hasil seminar yang dirumuskan oleh Team Perumus berupa pemikiran, strategi serta masukan dari peserta seminar kepada Pemerintah Daerah baik pemerintah Propinsi Aceh maupun Pemerintah Kabupaten Kota

Pada kesempatan ini Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang ikut berkontribusi baik moril maupun materil sehingga kegiatan ini dapat terselenggara dengan baik, Semoga Seminar Nasional ini dapat memberi manfaat bagi Pemerintah dan Masyarakat dan kepada Allah SWT jua kita berserah diri dan mengharapkan Ridhonya. Majulah Aceh, Sejahteralah rakyatnya. Amin

Lhokseumawe, 04 Desember 2013
Panitia,



DAFTAR ISI

| | |
|--|---------|
| REVIEWER / PENILAI KARYA TULIS | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| 1 Variasi Temperatur Tuang dan Komposisi Silikon Terhadap Kekerasan Material Pada Paduan AL-SI - Akhyar | 1-7 |
| 2 Zeolit Alam Aceh Sebagai Adsorben Untuk Pemurnian Etanol – Muhammad, Nasrum, Chasril Hanif | 8-18 |
| 3 Produksi Aluminium Karbonat Dari Limbah Perusahaan Air Minum Dengan Menggunakan Gas Karbon Dioksida Dalam Reaktor Berpengaduk – M. Husin Ismayanda | 19-28 |
| 4 Analisis Efektivitas Peralatan Produksi Pada PT. Bahari Dwi Kencana Lestari Kabupaten Aceh Tamiang – Dewi Mulyanti | 29-40 |
| 5 Penerapan Tema Green Architecture Dalam Mengantisipasi Dampak Perubahan Iklim Lingkungan (Studi Kasus Jean-Marie Tjibaou Culture Center) – Nizarli, Ardian Ariatsyah, Safwan, Zainuddin | 41-55 |
| 6 Potensi Alga Merah Sebagai Salah Satu Tulang Punggung Bagi Penguatan Sektor Industri Kemasan Makanan di Aceh – M. Nizar Mahmud | 56-63 |
| 7 Pengujian Unjuk Kerja Kontrol PID Pada Sistem Pemanas Fuel Gas – Nasrul ZA, Leni Maulinda, Muhammad | 64-74 |
| 8 Pengaruh Kadar Asam Lemak Jenuh Terhadap Nilai Titik Tuang dan Titik Awan Biodiesel – Azhari, Ishak, Leni Maulinda, Suryati | 75-80 |
| 9 Studi Pembuatan Papan Partikel Dari Serbuk Kayu Dengan Matriks Polietilen Tereftalat dan Poli Propilen - Sofyana | 81-91 |
| 10 Analisa Kinetika Reaksi Pati Jagung Menjadi Glukosa Menggunakan Katalis Asam Sulfat - Novi sylvia, Wusnah, Fikri Hasfita, Mariana | 92-100 |
| 11 Analisis Kinerja Ragi Roti (<i>Saaharomycess Cerevisea</i>) dan Enzim Alfa Amilase Proses Fermentasi Pembuatan Etanol dari Pati Sagu - Ishak | 101-112 |
| 12 Perancangan dan Implementasi Pengendalian Kecepatan Motor DC Berbasis Labview – Heri Haryanto, Sarif Hidayat | 113-127 |
| 13 Rancang Ulang Alat Tenun Kain Songket Pandai Sikek Dengan Pendekatan Antropometri – Dessi Mufti, Aidil Ikhsan, Handri Syafrizal | 128-138 |
| 14 Pengaruh Tekanan dan Lama Penggorengan (Vacuum Frying) Terhadap Mutu Keripik Sukun (<i>Artocapus Artilis</i>) – Irhammi, Banda Ratrina Katsum, Irfan | 139-151 |



- 15 Perancangan Strategi Pemasaran Produksi Air Minum Dalam Kemasan Pada CV. Saqua Pasee – **Bakhtiar, Suharto Tahir, Mahliil** 152-171
- 16 Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik Dengan Metode Systematic Layout Planning (SLP) Untuk Meminimumkan Total Momen Perpindahan Material – **Amri, Herizal** 172-183
- 17 Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Terhadap Penambahan Polymer ke Air Sebagai Media Pendingin (Quenchant) Pada Proses Quench Dari Baja AISI 4140 – **Susri Mizhar, Nasri Pilly, Abdul Rahman** 184-193
- 18 Kaji Eksprimental Pengaruh Susunan Kolektor Seri dan Paralel Jenis Tabung Setengah Silindris Terhadap Kenaikan Temperatur Fluida - **Darwin** 194-202
- 19 Analisa Arah Rupture Sebagai Parameter Gempa Bumi – **Deassy Siska, Wesli** 203-216
- 20 Studi Eksprimental Pengaruh Bentuk Mercu Bulat dan Ambang Lebar Terhadap Profil Muka Air - **Fasdarsyah** 217-229
- 21 Kajian Pengelolaan Sistem Pemeriksaan dan Penilaian Kondisi Jembatan Material Beton Pra-Tegang (Cable Stayed dan Arch Bridge) – **Teuku Muhammad Ridwan** 230-245
- 22 Pelayanan Terminal Terhadap Penumpang Angkutan Bus Antar Kota Antar Provinsi (AKAP) (Studi Kasus Terminal Penumpang Batoh Kota Banda Aceh – **Said Jalalul Akbar** 246-260
- 23 Studi Karakteristik Campuran Lapisan Aspal Beton (AC-WC) Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2006 dan 2010 – **Adzuha Desmi** 261-281
- 24 Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web Menggunakan Metode Unified Modelling Language (UML) – **Dahlan Abdullah, Zainal Asikin, Cut Ita Erliana** 282-298
- 25 Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Pinjaman Modal Untuk Pengembangan Usaha Kecil Menengah Dengan Menggunakan Metode Promethee - **Rizal** 299-312
- 26 Minimasi Pemborosan Untuk Percepatan Proses Produksi Dengan Konsep LEAN dan 5S - **Noviyarsi, Lestari Setiawati, Yesmizarti Muchtiar, Muhammad Iqbal** 313-325
- 27 Perbandingan Pengaruh Penggilingan Pulp Pelepah Kelapa Sawit Proses Asetosolv dan Pulp Kayu Lembut Terhadap Karakteristik Kertas Yang Dihasilkan – **Nasrullah RCL** 326-335
- 28 Penambahan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Sari Buah Asam Jawa (Tamarindus Indica) - **Libiya** 336-342



- | | | |
|----|--|---------|
| 29 | Pembuatan dan Analisis Struktur Speed Bump Bahan Komposit Busa Beton (Concrete Foam) - Maraghi Muttaqin, Nuzuli Fitriadi, Yusuf Sahaan, Abdurrahman, Irwansyah dan Bustami Syam | 343-351 |
| 30 | Laju Pertumbuhan Retak Fatik Siklus Rendah Aluminium A6063-T6 di Bawah Pembebanan Mode Campuran - Zulmiardi, Meriatna, Zainuddin Ginting | 352-366 |
| 31 | Pengembangan Material Komposit Busa Polimer Menggunakan Serat TKKS Sebagai Penguat - Ade Irwan, Mahadi, Ria Dini Wanti Lubis, dan Bustami Syam | 367-371 |
| 32 | Pengaruh Komposisi Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Komposit Keramik Clay Pasir Besi Abu Sekam Padi - Andia Fatmaliana, M. Nizar Machmud, dan Zulkarnain Jalil | 372-382 |
| 33 | Pengaruh Ratio Bahan dan Pelarut Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Dari Daun Jeruk Purut (Citrus Hystrix D, C) Dengan Metode Hidrodistilasi Sistem Kohobasi - Pocut Nurul Alam, Abrar Muslim, Cut Erika | 383-391 |
| 34 | Beton Geopolimer: Beton Ramah Lingkungan - Maizuar, Hamzani, Lis Ayu Widari, Said Jalalul Akbar, Burhanuddin | 392-400 |
| 35 | Bioetanol Dari Bonggol Pisang Raja (Musa Textilia) Dengan Proses Fermentasi - Syamsul Bahri | 401-411 |



ANALISA ARAH RUPTURE SEBAGAI PARAMETER GEMPA BUMI

Deassy Siska¹, Wesli²

Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

deassy@gmail.com

ir_wesli@yahoo.co.id

ABSTRAK

Gempa bumi adalah peristiwa pelepasan energi secara tiba-tiba di dalam kerak bumi yang mengakibatkan getaran dipermukaan tanah. Getaran tersebut menjalar ke segala arah sebagai gelombang seismik. Data perekaman gelombang seismik digunakan untuk menentukan parameter parameter gempa bumi. Keseluruhan parameter gempa bumi seperti waktu terjadinya gempa, kedalaman hiposenter, posisi episenter, intensitas dan kekuatan gempa sangat diperlukan untuk analisa lebih lanjut maupun untuk kepentingan mitigasi bencana. Rupture adalah area yang cukup luas yang terbentuk pada saat terjadinya gempa bumi yang dimulai dari episenter disepanjang bidang patahan untuk jenis gempa tektonik. Teknik penelitian ini menggunakan perangkat lunak Matlab 7.10 (R2010a), Geopsy dan Aplikasi array response function. Dengan mengetahui arah rupture maka penanganan mitigasi bencana dapat lebih difokuskan pada kawasan-kawasan tertentu disepanjang garis patahan.

Kata Kunci : Rupture, gempa bumi, seismik, array response function, bidang patahan.

1. PENDAHULUAN

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 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. Teknik seismik array merupakan sebuah metode perekaman data seismik yang menggunakan paling sedikit tiga seismometer dengan konfigurasi tertentu. Keunggulannya adalah data perekaman sinyal seismik yang diolah dengan menggunakan teknik array akan menghasilkan sinyal yang memiliki rasio sinyal terhadap *noise* yang lebih baik dibandingkan dengan hasil sinyal dari seismogram tunggal. Penggunaan teknik seismik array belum populer di Indonesia walaupun teknik ini sudah diperkenalkan sejak tahun 1960 an (Rost dan Thomas, 2002). Oleh karena itu dalam penelitian ini akan diperkenalkan teknik seismik array untuk menentukan arah *rupture* pada gempa Tohoku, Jepang tanggal 11 Maret 2011.



Gempa bumi yang terjadi di Tohoku, Jepang pada tanggal 11 Maret 2011 pukul 05.46 UTC (14:46 waktu setempat) merupakan gempa berkekuatan besar dengan magnitudo M_w 9.0. Gempa ini menimbulkan gelombang tsunami yang melanda wilayah Tohoku. Selain tsunami, gempa bumi pada tanggal 11 Maret 2011 ini juga menciptakan area *rupture* yang cukup luas yang dimulai dari daerah di episenter di sepanjang bidang patahan.

Pada penelitian sebelumnya, istilah *rupture* pada gempa Tohoku 11 Maret 2011 ini pernah diteliti menggunakan teknik proyeksi balik (*back-projection method*) dengan hasil yang didapat adalah panjang *rupture* 450 km dengan durasi sekitar 150 detik. *Rupture* dari gempa ini memiliki kecepatan 1,0 sampai 1,5 km/detik dan merambat ke arah barat daya kemudian membelok ke arah tenggara (Wang & mori, 2011). Dengan mengetahui zona *rupture* maka kajian analisa gempa bumi dapat diperluas hingga ke kawasan mitigasi bencana dan teknik pembangunan anti gempa dapat lebih difokuskan pada kawasan *rupture* tersebut.

Permasalahan, Gempa Tohoku pada tanggal 11 Maret 2011 merupakan gempa bumi besar yang menimbulkan gelombang tsunami. Peristiwa ini menyebabkan kerusakan infrastruktur yang parah dan banyak korban jiwa. Arah *rupture* gempa merupakan salah satu parameter yang penting diketahui pada saat terjadinya gempa bumi sebagai salah satu informasi untuk kepentingan mitigasi bencana dan *early warning system*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan arah *rupture* gempa bumi Tohoku, Jepang pada tanggal 11 Maret 2011 melalui pergerakan arah *back azimuth*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam masalah teknik pembangunan konstruksi tahan Gempa pada wilayah rawan gempa. Selain itu diharapkan ada beberapa informasi yang dapat disampaikan kepada masyarakat terkait dengan parameter gempa bumi serta mitigasi Bencana.

2. TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan getaran yang dirasakan pada permukaan bumi akibat sesuatu hal atau akibat kejadian tertentu dari bagian dalam bumi. Gempa bumi merupakan salah satu fenomena alam yang bersifat merusak dan seringkali lebih ditakuti daripada

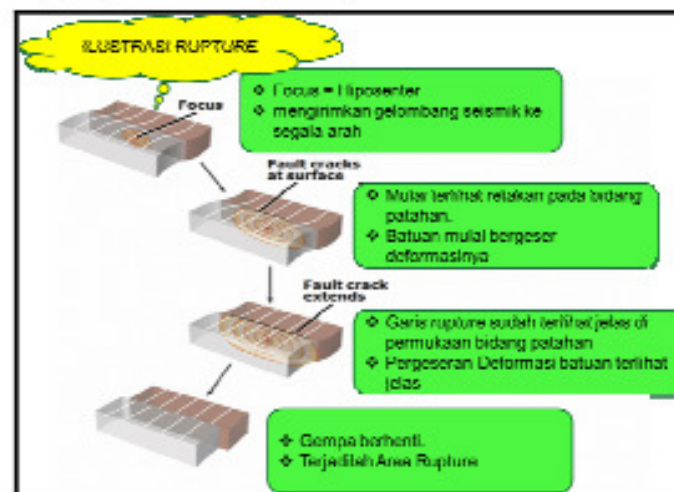
letusan gunung berapi, karena guncangan gempa yang ditimbulkan oleh patahan ini langsung pada tanah tempat berpijak (Emmons, 1960)

2.2 Seismologi

Gempa bumi merupakan bagian dari objek penelitian ilmu seismologi. Seismologi dapat dipandang dalam dua defenisi. Defenisi yang pertama berkaitan dengan ilmu yang mempelajari gempa bumi dan fenomena fisika yang berhubungan dengan bagian dalam bumi. Defenisi yang kedua, seismologi adalah ilmu yang berhubungan dengan gelombang elastis yang meliputi sumber, penjaralan dan perekamannya (Bath, 1973).

2.3 Rupture

Pada saat terjadinya gempa tektonik, ada 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*. Pada bidang patahan, *rupture* baru akan terlihat setelah deformasi batuan bergeser. Pada saat pergeseran deformasi batuan diantara kedua lempeng tersebut, maka terjadilah robekan-robekan disepanjang bidang patahan. Robekan ini terjadi karena struktur batuan yang kaku dan tidak elastis. Keseluruhan peristiwa ini terjadi dalam durasi waktu tertentu yang dinamakan durasi waktu *rupture*. *Rupture* akan terlihat jelas disaat gempa berhenti seperti diperlihatkan Gambar 2.1.

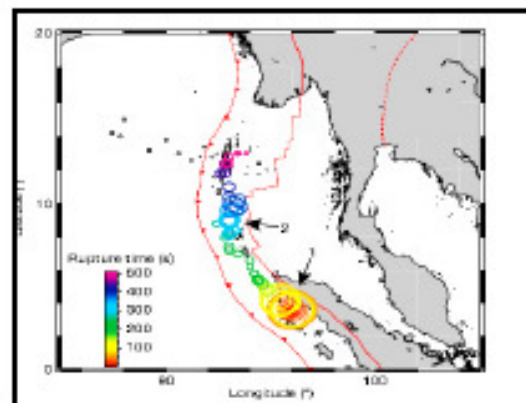


Gambar 2.1 Ilustrasi proses terjadinya *rupture* pada saat gempa bumi berlangsung (<http://sceec.usc.edu/internships/useit/eqbasicinfo>, 2012)

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan menggunakan teknik array untuk menentukan arah *rupture*, diantaranya adalah Huang pada tahun 2001 melakukan penelitian arah *rupture* terhadap gempa yang terjadi di kota Chi-Chi, Taiwan pada tanggal 21 September 1999 pukul 01.47 waktusetempat yang memiliki magnitudo M_w 7,6. Gempa yang terjadi di Taiwan ini memiliki kecepatan *rupture* sebesar 2,1 km/detik dalam durasi 24 detik dengan arah *rupture* menuju arah utara dari episenter (Huang, 2001).

Gempabumi Sumatera pada tanggal 26 Desember 2004 yang menyebabkan tsunami pada beberapa tempat termasuk salah satunya adalah Nanggroe Aceh Darussalam dengan kekuatan M_w 9.1. Data rekaman diambil pada stasiun array *German Regional Seismic Network* (GRSN) yang terletak di Jerman, dengan jarak antara stasiun dengan episenter > 9.000 km. Dalam penelitian ini diurutkan waktu tiba gelombang *P* pada 20 stasiun array GRSN di Jerman, dengan menggunakan metoda *beam forming*.

Dengan menggunakan metoda *beam forming* diperoleh bahwa arah dan jalur *rupture* pada gempa ini menuju arah kepulauan Andaman, dibagian barat daya episentrum, seperti terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Pergerakan *rupture* yang bermula di episentrum menuju kearah kepulauan Andaman di bagian barat laut dari episenter. Besar kecilnya energy seismik linier dengan jari-jari lingkaran, dan durasi *rupture* dibedakan dengan konturwarna yang dimulai dari *range* 0 hingga 500 detik. (Kruger danOhrnberger, 2005)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder untuk *event* gempa pada tanggal 11 Maret 2011 dari stasiun Geofisika Padang, Sumatera Barat, dengan sumber gempabumi

Tohoku, Jepang pada pukul 05:46 UTC (pukul 14:46 waktu setempat), kedalaman 24 km, magnitudo M_w 9.0. Data parameter sumber didapat dari situs web USGS (<http://earthquake.usgs.gov>).

Tabel 3.1 Parameter Sumber Gempa Tohoku, Jepang 2011

| Tanggal | Origin Time (UTC) | Latitude (°) | Longitude (°) | Depth (Km) | Magnitude (Mw) |
|---------------|-------------------|--------------|---------------|------------|----------------|
| 11 Maret 2011 | 05:46 | 142.372 | 38.297 | 30 | 9.0 |

Jenis Gempa yang terjadi di Tohoku, Jepang pada tanggal 11 Maret 2011 ini merupakan gempa tektonik, yang bersumber dari sesar naik pada zona subduksi lempeng antara Lempeng Pasifik dan Lempeng Amerika Utara.

Tabel 3.2 Data lima stasiun array yang digunakan dalam penelitian

| No | Tanggal | Stasiun | Posisi | |
|----|---------------|---------|--------------|---------------|
| | | | Latitude (°) | Longitude (°) |
| 1 | 11 Maret 2011 | SP2 | -0.69 | 100.32 |
| 2 | | SP4 | -0.83 | 100.39 |
| 3 | | SP5 | -0.86 | 100.40 |
| 4 | | SP6 | -0.98 | 100.37 |
| 5 | | SP7 | -0.98 | 100.37 |

Peralatan Yang Digunakan

Untuk mencapai tujuan dalam pelaksanaan penelitian, digunakan beberapa *software* computer yaitu:

1. Sistem operasi Windows XP.
2. Perangkat lunak dengan sub program antara lain:
 - ❖ *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 *s* pada sinyal gempa 11 maret 2011 yang berpusat di Tohoku, Jepang.
- ❖ *Google Earth dan ArcGis*, digunakan untuk membuat peta penelitian.

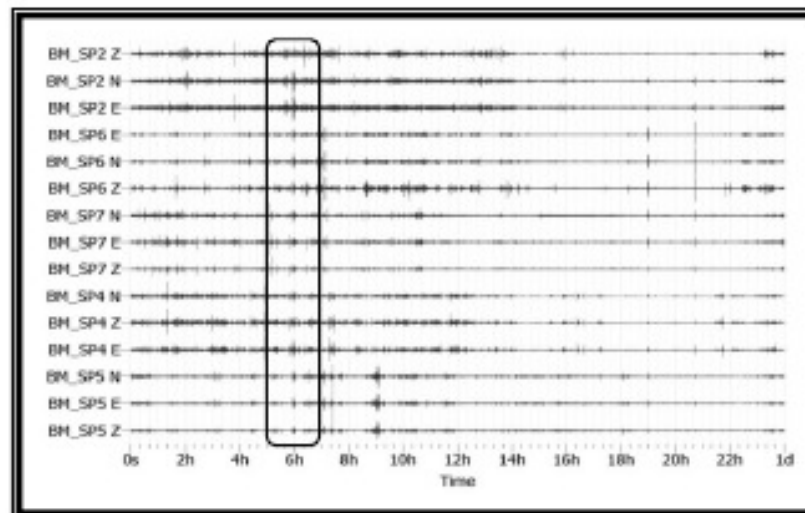
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data Seismogram

Data yang digunakan adalah hasil rekaman seismogram non permanen pada stasiun array di Padang, Sumatera Barat pada tanggal 11 Maret 2011.

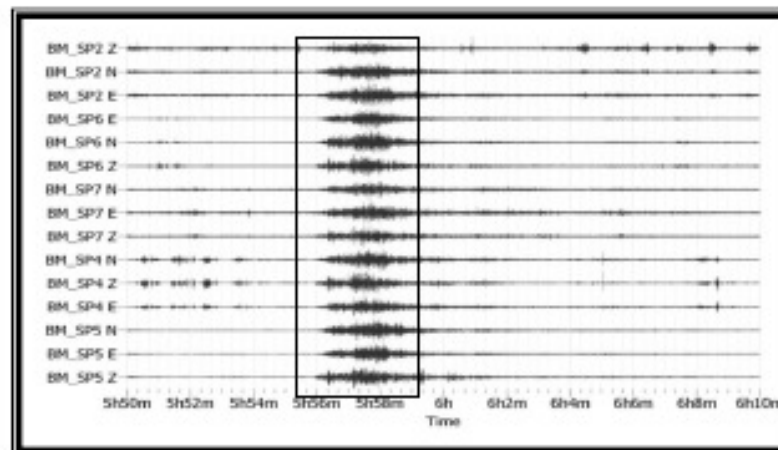
Pemrosesan Data Sinyal (Pemotongan dan Filtering)

Pemotongan sinyal dilakukan untuk mendapatkan *event* gempa. Sedangkan *filter* (penapisan) dilakukan untuk meloloskan frekuensi yang diinginkan dan menghilangkan efek *noise*. Gambar 5.1 menunjukkan hasil rekaman seismogram awal. Keseluruhan sinyal yang ditampilkan masih terlihat kecil dan sulit untuk membedakan antara sinyal gempa dan *noise*.



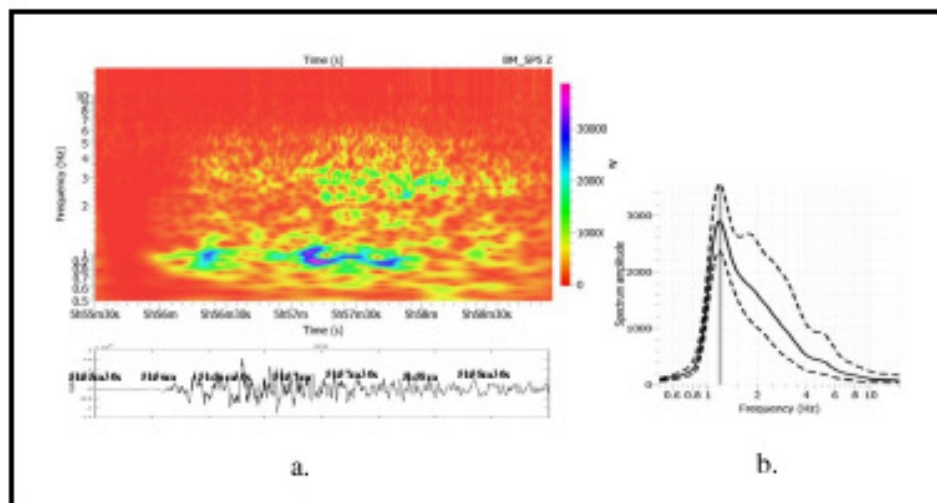
Gambar 4.1 Data sinyal seismogram sebelum mengalami proses pemotongan dan filtering, sinyal yang berada didalam kotak menunjukkan event gempa pada tanggal 11 Maret 2011

Data sinyal sebelum mengalami pemotongan dan filtering merupakan data yang terlalu besar sehingga bentuk sinyalnya kurang dapat diamati antara noise dan event gempa. Jika diamati lebih detail maka akan terlihat adanya bentuk sinyal yang koheren pada waktu yang sama. Sinyal yang koheren ini merupakan event gempa bumi. Untuk melihat event gempa menjadi lebih detail, maka dilakukan pemotongan data sinyal. Sehingga sinyal gempa dapat terlihat lebih jelas, seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Data sinyal seismogram telah mengalami proses pemotongan, sinyal yang berada di dalam kotak menunjukkan event gempa yang terjadi pada pukul 05.46 UTC

Sebelum melakukan *filtering* maka terlebih dahulu dicari *range* frekuensi dominan melalui analisis spektrogram, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.

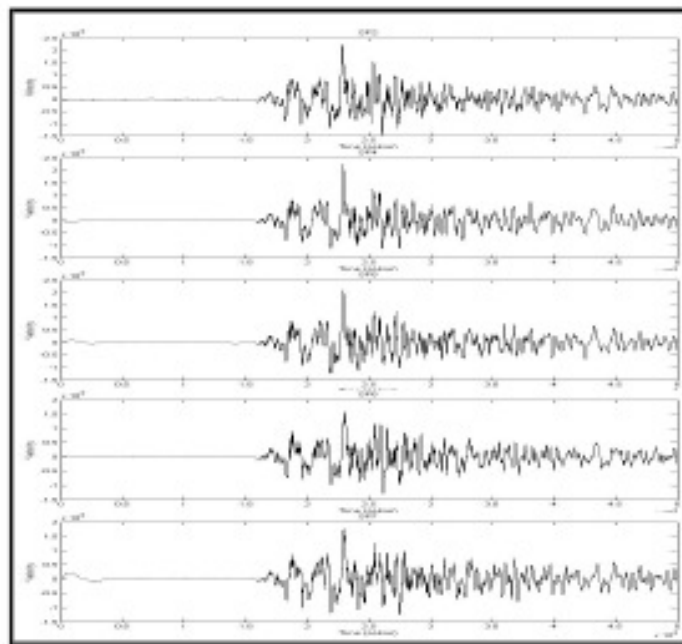


Gambar 4.3 a) Diagram spektrogram untuk salah satu sinyal pada stasiun array SP5 yang menunjukkan event gempa dengan nilai amplitudo maksimum terdapat pada

rentang waktu 05.56' – 05.58'.30'' UTC dengan frekuensi dominan diatas 1 Hz b) Grafik spektrum sinyal seismogram pada event gempa untuk rentang waktu 05.56' – 05.58'.30'' UTC. dari analisis ini diperoleh frekuensi yang dipakai untuk filterisasi adalah band pass 0,1 Hz -1 Hz

Spektrogram yang menunjukkan adanya *event* gempa yang ditandai dengan urutan spektrum warna dengan simpangan amplitudo yang terendah hingga maksimum dalam domain frekuensi. Melalui tahapan ini dapat dilihat durasi waktu dan frekuensi pada saat energi maksimum gempa terjadi. Gambar 5.3a memperlihatkan runtutan amplitudo gempa maksimum terjadi pada rentang waktu 100 detik. Rentang waktu ini dapat dijadikan total *time windows* pada saat pemotongan *f-k movies*. Batasan nilai frekuensi yang akan digunakan pada saat melakukan *filtering* diperoleh dari analisis spektrum sinyal gempa, yaitu *filtering band pass* 0,1 – 1 Hz, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3b.

Sinyal yang telah mengalami proses *filtering* dan restitusi akan terlihat lebih halus dan waktu tiba gelombang *P* dapat terlihat lebih jelas.

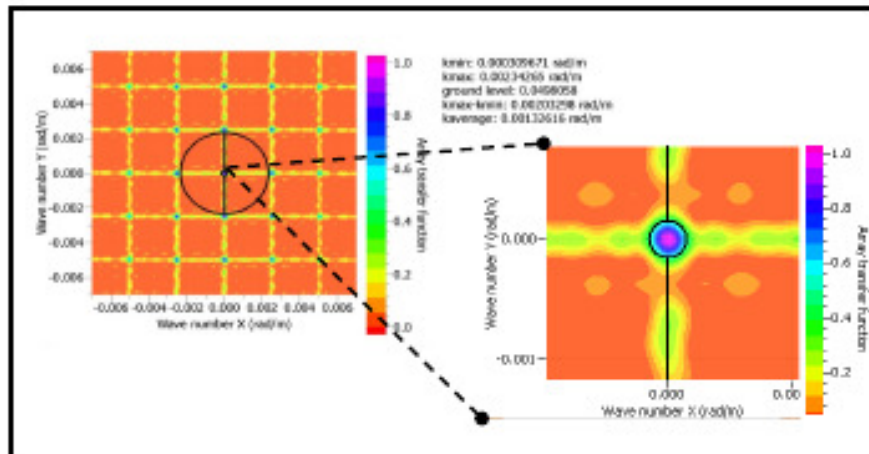


Gambar 4.4 Karakteristik sinyal gempa pada stasiun array non permanen di Padang, Sumatera Barat untuk tanggal 11 Maret 2011 pukul 05:46 UTC yang telah melalui proses *filtering* dan restitusi

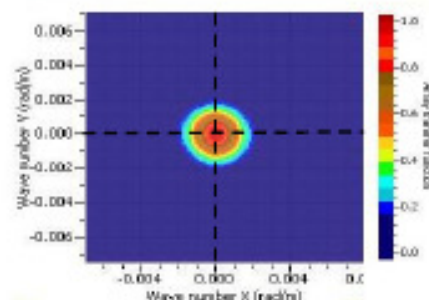
Array Response Function

Pola *array response function* digunakan untuk menentukan arah *rupture* dan nilai *slowness*. Setiap array memiliki bentuk pola *array response function* yang berbeda-beda.

Sebelum menentukan bentuk *array response function* dari stasiun array non permanen di Padang, Sumatera Barat terlebih dahulu diuji bentuk *array response function* dari array yang telah diketahui koordinat stasiun dan bentuk *array response function* nya, yaitu array ARCESS di Norwegia (Gambar 3.10) dan array *Yellowknife* di Canada (Gambar 3.11). Hasil uji bentuk *array* array ini terlihat pada Gambar 4.5 dan 4.6.

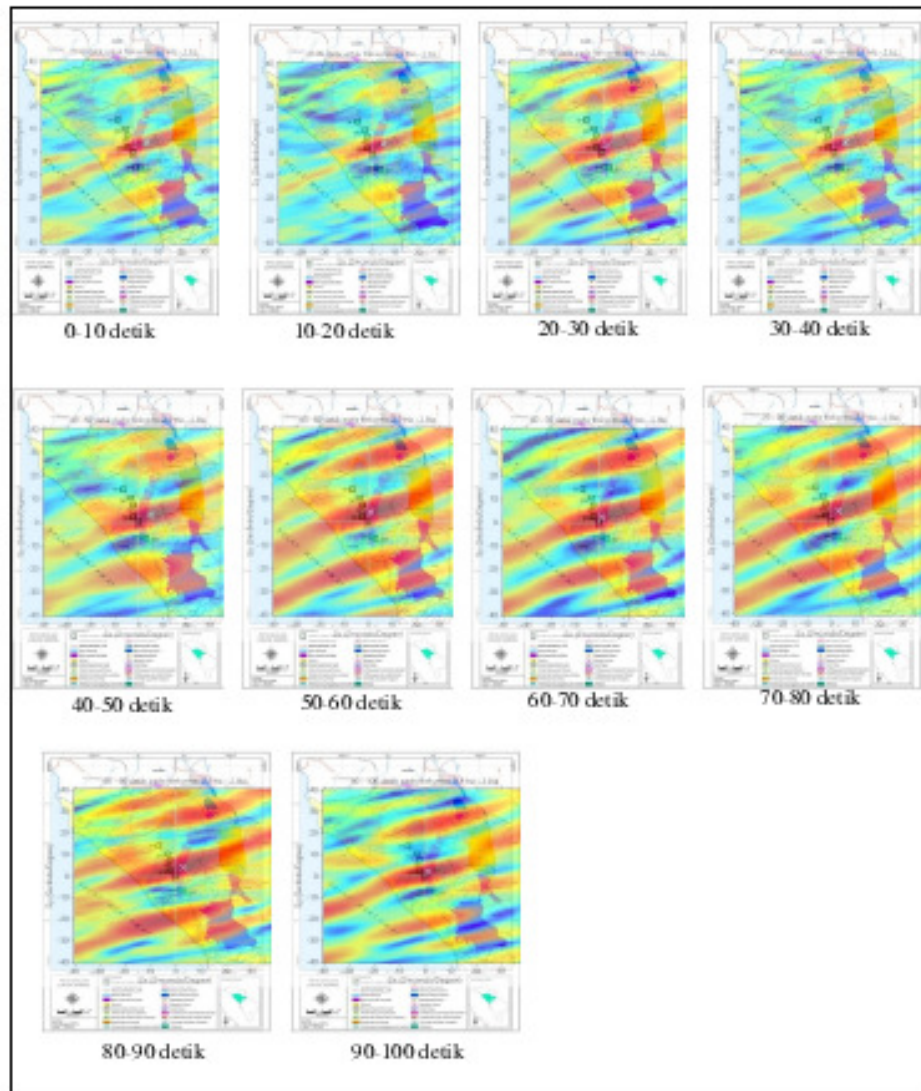


Gambar 4.5 Bentuk *array response function* dari pengujian *array response function* untuk array jenis *Yellowknife* array di Canada



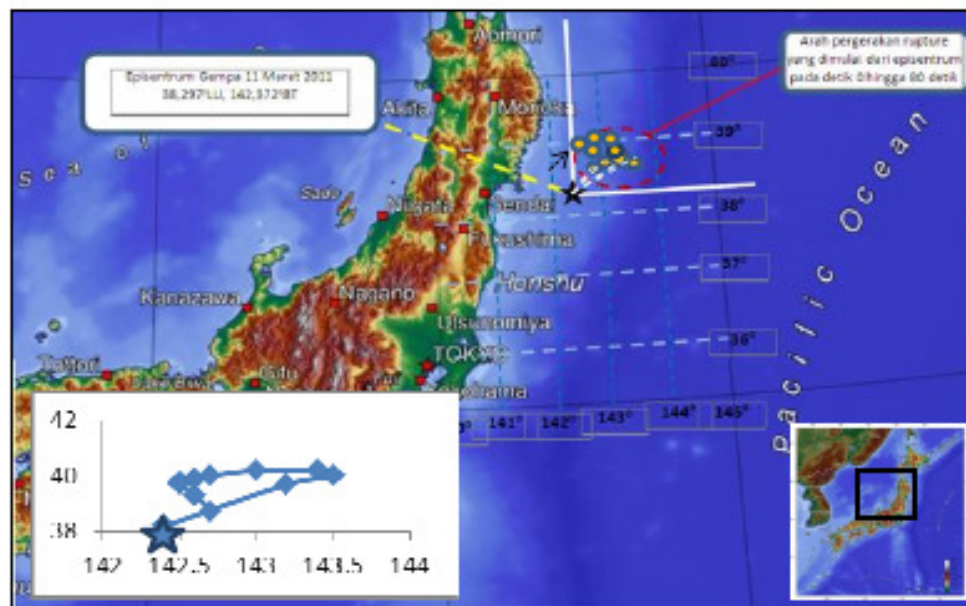
Gambar 4.6 Bentuk *array response function* dari pengujian *array response function* untuk array jenis ARCESS di Norwegia

Berdasarkan informasi *slowness* dan *back azimuth* dari urutan *time movie* maka dapat dilanjutkan untuk memetakan pergerakan *rupture* pada array. Proses pergerakan *rupture* merupakan perpindahan *back azimuth* pada range 30° sampai $46,5^\circ$ menuju ke arah timur dari pusat array, seperti terlihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Pergerakan *rupture* selama durasi waktu 0 - 100 detik dimulai dari detik ke-0 hingga detik ke-100 yang digambarkan pada array di Sumatera Barat

Pergerakan lobus memperlihatkan pergerakan *rupture* yang sebenarnya di episenter melalui representasi pada pusat array di stasiun Padang, Sumatera Barat. *Rupture* mulai bergerak dari arah utara menuju ke arah timur pusat array sejauh $40,18^\circ$, dan pada saat 100 detik arah *rupture* sudah bergerak sejauh $46,5^\circ$. Berdasarkan hasil pergerakan *rupture* pada array, maka dapat direpresentasikan arah *rupture* untuk gempa yang terjadi pada tanggal 11 Maret 2011 di Tohoku, Jepang, seperti pada gambar 4.11.



Gambar 4.8 Representasi pergerakan rupture gempa Tohoku, Jepang pada tanggal 11 Maret 2011, Dari arah utara episentrum rupture pertama sekali bergerak pada arah $40,18^\circ$ hingga $46,5^\circ$ menuju timur episentrum, tanda bintang biru pada grafik merupakan episenter

Pada awalnya gempa terjadi di episenter ($38,29^\circ\text{LU}$, $142,37^\circ\text{BT}$), 10 detik kemudian *rupture* I bergerak sejauh $40,18^\circ$ dari utara episentrum pada posisi koordinat ($39,7^\circ\text{LU}$ – $143,2^\circ\text{BT}$), selanjutnya pada detik ke-20 *rupture* II berpindah sejauh $45,2^\circ$ di posisi (40°LU – $143,5^\circ\text{BT}$), dan pada detik ke-30 *rupture* III berubah ke posisi ($40,2^\circ\text{LU}$ – $143,4^\circ\text{BT}$) sejauh $40,3^\circ$ dari utara episentrum, demikian seterusnya hingga yang terakhir pada detik ke 100 kembali terjadi pergerakan *rupture* sejauh $46,5^\circ$ di posisi ($38,7^\circ\text{LU}$ – $142,7^\circ\text{BT}$). Posisi perpindahan *rupture* ini dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Posisi perpindahan *rupture* mulai dari posisi 0 di episenter hingga posisi *rupture* yang ke 11 pada setiap 10 detik selama 110 detik.

| Posisi perpindahan <i>rupture</i> | Latitude (deg) | Longitude (deg) | Arah dari utara episenter |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------|
| Start di episenter | 142.4 | 38.2 | - |
| I | 143.2 | 39.7 | 40,18° |
| II | 143.5 | 40 | 45° |
| III | 143.4 | 40.2 | 40,3° |
| IV | 143 | 40.2 | 38,4° |
| V | 142.7 | 40 | 35,1° |
| VI | 142.6 | 39.9 | 33,3° |
| VII | 142.5 | 39.8 | 30,1° |
| VIII | 142.5 | 39.7 | 32,2° |
| IX | 142.6 | 39.3 | 39,4,5° |
| X | 142.7 | 38.7 | 46,5° |

Keseluruhan pergerakan arah ini mengindikasikan bahwa *rupture* bergerak selama durasi waktu 100 detik dari arah utara episentrum mulai 40.18° hingga 46,5° menuju timur episentrum. Selama 100 detik arah *rupture* mengalami pembelokan pada detik ke-20 yaitu yang pada awalnya menuju arah timur laut membelok ke arah barat daya kemudian berputar dan kembali lagi menuju timur laut pada detik ke 70. Arah timur laut dari pergerakan *rupture* ini adalah menuju posisi geologi palung laut Jepang yang berada di sebelah timur dari episenter.

5. KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian melalui data seismik array di Sumatera Barat terhadap gempa Tohoku yang terjadi di Jepang pada tanggal 11 Maret 2011 pukul 05:46 UTC diperoleh arah *rupture* gempa yang bergerak dari arah utara pusat array menuju timur dengan range nilai *back azimuth* 30,1°– 46,5° dengan durasi *rupture* adalah 100 detik.
2. Selama 100 detik arah *rupture* mengalami pembelokan pada detik ke-20 yaitu yang pada awalnya menuju arah timur laut pada arah 40° dari episenter membelok ke arah barat daya kemudian berputar dan kembali lagi menuju timur laut pada detik ke 70 membentuk arah 45° dari utara episenter.



DAFTAR PUSTAKA

- Subeno, B. and Kuncoro, E. (2011). Heat Transfer. International Student Edition. Mc. Graw Hill. Int. Book Co. Tokyo.
- Aki, K. (1957). *Space And Time Spectra Of Stationary Stochastic Waves, with Special reference to microtremors*, Bull. Earthq. Res. Inst., 35, 415–457.
- Bath, M. (1973), *Introduction to Seismology*, Library of Congress Card Number: 72-14371, Stockholm.
- Emmons W.H, Ira. S. Alison, Clinton. R, Stauffer, George. A. Thiel., (1960), *Geology: Principle and Processed*, McGraw-Hill book Company, Inc, New York.
- Gusman, AR dan Muhari, A.(2011). *Gempa dan Tsunami Tohoku 2011*. Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University. Jepang.
- Harjes, H.-P., dan M. Henger, (1973), *Array-Seismologie*, Z. Geophys, 39, 865–905,
- Huang, BS. (2001). *Evidence for Azimuthal and Temporal Variations of The Rupture Propagation of the 1999 Chi-Chi, Taiwan Earthquake From Dense Seismic Array Observations*. Geophysical Research Letters, Vol.28, No.17, Pages 3377-3380, September 1, 2001. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, Republic of China.
- 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.
- Knuger, F & Ohnberger, M. 2005. *Tracking The Rupture Of The $M_w = 9,3$ Sumatra earthquake over 1,150 km at Teleseismic Distance*. Vol 435/16 June 2005/doi:10.1038/nature03696. Institute of Geosciences, University of Potsdam, Germany.
- Permana, S. 2011. *Krisis Nuklir Fukushima Daichi Jepang diambil dari Belajar dari Bencana Jepang 11.03.2011 Gempabumi – Tsunami – Radiasi Nuklir*. Institute for Science and Technology Studies (ISTECS). Jepang.



- Rost, S. dan Thomas, C. 2002. *Array Seismology. Methods and Applications*, Rev. of Geophysics.,40(3).
- Sauck. W. A dan Sumner. J. S., 1970, *Residual Auramagnetic Map of Arizona*, University Arizona, Department Geoscience, Arizona.
- Scholz, C. H, 1990, *Seismology; Faults (Geology)*, Cambridge University Press, Newyork.
- Schweitzer, J. Fyen, J. Mykkeltveit, S. Gibbons, J.S. Pirli, M. Kuhn, D., and Kverna, T. 2011. *Seismic Arrays*. DOI: 10.2312/GFZ.NMSOP-2_CH9. Norway.
- Wang, D dan Mori, J. 2011. *Rupture Process of The 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (M_w 9.0) as Image With Back-Projection of Teleseismic P-Waves*. Earth Planets Space, 63, 603-607, 2011. Institute of Seismology, China Earthquake Administration, China.
- Yagi, Y. 2011. *Depth dependence of rupture velocity in deep earthquakes*, journals/gl/gll105/2011GL046807/. Received 17 January 2011; accepted 2 February 2011; published 11 March 2011, Jepang.
- Yunirianti, E. 2009. *Aplikasi Teknik Array Untuk Menentukan Parameter Sumber Gempa Studi kasus: Gempa Jepang Tanggal 5 September 2004*. Program Study Geofisika, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Arahan Pemanfaatan Ruang Wilayah Rawan Bencana Sumatera Barat Tahun 2003-2019*. <http://www.sumbarprov.go.id> (online 17 Maret 2012).
- Perkembangan Gempa 2011 di Jepang*, BMKG Lampung, <http://www.bmkg.stageoflampung.com>. (online 10 Mei 2012).
- Atlas of The World (Japan)*, http://www.welt-atlas.de.map_of_asia_map_of_the_world_political_0-9023. (online 8 Agustus 2012).
- <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/usc0001xgp/> (online 11 September 2012).
- <http://www.norsardata.no/NDC/> (online 12 November 2012).