

Skripsi Geofisika

**Identifikasi Sesar Menggunakan Metode Mekanisme
Fokus di Wilayah Sesar Matano**

(Periode tahun 2009 - 2016)

OLEH :

ANDI ICAL

H221 12 279



PROGRAM STUDI GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2017

**Identifikasi Sesar Menggunakan Metode Mekanisme
Fokus di Wilayah Sesar Matano**

(Periode tahun 2009 - 2016)

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Program Studi Geofisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

OLEH :

ANDI ICAL

H 221 12 279

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2017

HALAMAN PENGESAHAN

**Identifikasi Sesar Menggunakan Metode Mekanisme
Fokus di Wilayah Sesar Matano**

(Periode tahun 2009 - 2016)

OLEH :

ANDI ICAL

H 221 12 279

Makassar, Desember 2017

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama



Dr. Muh Altin Massinai, MT.Sury
NIP.196406161989031006

Pembimbing Pertama



Muh. Fawzy Ismullah M., S.Si, MT

SARI BACAAN

Sulawesi merupakan salah satu kepulauan di Indonesia dengan tingkat seismisitas yang tinggi khususnya di wilayah Soroako. Sesar Matano sendiri adalah sesar yang zonanya paling aktif gempa di wilayah Soroako. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi Sesar Matano menggunakan metode Mekanisme Fokus berdasarkan gempabumi periode 2009-2016. Data gempabumi yang digunakan adalah data gempabumi yang meliputi waktu kejadian, koordinat, kedalaman dan magnitudo. Software yang digunakan untuk mendapatkan Mekanisme fokus dari gempabumi di daerah penelitian adalah *Seisgram2K* dan *AZMTAK*. Hasil Penelitian menunjukkan gempabumi yang terjadi di sepanjang Sesar Matano mengikuti pola Sesar Matano yang bergerak secara mengiri (sinistral). Arah Pergerakan Sesar Matano juga dipengaruhi oleh pergerakan sesar yang ada disekitar Sesar Matano seperti Sesar Sorong dan Sesar Palu-Koro.

Kata Kunci : gempabumi, mekanisme fokus, sesar matano

ABSTRACT

Sulawesi is one of the archipelago in Indonesia with high seismicity especially in Soroako region. Matano's fault itself is the most active zone of the earthquake in Soroako region. This research is intended to identify Matano Fault using Focus Mechanism method based on earthquake period between 2009-2016. The earthquake data used is the one which includes time of incident, coordinate, depth and magnitude. Software used to obtain the focal mechanism of the earthquakes in the study area is *Seisgram2K* and *AZMTAK*. The research's result shows that earthquakes that occur along the Matano Fault follow the pattern of Matano Fault that moves in the left (sinistral). Direction of Matano Fault movement is also influenced by the movement of fault that exist around Matano Fault like Fault Sorong and Palu-Koro Fault.

Keyword : earthquake, focal mechanism, matano fault

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil alamin. Segala puji syukur bagi Allah SWT atas berkat, nikmat dan kasih sayang-Nya kepada seluruh hamba-Nya. Tak lupa pula shalawat serta salam kepada Rasulullah Muhammad SAW, teladan bagi seluruh dunia dan juga pada para pengikutnya hingga di akhirat kelak.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains (S1) pada Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Dalam penyelesaian skripsi ini tak terlepas dari berbagai rintangan serta keterbatasan dari penulis, akan tetapi berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, namun masih terdapat berbagai kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan demi perbaikan kualitas penulis untuk kedepannya. Atas bantuan dan dorongan itu, tak ada kata yang pantas penulis ucapkan selain terima kasih yang setulus-tulusnya kepada orang tua tercinta : **Andi Ilyas dan Nurhayati**. Terima kasih atas semua kerja kerasmu dan doa yang engkau kirimkan hanya untuk mempersembahkan dan memohon yang terbaik untuk penulis. Terima kasih atas pengorbanan dan kasih sayangmu selama ini.

Tidak lupa pula penulis sampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak ***Dr.Muh Altin Massinai, MT.Surv*** selaku pembimbing utama.
Bapak ***Muh Fawzy Ismullah M., S.Si, MT*** selaku pembimbing pertama,
yang dengan tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, ilmu dan arahan

kepada penulis untuk selalu memberikan yang terbaik demi terselesaikannya skripsi ini.

2. Bapak *Ir. Bambang Hari Mei, M.Si*, Bapak *Drs. Hasanuddin, M.Si* dan Bapak *Drs. Erfan, M.Si* sebagai tim penguji skripsi geofisika yang telah banyak memberikan masukan dan saran-saran demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak *Dr.Muh Altin Massinai, MT.Surv* selaku Ketua Program Studi Geofisika FMIPA UNHAS serta seluruh staf dosen pengajar yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjalani studi di Program Studi Geofisika FMIPA UNHAS.
4. Bapak *Dr.Eng. Amiruddin, S.Si, M.Si* selaku Penasehat Akademik yang banyak memberikan nasehat di sela-sela kesibukan beliau selama penulis menempuh studi.
5. Bapak dan Ibu staf pegawai akademik FMIPA UNHAS.
6. Seluruh guru-guru penulis di SDN 01 Pagi Jak-Ut, SMPN 121 Jak-Ut, SMAN 52 Jak-Ut dan SMAN 1 Towuti.
7. Teman-teman yang selalu memotivasi : Jemy, Matra, Miftah, Gangga, Iqbal, Rahmat, Asrul, Atika, Faisal, Asraf, Zul, Amel, Dini, Uzzy, Arif, dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
8. Keluarga Iriani Burera, andi Fatimah, Andi Iqbal, Andi Sartika yang telah memberi motivasi sehingga penulis bisa bertahan melanjutkan studi dan bisa menyelesaikan skripsi ini.

Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih untuk semuanya. Semoga Skripsi ini bukan karya terakhir dari penulis dan dapat bermanfaat sebagaimana mestinya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
SARI BACAAN	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Ruang Lingkup	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Sejarah Gempa di Soroako	3
II.2 Tektonik Lempeng	4
II.2.1 Tektonik Sulawesi Tengah	6
II.3 Gempabumi	10
II.3.1 Teori Gempabumi	11
II.4 Teori Sesar	12
II.4.1 Jenis-jenis Sesar.....	12
II.4.2 Parameter Sesar.....	14

II.5 Penentuan Lokasi Gempa	15
II.6 Mekanisme Fokus	16

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian	20
III.2 Data	21
III.3 Prosedur	21
III.3.1 Pengambilan Data	21
III.3.2 Prosedur Pengolahan Data	21
III.3.2.1 Membuat Peta Distribusi Hiposenter Gempabumi Periode 2009-2016	21
III.3.2.2 Pemilihan Data Gempa yang Mewakili Keseluruhan Sesar Matano	21
III.3.2.3 Membuat Peta Distribusi Mekanisme Fokus untuk Beberapa Gempabumi Periode 2009-2016	22
III.4 Bagan Alir	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil dan Pembahasan	24
IV.1.1 Distribusi Hiposenter Gempabumi Periode 2009- 2016.....	24
IV.1.2 Pemilihan Data Gempa Berdasarkan Region.....	26
IV.1.3 Hasil Pengolahan Data Gempa Terpilih Menggunakan Software Seisgram2K.....	29

IV.1.4 Hasil Pengolahan Data Gempa Terpilih Menggunakan Software AZMTAK.....	30
IV.1.5 Sebaran Mekanisme Fokus untuk Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016).....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	39
V.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Infrastruktur yang Rusak Akibat Gempa di SMAN 2 Nuha Soroako	3
Gambar 2.2 Peta Tektonik dan Geologi Pulau Sulawesi	7
Gambar 2.3 Geometri Sesar	14
Gambar 2.4 Penentuan Hiposenter	15
Gambar 2.5 Penentuan Mekanisme Fokus	18
Gambar 2.6 Bentuk bola fokus dan jenis sesarnya	19
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	20
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	23
Gambar 4.1 Peta Distribusi Gempabumi di Wilayah Sesar Matano Periode 2009-2016	25
Gambar 4.2 Distribusi Gempabumi di wilayah Sesar Matno Periode 2009-2016	27
Gambar 4.3 Salah satu hasil <i>picking</i> gelombang P pada region 3 pada stasiun MMSI menggunakan <i>software</i> Seisgram2K	29
Gambar 4.4 Salah satu <i>output</i> dari <i>software</i> Seisgram2K	29
Gambar 4.5 Format data gempa untuk input ke program AZMTAK	30
Gambar 4.6 Bola fokus gempabumi dengan nilai <i>strike</i> , <i>dip</i> dan <i>rake</i> hasil pengolahan <i>software</i> AZMTAK	31
Gambar 4.7 Sebaran fokal mekanisme gempabumi pada region 1	33
Gambar 4.8 Sebaran fokal mekanisme gempabumi pada region 2	34
Gambar 4.9 Sebaran fokal mekanisme gempabumi pada region 3	35
Gambar 4.10 Sebaran fokal mekanisme gempabumi pada region 4	36

Gambar 4.11 Distribusi mekanisme gempabumi di wilayah Sesar Matano periode 2009-2016 37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Tabel Gempabumi Terpilih di Region 1	28
Tabel 4.2 Tabel Gempabumi Terpilih di Region 2	28
Tabel 4.3 Tabel Gempabumi Terpilih di Region 3	28
Tabel 4.4 Tabel Gempabumi Terpilih di Region 4	28

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Data Gempabumi di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009 - 2016)
- Lampiran 2** Data Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)
- Lampiran 3** Data Polaritas Stasiun Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)
- Lampiran 4** Hasil Picking Data Waveform Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)
- Lampiran 5** Hasil Pengolahan Data Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016) Menggunakan Software AZMTAK..

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kepulauan di Indonesia terletak di antara dua kontinen yaitu kontinen Australia di bagian tenggara dan kontinen Asia di bagian baratlaut serta terletak antara dua samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Indonesia. Indonesia ditinjau dari titik pandang geodinamika kepulauan terletak dalam zona konvergen antara tiga lempeng yang saling bergerak satu terhadap lainnya, yaitu lempeng Eruasia di bagian utara yang relatif diam, lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat dengan kecepatan 7-13 cm pertahun, dan lempeng Hindia-Australia yang bergerak ke utara dengan kecepatan 6-10 cm pertahun (Massinai, 2012).

Sulawesi merupakan salah satu daerah yang mempunyai seismisitas tinggi. Pergerakan lempeng-lempeng mikro maupun lempeng-lempeng utama yang ada di sekitar pulau Sulawesi yang menjadi penyebab tingginya sesimistas di wilayah tersebut. Aktivitas tersebut memberikan manifestasi tektonik yang berdampak pada munculnya kawasan rawan bencana gempabumi. Manifes tektonik tersebut berbentuk sesar dan gunungapi. Terdapat beberapa sesar yang tersebar di Pulau Sulawesi yaitu Sesar Walannae (Sulawesi Selatan), Palu Koro (Palu hingga Selat Makassar), Sesar Gorontalo, Sesar Batui (Sulawesi Tengah), Sesar naik Selat Makassar dan Sesar Matano, Lawanopo dan Kolaka (Sulawesi Tenggara) (Ismullah, 2015).

Kompleksnya proses tektonik dan tingginya tingkat seismisitas di Sulawesi Selatan khususnya daerah Soroako, maka perlu dilakukan penelitian. Metode yang

digunakan untuk penelitian ini adalah mekanisme fokus. Mekanisme fokus merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi sesar dan pergerakannya dengan cara menentukan parameter-parameter sesar berupa *strike*, *dip* dan *rake*.

1.2 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini yaitu di sekitar wilayah Sesar Matano yang meliputi Provinsi Sulawesi Selatan dengan titik koordinat $2.25^{\circ} - 2.71^{\circ}$ LS dan $120.69^{\circ} - 122.04^{\circ}$ BT. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gempabumi dari katalog BMKG tahun 2009-2016 dengan kedalaman 0 – 300 Km dan magnitudo >4 . Pengolahan data dilakukan menggunakan data gempa dari katalog BMKG dan data waveform untuk beberapa gempa yang terpilih. Data tersebut diolah menjadi pola distribusi hiposenter gempabumi beserta mekanisme fokus sehingga dapat dianalisis pola tatanan tektonik wilayah tersebut.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tatanan tektonik di sekitar wilayah Sesar Matano berdasarkan pola gempabumi yang terjadi selama periode 2009-2016. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

- a. Memetakan distribusi hiposenter gempabumi yang terjadi pada periode 2009-2016 di sekitar wilayah Sesar Matano
- b. Memetakan distribusi mekanisme fokus untuk beberapa gempabumi yang terjadi selama 2009-2016 di wilayah Sesar Matano.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II. 1 Sejarah Gempa di Soroako

Soroako merupakan salah satu daerah yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan Kabupaten Luwu Timur. Soroako sendiri dikenal di mata dunia karena potensi tambang nikel yang besar. Namun tak kalah pentingnya diketahui bahwa daerah Soroako memiliki resiko gempabumi yang sangat tinggi karena terdapat sesar yang membelah Danau Matano yang kita kenal sebagai Sesar Matano. Kajian tentang struktur sesar ini belum begitu banyak dilakukan. Sesar Matano sendiri memiliki tingkat seismisitas yang tinggi, hal ini dibuktikan begitu banyaknya gempa yang telah terjadi di wilayah tersebut, salah satunya gempa yang terjadi pada tanggal 15 Februari 2011. Gempa tersebut mengguncang Soroako dengan episenter di darat dan kedalaman dangkal. Akibat aktivitas sesar tersebut telah menimbulkan kerusakan infrastruktur yang cukup serius (BMKG, 2017)



Gambar 2.1 Infrastruktur yang Rusak Akibat Gempa di SMAN 2 Nuha Soroako

II. 2 Tektonik Lempeng

Teori tektonik lempeng adalah teori dalam bidang geologi yang dikembangkan untuk memberikan bukti-bukti tentang adanya pergerakan skala besar yang dilakukan oleh litosfer bumi. Pada tahun 1960-an, mulai bermunculan bukti bahwa benua benar-benar berpindah. Ini menjadi awal dari Teori Tektonik Lempeng (*Plate Tectonics*). Tektonik adalah ilmu yang mempelajari pergerakan dan deformasi litosfer dalam skala global. Tektonik lempeng merupakan cabang khusus dari tektonik yang berhubungan dengan proses Bergeraknya litosfer secara horizontal di atas astenosfer. Astenosfer adalah lapisan selubung bagian atas, pada kedalaman antara 350 km sampai 100 km di bawah permukaan bumi. Sifat dari astenosfer ini lemah, sehingga memungkinkan material tersebut untuk mengalir. Litosfer adalah lapisan di atas astenosfer dengan ketebalan 100 km dari permukaan bumi. Lebih dingin, kuat dan kaku dibandingkan astenosfer. Mencakup selubung bagian atas dan seluruh kerak bumi.

Lapisan litosfer dibagi menjadi menjadi lempeng-lempeng tektonik yang besar dan kecil (lempeng mikro). Lempeng-lempeng litosfer sendiri terapung di atas astenosfer dan bergerak dengan kecepatan beberapa cm/ tahun. Kecepatan pergerakan tiap lempeng tidaklah sama. Ada 6 lempeng terbesar yang ada di bumi, yaitu lempeng Eurasia, Amerika Utara, Amerika Selatan, Afrika, Pasifik dan Indo-Australia (Abdullah dkk., 2006).

Pada umumnya aktivitas gempa bumi dan vulkanisme terjadi karena adanya interaksi antar lempeng-lempeng, dikarenakan tiap lempeng bergerak sebagai unit

tersendiri di permukaan bumi, maka interaksi antar lempeng akan terjadi pada batas-batas lempeng. Kebanyakan gempa bumi dan gunung api terjadi di sepanjang batas lempeng. Setiap tipe batas lempeng membentuk topografi tertentu di sekitarnya disertai dengan aktivitas gempa bumi dan vulkanisme tertentu. Batas lempeng dibagi menjadi 3 macam, yaitu (Abdullah dkk., 2006) :

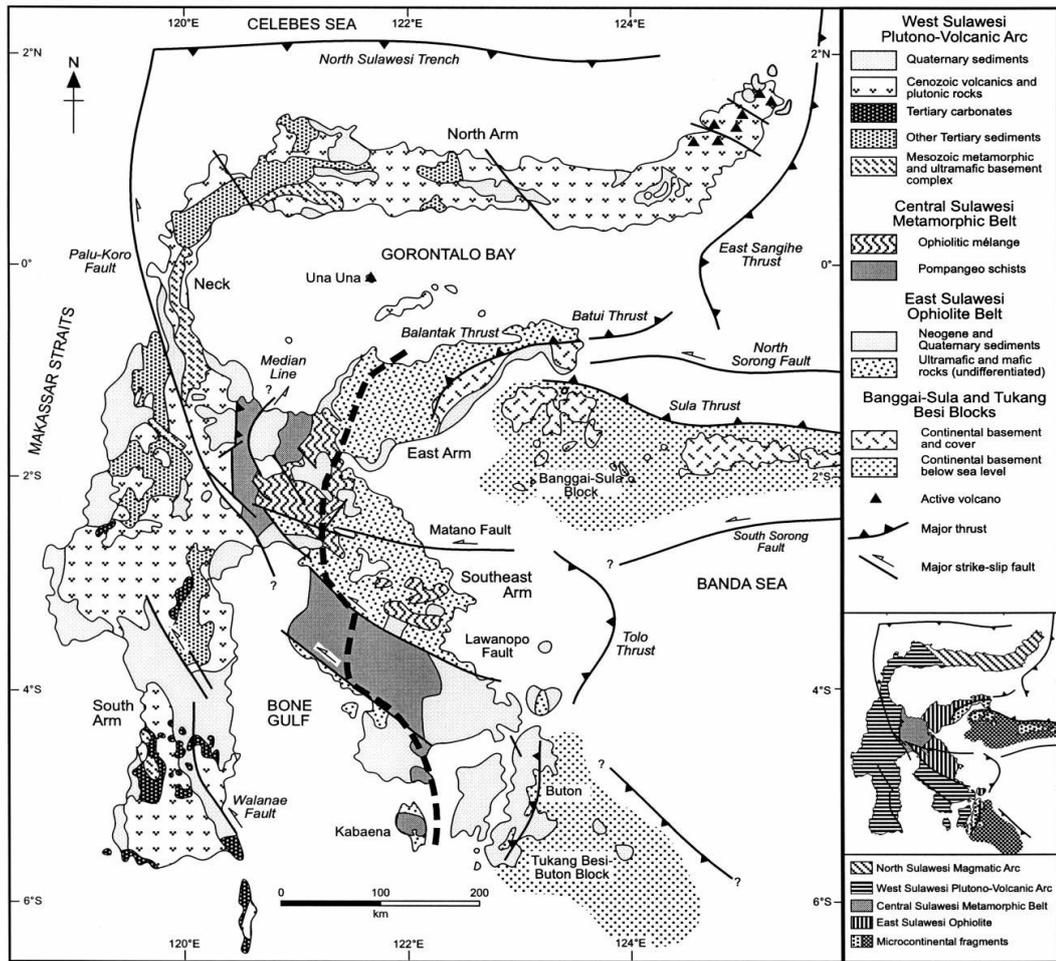
1. Divergen, lempeng-lempeng yang bergerak saling menjauh, mengakibatkan material dari selubung naik ke atas membentuk lantai samudera baru.
2. Konvergen, lempeng-lempeng yang bergerak berdekatan (bertemu) , mengakibatkan salah satu lempeng menyusup di bawah yang lain, masuk ke selubung.
3. Transform, lempeng-lempeng yang bergerak bersinggungan, tanpa membentuk atau merusak litosfer.

Terdapat anggapan lama pada abad-abad yang lampau, bahwa bumi adalah sesuatu yang rigid atau kaku, sementara benua-benua berada pada kedudukannya yang tetap tidak berpindah-pindah. Setelah ditemukannya Benua Amerika dan dilakukan pemetaan pantai di Amerika dan Eropa ternyata terdapat kesesuaian morfologi dari pantai-pantai yang dipisahkan oleh Samudera Atlantik. Hal ini menjadi titik tolak dari konsep-konsep yang menerangkan bahwa benua-benua tidak tetap akan tetapi selalu bergerak. Konsep-konsep ini dibagi menjadi tiga menurut perkembangannya (Van Krevelen, 1993) :

1. Konsep yang menerangkan bahwa terpisahnya benua disebabkan oleh peristiwa yang katastrofik dalam sejarah bumi (Owen dan Snider, 1857)
2. Konsep apungan benua atau continental drift yang mengemukakan bahwa benua-benua bergerak secara lambat melalui dasar samudera (Alfred Wegener, 1912). Akan tetapi teori ini tidak bisa menerangkan adanya dua sabuk gunung api di bumi.
3. Konsep paling mutakhir yang dianut oleh para ilmuwan sekarang, yaitu Teori Tektonik Lempeng. Teori ini lahir pada pertengahan tahun 1960. Teori ini terutama didukung oleh adanya Pemekaran Tengah Samudera (Sea Floor Spreading) dan bermula di Pematang Tengah Samudera (Mid Oceanic Ridge:MOR) (Hess, 1962).

II. 2. 1 Tektonik Sulawesi Tengah

Sulawesi Tengah merupakan daerah yang memiliki tingkat seismisitas yang tinggi. Daerah tersebut disusun oleh Kompleks Pompangeo, batugamping malih dan ofiolit. Kompleks Pompangeo tersusun oleh sekis, grafit, batusabak, genes, serpentinit, kuarsa dan batugamping malih. Berdasarkan pengumurannya, Kompleks Pompangeo berumur 111 juta tahun.



Gambar 2.2 Peta Tektonik dan Geologi Pulau Sulawesi (Hall dan Wilson, 2000)

Berdasarkan gambar 2.2, terdapat beberapa sesar yang terdapat di Pulau Sulawesi yaitu Sesar Naik Poso, Sesar Naik Wekuji, Sesar Matano, Depresi Poso dan sesar-sesar lainnya (Surono dan Hartono, 2013).

1. Sesar Palu-Koro

Sesar ini dijumpai di Lengan Selatan Sulawesi berarah utara barat laut-selatan tenggara. Di darat, sesar ini dicirikan oleh adanya lembah sesar yang datar pada bagian dasarnya, dengan lebar mencapai 5 km di sekitar Palu dan dindingnya mencapai ketinggian 1.500-2.000 m di atas dasar

lembah, sedangkan di laut dicirikan oleh kelurusan batimeri, yaitu kelurusan lereng dasar laut terjal dan berakhir di Sesar Naik Poso. Sesar ini membentang dari sebelah barat Kota Palu sampai Teluk Bone yang panjangnya kurang lebih 250 km, dengan kecepatan pergerakan transkaren sekitar 2-3,5 mm sampai 14-17 mm/tahun. Sesar Palu-Koro memotong Sesar Naik Flores, memanjang melalui Selat Bone dan berakhir di Palung Timor, sedangkan ke arah utara berakhir di Tunjaman Minahasa.

2. Sesar Naik Poso

Sesar Naik Poso membentuk suatu kelurusan lembah melengkung dan merupakan batas kompleks batuan malih dan Mendala Sulawesi Selatan. Sesar ini diduga merupakan sesar naik, karena blok yang ditempati kompleks batuan malih merupakan blok yang bergerak naik. Sesar naik ini merupakan kontak antara Kompleks Batuan Malih Sulawesi Tengah dan Busur Gunungapi Sulawesi Barat; Kompleks Batuan Malih sebagai *hanging wall* dan busur gunungapi sebagai *foot wall*. Di sebelah barat sesar utama terdapat juga sesar naik minor yang masih merupakan bagian dari Sesar Naik Poso. Tumbukan ini diperkirakan terjadi pada Miosen Akhir-Pliosen Awal. Sebaran ke utara sesar ini ditutupi oleh endapan molasa dan endapan alluvial, sedangkan ke selatan ditutupi oleh endapan alluvial sehingga sesar ini diduga tidak aktif dan berdasarkan kegempaan sesar ini tidak lama aktif. Namun pada citra menunjukkan bahwa sesar ini juga memotong endapan muda (alluvium) sehingga sesar naik ini besar kemungkinan masih aktif.

3. Sesar Naik Wekuli

Sesar ini merupakan batas antara Kompleks Ofiolit Sulawesi Timur dan Kompleks Batuan Malihan Sulawesi Tengah. Ofiolit merupakan *hanging wall* dan batuan malihan sebagai *foot wall*-nya. Sesar ini diduga terbentuk bersamaan dengan Sesar Naik Poso dan Sesar Naik Batui yang terjadi pada Neogen.

4. Sesar Matano

Di darat Sesar Matano dicirikan oleh kelurusan lembah yang membentang dari pantai Lengan Tenggara Sulawesi, memotong Sesar Naik Poso di Sulawesi Tengah dan akhirnya bergabung dengan Sesar Palu-Koro. Sesar lainnya adalah Sesar Solo, Sesar Matarombeo dan Sesar Lawanopo yang menyatu dengan Sesar Matano, dan ke tenggara di laut disebut sebagai Hamilton. Untuk Sesar Lainea-Sesar Eha dan Sesar Kolaka yang relatif sejajar dengan Sesar Matano berakhir di pantai Teluk Bone. Sesar-sesar tersebut merupakan sesar mendatar mengiri. Danau Towuti terbentuk oleh pengaruh sesar matano, Sesar Lawanopo, Sesar Solo dan Sesar Matarombeo. Sesar-sesar ini cukup aktif, terutama Sesar Matano sebagaimana dijumpainya beberapa gempa sepanjang atau dekat dengan sesar tersebut.

5. Depresi Poso

Depresi Poso terdapat di antara batuan malih dan dibatasi oleh kelurusan melengkung. Kelurusan ini merupakan batas batuan malih. Di bagian selatan membentuk Danau Poso, sedangkan di daerah Poso dan sekitarnya diisi oleh

Formasi Poso dan Formasi Puna yang masing-masing berumur pliosen. Depresi ini diduga terbentuk oleh gaya pelepasan setelah tumbukan kepingan benua dengan Kompleks ofiolit.

6. Sesar-sesar lainnya

Dalam Kompleks Pompangeo berdasarkan kedudukan foliasi dapat dibedakan beberapa satuan yang batasnya cukup lurus tetap meliuk, sedangkan batas antara Kompleks Pompangeo dan batug gamping mailh di selatan juga merupakan kelurusan melengkung.

II. 3 Gempabumi

Gempabumi adalah peristiwa pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi penyebab terjadinya gempabumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Pelepasan energi tersebut ditransmisikan ke segala arah sebagai gelombang seismik, sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi.

Lokasi pusat gempabumi yang merupakan awal pelepasan energi yang merambatkan gelombang atau getaran disebut hiposenter atau fokus gempa. Proyeksi hiposenter ke permukaan bumi disebut episenter. Peta yang menggambarkan pola penyebaran gempabumi disebut peta seismisitas (Santoso, 2002).

II. 3. 1 Teori Gempabumi

Teori bingkas elastik (*elastic rebound theory*) menjelaskan bahwa terjadinya gempabumi dikarenakan proses patahan (retakan) pada kerak bumi sebagai hasil dari pelepasan stress elastik secara mendadak yang melampaui kekuatan batuan. Ketika sesar terjadi, sisi yang berseberangan meloncat menuju ke keadaan stabil dan melepaskan energi dalam bentuk panas dan vibrasi gelombang elastik. Jadi, menurut teori ini sesar menyebabkan gempa bumi (Waluyo, 1992).

Gerakan tiba-tiba pada patahan menimbulkan gerak awal gelombang yang bersifat kompresi dan dilatasi. Gerak kompresi ini akan terdistribusi di sekitar sumber gempa bumi dalam kuadran. Dua bidang yang saling tegak lurus memisahkan daerah kompresi dan dilatasi disebut sebagai bidang nodal. Salah satu dari bidang nodal ini adalah bidang patahan (*fault plane*) dan yang lain adalah bidang bantu (*auxiliary plane*) (Waluyo, 1992).

Fokus gempabumi (*earthquake focus*) adalah tempat energi gempabumi terlepas yang akan menyebabkan gempabumi. Kenyataan sumber gempa berasal dari gerak sesar membuktikan bahwa fokus gempa bukan merupakan satu titik, melainkan satu daerah yang membentang berberapa kilometer. Fokus gempa terletak di kedalaman, yang disebut hiposenter, di bawah permukaan. Untuk mengidentifikasi pusat gempa umumnya dilakukan dari episenter, titik di permukaan bumi tegak lurus di atas fokus. Dalam menentukan fokus perlu diketahui lokasi episenter dan kedalamannya (Abdullah dkk., 2006).

Klasifikasi gempa berdasarkan kedalaman fokus sebagai berikut (Fowler, 1990) :

a. Gempa bumi dangkal (kedalaman 0-60 km)

Gempa bumi dangkal menimbulkan efek guncangan yang lebih dahsyat dibanding gempa bumi dalam, karena letak fokus lebih dekat ke permukaan

b. Gempa menengah (kedalaman 61-300 km)

Gempa bumi menengah terletak pada kedalaman di bawah kerak bumi, sehingga digolongkan sebagai gempa bumi yang tidak berasosiasi dengan penampakan retakan atau patahan di permukaan, namun gempa bumi ini masih dapat diperkirakan mekanismenya.

c. Gempa bumi dalam (kedalaman >300 km)

Gempa bumi dalam sebenarnya relatif sering terjadi, namun karena berada pada kedalaman lebih dari 300 km, maka manusia tidak merasakan getarannya.

II. 4 Teori Sesar

II. 4. 1 Jenis-jenis Sesar

Sesar (patahan) merupakan retakan pada batuan bumi yang diakibatkan oleh gerakan menggeser secara vertikal atau horizontal sehingga terjadi pergerakan relatif pada blok batuan di daerah tersebut.

Sesar aktif adalah sesar yang bergerak pada kurun waktu 10.000 tahun yang lalu. Sesar yang berpotensi aktif adalah sesar yang bergerak pada kurun waktu 2 juta tahun yang lalu, sedangkan sesar yang tidak aktif adalah sesar yang tidak pernah bergerak pada kurun waktu 2 juta tahun yang lalu (Massinai, 2015).

Ada tiga jenis sesar yaitu sesar mendatar, sesar naik dan sesar turun. Selain ketiga jenis tersebut, terdapat pula jenis sesar yang merupakan kombinasi sesar mendatar dan sesar naik/turun yang disebut *oblique fault*.

1. Sesar mendatar (*Strike-slip Fault*) adalah sesar yang pergerakannya sejajar, blok bagian kiri relatif bergeser ke arah yang berlawanan dengan blok bagian kanannya. Berdasarkan arah pergerakan sesarnya, sesar mendatar dapat dibagi menjadi 2 (dua) jenis sesar, yaitu :

a. Sesar Mendatar Dextral (sesar mendatar menganan)

Sesar Mendatar Dextral adalah sesar yang arah pergerakannya searah dengan arah perputaran jarum jam.

b. Sesar Mendatar Sinistral (sesar mendatar mengiri)

Sesar Mendatar Sinistral adalah sesar yang arah pergeserannya berlawanan arah dengan arah jarum jam.

Pergeseran pada sesar mendatar dapat sejajar dengan permukaan sesar atau pergeseran sesarnya dapat membentuk sudut (*dip-slip/oblique*). Sedangkan bidang sesarnya sendiri dapat tegak lurus maupun menyudut dengan bidang horisontal.

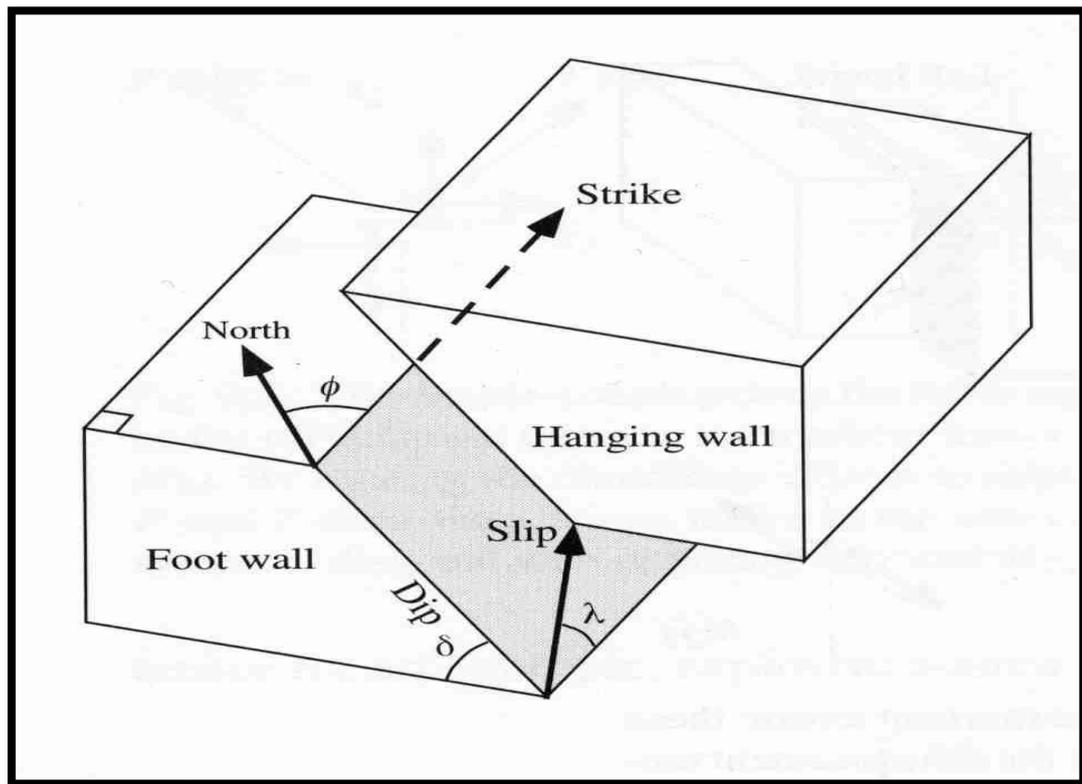
2. Sesar Naik (*Thrust Fault*) adalah sesar dimana salah satu blok batuan bergeser ke arah atas dan blok bagian lainnya bergeser ke arah bawah disepanjang bidang sesarnya. Pada umumnya bidang sesar naik mempunyai kemiringan lebih kecil dari 45°.

3. Sesar Turun (*Normal Fault*) adalah sesar yang terjadi karena pergeseran blok batuan akibat pengaruh gaya gravitasi. Secara umum, sesar normal terjadi

sebagai akibat dari hilangnya pengaruh gaya sehingga batuan menuju ke posisi seimbang (isotasi).

II. 4. 2 Parameter Sesar

Parameter Sesar dapat dideskripsikan dengan ilustrasi bidang sesar dibawah ini :



Gambar 2. 3 Geometri Sesar (Okal, 2011)

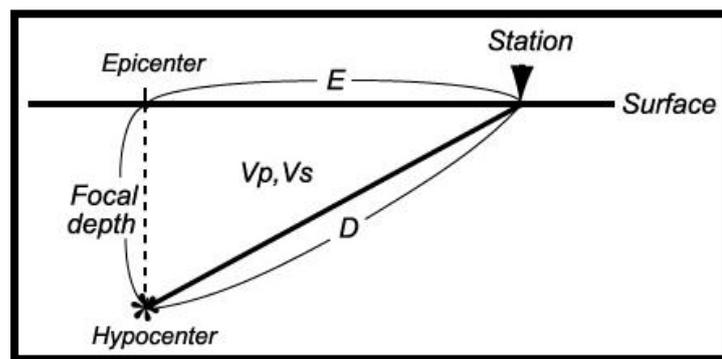
Gambar 2.3 diatas menampilkan parameter bidang sesar yang terdiri atas *strike*, *dip* dan *rake* yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Jurus sesar (*strike*) (ϕ) yaitu sudut yang dihitung searah jarum jam dari arah utara ke arah bidang sesar.

2. Sudut kemiringan sesar (*dip*) (δ) yaitu sudut yang dibentuk antara permukaan atau bidang horizontal dengan bidang sesar. Besar *dip* antara 0° sampai 90° .
3. Pergeseran relative (*slip*) adalah pergeseran relative pada sesar yang diukur dari satu blok ke blok lain pada bidang sesar. *Slip* merupakan pergeseran titik yang sebelumnya berimpit.

II. 5 Penentuan Lokasi Gempa

Hiposenter gempabumi merupakan posisi dimana energi regangan yang tersimpan dalam batuan itu pertama kali dilepaskan. Pada penentuan hiposenter dibutuhkan hasil rekaman gempa, yaitu waktu tiba gelombang P (t_p), waktu tiba gelombang S (t_s) pada tiap stasiun. Juga selisi waktu tiba kedua gelombang (S-P) akan terus bertambah sebanding dengan bertambahnya jarak tempuh (D) kedua gelombang tersebut. Hubungan yang lebih jelas dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.4 Penentuan Hiposenter (Hurukawa, 2008)

Jarak hiposenter ditunjukkan oleh waktu dan kecepatan gelombang P dan S sebagai berikut (Hurukawa, 2008):

$$D = T_{po} \times V_p = \frac{T_{sp} \times V_s}{V_p - V_s} V_p \quad (2.a)$$

$$D = \frac{V_p}{\frac{V_p}{V_s} - 1} T_{sp} \quad (2.b)$$

Secara matematis hubungan antara jarak tempuh (D) dan S-P adalah :

$$D = k \times (S-P) \quad (2.c)$$

Dimana :

$$k = \frac{V_p \times V_s}{V_p - V_s}$$

Dengan :

T_p : Waktu tiba gelombang P

T_s : Waktu tiba gelombang S

T_o : *Origin time*

T_{po} : Waktu tempuh gelombang P (= $T_p - T_o$)

T_{sp} : Waktu tempuh S-P (= $T_s - T_p$)

V_p : Kecepatan gelombang P

V_s : Kecepatan gelombang S

D : Kedalaman Hiposenter

k : Konstanta Omori

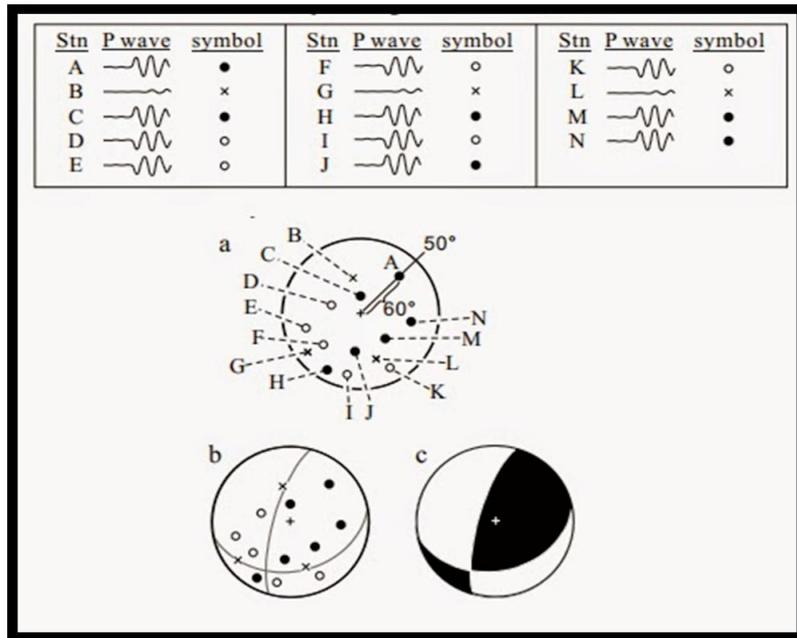
II. 6 Mekanisme Fokus

Aktivitas sesar merupakan penyebab terjadinya gempa bumi. Sebagian besar gempa terjadi di bagian interior bumi yang sangat dalam. Sangat sulit untuk mengamati seluruh gambaran sesar pada suatu gempa. Istilah *focal mechanism*

(mekanisme fokus) digunakan untuk menguraikan proses pelepasan energi dari sumber gempa, dimana sesar merupakan mekanisme yang sering digunakan untuk menjelaskan pelepasan energi dari sumber gempa. Bentuk gelombang seismik tergantung dari sumber gempa yang berupa sesar atau patahan. Oleh karena itu dengan informasi gelombang seismik yang tercatat di dalam sesimogram dapat ditentukan karakteristik sesar atau patahannya. Untuk mengetahui karakteristik tersebut diperlukan analisis tentang mekanisme pusat gempabumi yaitu penentuan orientasi bidang sesar yang antara lain meliputi penentuan harga *strike* dan *dip*.

Salah satu studi mekanisme sumber gempa dengan gerak awal gelombang P bertujuan untuk menentukan sesar gempa berdasarkan bidang nodal dari hasil pengamatan polaritas gelombang P yang dipancarkan oleh hiposenter. Ketika gempabumi terjadi maka gelombang gempabumi akan terpancarkan ke segala arah bentuk phase gelombang. Phase awal yang tercatat lebih dulu adalah gelombang P, karena memiliki kecepatan terbesar dari gelombang lainnya. Sistematisa distribusi radiasi gelombang P dapat dijelaskan sebagai berikut :

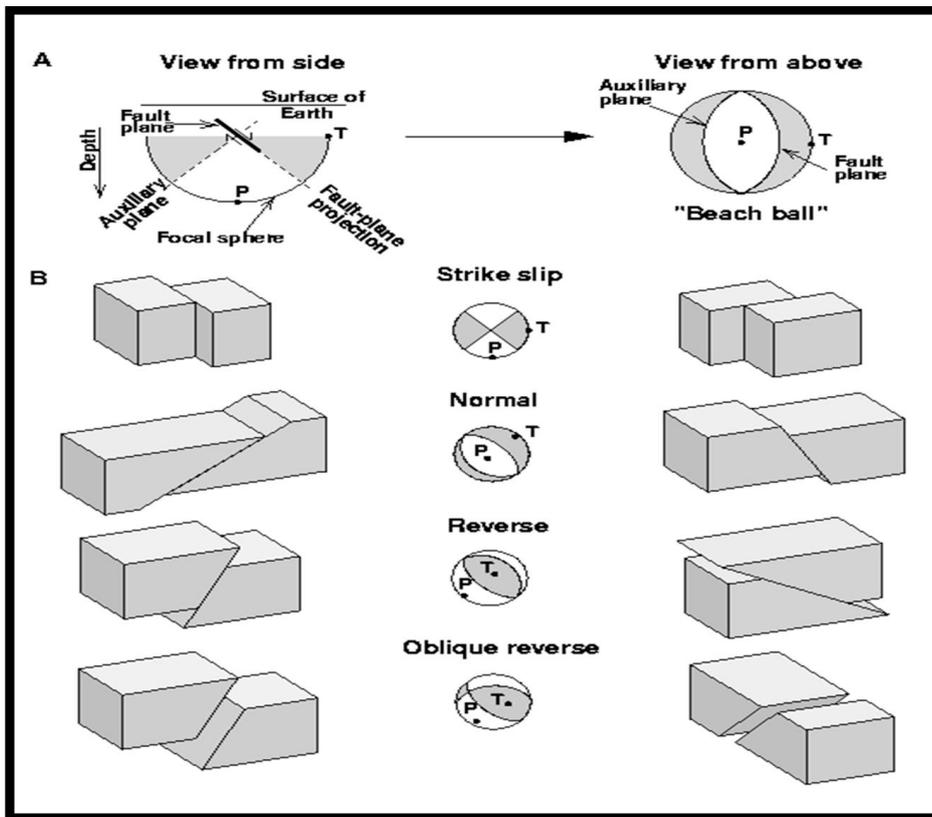
1. Gerakan Tanah yang menyebabkan gempa dipolarisasikan sebagai gerakan repulsif (disebut kompresi) atau tekanan dan gerakan atraktif (disebut dilatasi) atau tarikan pada hiposenter.
2. Distribusi yang sistematis ini mengakibatkan ruang di sekeliling episenter dapat dibagi menjadi empat kuadran oleh dua garis (disebut garis nodal atau bidang nodal).



Gambar 2. 5 Penentuan Mekanisme Fokus (Cronin, 2010)

Pada gambar 2.4 dapat dijelaskan bahwa gambar (a) merupakan hasil polarisasi yang diterima stasiun-stasiun, semua diplot di stereonet. Kemudian dikelompokkan sesuai polanya yaitu pada gambar (b) dan terbentuk solusi bidang patahan (naik/turun/geser/oblique) seperti pada gambar (c).

Teknik di atas merupakan mekanisme fokus gempa, dimana dengan teknik ini setiap gempa yang terjadi dapat dianalisa terjadi dari sesar normal, sesar naik maupun sesar mendatar. Arah jurus dan kemiringannya dapat ditentukan (Santoso, 2002).



Gambar 2. 6 Bentuk bola fokus dan jenis sesarnya (Cronin, 2010)

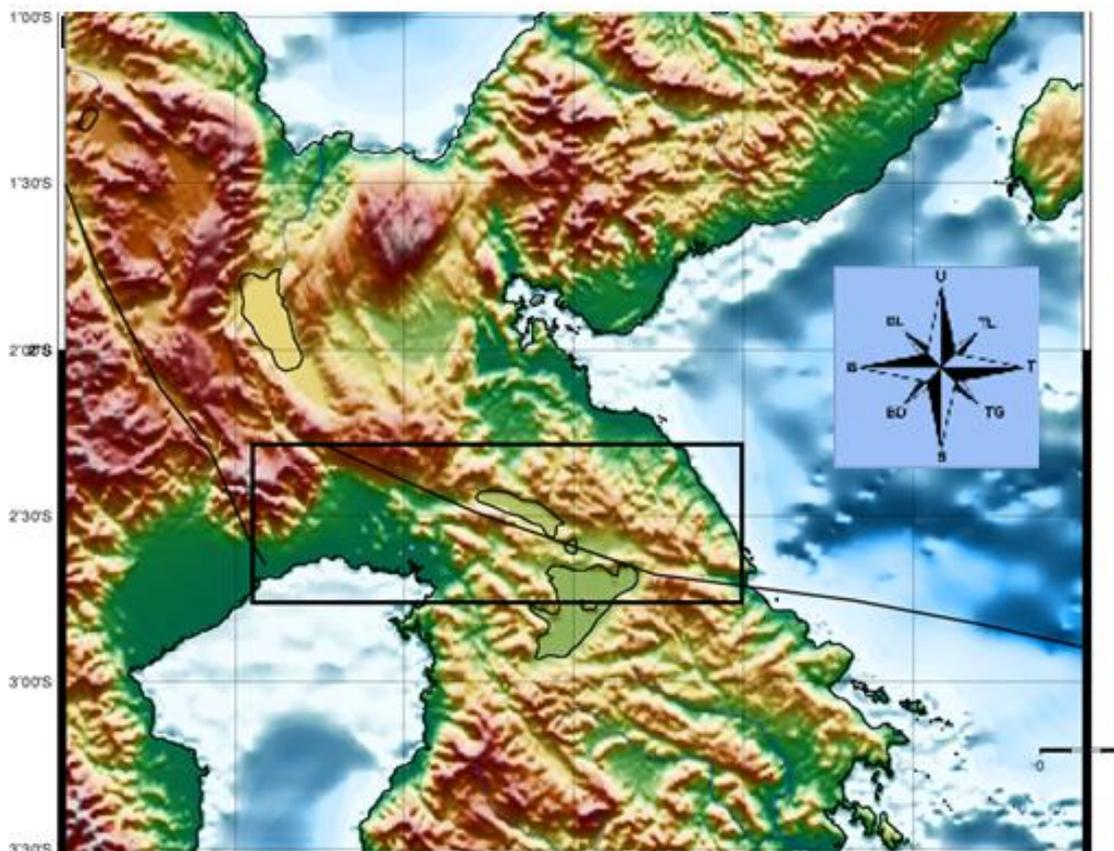
BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang menjadi objek penelitian adalah daerah di sekitar wilayah sesar Matano yang meliputi provinsi Sulawesi Selatan yang terletak pada koordinat $2.25^{\circ} - 2.71^{\circ}$ LS dan $120.69^{\circ} - 122.04^{\circ}$ BT.

LOKASI PENELITIAN



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

III.2 Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data hiposenter gempa bumi periode 2009-2016 untuk daerah disekitar wilayah sesar Matano dengan titik koordinat $2.25^{\circ} - 2.71^{\circ}$ LS dan $120.69^{\circ} - 122.04^{\circ}$ BT.

III.3 Prosedur

III.3.1 Pengambilan Data

Data yang digunakan adalah data dari katalog BMKG. Data ini memiliki informasi koordinat hiposentrum, magnitudo, kedalaman, waktu terjadinya gempa bumi. Data lainnya adalah data waveform yang didapatkan dari data base BMKG untuk beberapa gempa yang terpilih.

III.3.2 Prosedur Pengolahan Data

III.3.2.1 Membuat Peta Distribusi Hiposenter Gempabumi Periode 2009-2016

Data gempa bumi yang terdiri dari koordinat, waktu kejadian, magnitudo dan kedalaman hiposenter dapat dibuat basis data. Dari hasil tersebut digunakan untuk mengetahui sebaran gempa bumi pada wilayah sekitar Matano.

III.3.2.2 Pemilihan Data Gempa yang Mewakili Keseluruhan Sesar Matano

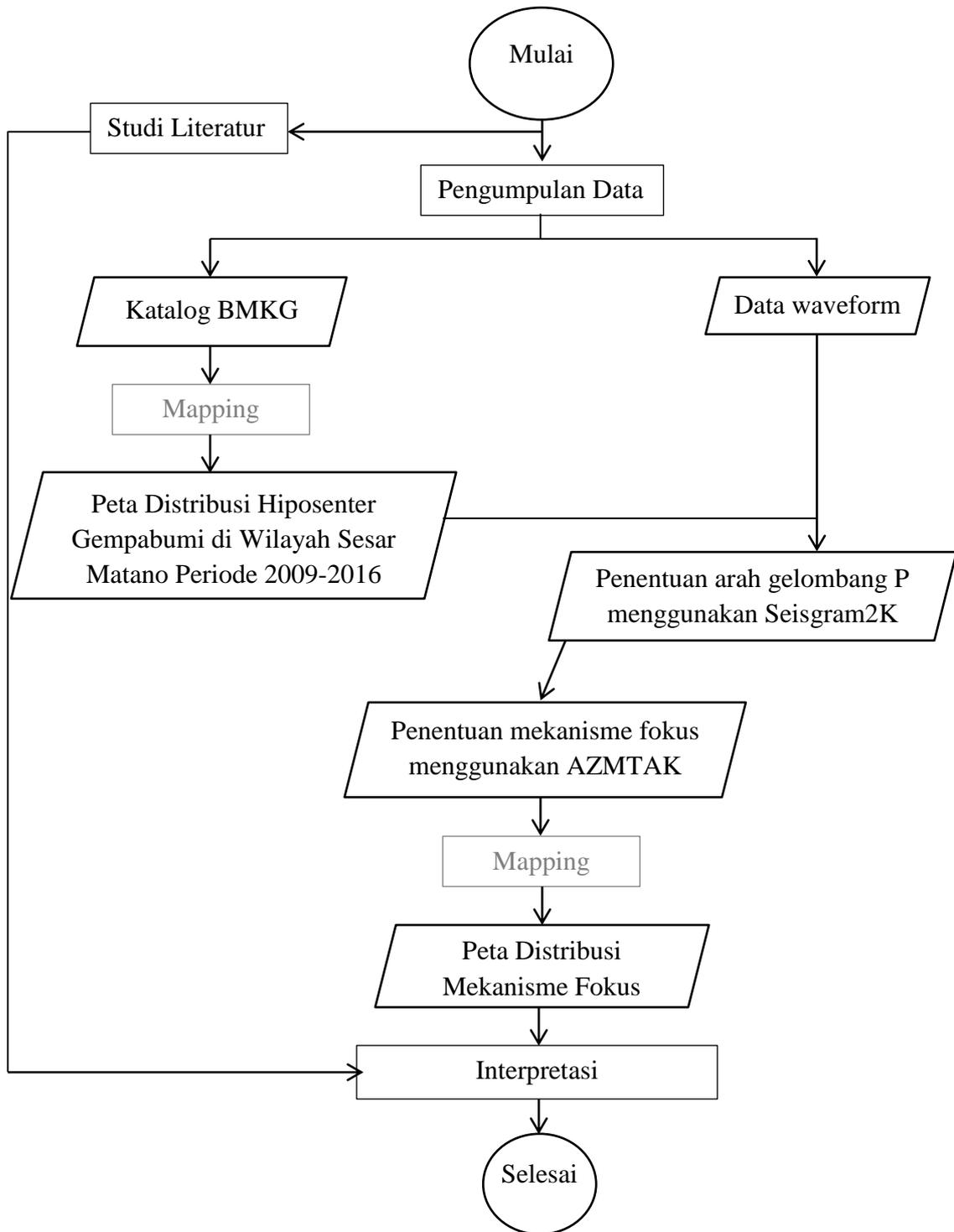
Data gempa bumi yang telah dibuat peta distribusi hiposenter kemudian dipilih beberapa gempa yang mewakili keseluruhan sesar tersebut. Parameter dalam pemilihan gempa tersebut adalah lokasi dan kekuatan magnitudo. Misalkan

segmentasinya lurus maka diambil beberapa gempa, begitupun kalau segmentasinya bercabang maka gempa yang dipilih tentunya akan lebih banyak. Selain itu magnitudo yang tinggi ditandai dengan amplitudo yang tingginya, sehingga saat diolah di Seisgram2K akan lebih mudah.

III.3.2.3 Membuat Peta Distribusi Mekanisme Fokus untuk Beberapa Gempabumi Periode 2009-2016

Polaritas merupakan sifat dari suatu gelombang yang menunjukkan apakah bernilai positif atau negatif. Dari sifat tersebut kita bisa mengetahui kondisi pada suatu gelombang menggunakan data polaritas. Data polaritas waveform didapatkan dari hasil picking gelombang, yang kemudian data tersebut akan digunakan untuk mendapatkan mekanisme fokus gempa dengan menggunakan software AZMTAK.

III.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil dan Pembahasan

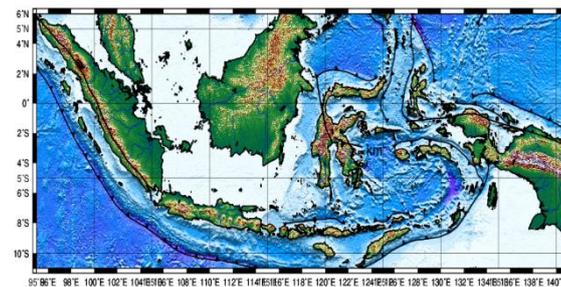
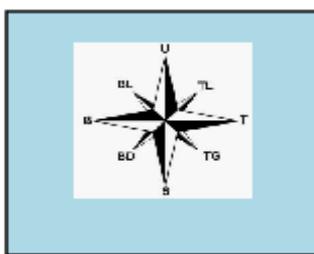
IV.1.1 Distribusi Hiposenter Gempabumi Periode 2009-2016

Data gempabumi berdasarkan magnitudo dan kedalaman di sekitar wilayah Sesar Matano dengan koordinat $2.25^{\circ} - 2.71^{\circ}$ LS dan $120.69^{\circ} - 122.04^{\circ}$ BT diperoleh dari hasil plot data gempabumi data harian dalam kurun waktu 8 tahun dengan menggunakan *software GMT*. Data gempabumi tersebut terdiri dari koordinat, kedalaman dan magnitudo gempa. Gempabumi yang terjadi di wilayah ini merupakan gempabumi dangkal dan gempabumi menengah. Gempabumi di wilayah ini didominasi oleh gempa dangkal.

Magnitudo yang digunakan pada distribusi gempa ini adalah >4 . Gempabumi yang terjadi di sekitar wilayah sesar ini tergolong gempa sedang, hal ini dikarenakan magnitudonya hanya berkisar 4-6 saja.



Generic Mapping Tools (GMT)



DIBUAT OLEH

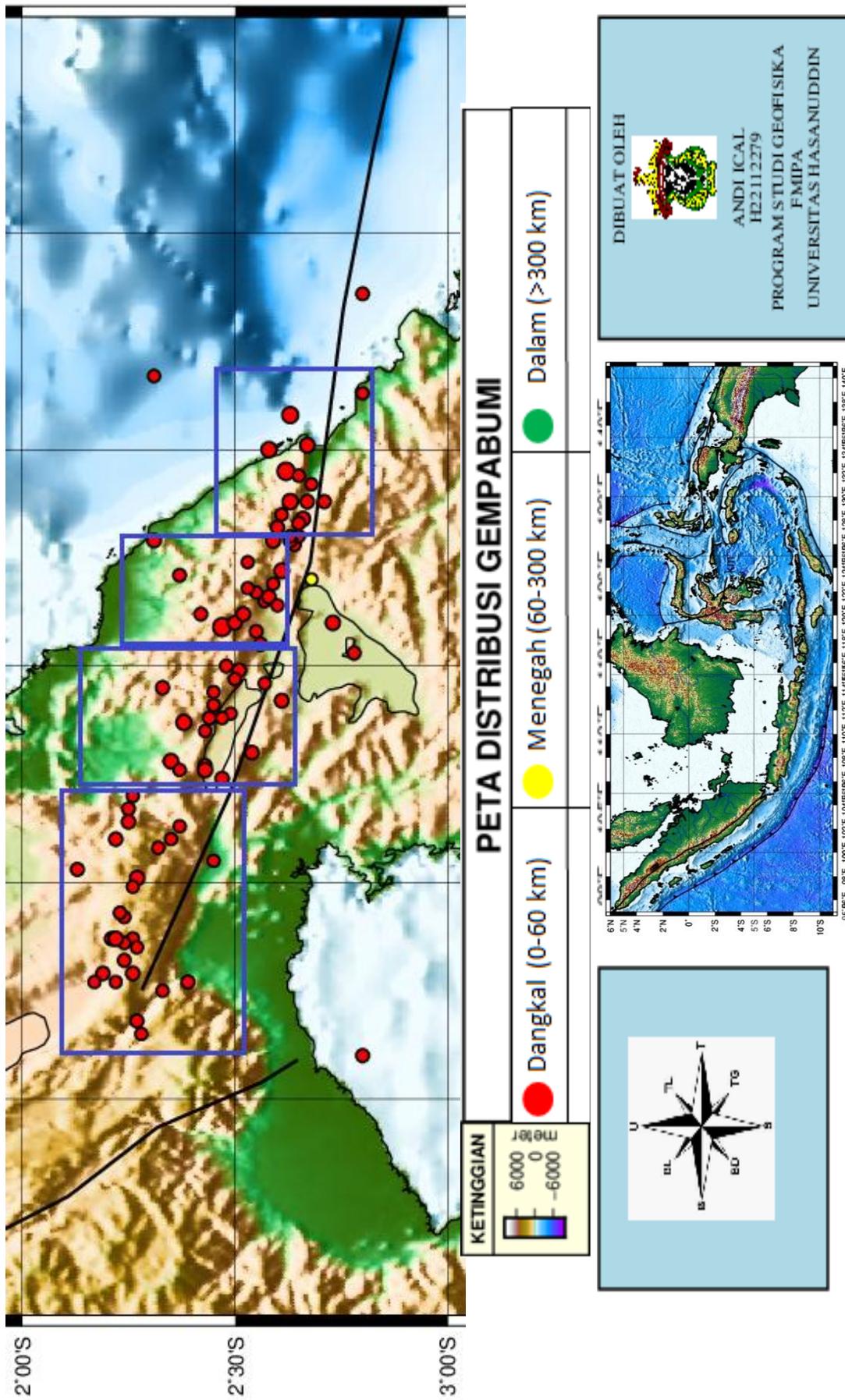
ANDI ICAL
 H22112279
 PROGRAM STUDI GEOFISIKA
 FMIPA
 UNIVERSITAS HASANUDDIN

Gambar 4.1 Peta Distribusi Gempabumi di Wilayah Sesar Matano Periode 2009-2016

Peta distribusi gempa bumi di wilayah Sesar Matano berdasarkan koordinat, magnitudo dan kedalaman (Gambar 4.1) diperoleh sebaran gempa bumi yang mengikuti pola dari Sesar Matano tersebut. Terdapat 87 event gempa yang di plot di *Generic Mapping Tools (GMT)*. Dari total 87 event gempa, gempa dangkal merupakan gempa yang paling dominan di wilayah Sesar Matano. Selain itu gempa bumi yang terjadi di wilayah penelitian didominasi oleh gempa dangkal. Ini membuktikan bahwa Sesar Matano sendiri berada di area yang dekat dengan permukaan. Sedangkan berdasarkan magnitudo atau kekuatan gempa yang terjadi di dominasi gempa bumi menengah. Dengan kondisi seismisitas tersebut membuktikan bahwa wilayah penelitian ini memiliki karakteristik seismisitas dengan frekuensi yang cukup tinggi pada kedalaman dangkal dan banyak terjadi di darat dengan dengan dominasi gempa bumi menengah.

IV.1.2 Pemilihan Data Gempa Berdasarkan Region

Berdasarkan distribusi gempa bumi di wilayah Sesar Matano dengan koordinat $2.25^{\circ} - 2.71^{\circ}$ LS dan $120.69^{\circ} - 122.04^{\circ}$ BT maka wilayah penelitian ini akan dibagi menjadi 4 region, dimana setiap region akan dipilih 4 gempa yang dapat menjadi representatif dari region tersebut.



Gambar 4.2 Distribusi Gempabumi di wilayah Sesar Matno Periode 2009-2016

Tabel 4.1 Tabel Gempabumi Terpilih di Region 1

NO	Time	Lat	Long	Depth	Mag
1.	2015-01-01 T22:20:05	-2.22	120.88	10 km	4.6 M
2.	2009-05-15 T22:15:38	-2.30	120.80	21 km	4.5 M
3.	2010-01-18 T23:17:32	-2.32	121.02	31.9 km	4.4 M
4.	016-12-09 T02:26:33	-2.18	120.81	36.3 km	4.4 M

Tabel 4.2 Tabel Gempabumi Terpilih di Region 2

NO	Time	Lat	Long	Depth	Mag
1.	2009-09-10 T20:24:28	-2.34	121.31	10 km	4.7 M
2.	2012-01-29 T07:35:19	-2.32	121.30	10 km	4.7 M
3.	2009-01-02 T02:52:17	-2.27	121.18	35 km	4.3 M
4.	2011-03-24 T22:03:25	-2.38	121.26	22 km	4.1 M

Tabel 4.3 Tabel Gempabumi Terpilih di Region 3

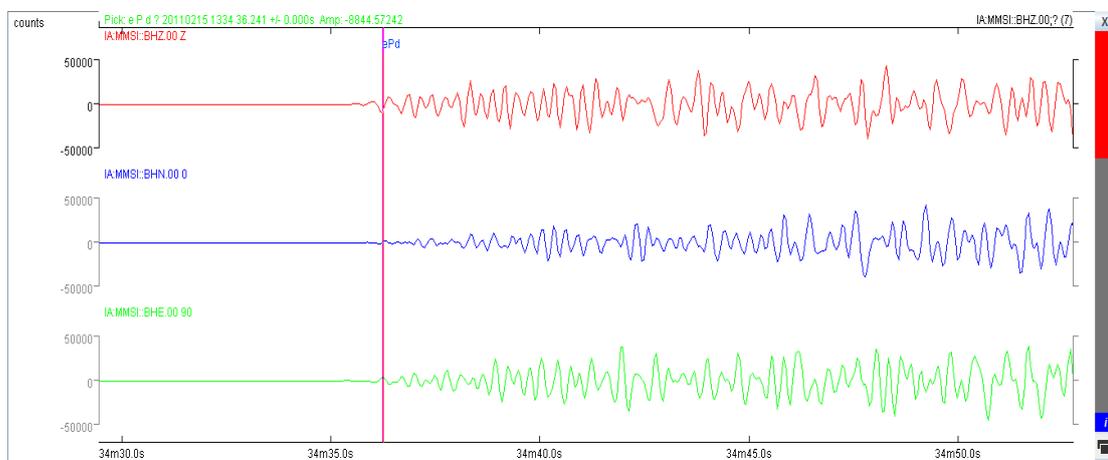
NO	Time	Lat	Long	Depth	Mag
1.	2011-11-07 T02:29:50	-2.42	121.62	11 km	4.3 M
2.	2014-02-10 T19:31:57	-2.49	121.56	7.9 km	4.5 M
3.	2011-02-15 T13:33:55	-2.47	121.55	34 km	6.1 M
4.	2011-02-15 T23:02:12	-2.46	121.58	29.8 km	4.7 M

Tabel 4.4 Tabel Gempabumi Terpilih di Region 4

NO	Time	Lat	Long	Depth	Mag
1.	2012-04-16 T02:17:52	-2.63	121.89	27.9 km	5.9 M
2.	2012-05-01 T13:59:44	-2.67	121.95	39.2 km	5.3 M
3.	2012-04-16 T18:01:18	-2.59	121.90	39.8 km	5.3 M
4.	2012-05-17 T23:50:07	-2.65	121.92	35 km	4.9 M

IV.1.3 Hasil Pengolahan Data Gempa Terpilih Menggunakan Software Seisgram2K

Berdasarkan pengolahan data gempabumi terpilih di setiap region menggunakan software Seisgram2K maka akan didapatkan hasil berupa nilai kompresi (+) dan nilai dilatasi (-).



Gambar 4.3 Salah satu hasil *picking* gelombang P pada region 3 pada stasiun MMSI menggunakan *software* Seisgram2K

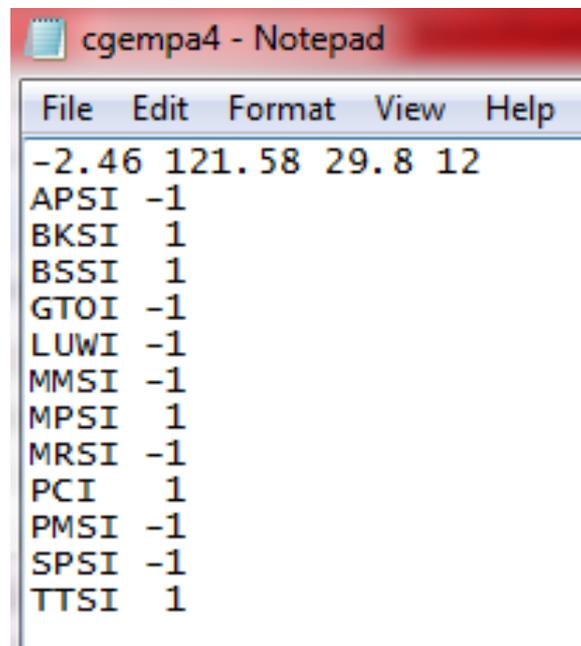
SeisGram2K_1509678400 - Notepad

File	Edit	Format	View	Help
TTSI	? Z	i P d	20150101	2220 26.671
APSI	? Z	i P c	20150101	2220 32.987
SPSI	? Z	e P d	20150101	2220 40.946
PMSI	? Z	e P c	20150101	2220 45.087
BNSI	? Z	i P d	20150101	2220 45.319
KKSI	? Z	e P d	20150101	2220 46.640
MPSI	? Z	i P c	20150101	2220 48.457
LUWI	? Z	i P d	20150101	2220 49.572
MRSI	? Z	e P d	20150101	2220 49.756
KAPI	? ?	e P c	20150101	2220 53.934
BKSI	? Z	e P c	20150101	2220 57.529
GTOI	? Z	i P d	20150101	2221 01.759
TMSI	? Z	i P c	20150101	2221 35.161
KMSI	? Z	? ? c	20150101	2222 01.379

Gambar 4.4 Salah satu *output* dari software Seisgram2K

IV.1.4 Hasil Pengolahan Data Gempa Terpilih Menggunakan Software AZMTAK

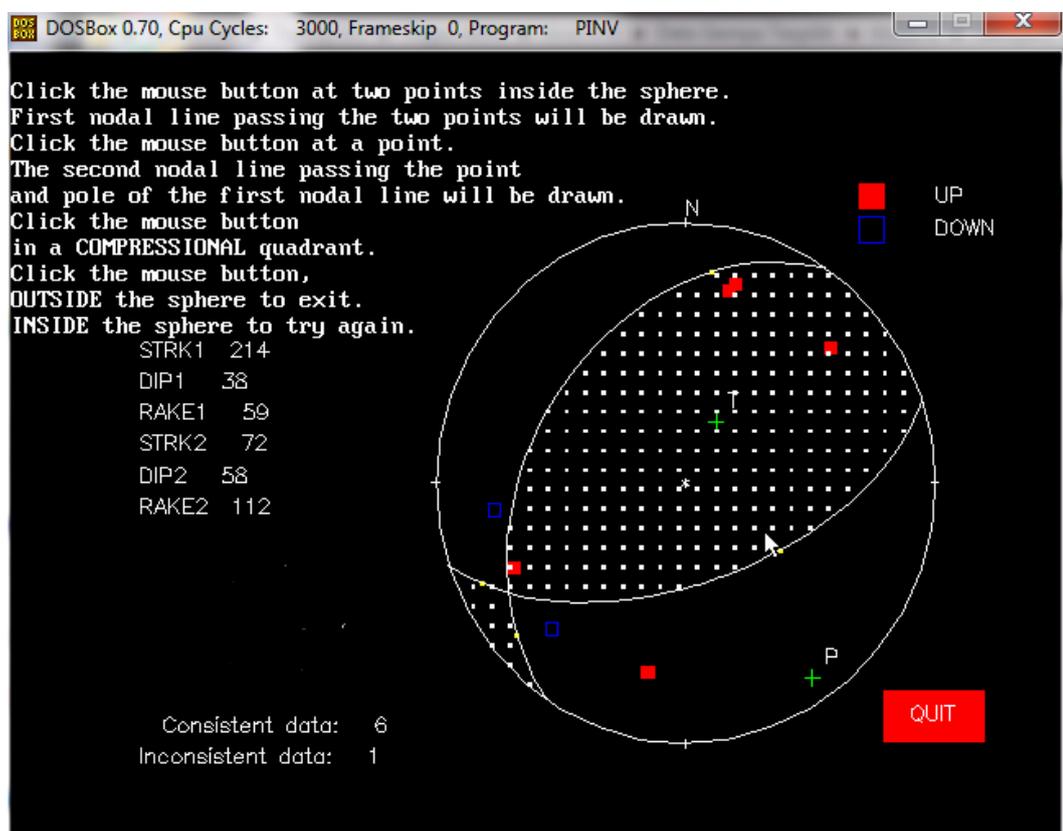
Hasil pengumpulan dan seleksi data diperoleh dari arah gerakan pertama gelombang P di stasiun yang berupa gerakan ke atas (kompresi) dan gerakan ke bawah (dilatasi). Input data berupa koordinat waktu dan lokasi kejadian, kedalaman, magnitudo dan jumlah yang digunakan, waktu bacaan gelombang P untuk setiap stasiun dan koordinat lokasi setiap stasiun pencatat gempa bumi. Semua data itu akan diinput di notepad. Dari program notepad kemudian diolah menggunakan *software* AZMTAK. Hasil dari *software* Seisgram2K akan menjadi input data untuk AZMTAK. Berikut ini adalah salah satu hasil polaritas gelombang yang didapatkan dari penelitian menggunakan notepad.



```
cgempa4 - Notepad
File Edit Format View Help
-2.46 121.58 29.8 12
APSI -1
BKSI 1
BSSI 1
GTOI -1
LUWI -1
MMSI -1
MPSI 1
MRSI -1
PCI 1
PMSI -1
SPSI -1
TTSI 1
```

Gambar 4.5 Format data gempa untuk input ke program AZMTAK

Arah gerakan pertama gelombang P ini akan menjadi salah satu input untuk software AZMTAK dengan nilai kompresi (1) dan dilatasi (-1). Hasil yang akan menjadi *output* dari software ini akan berupa bola focal dan nilai *strike*, *dip* dan *rake*. Berikut ini merupakan salah satu *output* AZMTAK dari hasil pengolahan data penelitian.



Gambar 4.6 Bola fokus gempabumi dengan nilai *strike*, *dip* dan *rake* hasil pengolahan software AZMTAK

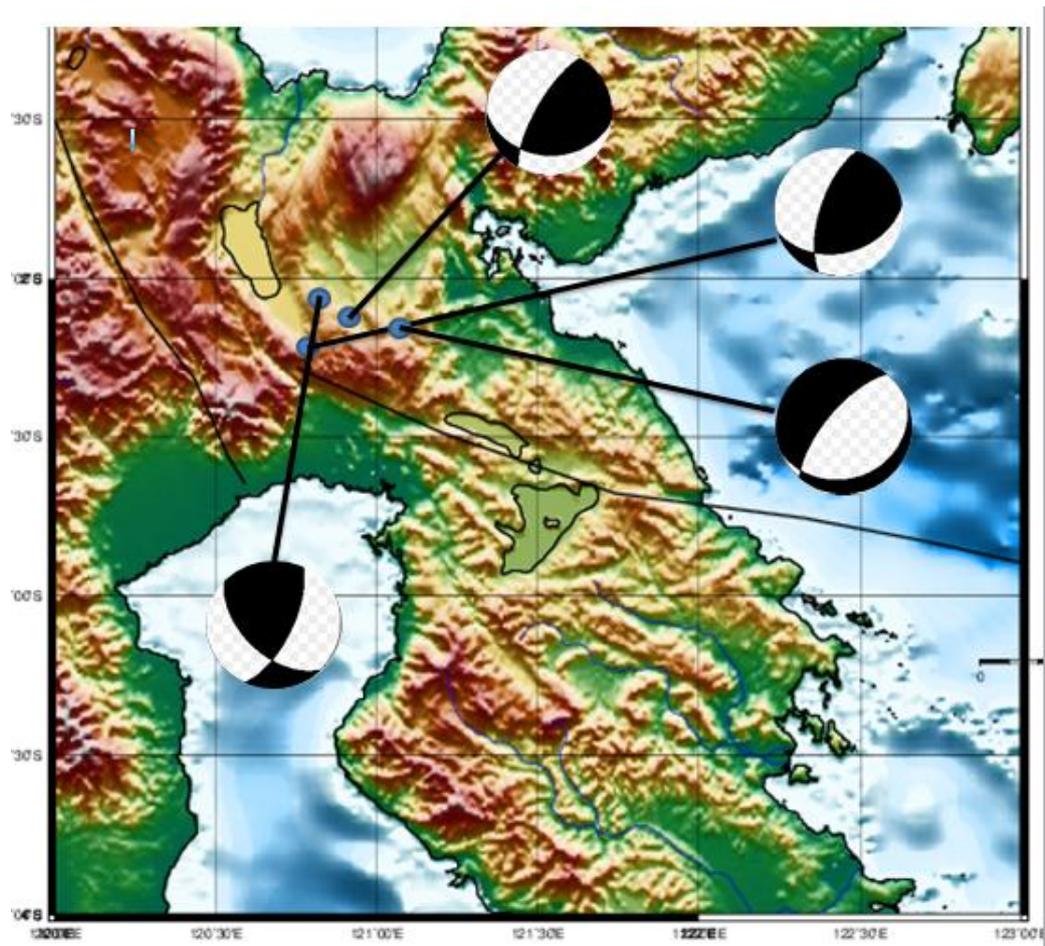
IV.1.4 Sebaran Mekanisme Fokus untuk Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)

Berdasarkan gambar 4.7 dapat dilihat terdapat 16 bola focal pada sebaran mekanisme fokus gempa. Peta sebaran mekanisme fokus didapat dari data

gempabumi terpilih di wilayah Sesar Matano Periode 2009-2016 yang terdiri dari waktu kejadian, koordinat, kedalaman dan magnitudo gempa.

Berikut ini merupakan peta sebaran fokal gempabumi di wilayah Sesar Matano periode 2009-2016 yang dibagi menjadi 4 region berdasarkan lintang dan bujur. Adapun region tersebut adalah sebagai berikut.

1. Region 1 ($2^{\circ}15' - 2^{\circ}55'$ LS dan $120^{\circ}67' - 121^{\circ}11'$ BT)

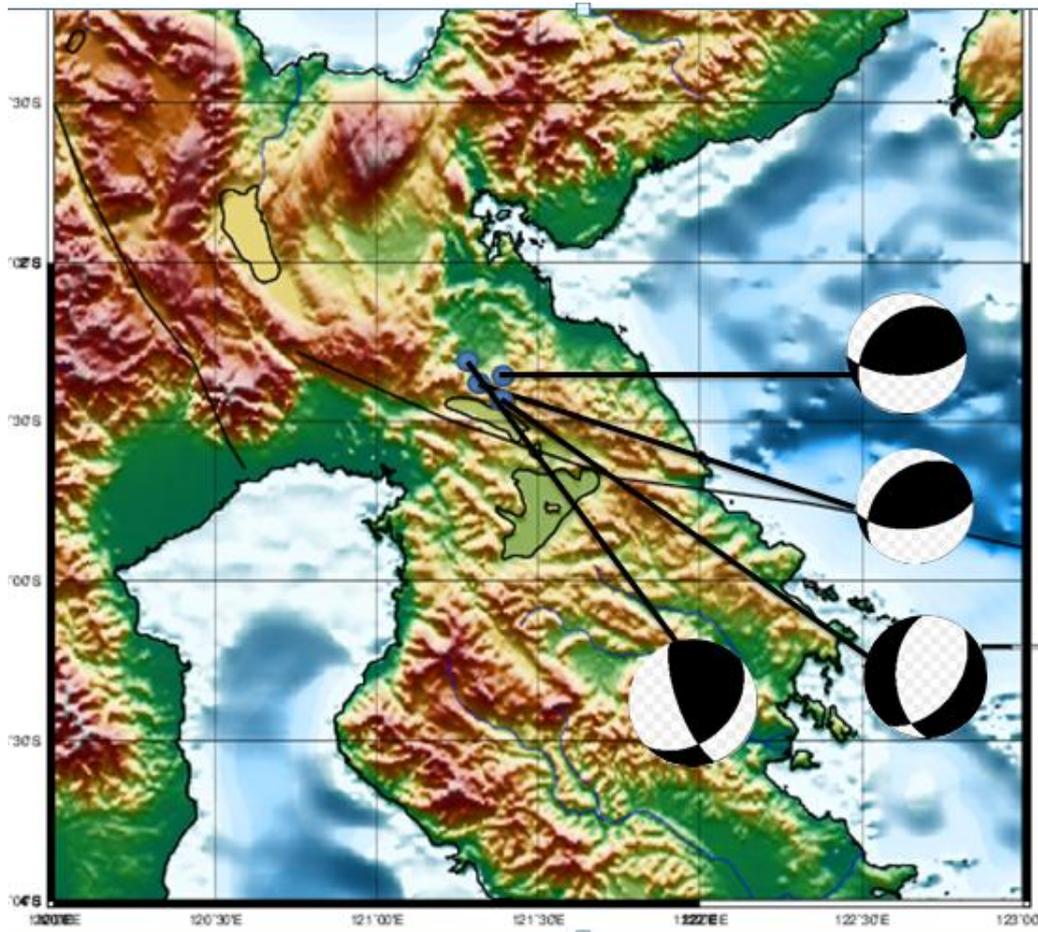


Gambar 4.7 Sebaran fokal mekanisme gempabumi pada region 1

Pada region 1 terdapat 27 gempabumi dimana dipilih 4 gempabumi dengan magnitudo terbesar pada region tersebut. Dari 4 gempa tersebut terdapat 2 jenis sesar mendatar menganan (dextral), 1 sesar mendatar mengiri (sinistral) dan 1 sesar *oblique*. Pada region ini kita bisa melihat bahwa gempa pada region ini

didominasi oleh sesar mendatar. Bisa dianalisis bahwa gempa pada region ini berpola sesar mendatar, walaupun ada satu sesar oblique pada region ini.

2. Region 2 ($2^{\circ}27' - 2^{\circ}57'$ LS dan $121^{\circ}21' - 121^{\circ}51'$ BT)

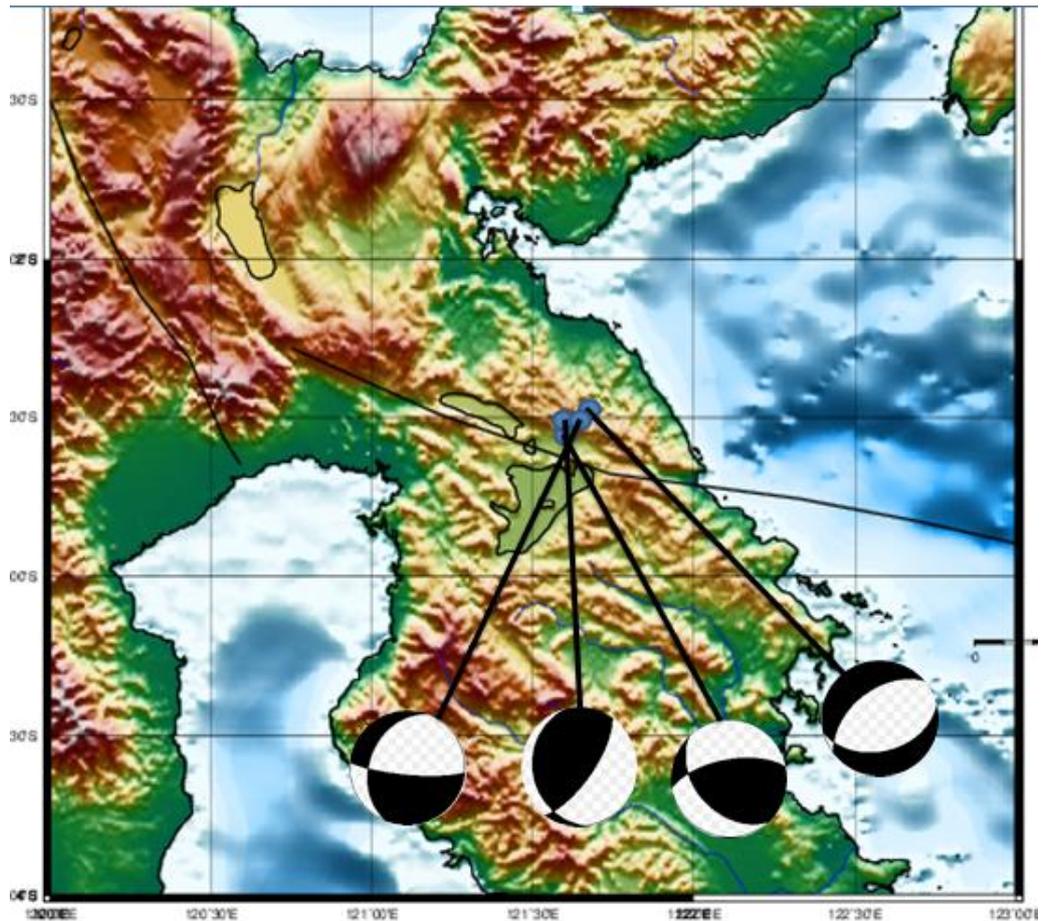


Gambar 4.8 Sebaran fokal mekanisme gempabumi pada region 2

Pada region 2 terdapat 20 gempabumi . Pada region ini kembali dipilih 4 event gempa dengan magnitudo terbesar. Seperti pada gambar 4.8 diatas, kita bisa melihat 4 event gempa dengan 2 sesar mendatar mengangan (dextral), 1 sesar mengiri (sinistral) dan 1 sesar *oblique* . Seperti pada region 1, sesar yang mendominasi di region ini adalah sesar mendatar mengangan. Analisa awal yang

didapatkan adalah pola sesar pada region ini adalah sesar mendatar menganan (dextral)).

3. Region 3 ($2^{\circ}34' - 2^{\circ}52' \text{ LS}$ dan $121^{\circ}43' - 121^{\circ}83' \text{ BT}$)

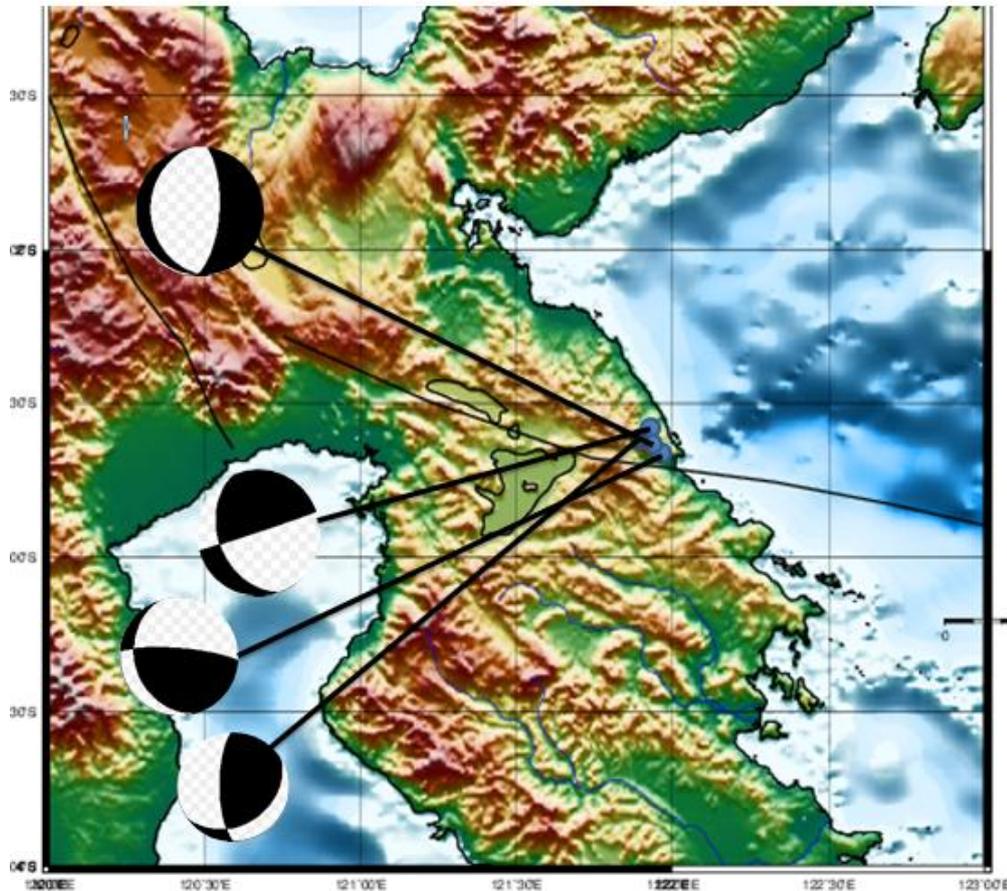


Gambar 4.9 Sebaran fokal mekanisme gempabumi pada region 3

Pada region 3 terdapat 17 gempabumi. 4 event gempabumi kembali dipilih pada region ini dengan magnitudo terbesar. Pada gambar 4.9 kita bisa melihat bahwa terdapat 3 sesar mendatar mengiri (sinistral) dan 1 sesar mendatar menganan (dextral). Seperti yang dilihat pada region 1 dan 2 didominasi oleh sesar mendatar. Pada region ini pun kembali didominasi oleh sesar mendatar. Tapi tidak seperti

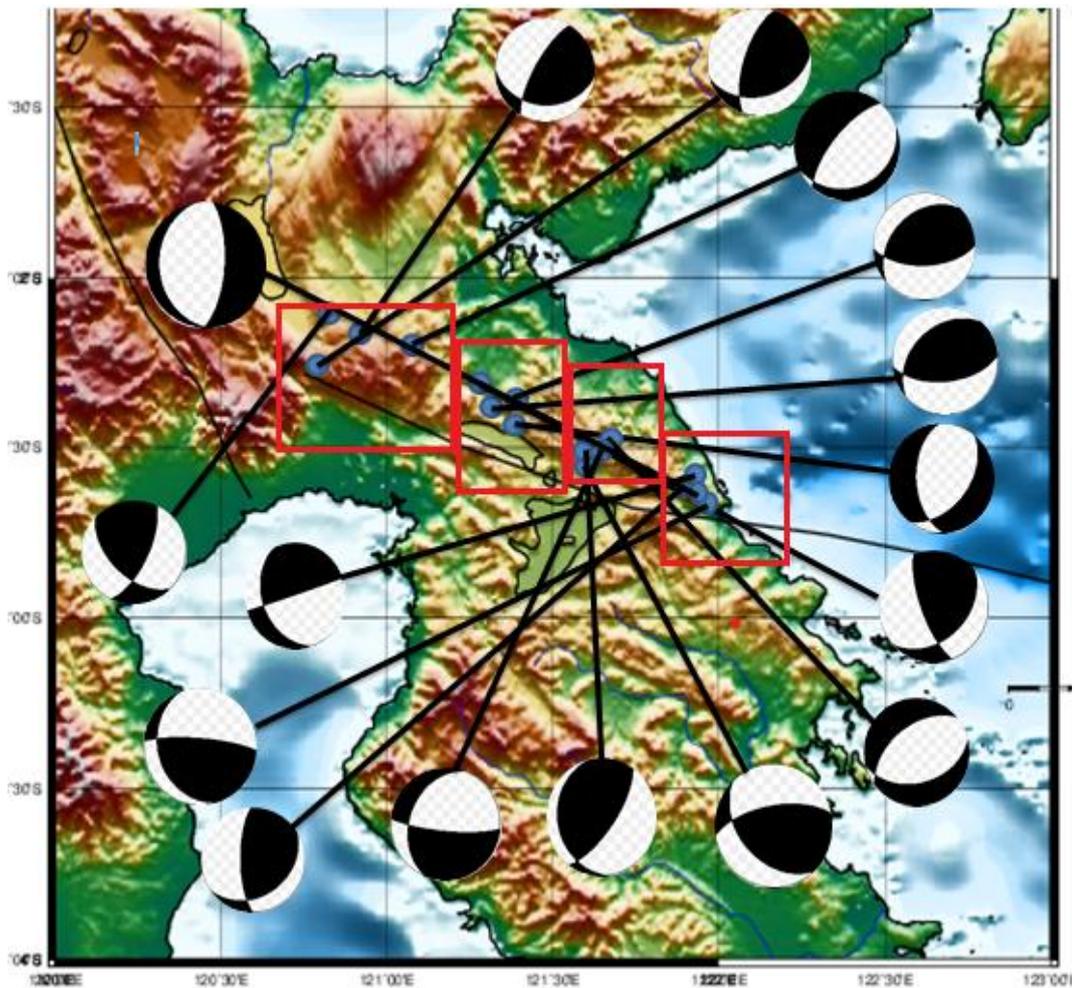
pada region 1, pola sesar mendatar yang dominan pada region ini adalah sesar mendatar mengiri (sinistral).

4. Region 4 ($2^{\circ}47' - 2^{\circ}87' \text{ LS}$ dan $121^{\circ}69' - 122^{\circ}21' \text{ BT}$)



Gambar 4.10 Sebaran fokal mekanisme gempabumi pada region 4

Gempabumi di region 4 terdapat 19 gempa dimana dipilih 4 gempabumi. Pada region ini terdapat 2 sesar mendatar mengiri (sinistral), 1 sesar mendatar menganan (dextral) dan 1 sesar turun. Region ini didominasi oleh sesar mendatar.



Gambar 4.11 Distribusi mekanisme gempa bumi di wilayah Sesar Matano periode 2009-2016

Pada gambar 4.11 bahwa 16 bola fokal pada 4 region didominasi oleh sesar mendatar. Diantaranya 7 sesar mendatar mengiri (sinistral), 6 sesar mendatar menganan (dextral), 2 sesar *oblique* dan 1 sesar turun. Analisa yang didapatkan dari 16 fokal tersebut bahwa sesar matano dipengaruhi oleh pola sesar mendatar mengiri (sinistral), walaupun terdapat pola sesar lain yang didapatkan. Menurut penelitian (Ismullah, 2013) bahwa pola Sesar Matano adalah sesar mendatar mengiri (sinistral), namun ada rezim tektonik lain yang berpengaruh. Rezim

tektonik ini merupakan pengaruh dari Sesar Sorong, sehingga gempa tersebut bukan dari struktur Sesar Matano. Penelitian juga dilakukan oleh BMKG Wilayah IV Makassar (2017) bahwa pola dari Sesar Matano adalah sesar mendatar mengiri.

Pada gambar 4.11 terlihat pola sesar mendatar mengiri (sinistral) yang terjadi pada daerah penelitian mengikuti arah gerakan dari Sesar Matano yang bergerak dari Timur ke Barat. Ada beberapa pola sesar yang berbeda di daerah penelitian seperti sesar turun. Ada rezim tektonik lain yang berpengaruh sehingga tidak didapatkan pola sesar yang seharusnya. Rezim tektonik yang lain itu merupakan pengaruh dari struktur Sesar Sorong (Ismullah, 2013). Sesar Sorong sendiri berada di daerah Timur, dimana arah pergerakannya ke arah barat. Tentu saja pergerakan dari Sesar Sorong tersebut ikut ambil peran dalam pergerakan Sesar Matano yang juga bergerak ke arah Barat. Selain Sesar Sorong, Sesar Palu-Koro juga mempengaruhi pergerakan dari Sesar Matano. Arah pergerakan dari Sesar Palu-Koro sendiri dari Barat Laut ke Tenggara. Menurut (Hall, 2011) dari *Royal Holloway University of London* bahwa Sesar Matano adalah kelanjutan dari Sesar Palu-Koro di wilayah Selatan-Timur. Arah pergerakan Sesar Palu-Koro tampak akan menjalar ke Selatan dan arah dari Sesar Matano mengarah ke arah Barat. Mungkin saja Sesar Palu-Koro dan Sesar Matano berasal dari zona patahan yang dalam proses penggabungan (Hall, 2011).

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Gempabumi yang terjadi di wilayah Sesar Matano periode 2009-2016 didominasi oleh jenis gempabumi dangkal dan tingkat seismisitas di daerah penelitian cukup tinggi.
2. Jenis Sesar yang terjadi pada gempabumi di wilayah Sesar Matano periode 2009-2016 berpola sesar mendatar mengiri (senistral) yang dimana mengikuti arah pergerakan Sesar Matano sendiri. Adapun jenis sesar lain yang didapatkan tidak dipengaruhi oleh Sesar Matano, tetapi dipengaruhi oleh sesar-sesar lain seperti Sesar Palu-Koro dan Sesar Sorong.

V.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perlu adanya penyesuaian dengan data geologi setempat pada hasil analisa yang diperoleh.
2. Data yang digunakan hendaknya memiliki jangka waktu yang lebih panjang, agar lebih banyak memunculkan pola sesar gempabumi yang dapat dianalisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Chalid Idham. Sapiie, Benyamin, Magetsari, Noer Aziz. Harsolumakso, Agus Handoyo. 2006. *Geologi Fisik*. Penerbit ITB. Bandung.
- Cronin, Vince. 2010. *A Draft Primer on Focal Mechanism Solutions for Geologists*. UK .Baylor University.
- Fowler, C.M.R. 2005. *The Solid Earth An Introduction To Global Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. United Kingdom
- Gok, Rengin. 2008. *Earthquake Focal Mechanism And Waveform Modeling*. Lawrence Livermore National Laboratory USA. RELEMR Worskhop Istanbul.
- Hall, R dan Wilson, ME. 2000. *Neogene sutures in eastern Indonesia*. Journal of Asian Earth Sciences. University of London.
- Hess, H.H., 1962, History of ocean basins. In Engel, A.E.J., H.L. James, and B.F.
- Hurukawa, Nobuo. 2008. *Practical Analyses of Local Earthquakes*. International Institute of Seismology and Earthquake Engineering (IISEE) Building Research Institute, Tsukuba, JAPAN.
- Ismullah, Muhammad Fawzy., Lantu., Aswad, Sabrianto., Massinai, Muhammad Altin., 2014, *Tectonics Earthquake Distribution Pattern Analysis Based Focal Mechanisms (Case Study Sulawesi Island, 1993–2012)*, Proceeding of American Institute of Physics, Bandung. 2015 AIP Confrence Proceddings *1658* 030013-1-1030013-10.

- Massinai, Muhammad Altin. 2012. *Peranan Tektonik Dalam Membentuk Geomorfologi Wilayah DAS Jeneberang Sulawesi Selatan*. Disertasi. Unpad. Bandung.
- Massinai, Muhammad Altin. 2015. *Geomorfologi Tektonik*. Pustaka Ilmu. Yogyakarta.
- Okal, E.A. 2011. *Earthquake, Focal Mechanism*. Springer Science+Business Media B. V. Evanston, IL. 60208, USA.
- Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Penerbit ITB. Bandung.
- Surono dan Hartono, Udi. 2015. *Geologi Sulawesi*. LIPI Press. Jakarta.
- Van Krevelen, D.W., 1993. *Coal: Typology–Physics–Chemistry–Constitution*, 3rd edn. Elsevier, Amsterdam, 979 pp.
- Waluyo, 1992, *Seismotectonics of Eastern Indonesian Region*. Ph.D Thesis, Saint Louis University, USA.

LAMPIRAN

- **Data Gempabumi di Wilayah Sesar Matano Periode 2009-2016**
- **Data Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)**
- **Data Polaritas Stasiun Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)**
- **Hasil Picking Data Waveform Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)**
- **Hasil Pengolahan Data Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016) Menggunakan Software AZMTAK**

Lampiran 1 Data Gempabumi di Wilayah Sesar Matano Periode 2009-2016

Latitute	Longitudo	Depth	Magnitudo
-2.25	121.14	10	4.6
-2.28	120.65	10	4.2
-2.24	120.92	10	4.2
-2.26	120.79	15	4.6
-2.25	121.17	15	4.3
-2.8	122.13	10	4.1
-2.78	121.53	10	4.4
-2.73	121.6	14	4.8
-2.38	121.37	18	5.1
-2.27	121.01	59	4.9
-2.66	121.84	10	4.8
-2.37	121.13	10	4.1
-2.8	122.36	24	4.3
-2.31	122.17	55	4.2
-2.32	121.08	37	4.2
-2.47	121.24	11	4.6
-2.33	121.45	39	4.5
-2.65	121.83	10	4.3
-2.47	121.59	15	6.1
-2.61	121.42	59	4.7
-2.57	121.46	28	4.2
-2.57	121.65	10	4.2
-2.58	121.66	10	4.6
-2.51	121.49	12	4.6
-2.5	121.6	25	4.7
-2.59	121.69	10	4.1
-2.55	121.67	10	4.1
-2.55	121.58	10	4.3
-2.6	121.64	10	4.1
-2.43	121.27	10	4.5
-2.31	121.79	64	4.7
-2.37	121.71	22	4.3
-2.33	120.75	10	4.2
-2.61	121.72	10	5.0
-2.59	121.79	10	4.8
-2.61	121.85	35	4.2
-2.53	121.68	28	4.1
-2.52	121.62	17	4.7

-2.27	120.68	10	4.4
-2.42	121.62	11	4.3
-2.45	121.44	11	4.2
-2.35	121.28	10	4.9
-2.43	121.26	10	4.8
-2.37	121.26	10	4.2
-2.49	121.39	10	4.2
-2.45	121.41	10	4.2
-2.47	121.38	10	4.2
-2.35	121.1	12	4.1
-2.26	120.99	10	4.1
-2.62	121.95	22	5.8
-2.64	121.78	18	4.2
-2.58	122.0	17	5.2
-2.71	121.88	14	4.4
-2.65	121.94	10	4.2
-2.67	121.88	10	4.6
-2.63	121.88	10	5.2
-2.63	122.08	24	5.4
-2.68	121.92	10	4.1
-2.67	122.01	28	4.9
-2.65	121.8	10	4.2
-2.44	121.38	10	4.3
-2.68	121.7	115	4.1
-2.54	121.3	11	4.6
-2.26	120.87	10	4.3
-2.39	120.77	10	4.4
-2.5	121.47	10	4.2
-2.63	121.79	10	4.5
-2.6	121.82	10	4.5
-2.56	121.55	10	4.6
-2.48	121.5	12	4.3
-2.24	120.82	10	4.3
-2.22	120.77	10	4.1
-2.19	120.79	10	4.5
-2.24	120.86	16	4.1
-2.27	120.85	12	4.2
-2.8	120.6	19	4.4
-2.43	121.35	10	4.1
-2.17	120.77	10	4.1
-2.21	120.87	12	4.5
-2.22	120.87	17	4.8

-2.23	120.93	10	4.2
-2.53	121.74	10	4.1
-2.26	121.2	12	4.2
-2.45	121.05	26	4.1
-2.13	121.03	11	4.4
-2.22	121.1	10	4.5
-2.63	121.8	12	4.1

Lampiran 2 Data Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)

1. Gempabumi Terpilih di Region 1

NO	Time	Lat	Long	Depth	Mag
1.	2015-01-01 T22:20:05	-2.22	120.88	10 km	4.6 M
2.	2009-05-15 T22:15:38	-2.30	120.80	21 km	4.5 M
3.	2010-01-18 T23:17:32	-2.32	121.02	31.9 km	4.4 M
4.	016-12-09 T02:26:33	-2.18	120.81	36.3 km	4.4 M

2. Gempabumi Terpilih di Region 2

NO	Time	Lat	Long	Depth	Mag
1.	2009-09-10 T20:24:28	-2.34	121.31	10 km	4.7 M
2.	2012-01-29 T07:35:19	-2.32	121.30	10 km	4.7 M
3.	2009-01-02 T02:52:17	-2.27	121.18	35 km	4.3 M
4.	2011-03-24 T22:03:25	-2.38	121.26	22 km	4.1 M

3. Gempabumi Terpilih di Region 3

NO	Time	Lat	Long	Depth	Mag
1.	2011-11-07 T02:29:50	-2.42	121.62	11 km	4.3 M
2.	2014-02-10 T19:31:57	-2.49	121.56	7.9 km	4.5 M
3.	2011-02-15 T13:33:55	-2.47	121.55	34 km	6.1 M
4.	2011-02-15 T23:02:12	-2.46	121.58	29.8 km	4.7 M

4. Gempabumi Terpilih di Region 4

NO	Time	Lat	Long	Depth	Mag
1.	2012-04-16 T02:17:52	-2.63	121.89	27.9 km	5.9 M
2.	2012-05-01 T13:59:44	-2.67	121.95	39.2 km	5.3 M
3.	2012-04-16 T18:01:18	-2.59	121.90	39.8 km	5.3 M
4.	2012-05-17 T23:50:07	-2.65	121.92	35 km	4.9 M

Lampiran 3 Data Polaritas Stasiun Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)

1.) Region 1 Gempa 1

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	1
2	BNSI	1
3	GTOI	1
4	KAPI	1
5	KKSI	1
6	LUWI	1
7	MPSI	1
8	MRSI	1
9	PMSI	1
10	SPSI	-1
11	TTSI	-1

2.) Region 1 Gempa 2

No	Stasiun	Nilai
1	BBSI	-1
2	BKSI	-1
3	KAPI	1
4	MRSI	1
5	PCI	-1
6	TTSI	-1

3.) Region 1 Gempa 3

No	Stasiun	Nilai
1	BKSI	-1
2	BNSI	1
3	GTOI	-1
4	KKSI	1
5	KMSI	-1
6	LUWI	-1
7	MMSI	1
8	MRSI	1
9	SPSI	-1
10	TTSI	-1

4.) Region 1 Gempa 4

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	-1
2	BBSI	1
3	BKSI	1
4	BNSI	1
5	BSSI	-1
6	GTOI	-1
7	KAPI	-1
8	KKSI	-1
9	LUWI	-1
10	MMSI	-1
11	MPSI	1
12	MRSI	1
13	PMSI	-1
14	SMSI	-1
15	SPSI	1
16	TMSI	1
17	TOLI	1

5.) Region 2 Gempa 1

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	1
2	BBSI	-1
3	BKSI	-1
4	BNSI	-1
5	GTOI	1
6	KAPI	1
7	LUWI	1
8	MMSI	1
9	SPSI	-1

6.) Region 2 Gempa 2

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	1
2	BSSI	1
3	LUWI	1
4	MMSI	-1
5	MRSI	1
6	PMSI	1
7	SPSI	-1

7.) Region 2 Gempa 3

No	Stasiun	Nilai
1	BBSI	-1
2	BNSI	-1
3	BSSI	-1
4	KKSI	1
5	KMSI	-1
6	LUWI	-1
7	MPSI	-1
8	MRSI	-1
9	PMSI	1
10	SMSI	-1
11	SPSI	1
12	TTSI	1

8.) Region 2 Gempa 4

No	Stasiun	Nilai
1	BBSI	1
2	BNSI	1
3	GTOI	1
4	KAPI	-1
5	KMSI	1
6	LUWI	-1
7	PCI	-1
8	TTSI	-1

9.) Region 3 Gempa 1

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	1
2	BSSI	1
3	KAPI	1
4	KDI	1
5	KKSI	1
6	LUWI	-1
7	MNI	1
8	MPSI	1
9	MRSI	1
10	PCI	1
11	PMSI	1
12	BBSI	1
13	SPSI	-1
14	TTSI	-1
15	BNSI	-1

10.) Region 3 Gempa 2

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	1
2	BBSI	1
3	BKSI	-1
4	BNSI	-1
5	KAPI	1
6	KDI	1
7	KKSI	1
8	KMSI	-1
9	LUWI	-1
10	MMSI	1
11	MPSI	-1
12	MRSI	-1
13	SPSI	1
14	TMSI	-1
15	TOLI	-1
16	TTSI	-1

11.) Region 3 Gempa 3

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	1
2	BKSI	-1
3	BSSI	-1
4	GTOI	1
5	KMSI	-1
6	LUWI	-1
7	MMSI	-1
8	MPSI	-1
9	MRSI	1
10	PCI	1
11	PMSI	-1
12	SPSI	-1
13	TTSI	-1

12.) Region 3 Gempa 4

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	-1
2	BKSI	1
3	BSSI	1
4	GTOI	-1
5	LUWI	-1
6	MMSI	-1
7	MPSI	1
8	MRSI	-1
9	PCI	1
10	PMSI	-1
11	SPSI	-1
12	TTSI	1

13.) Region 4 Gempa 1

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	-1
2	BBSI	-1
3	BNSI	1
4	BSSI	-1
5	KDI	-1
6	KKSI	1
7	KMSI	1
8	LUWI	-1
9	MPSI	1
10	MRSI	1
11	PCI	1
12	PMSI	1
13	SMSI	1
14	TTSI	-1

14.) Region 4 Gempa 2

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	-1
2	BNSI	-1
3	BSSI	-1
4	KKSI	1
5	KMSI	-1
6	LUWI	-1
7	MPSI	-1
8	MRSI	-1
9	PCI	1
10	PMSI	-1
11	SMSI	1
13	TTSI	-1

15.) Region 4 Gempa 3

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	-1
2	BBSI	1
3	BNSI	1
4	BSSI	-1
5	KDI	-1
6	KKSI	1
7	KMSI	1
8	LUWI	1
9	MPSI	1
10	MRSI	1
11	PCI	-1
12	PMSI	1
13	SMSI	1
14	TTSI	-1

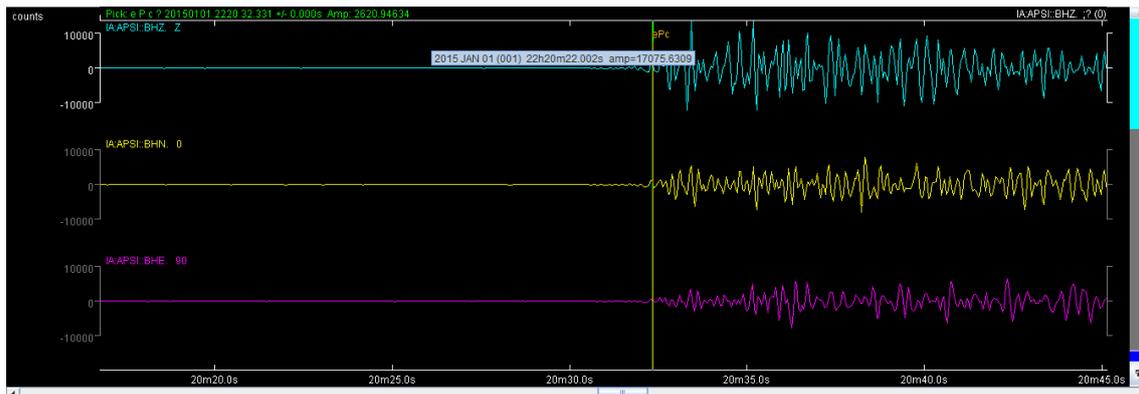
16.) Region 4 Gempa 4

No	Stasiun	Nilai
1	APSI	-1
2	KDI	1
3	KMSI	1
4	LUWI	1
5	MPSI	-1
6	MRSI	1
7	PCI	1
8	PMSI	1
9	SMSI	-1

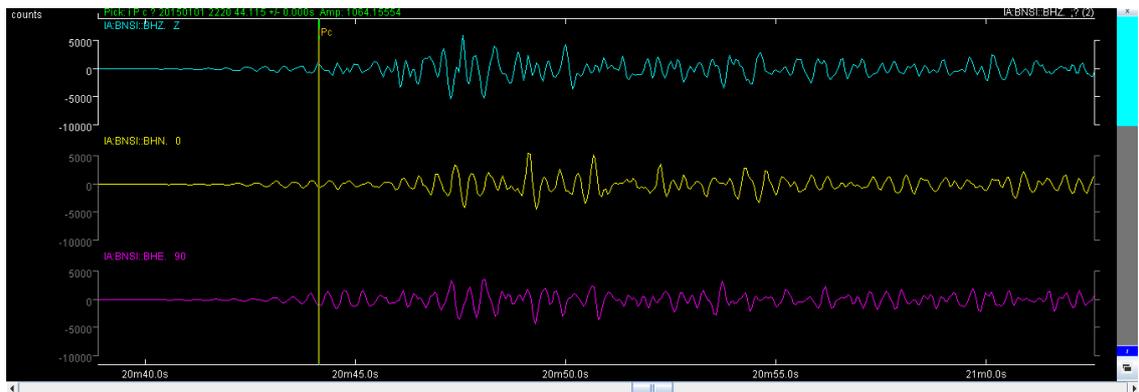
Lampiran 4 Hasil Picking Data Waveform Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016)

A. Region 1

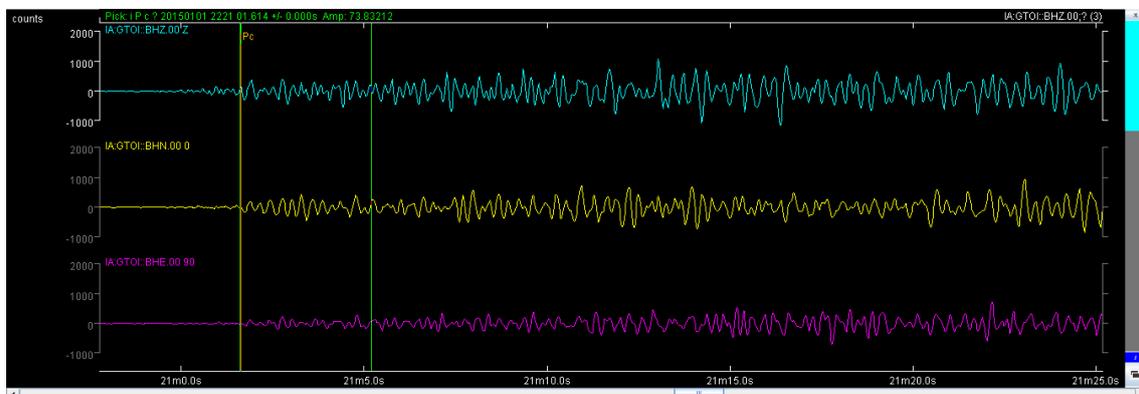
1.) Gempa 1 Stasiun APSI



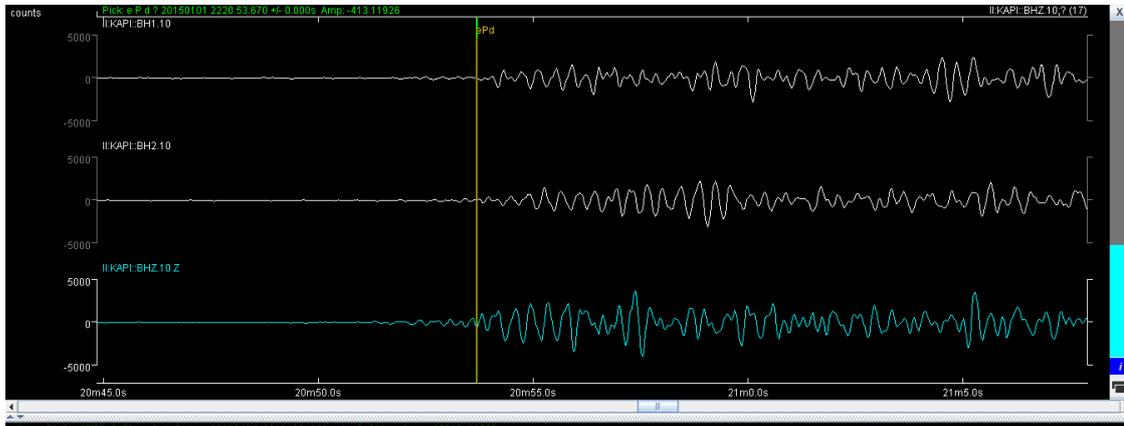
2.) Gempa 1 Stasiun BNSI



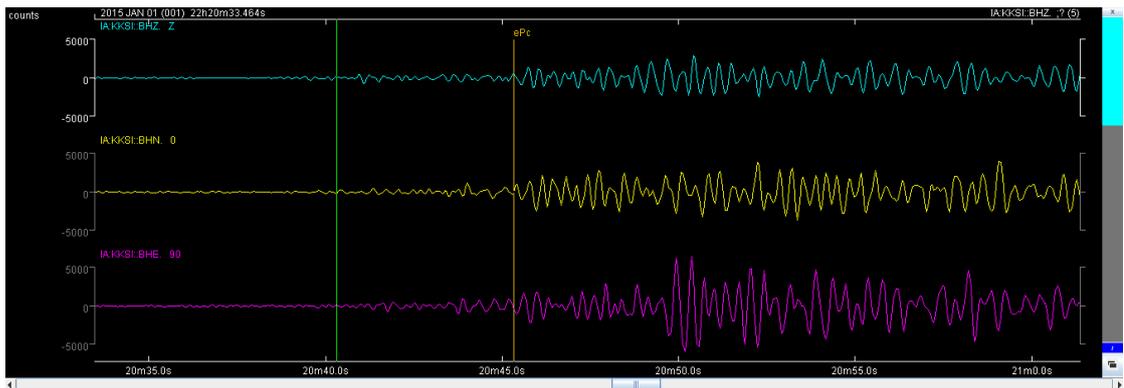
3.) Gempa 1 Stasiun GTOI



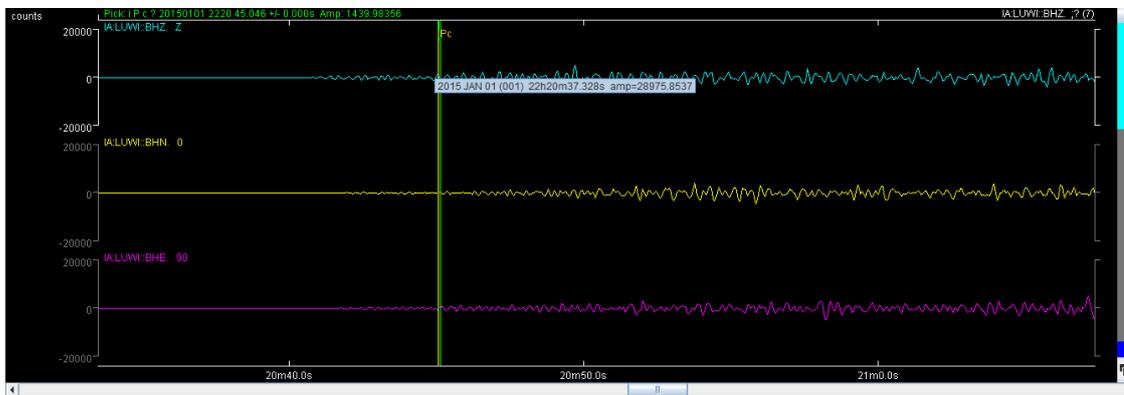
4.) Gempa 1 Stasiun KAPI



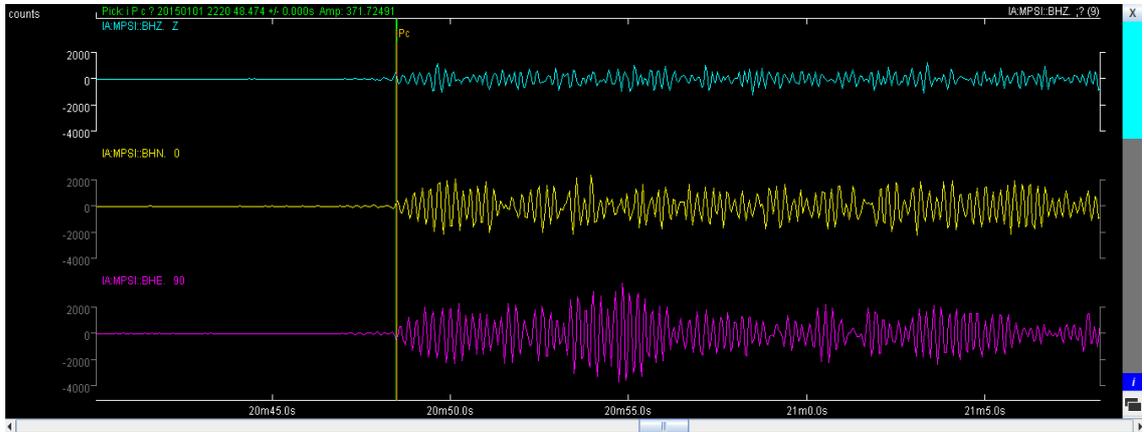
5.) Gempa 1 Stasiun KCSI



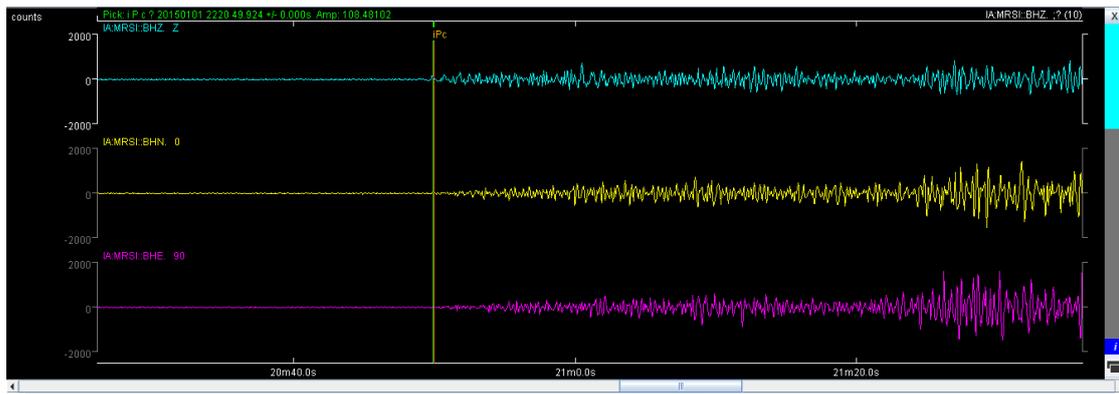
6.) Gempa 1 Stasiun LUWI



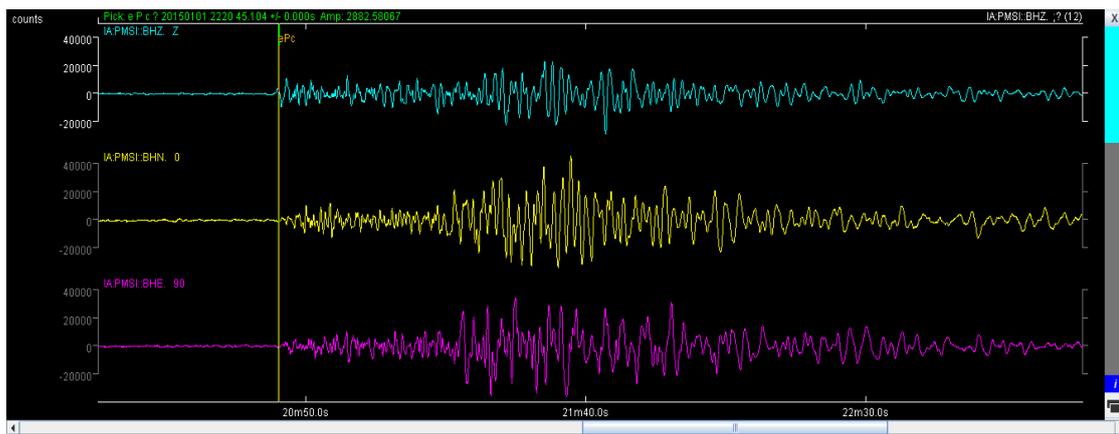
7.) Gempa 1 Stasiun MPSI



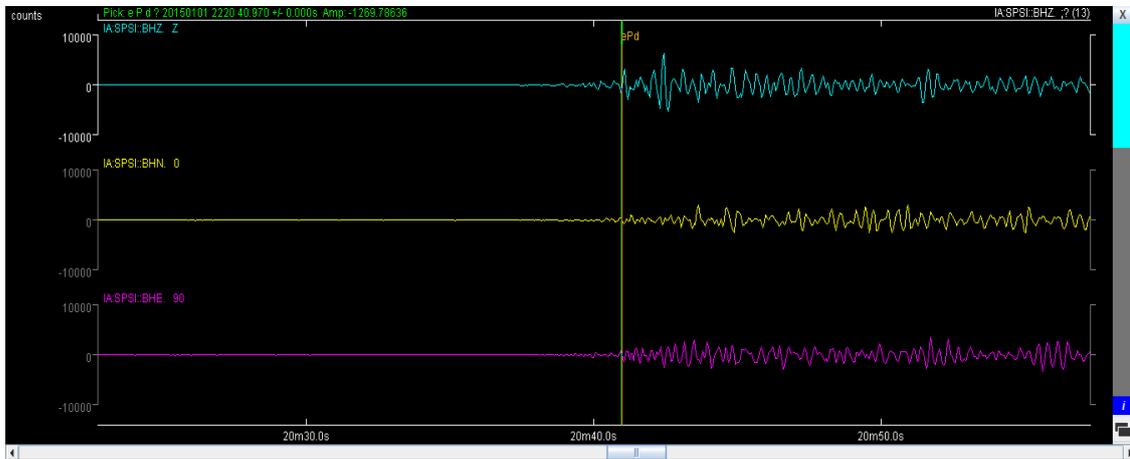
8.) Gempa 1 Stasiun MRSI



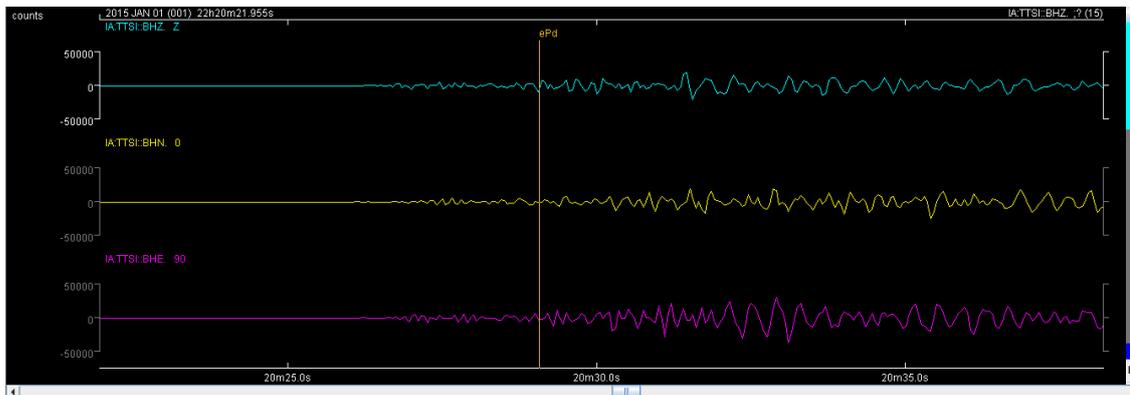
9.) Gempa 1 Stasiun PMSI



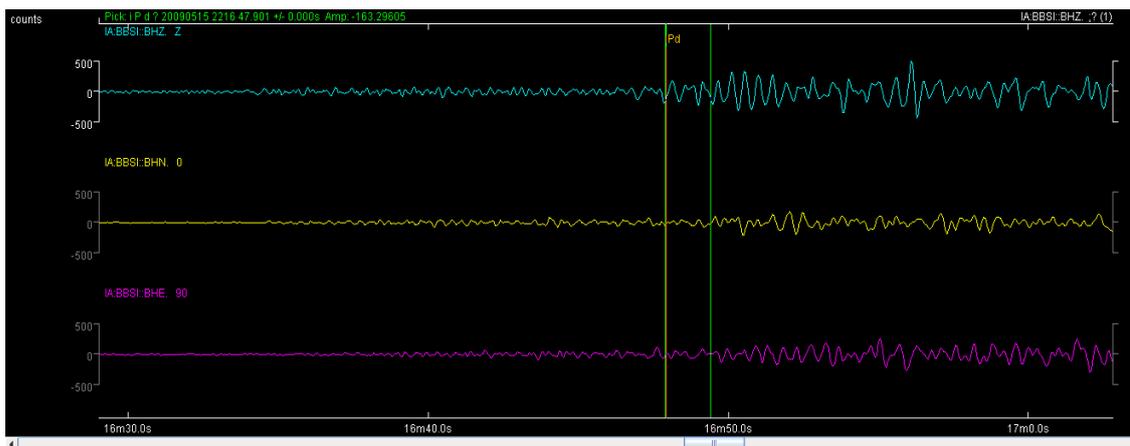
10.) Gempa 1 Stasiun SPSI



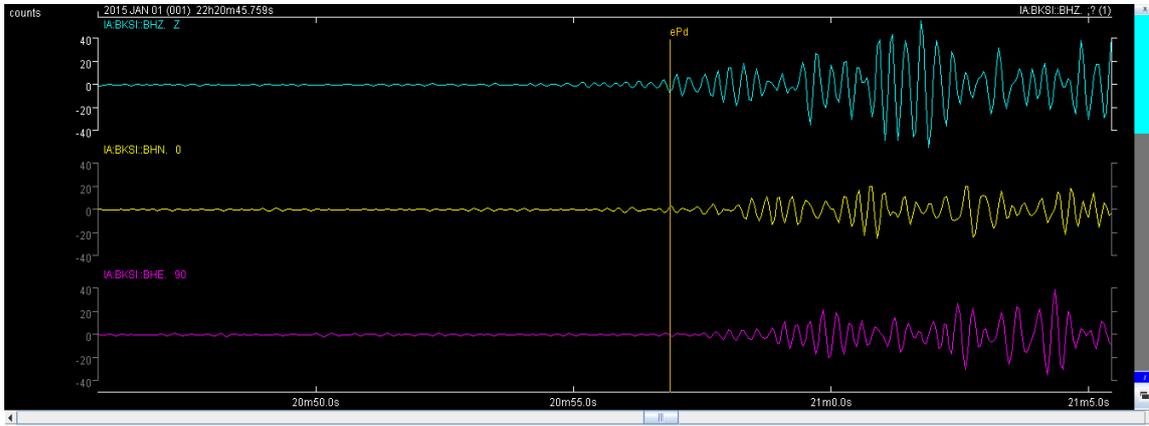
11.) Gempa 1 Stasiun TTSI



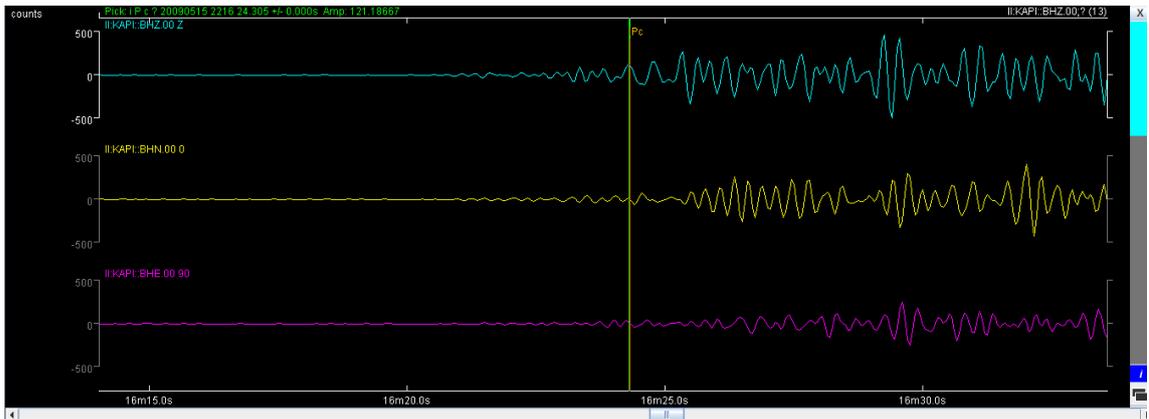
12.) Gempa 2 Stasiun BBSI



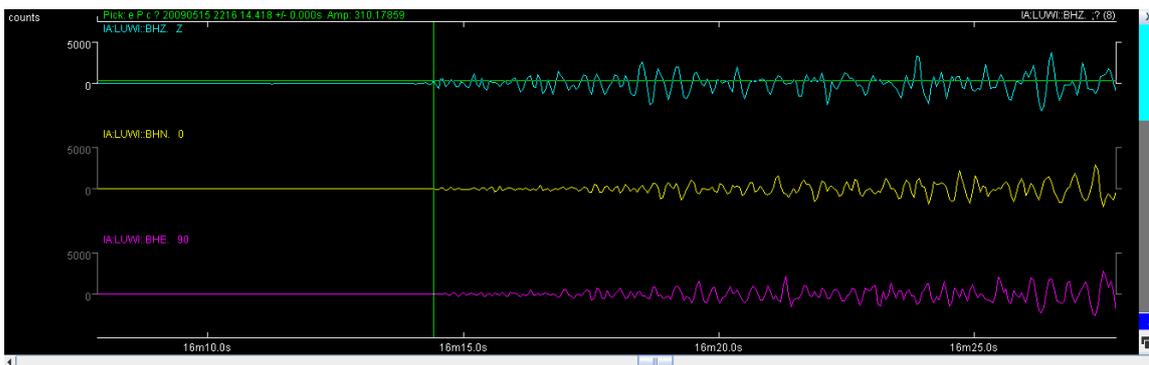
13.) Gempa 2 Stasiun BKSI



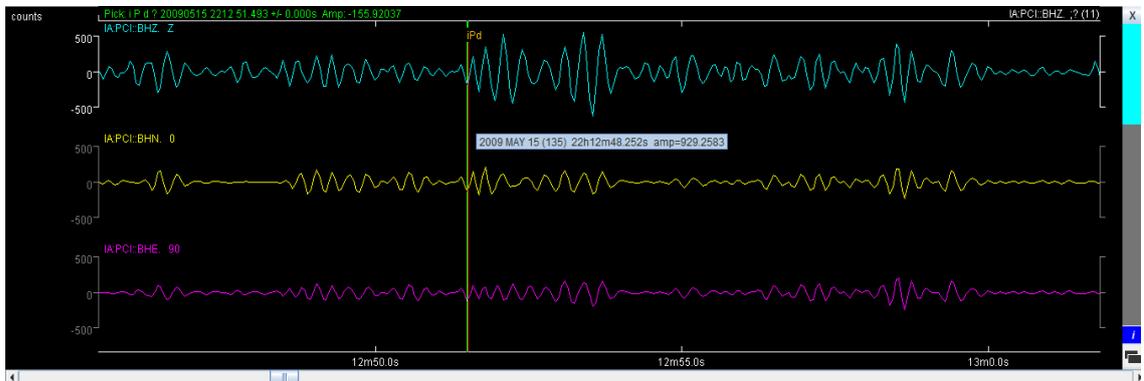
14.) Gempa 2 Stasiun KAPI



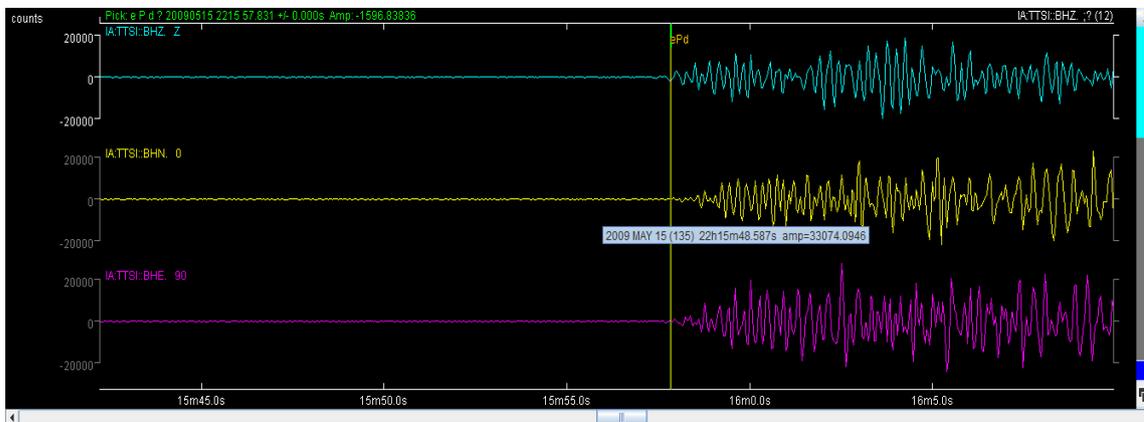
15.) Gempa 2 Stasiun MRSI



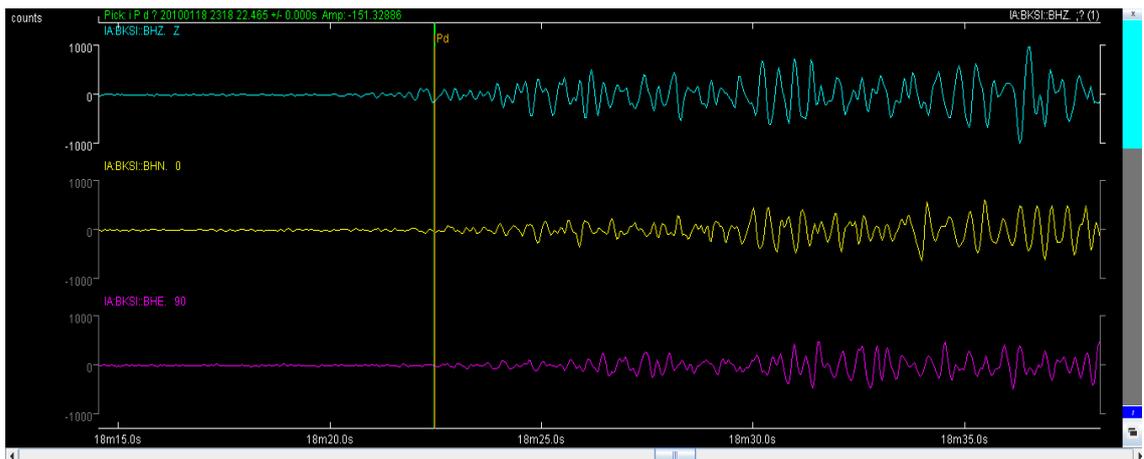
16.) Gempa 2 Stasiun PCI



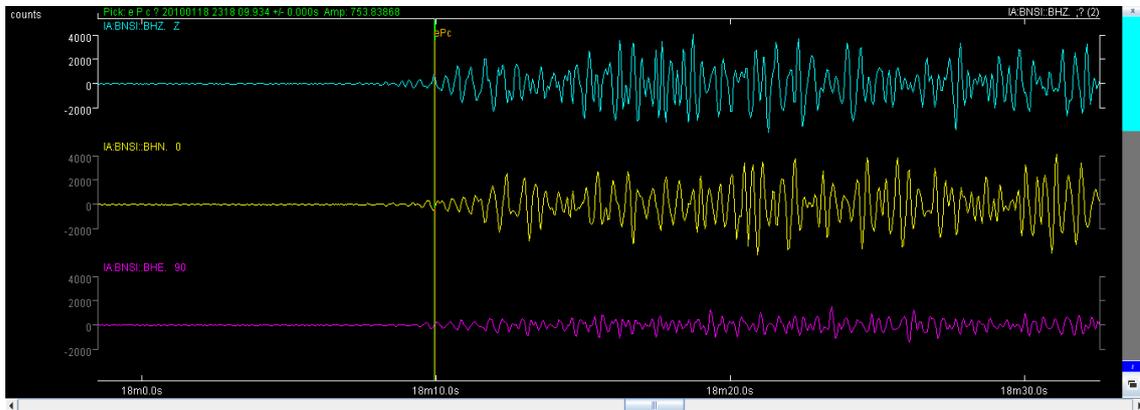
17.) Gempa 2 Stasiun TTSI



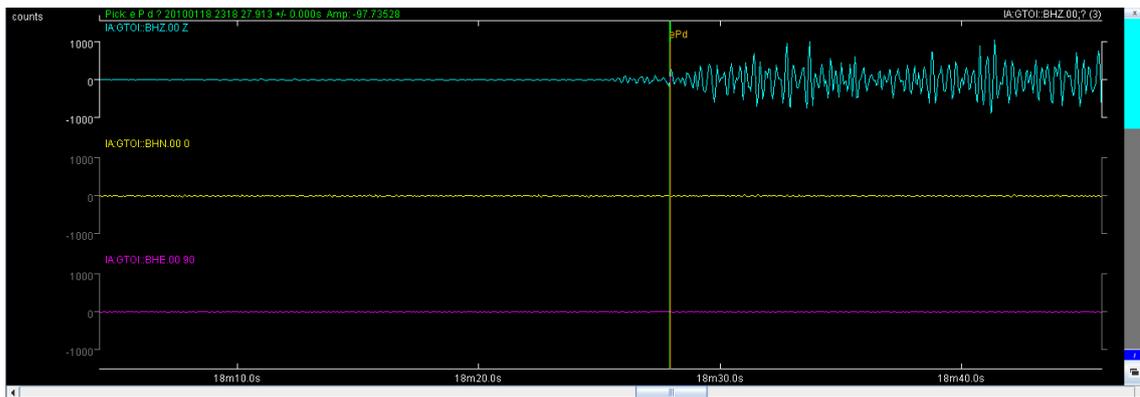
18.) Gempa 3 Stasiun BKSI



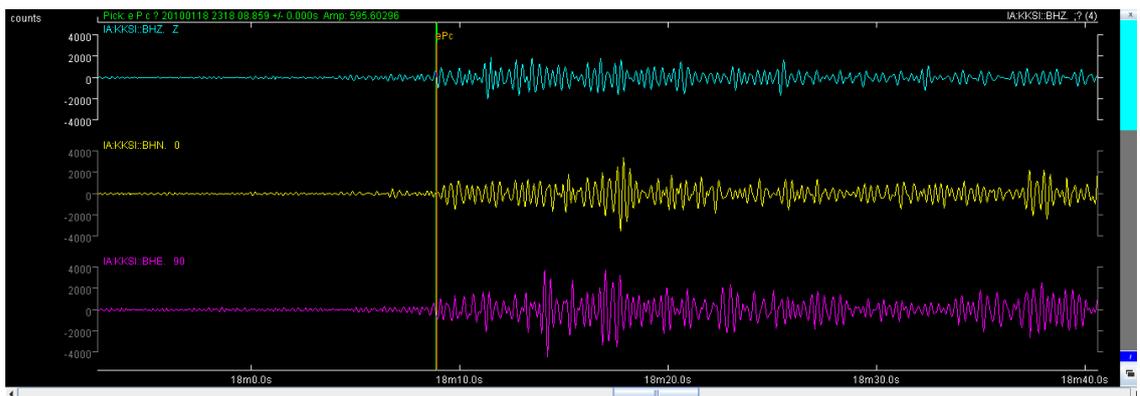
19.) Gempa 3 Stasiun BNSI



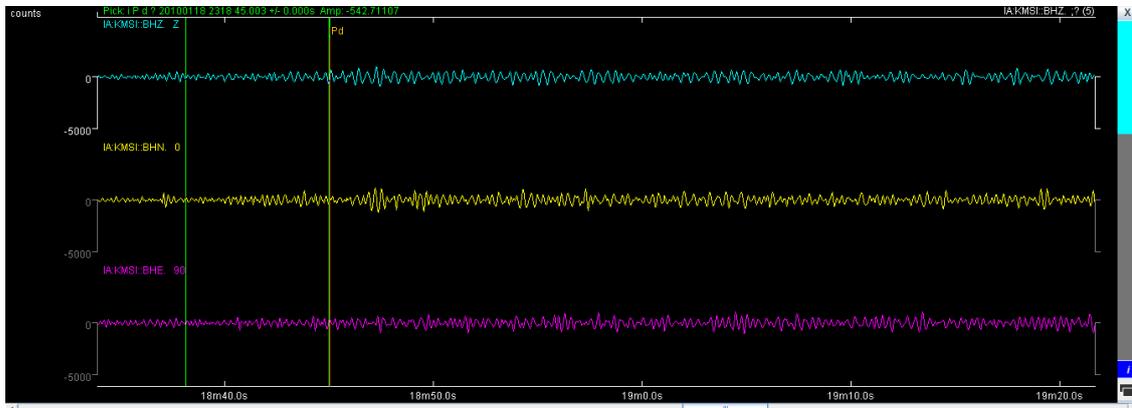
20.) Gempa 3 Stasiun GTOI



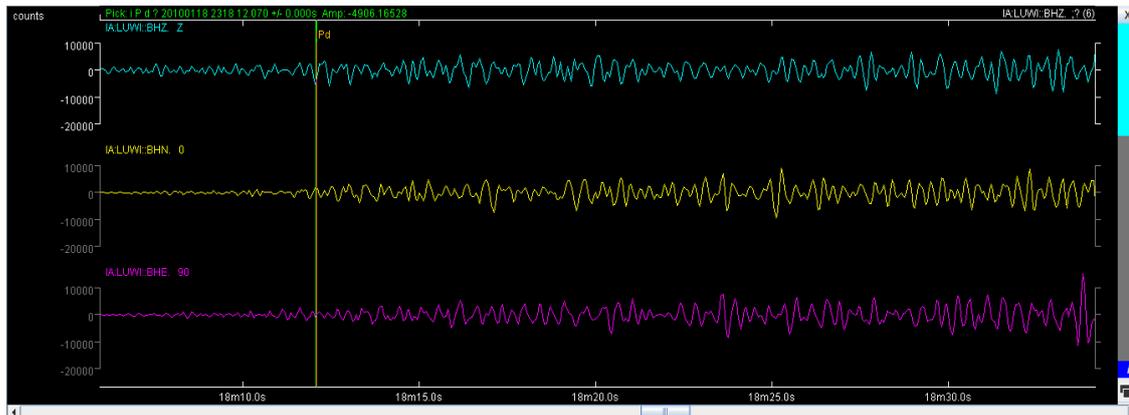
21.) Gempa 3 Stasiun KKSI



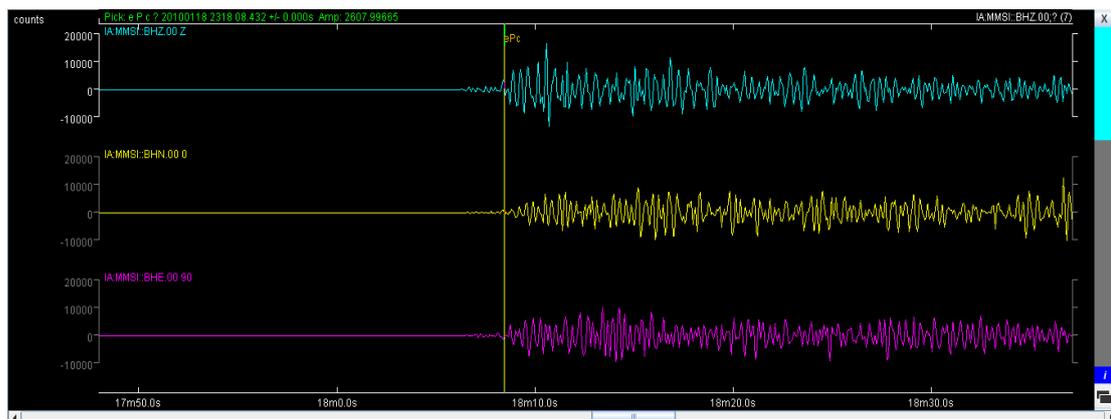
22.) Gempa 3 Stasiun KMSI



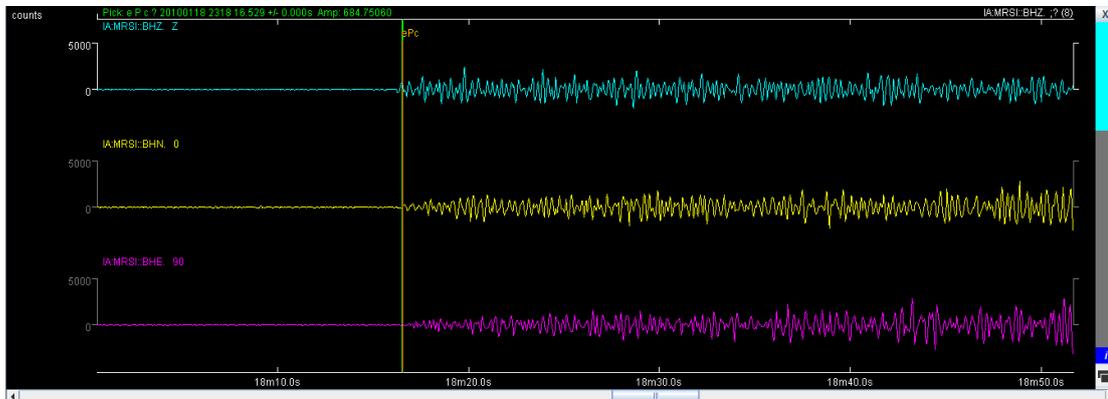
23.) Gempa 3 Stasiun LUWI



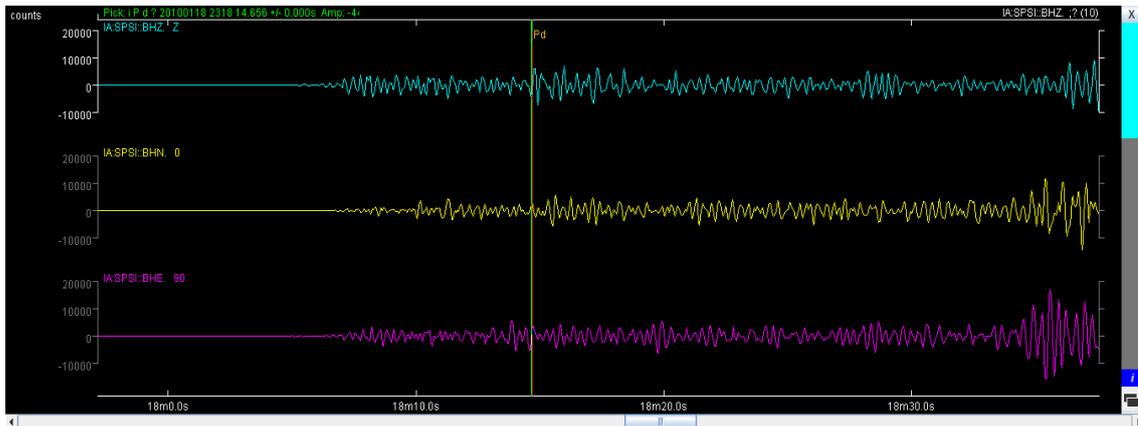
24.) Gempa 3 Stasiun MMSI



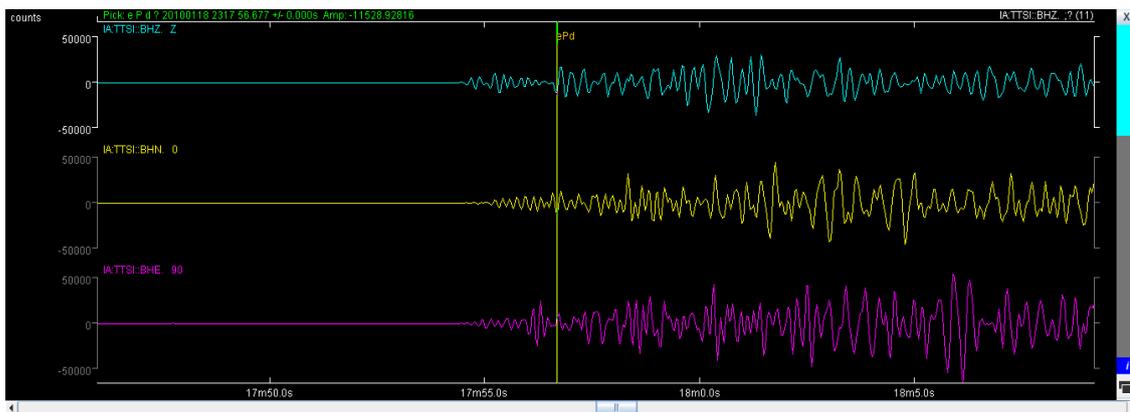
25.) Gempa 3 Stasiun MRSI



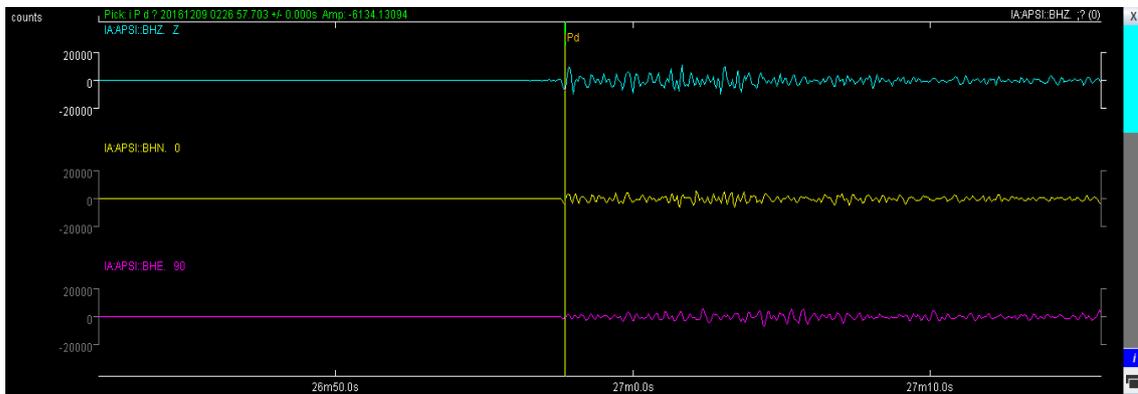
26.) Gempa 3 Stasiun SPSI



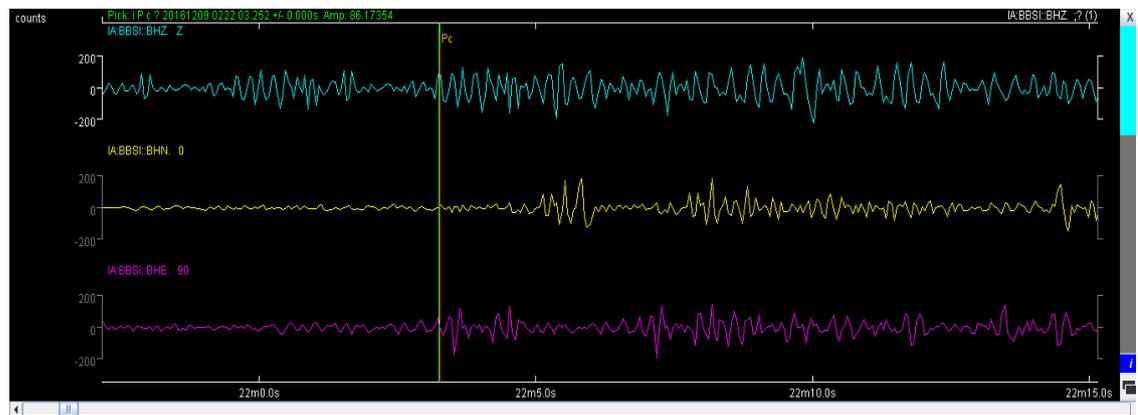
27.) Gempa 3 Stasiun TTSI



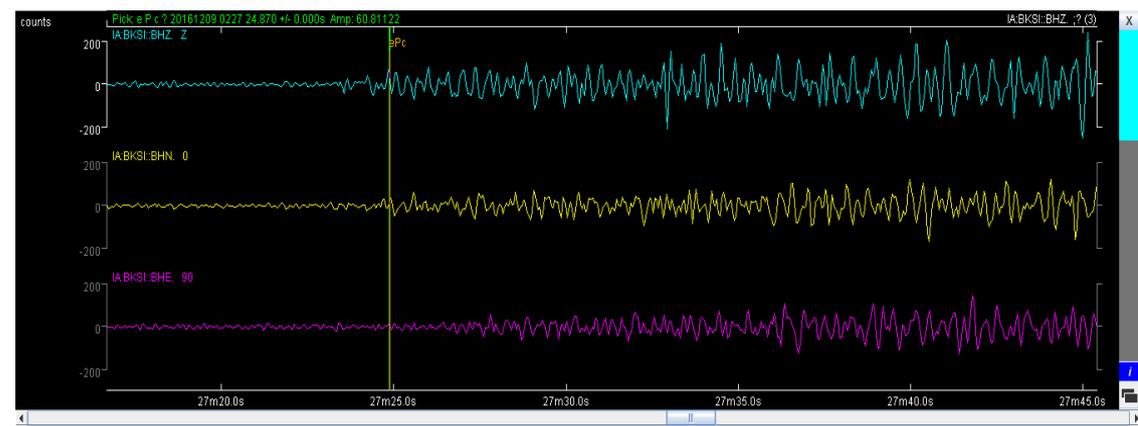
28.) Gempa 4 Stasiun APSI



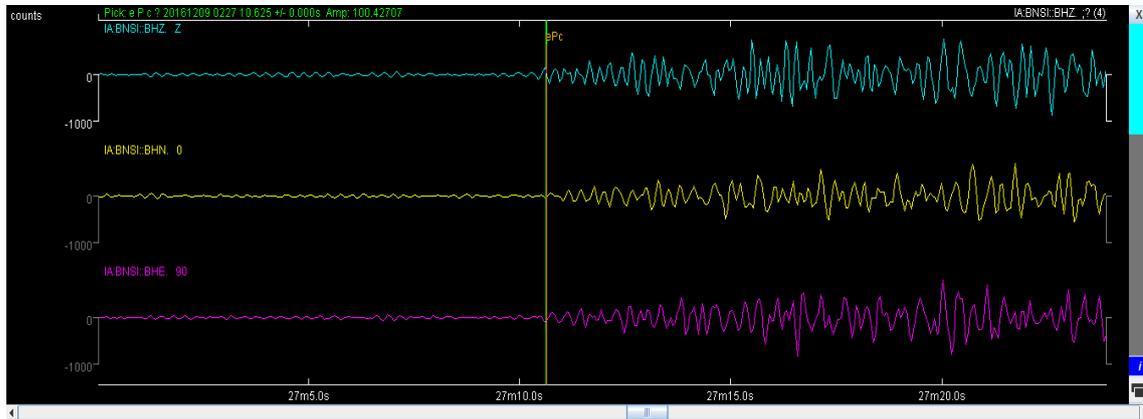
29.) Gempa 4 Stasiun BBSI



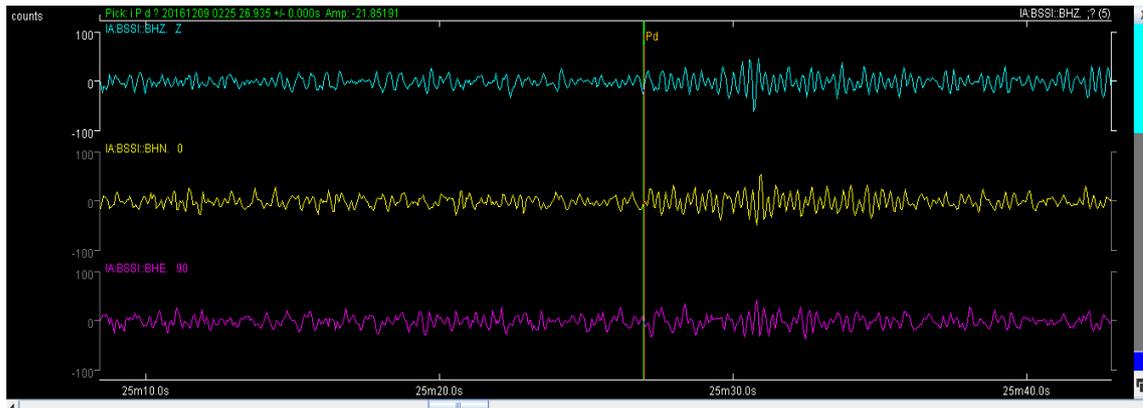
30.) Gempa 4 Stasiun BKSI



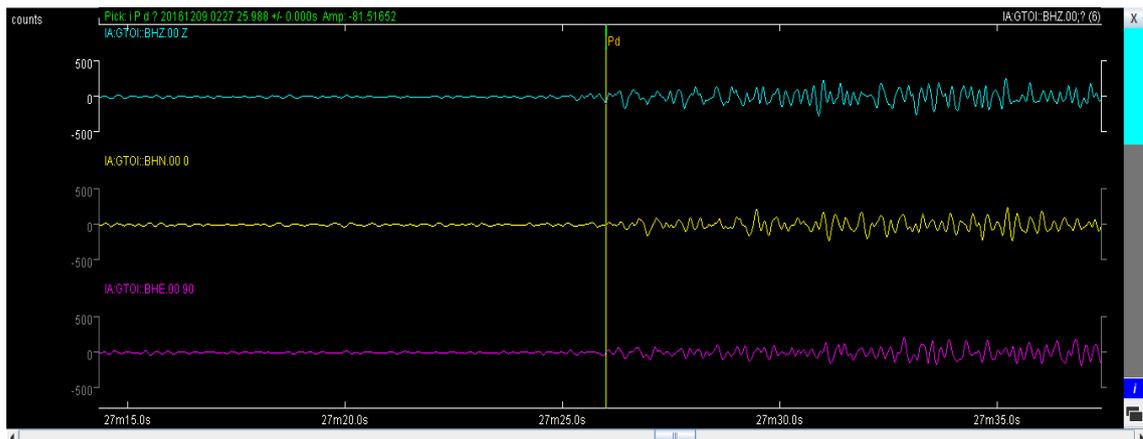
31.) Gempa 4 Stasiun BNSI



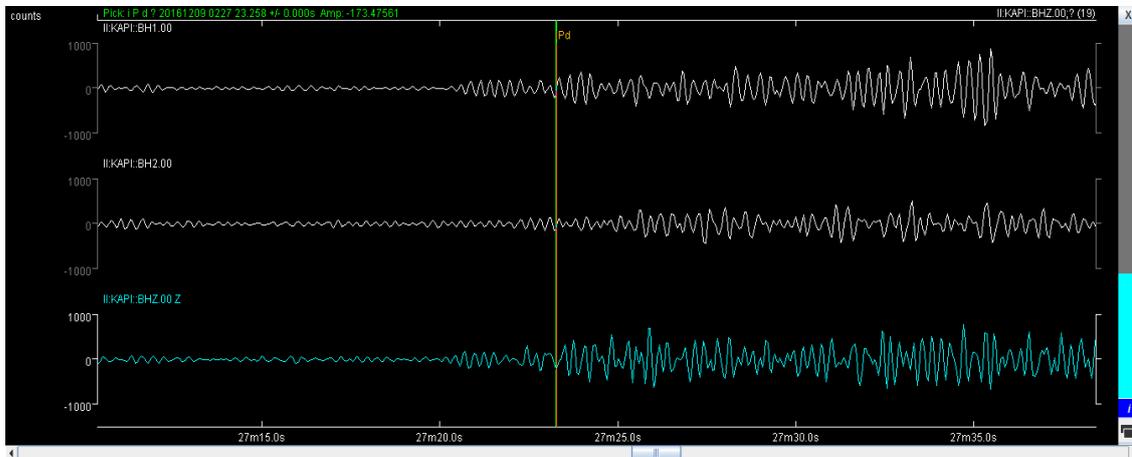
32.) Gempa 4 Stasiun BSSI



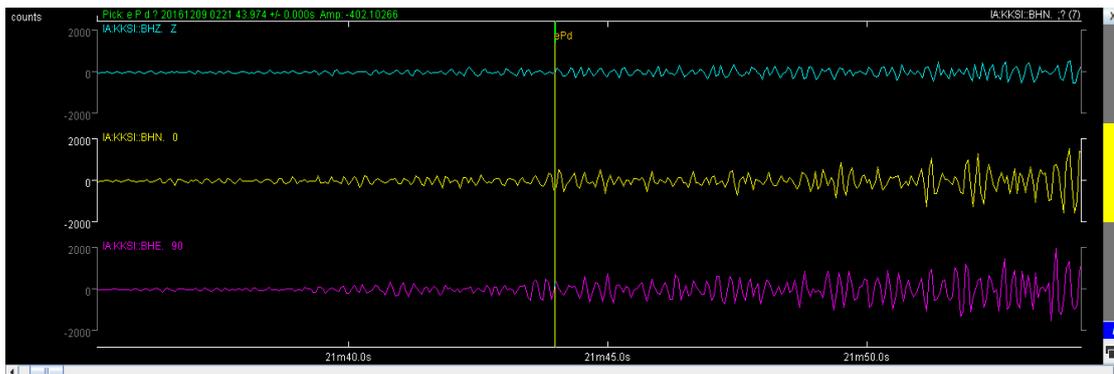
33.) Gempa 4 Stasiun GTOI



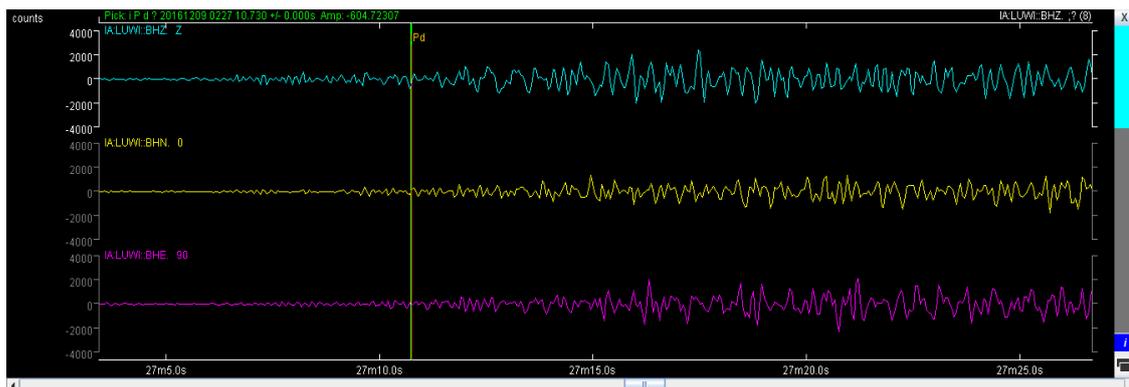
34.) Gempa 4 Stasiun KAPI



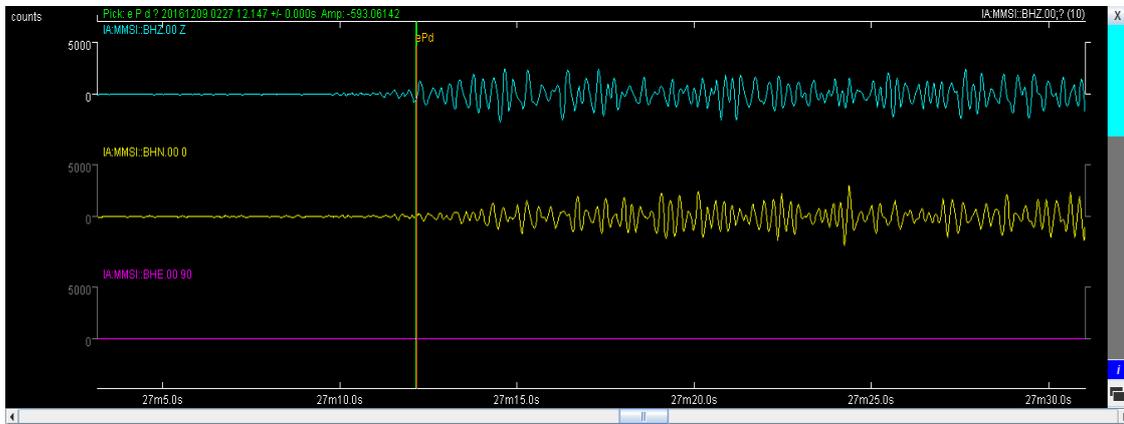
35.) Gempa 4 Stasiun KCSI



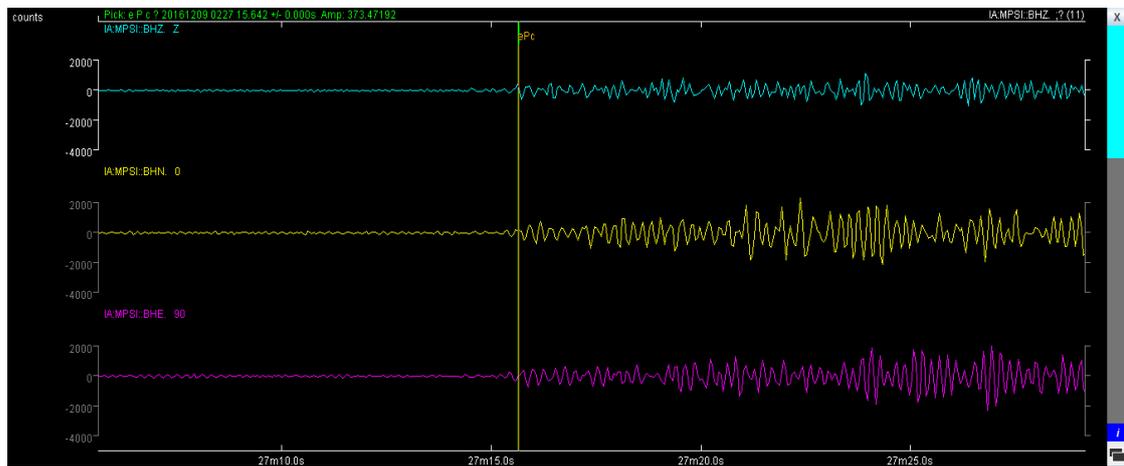
36.) Gempa 4 Stasiun LUWI



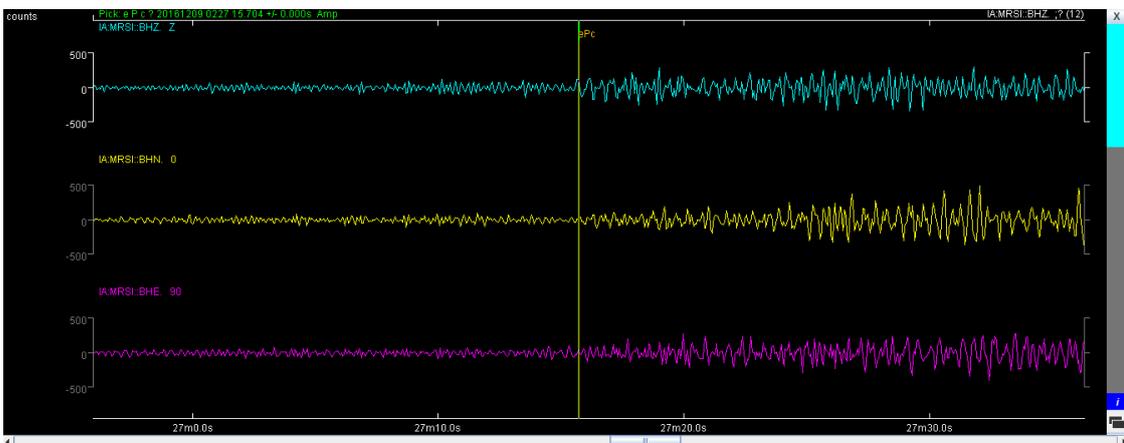
37.) Gempa 4 Stasiun MMSI



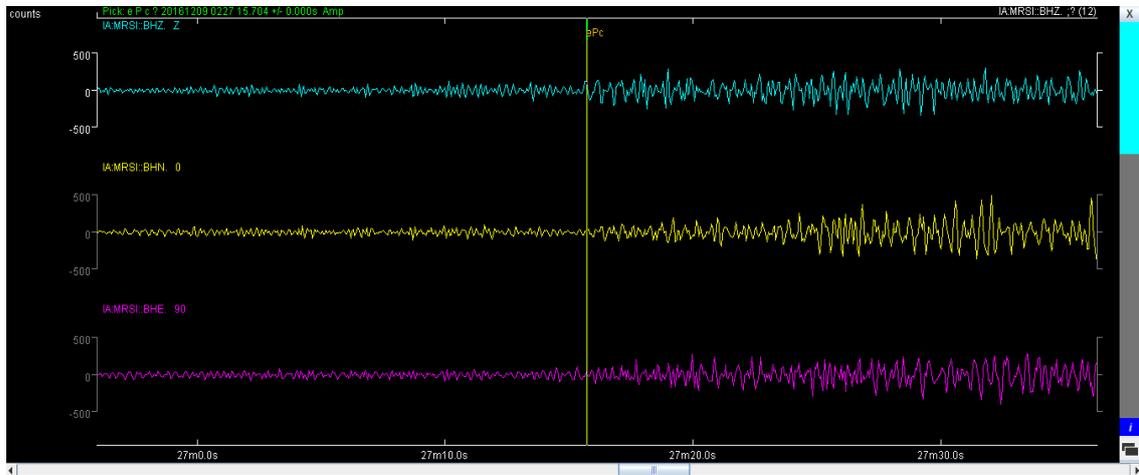
38.) Gempa 4 Stasiun MPSI



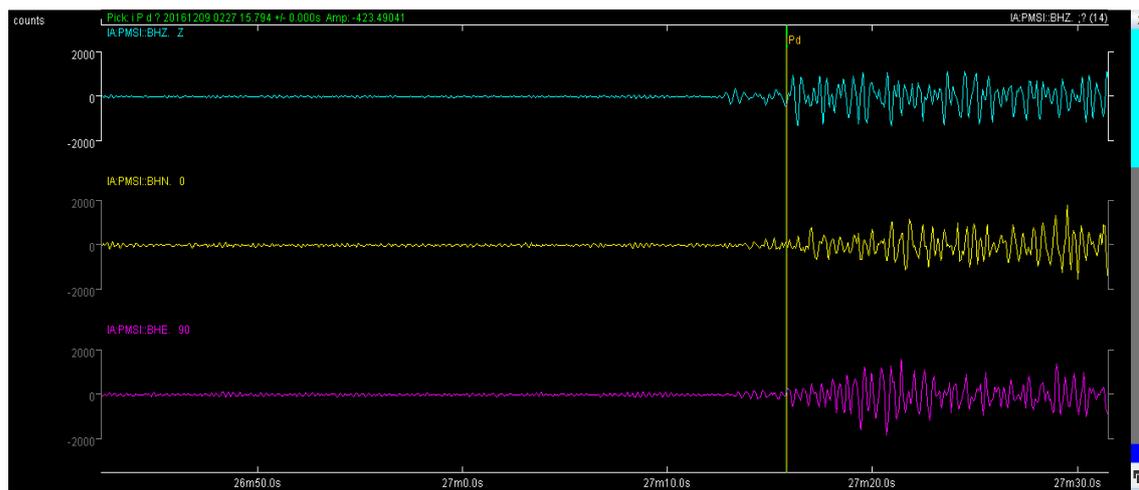
39.) Gempa 4 Stasiun MRSI



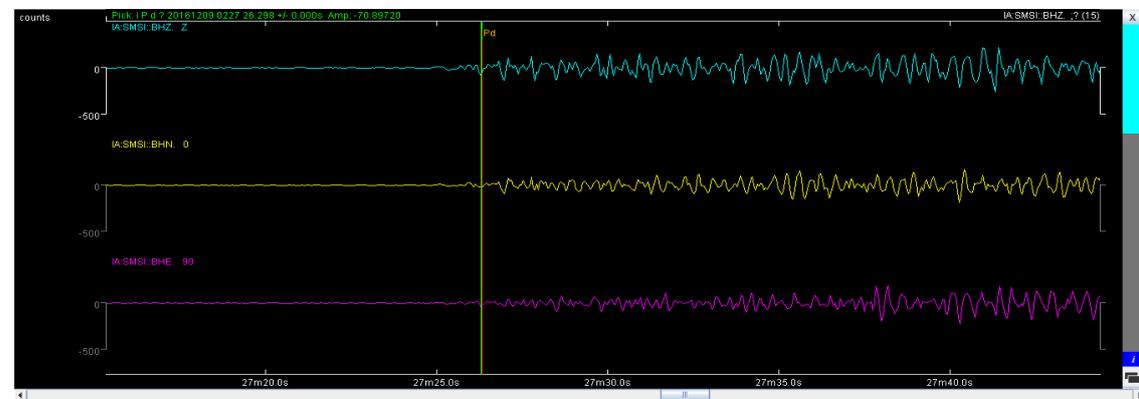
40.) Gempa 4 Stasiun MRSI



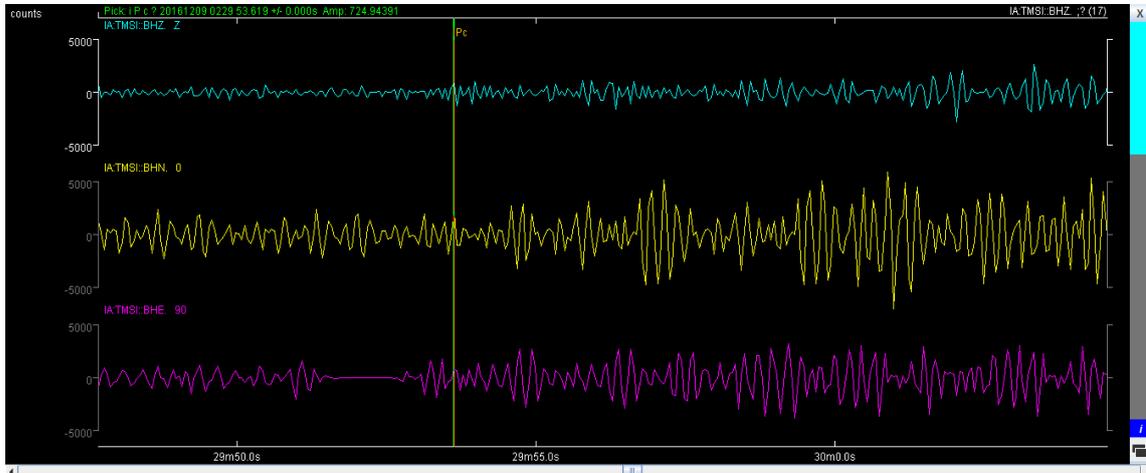
41.) Gempa 4 Stasiun PMSI



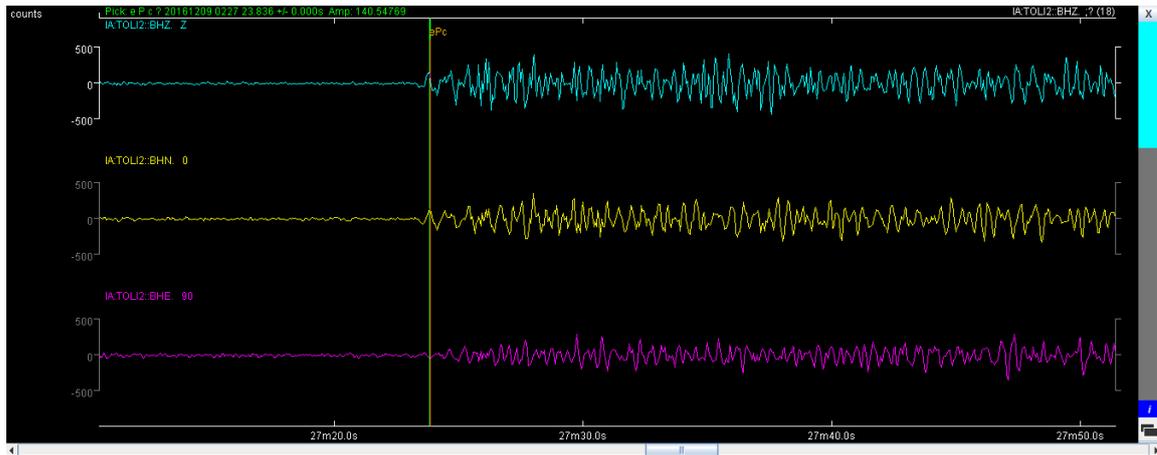
42.) Gempa 4 Stasiun SMSI



43.) Gempa 4 Stasiun TMSI

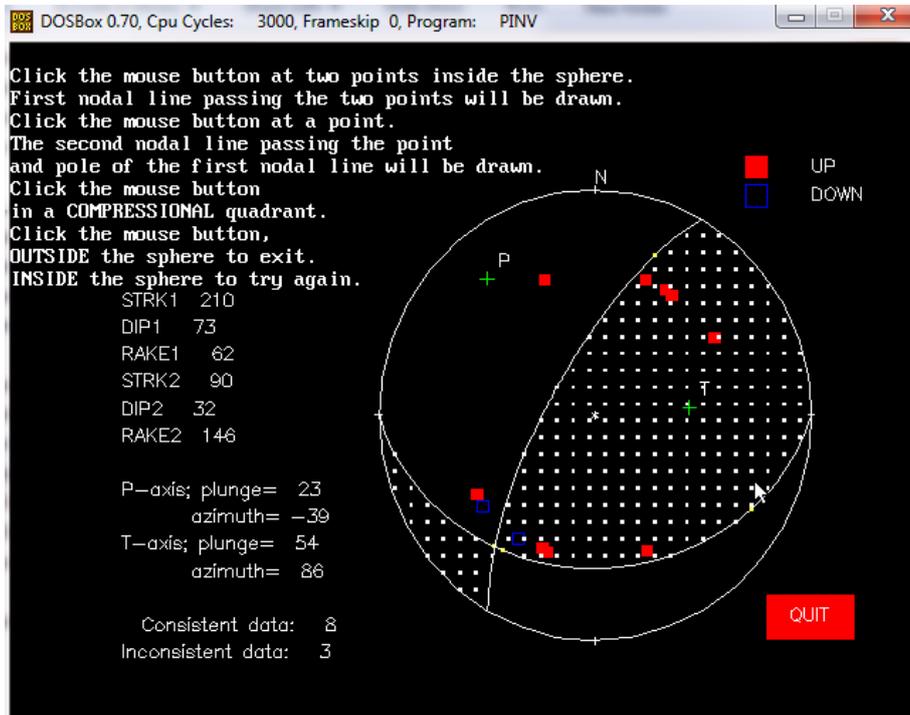


44.) Gempa 4 Stasiun TOLI

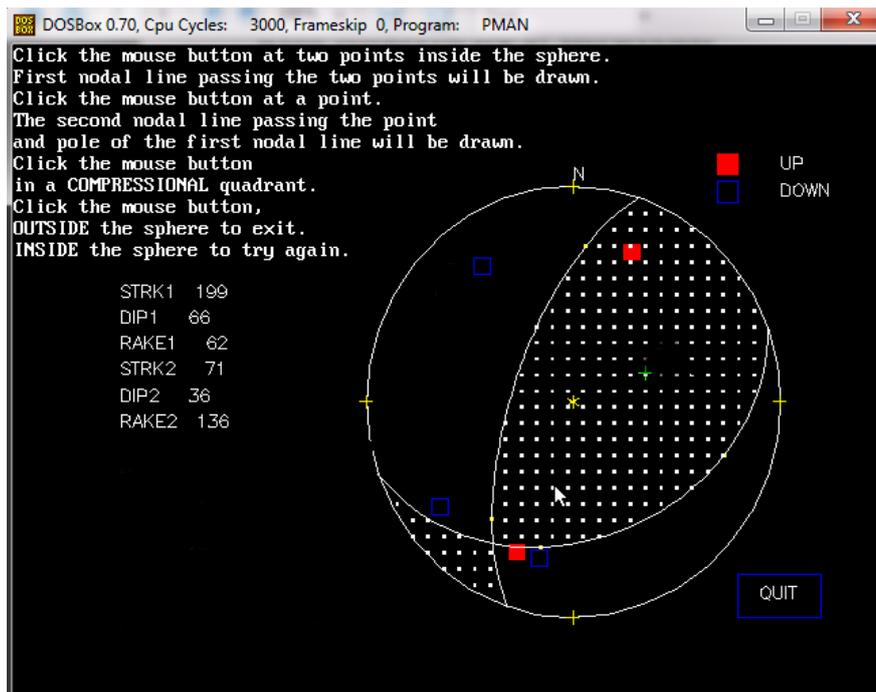


Lampiran 5 Hasil Pengolahan Data Gempabumi Terpilih di Wilayah Sesar Matano (Periode 2009-2016) Menggunakan Software AZMTAK

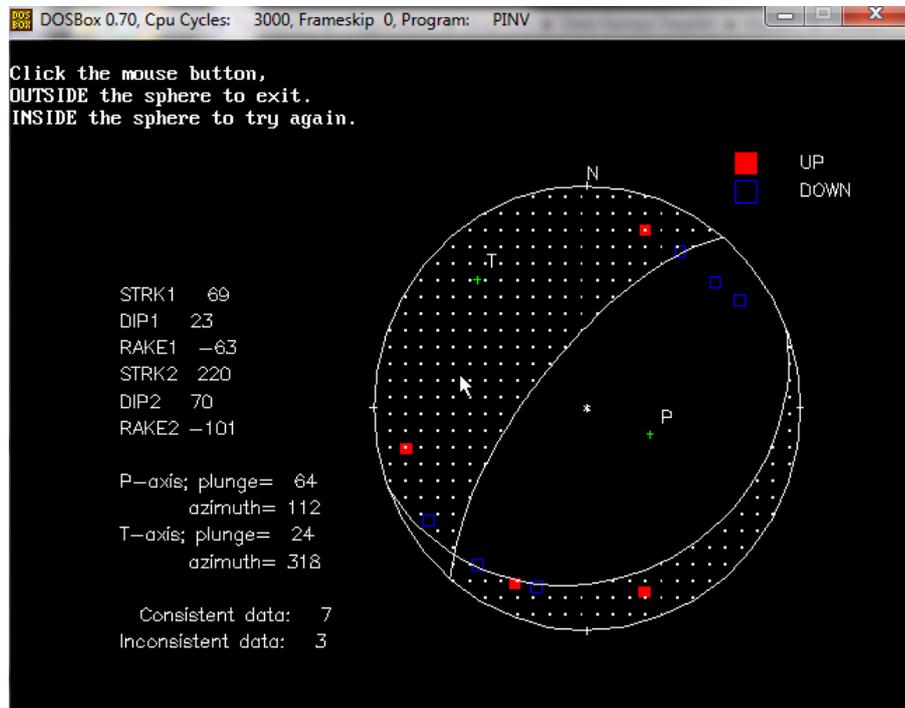
1.) Region 1 Gempa 1



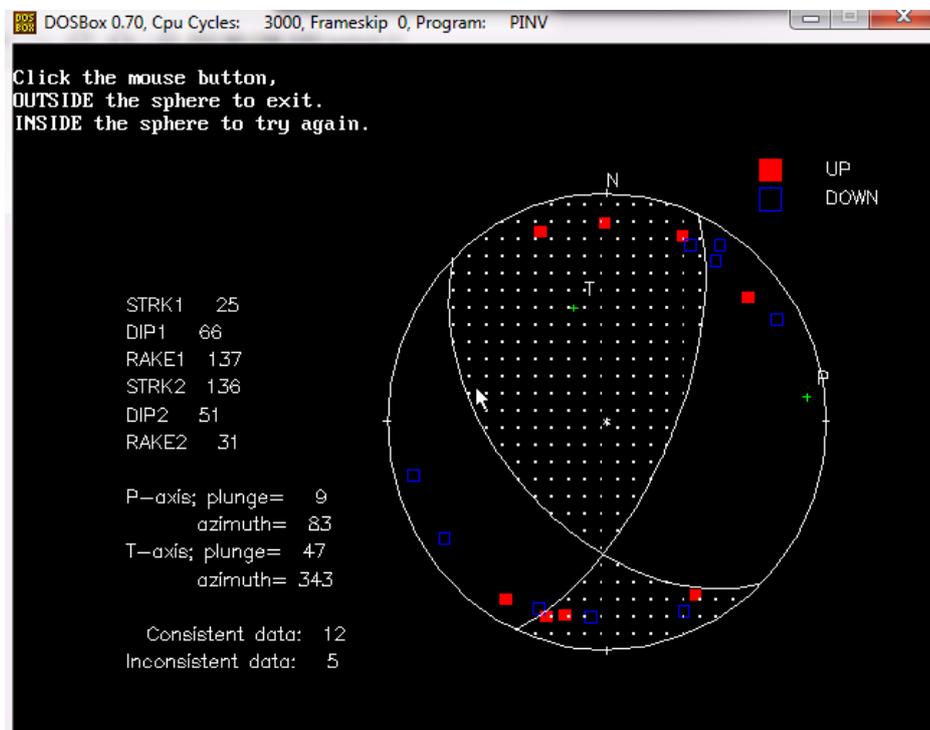
2.) Region 1 Gempa 2



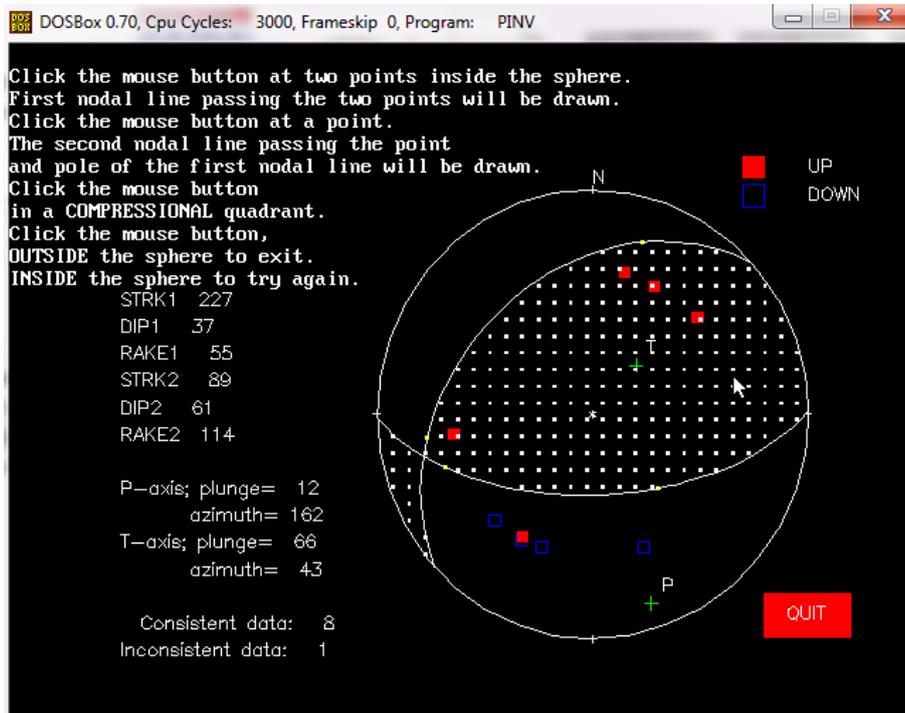
3.) Region 1 Gempa 3



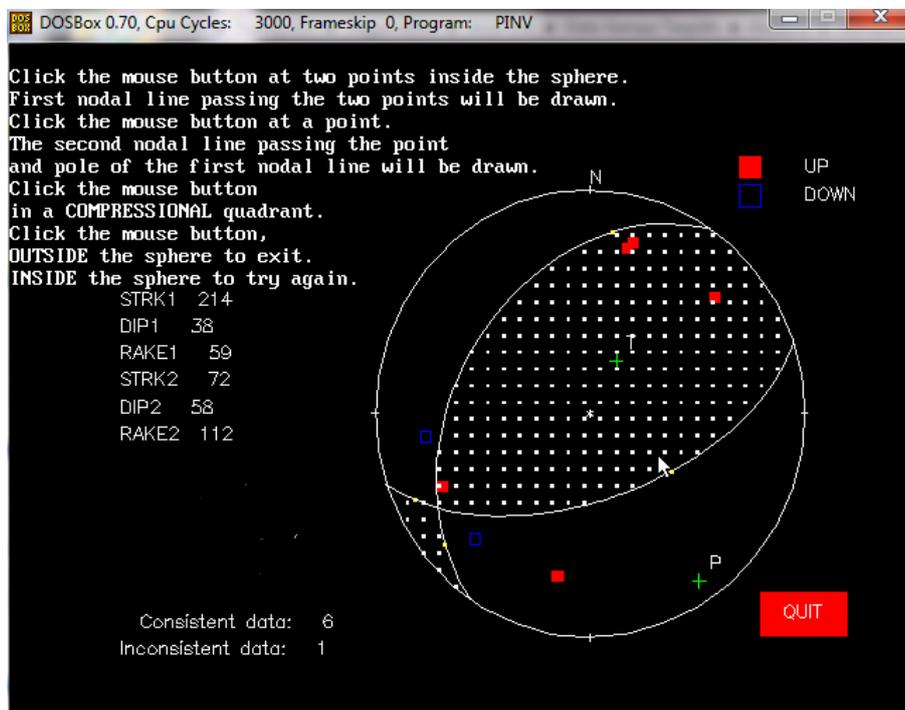
4.) Region 1 Gempa 4



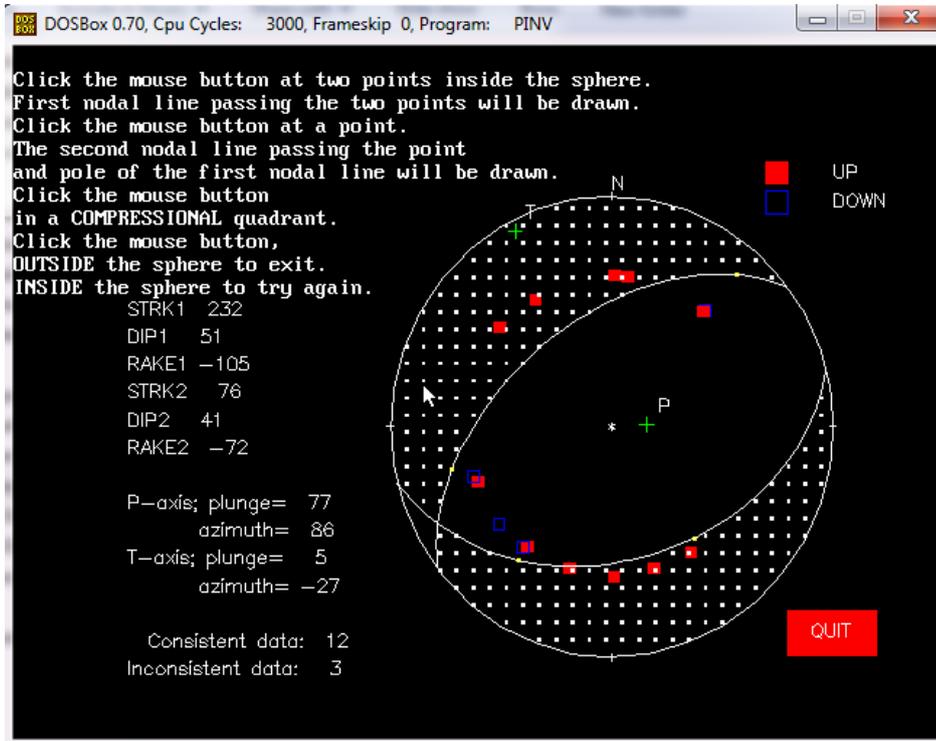
5.) Region 2 Gempa 1



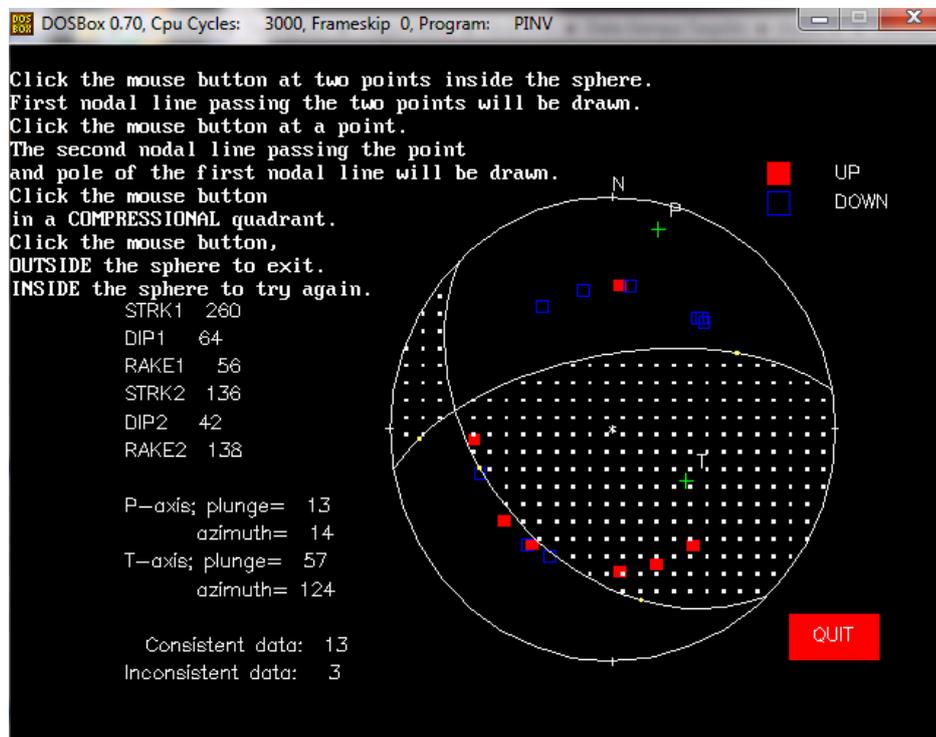
6.) Region 2 Gempa 2



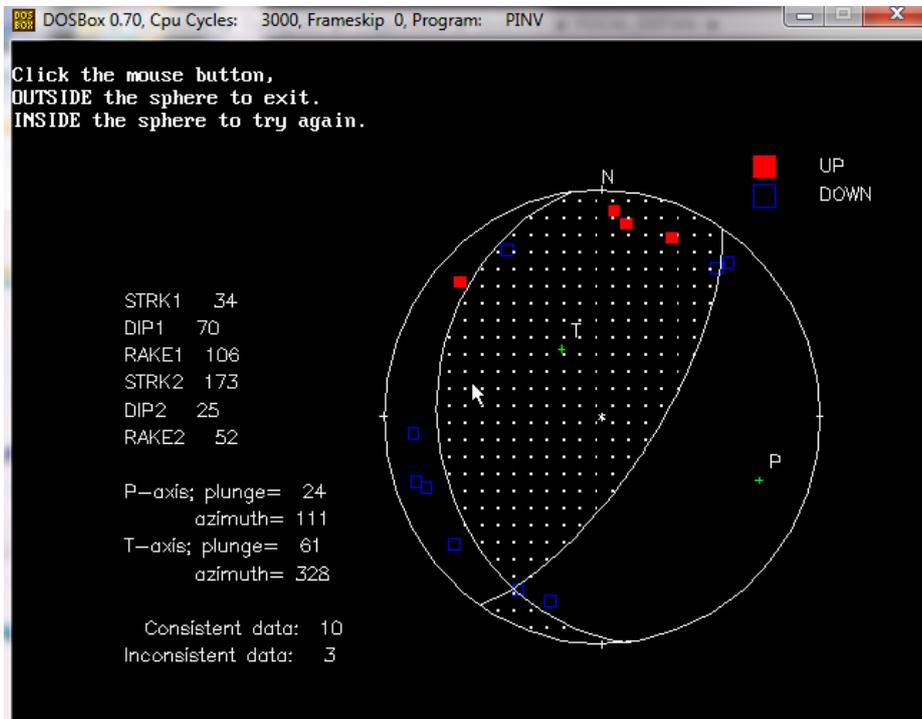
9.) Region 3 Gempa 1



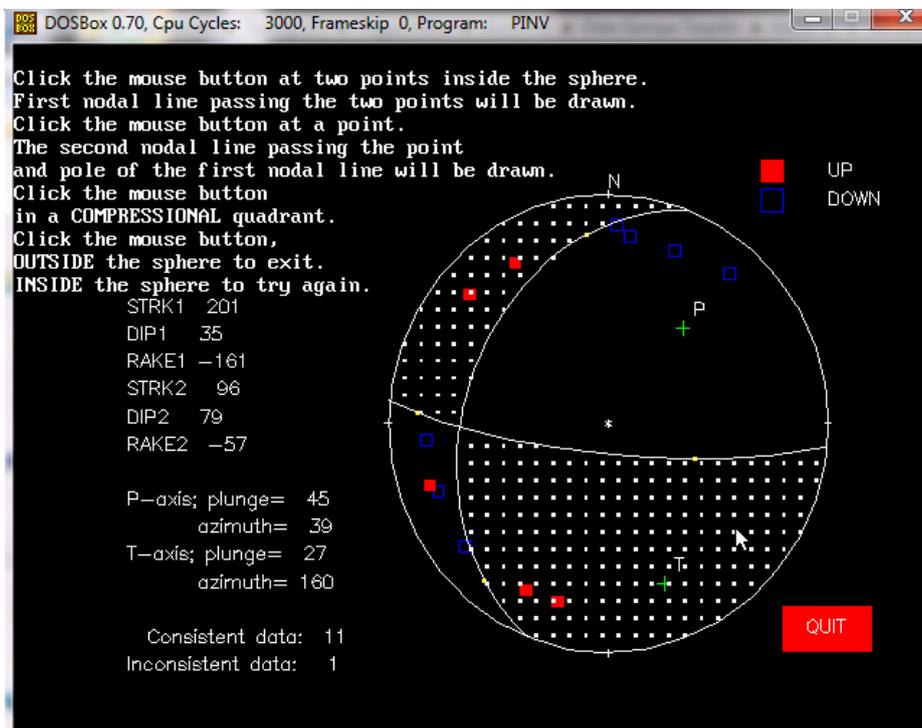
10.) Region 3 Gempa 2



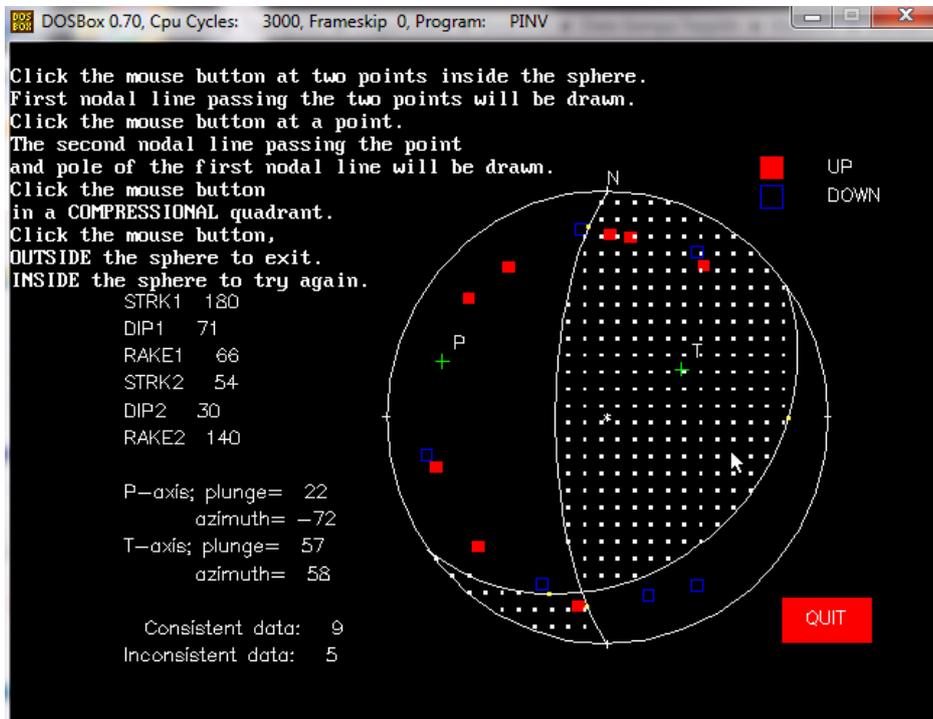
11.) Region 3 Gempa 3



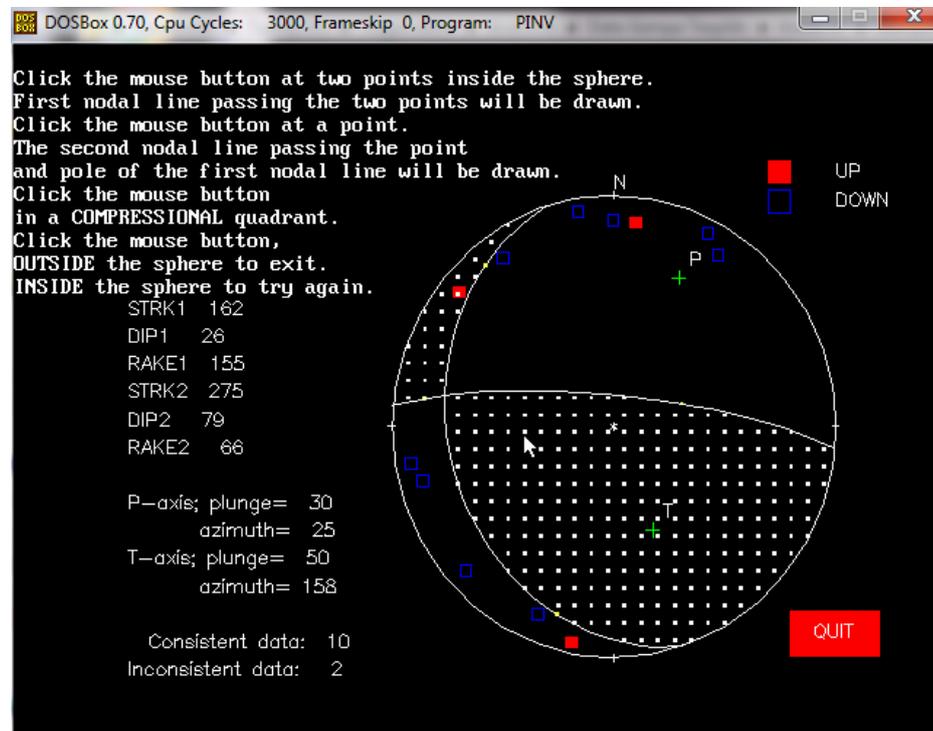
12.) Region 3 Gempa 4



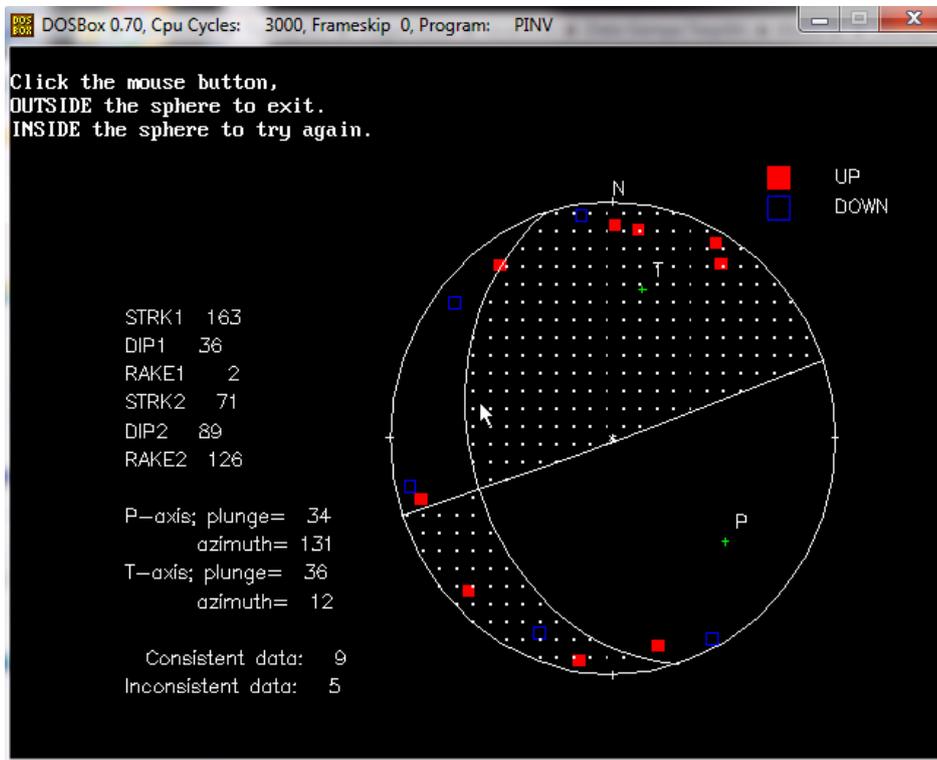
13.) Region 4 Gempa 1



14.) Region 4 Gempa 2



15.) Region 4 Gempa 3



16.) Region 4 Gempa 4

