

Skripsi Geofisika

**APLIKASI MEKANISME FOKUS DALAM
IDENTIFIKASI SESAR DI SULAWESI BAGIAN
SELATAN**

OLEH :

ATIKA KURNIATI

H221 12 004



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2017**

**APLIKASI MEKANISME FOKUS DALAM
IDENTIFIKASI SESAR DI SULAWESI BAGIAN
SELATAN**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Pada Program Studi Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin



OLEH :

ATIKA KURNIATI

H221 12 004

PROGRAM STUDI GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2017

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI MEKANISME FOKUS DALAM IDENTIFIKASI SESAR DI
SULAWESI BAGIAN SELATAN

ATIKA KURNIATI
H221 12 004

Makassar, 30 November 2017

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pertama



Muh Fawzy Ismullah M, S.Si, MT

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinil saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk sesuatu gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan lainnya dimanapun, kecuali bagian yang telah dikutip sesuai kaidah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan dalam batas tertentu dibantu oleh pihak pembimbing.

Penulis

ATIKA KURNIATI

SARI BACAAN

Sulawesi bagian selatan terdiri atas dua wilayah yaitu Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara yang memiliki seismisitas yang tinggi. Hal ini dipicu oleh adanya kontribusi sesar yang terdapat pada pergerakan lempeng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis sesar penyebab gempa di daerah Sulawesi bagian selatan. Pada peristiwa gempa tersebut dapat dianalisis mekanisme sumber gempanya (*focal mechanism*). Pengolahan *focal mechanism* menggunakan *software GMT*. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data gempabumi dari USGS dan katalog BMKG yang meliputi waktu kejadian, koordinat episenter, kedalaman, magnitudo serta data gempa dari Global CMT yang meliputi parameter sesar berupa *strike*, *slip* dan *dip* periode 1976-2016 dengan kedalaman gempa 0 - 600 Km dan magnitudo 3 sampai 7. Dari hasil penelitian menunjukkan gempa yang dominan di Sulawesi bagian selatan terjadi di darat yang merupakan gempa dangkal dan gempa menengah. Adapun sesar yang terjadi pada gempabumi di Sulawesi bagian selatan merupakan jenis sesar geser/mendatar mengiri (Sesar Matano, Sesar Lawanopo, dan Sesar Pasangkayu), sesar naik (Sesar Walanae, Sesar Paternoster, pengaruh subduksi dari mikrokontinen Lengan Tenggara, pemekaran Teluk Bone), sesar turun (Sesar Kolaka), dan sesar *oblique* (Sesar Tolo). Jenis sesar yang paling dominan penyebab utama gempabumi di Sulawesi bagian selatan adalah jenis sesar geser/mendatar mengiri.

Kata Kunci: *focal mechanism*, gempabumi, seismisitas, sesar geser/mendatar mengiri, sesar naik, sesar oblique, sesar turun

ABSTRACT

Southern Sulawesi consists of two regions, there are South Sulawesi and Southeast Sulawesi that has a high seismicity. It is triggered by the existence of the fault contribution occur during the movement of the plate. This study aims to determine the type of faults causing earthquakes in the southern part of Sulawesi. The earthquakes source mechanism can be analyzed (focal mechanism) by processing of the focal mechanism procedure using GMT software. The data used in the study are earthquake data from USGS and BMKG catalog which consist of the origin time, the epicenter coordinates, the depth, the magnitude and the earthquake data from Global CMT which consist the fault parameters such us strike, slip and dip period 1976 to 2016 with the depth of the earthquake 0 to 600 Km and magnitude of 3 to 7. The results of the study shows the dominant earthquake of Southern Sulawesi occurred on land is shallow and medium earthquakes. The fault that occurs in the earthquake in Southern Sulawesi is the type of strike-slip fault (Matano Fault, Lawanopo Fault, and Pasangkayu Fault), reverse fault (Walanae Fault, Paternoster Fault, subduction of Southeast arm's microcontinent, expansion of Bone Bay), normal fault (Kolaka Fault), and oblique faults (Tolo Fault). The most dominant fault type of the main cause of earthquakes in southern Sulawesi is the type of strike-slip fault.

Keywords: focal mechanism, earthquake, seismicity, strike-slip fault, reverse fault, oblique fault, normal fault

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah Rabb semesta alam, yang tak henti-hentinya mencurahkan rahmat dan pertolonganNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, tidak lupa pula penulis kirimkan salam serta salawat kepada baginda Rasulullah Shallallahu Alaihi Wasallam, keluarga, sahabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman kelak.

Penulisan skripsi ini merupakan tugas akhir bagi setiap mahasiswa yang ingin menyelesaikan studi Strata Satu (S1) pada Program Studi Geofisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Sebagai penulis, saya menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak guna menyempurnakan skripsi ini dan sebagai bahan evaluasi penulis untuk penulisan karya yang sempurna berikutnya.

Dalam penyelesaian skripsi ini tak terlepas dari berbagai hambatan dan keterbatasan penulis namun berkat do'a, bantuan, semangat, dari berbagai pihak sehingga dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu tak ada kata yang pantas penulis ucapkan selain Terima Kasih yang setulus- tulusnya kepada kedua Orangtua : **Drs. H. Baso Makking** dan **Hj. St. Hasniah, S.Pd** yang telah banyak berkorban, membimbing penulis dengan penuh kasih sayang dan tak henti-hentinya mengirimkan seikat bunga do'a agar yang terbaik selalu menyertai

penulis. Saudara-saudaraku yang selalu siap direpotkan penulis Kakakku **Muh. Akbar Kurniawan**, kedua adikku **Muh. Asraq Kurniawan** dan **Muh. Abdillah kurniawan** terima kasih atas do'a, semangat, dan cinta kalian.

Pada kesempatan ini juga penulis tidak lupa menyampaikan terima kasih yang tak terhingga atas segala bantuan, waktu, bimbingan, dan do'a dari berbagai pihak yaitu kepada:

1. Bapak **Dr. H. Muh Altin Massinai, MT.Surv** dan Bapak **Muh Fawzy Ismullah M, S.Si, MT** selaku dosen pembimbing yang dengan tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, ilmu, arahan, saran-saran dan semangat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak **Drs. Hasanuddin, M.Si**, Bapak **Ir.Bambang Hari Mei, M.Si**, dan Ibu **Dra. Maria, M.Si** selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan saran, kritik, dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak **Dr. H. Muh Altin Massinai, MT.Surv** sebagai ketua Prodi Geofisika yang telah memberikan dukungan dan saran kepada penulis hingga skripsi ini terselesaikan.
4. Bapak **Prof. Dr. Eng, Dadang Ahmad Suriamiharja** selaku Penasehat Akademik yang banyak memberikan nasehat-nasehat, motivasi dan semangat selama penulis menempuh studi.
5. Bapak dan Ibu **Dosen Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin** yang telah memberikan ilmu, bimbingan kepada penulis selama menempuh studi serta **Pegawai**

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu selama penulis menempuh studi.

6. Bapak dan Ibu **Staff Pegawai akademik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas hasanuddin** yang telah banyak membantu selama penulis menempuh studi.
7. Bapak **Umar Rosadi, ST** selaku pembimbing Kerja Praktek di **PVMBG Bandung** yang telah memberikan bimbingan, saran, pengajaran dan motivasi selama penulis melaksanakan Kerja Praktek serta Para **Staff dan Karyawan PVMBG Bandung** yang begitu ramah dan baik pada penulis. Terima kasih juga kepada **Thia** (Teman Kerja Praktek) yang perhatian, **Kak Tenri, Kak Fawzy** yang telah banyak membantu selama di Bandung maaf merepotkan yaah Kak dan juga **Kak Willy** (Geologi 2003 Universitas hasanuddin) terima kasih bantuan dan traktirannya Kak.
8. Bapak **R. Jamroni, ST** selaku Pembimbing Tugas Akhir di **BMKG Wilayah IV Makassar** yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan masukan dan saran serta semangat selama penulis melaksanakan Tugas Akhir. **Kak Indah Kurniawati** yang telah berbaik hati meluangkan waktunya mengajari dasar-dasar penggunaan *software* GMT serta **Staff Pegawai di BMKG Wilayah IV Makassar** yang telah membantu selama Penulis melakukan Tugas Akhir. Terima Kasih juga kepada Bapak **Ade Perdana Suhendratman, S.Si, MT (BMKG Kelas II Kabupaten Gowa)** yang telah bayak memberikan saran, motivasi, Ilmu ketika penulis ingin melaksanakan tugas akhir.

9. Nenekku tercinta **(almh) Hj. Mu'mina**, yang telah membantu mengasuh penulis sedari kecil, mendoakan dengan tulus serta memberikan pengajaran-pengajaran kepada penulis hingga akhir hayatnya. Serta keluarga besar **(alm) H. Sondeng (Mama Pati, Bapak Awing, Mama Mommi, dan Bapak Lallo)**. Sepupu- Sepupuku **(Anhy, Adhi, Alwy, Imink, Yaya, Ikram, Ira dan Ayah Zuail)** yang telah memberikan semangat, dan do'a yang tulus sehingga Penulis bisa menyelesaikan Skripsi Ini. Semoga kita kompak terus yah. Serta Trio Gemessss **(Zuail, Rafisyah, dan El Behzad)** yang menjadi penghibur dan penyemangat Penulis dikala Jemu mengerjakan Tugas Akhir.
10. Sahabat yang sudah seperti saudara sendiri MY VIO **(Yus, Anhy, Memey, Efhy, Mirna dan Anthi)** terima kasih semangat, do'a dan sudah memahami penulis yang apa adanya.
11. Saudara-saudaraku **AE12OFISIKA** (Geofisika dan Fisika 2012) :**Desi, Asrul, Citra, sari, Nisa, Putri, Thia, Jamal, Tri, Maksum, Yawan, Chia, Gangga, Matra, Ashary, Icha, Uchi, Wulan, Aul, Arif, Akmal, Jemy, zul, Mela, Ancha, Roby, Jeje, Asraf, Ical, Aryani, Uzhy, Irpan, Faiz, Jabal, Fitri, Gedo, Anggun, Faizal, Yusuf. Lilis, Taufik, Indri, Sahra, Nurul, Nina, Syahrul, Yeti, Banyal, Didin, Syahrir, Annisa, Vivi, Indah, Wana, Ruman, Sri, Ayi.** Terima Kasih atas Semangat, bantuan, motivasi serta kebersamaannya salam **“SEMANGAT dan TAKLUKKAN”**

12. Tak Lupa pula penulis ucapkan terima kasih kepada: **Ulfah Mulia Kawaroe** (Teman pertama yang saya temui saat pertama kali menginjakkan kaki di Kampus), **Kak Lia, kak Suci** yang telah banyak memberikan bantuan dan semangat sejak awal menjadi mahasiswa. Serta kepada **Amel, Dhini, Itha, Ririen, Khiky, Aya'**, dan **Rahmat** terima kasih juga telah banyak membantu selama penulis menempuh Studi.
13. Kanda-Kanda angkatan 2008 (**MAPERWA**), 2009 (**Pengurus BEM Fisika 2010 dan Fisika 2011**) yang telah banyak memberikan bantuan dan pengalaman yang luar biasa sejak awal masuk kampus.
14. Adik-adik **Geofisika 2013 dan Geofisika 2014** terima kasih bantuan , do'a dan semangatnya terkhusus untuk **Qimaa, Alifka, Asifa** Semangat Ya Kalian, Pasti bisa!!!
15. Teman-teman Tugas Akhir di BMKG Wilayah IV Makassar (**Rahmi, Ira, Rahma**) terima kasih atas tumpangnya disetiap waktu pulang. semoga kita masih ditakdirkan untuk berjumpa lagi.
16. Teman-teman **KKN 93 Posko Keren Bonto Majannang kecamatan Sinoa Bantaeng** (**April, Anggun, Husna, Cicha, Astri, Citra, Kak Satjan, Fajar, Doddy**) terima kasih atas kebersamaannya dan mau menerima penulis apa adanya, senang bisa dipertemukan dengan kalian *guys...* serta Kawan kawan KKN 93 Kecamatan Sinoa khususnya **Irma** dan **Metty** senang bisa mengenal kalian. **Bapak dan Ibu Kepala Desa Bontomajannang beserta keluarga, Kak Anhy beserta keluarga,** dan

juga **warga Bontomajannang Kecamatan Sinoa Bantaeng** yang menerima dengan baik kedatangan penulis dan teman-teman.

17. Serta untuk semua pihak yang penulis tidak dapat sebut satu-persatu terima kasih banyak untuk semuanya.

Semoga Allah memberikan balasan yang terbaik dan senantiasa mencurahkan kasih sayangNya kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dan selalu dimudahkan dalam menemukan kebahagiaan dan keberhasilan dari semua permasalahan yang dialami. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan sumbangsi pengetahuan dan pengalaman yang berharga kepada siapapun yang membacanya untuk penelitian berikutnya. Aamiin.

Makassar, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
SARI BACAAN	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Ruang Lingkup	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
II.1 Teori Tektonik Lempeng	3
II.2 Tektonik Sulawesi.....	5
II.2.1 Tektonik Lengan Selatan Sulawesi	6
II.2.2 Tektonik Lengan Tenggara Sulawesi.....	7
II.3 Gelombang Gempabumi	8
II.4 Gempabumi	10

II.4.1 Pengertian Gempabumi.....	10
II.4.2 Penentuan Lokasi Gempabumi	11
II.4.2.1 Penentuan Hiposenter	11
II.4.2.2 Penentuan Episenter	13
II.5 Teori Tentang Sesar	15
II.5.1 Jenis-Jenis Sesar	15
II.5.2 Parameter Sesar.....	17
II.6 Teori Elastik <i>Rebound</i>	19
II.7 Mekanisme Fokus Gempa.....	20
BAB III METODOLOGI	25
III.1 Lokasi Penelitian	25
III.2 Data.....	26
III.3 Prosedur	26
III.3.1 Pengambilan Data.....	26
III.3.2 Pengolahan Data	26
III.3.2.1Membuat Grafik Frekuensi dan Peta Seismisitas Gempabumi Periode 1976 – 2016.....	26
III.3.2.2 Cara Penentuan Mekanisme Fokus	27
III.3.2.3Membuat Peta Analisis Mekanisme Fokus Gempabumi Periode 1976–2016.....	29
III.4 Bagan Alir Penelitian.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
IV.1 Hasil dan Pembahasan.....	31

IV.1.1 Grafik Histogram Gempa dan Sebaran Seismisitas Gempabumi Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976-2016	31
IV.1.1.1 Grafik Frekuensi Gempa Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976-2016.....	31
IV.1.1.2 Seismisitas Gempabumi Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976-2016.....	32
IV.1.2 Sebaran Mekanisme Fokus Gempabumi Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976-2016.....	36
BAB V PENUTUP	48
V.1 Kesimpulan	48
V.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pergerakan lempeng tektonik	4
Gambar 2.2	Peta Geologi Sulawesi	5
Gambar 2.3	Gelombang P dan S	9
Gambar 2.4	Gelombang Love dan gelombang Rayleigh	10
Gambar 2.5	Penentuan Hiposenter	12
Gambar 2.6	Metode penentuan hiposenter menggunakan tiga stasiun	14
Gambar 2.7	Sesar mendatar (<i>Strike – slip fault</i>).....	16
Gambar 2.8	Sesar Oblique (<i>Oblique fault</i>).....	16
Gambar 2.9	Sesar naik (<i>Reverse fault</i>)	17
Gambar 2.10	Sesar turun (<i>Normal fault</i>)	17
Gambar 2.11	Arah sesar	18
Gambar 2.12	Mekanisme patahan yang menjadi penyebab gempa tektonik	19
Gambar 2.13	Bentuk bola fokus dan jenis sesarnya	22
Gambar 2.14	Penentuan mekanisme fokus	23
Gambar 2.15	Penentuan bidang sesar	23
Gambar 2.16	<i>Moment Tensor</i> dengan Sembilan komponen.....	24
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2	Penentuan bidang sesar menggunakan diagram Schmidt.....	27
Gambar 3.3	Bagan Alir Penelitian.....	30
Gambar 4.1	Grafik Histogram frekuensi gempabumi periode 1976-2016.....	32
Gambar 4.2	Peta seismisitas gempabumi Sulawesi bagian selatan periode 1976- 2016	34

Gambar 4.3 Peta Fokal mekanisme fokus gempa bumi Sulawesi bagian selatan periode 1976-2016.....	37
Gambar 4.4 Sebaran <i>Focal Mechanism</i> pada region I.....	38
Gambar 4.5 Sebaran <i>Focal Mechanism</i> pada region I.....	40
Gambar 4.6 Sebaran <i>Focal Mechanism</i> pada region III.....	42
Gambar 4.7 Sebaran <i>Focal Mechanism</i> pada region IV	44
Gambar 4.8 Sebaran <i>Focal Mechanism</i> pada region V	46

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data frekuensi gempa Periode 1976 – 2016.....	31
Tabel 4.2 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region I.....	39
Tabel 4.3 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region II.....	41
Tabel 4.4 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region III	43
Tabel 4.5 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region IV	45
Tabel 4.6 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region V.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Gempabumi Wilayah Sulawesi Bagian Selatan Periode
1976-2016 (Sumber USGS, Katalog BMKG)

Lampiran 2 : Data Gempabumi Wilayah Sulawesi Bagian Selatan Periode
1976-2016 (Sumber: Global-CMT)

Lampiran 3 : Rumus Penentuan Hiposenter

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pulau Sulawesi dan pulau-pulau kecil di sekitarnya mempunyai kondisi geologi yang kompleks. Hal ini disebabkan kawasan tersebut merupakan tempat tumbukan aktif dari tiga lempeng (*triple junction*): Lempeng Hindia-Australia yang bergerak relatif ke arah utara, Lempeng Eurasia yang relatif diam dan Lempeng Pasifik di timur (Surono dan Hartono, 2015).

Pergerakan-pergerakan lempeng yang ada di Pulau Sulawesi berdampak pada aktivitas tektonik yang mengakibatkan Sulawesi menjadi kawasan rawan bencana gempabumi. Kejadian gempabumi di Sulawesi dipicu oleh adanya kontribusi sesar yang terdapat pada pergerakan lempeng.

Sulawesi dan daerah sekitarnya mempunyai struktur geologi, terutama sesar yang sifatnya regional. Struktur geologi utama Sulawesi di antaranya Sesar Palu-Koro, Sesar Walanae, Sesar Matano, Sesar Batui, Sesar Naik Poso, Sesar Balantak, Sesar Gorontalo, Tunjaman Sulawesi Utara, dan Teluk Bone. Sesar-Sesar aktif tersebut seringkali menjadi penyebab timbulnya gempa di wilayah Sulawesi berdasarkan data kegempaan, khususnya yang ada di Wilayah Sulawesi bagian Selatan (Surono dan Hartono, 2015).

Untuk mengetahui karakteristik sesar atau patahannya diperlukan analisis tentang *focal mechanism* (mekanisme fokus) atau mekanisme sumber gempa yaitu

penentuan bidang sesar yang antara lain meliputi penentuan harga *strike*, *dip*, dan *rake*. Hal inilah yang menjadi titik tolak penelitian ini.

I.2 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini yaitu daerah Sulawesi bagian selatan yang meliputi Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat serta Sulawesi Tenggara dengan koordinat $2^{\circ}26' -6^{\circ}50'$ LS dan $118^{\circ} -123^{\circ}.50'$ BT. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data gempabumi dari USGS, katalog BMKG dan Global CMT (www.globalcmt.org/CMTsearch) tahun 1976-2016 dengan kedalaman 0 - 600 Km dan magnitudo 3 sampai 7. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan data gempa dari USGS dan katalog BMKG untuk pemetaan sebaran gempa serta data gempa dari Global CMT (www.globalcmt.org/CMTsearch) untuk menganalisis mekanisme fokus yang di plot di *software GMT* (Wessel dkk., 2013).

I.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memetakan seismisitas gempabumi yang terjadi pada periode 1976 – 2016 di daerah Sulawesi bagian selatan
2. Mengetahui sesar penyebab gempa berdasarkan analisis mekanisme fokus di daerah Sulawesi bagian selatan

BAB II

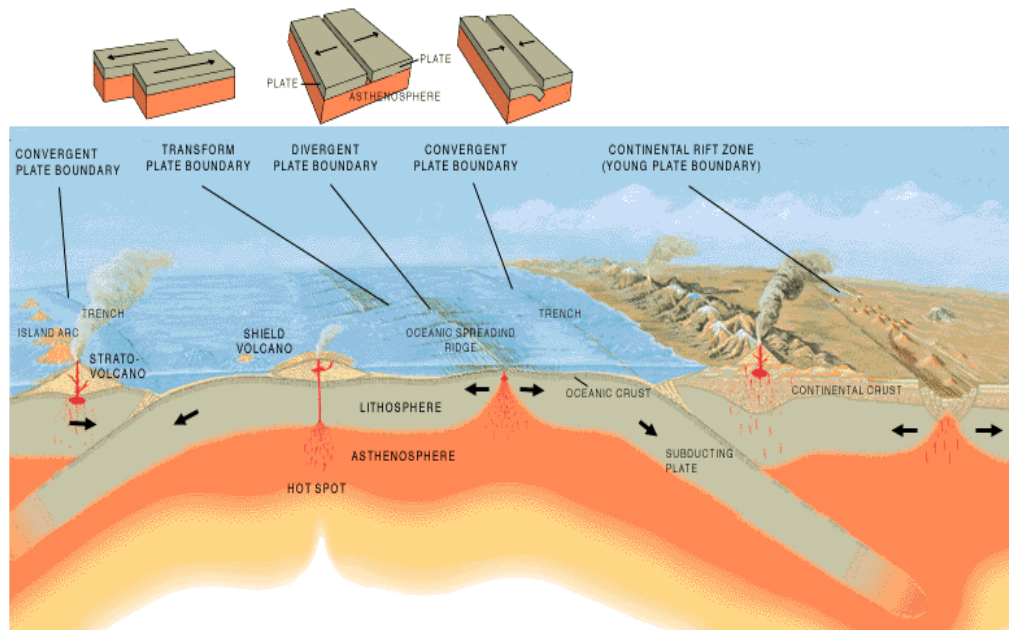
TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Teori Tektonik Lempeng

Menurut teori tektonik lempeng, lapisan terluar bumi terbuat dari suatu lempengan tipis dan keras yang masing-masing saling bergerak *relative* atau *mobile* terhadap yang lain. Gerakan ini terjadi secara terus-menerus sejak bumi ini terbentuk hingga sekarang. Terdapat tiga jenis pergerakan antar batas lempeng, yaitu divergensi (saling menjauh), konvergensi (saling bertemu), dan transformasi (saling bergeser horizontal) (Sunarjo dkk., 2012).

1. Divergensi adalah pergerakan batas antar lempeng yang saling menjauh satu dan lainnya. Pemisahan ini disebabkan karena adanya gaya tarik (*tensional force*) yang mengakibatkan naiknya magma ke permukaan dan membentuk material baru berupa lava yang kemudian berdampak pada lempeng yang saling menjauh sehingga membentuk pemekaran lantai samudera.
2. Konvergen adalah pergerakan lempeng tektonik yang saling mendekat. Pergerakan ini dapat menyebabkan salah satu lempeng menyusup di bawah lempeng lainnya, membentuk zona subduksi atau menyebabkan lempeng-lempeng lainnya saling bertumbukan ke atas membentuk zona tumbukan. Di zona subduksi inilah sering terjadi gempa. Pematang gunungapi (*Volcanic ridges*) dan parit samudera (*Oceanic trenches*) juga terbentuk di wilayah konvergen ini.

3. Transforms adalah pergerakan lempeng tektonik secara mendatar satu sama lainnya atau bergerak saling bergesekan tanpa membentuk atau merusak litosfer dan menghasilkan suatu sesar mendatar jenis *Strike Slip Fault*.

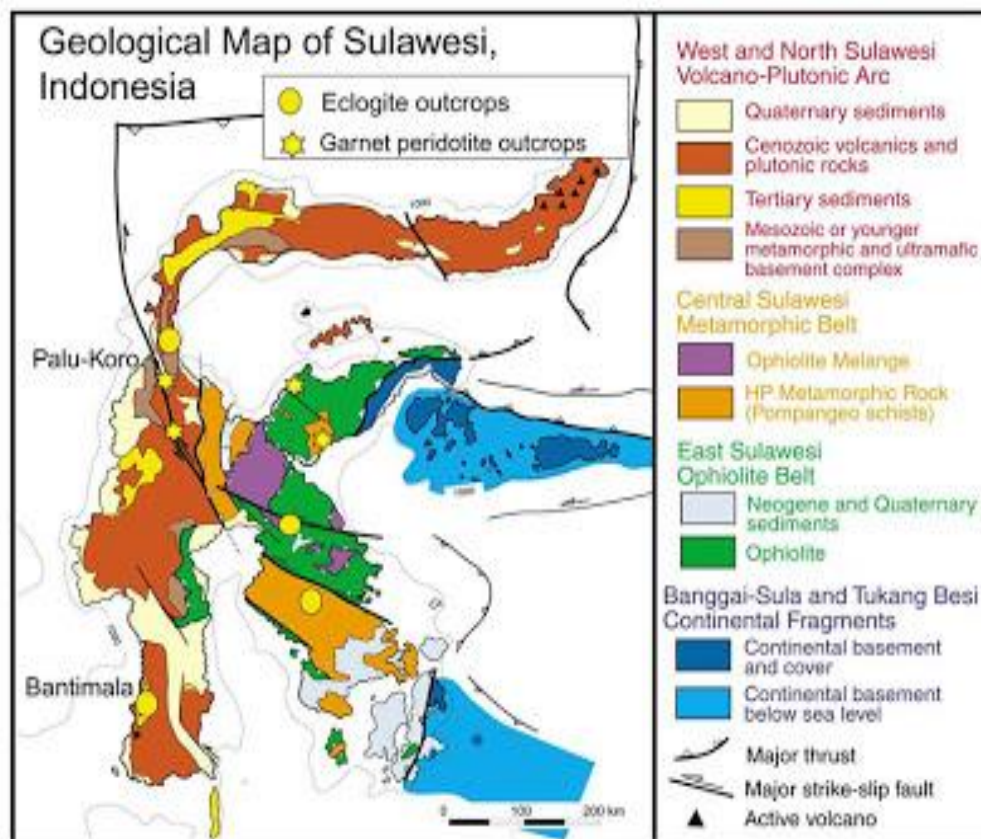


Gambar 2.1 Pergerakan lempeng tektonik (Gok, 2008)

Cara termudah menentukan jalur lempeng tektonik yaitu dengan mengamati distribusi gempa-gempa dangkal. Sumber gempabumi berada pada perbatasan lempeng-lempeng tektonik dan sesar-sesar aktif. Indonesia merupakan suatu wilayah yang sangat aktif kegempaanannya, karena terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dan satu lempeng tektonik kecil. Ketiga Lempeng tektonik itu adalah Lempeng tektonik Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik serta Lempeng kecil Filipina (Sunarjo dkk., 2012).

II.2 Tektonik Sulawesi

Bentuk Pulau Sulawesi dikatakan unik karena menyerupai huruf K yang menandakan bahwa pulau ini mempunyai kondisi geologi dan tektonik yang kompleks. Hal ini disebabkan adanya interaksi antara tiga lempeng yang bergerak aktif, yaitu Lempeng Benua Australia yang bergerak ke utara, Lempeng Samudera Pasifik yang bergerak ke barat dan Lempeng Benua Eurasia yang relatif bergerak ke selatan tenggara. Lengan Timur dan Lengan Tenggara ditempati oleh jalur batuan ophiolit (*Eastern Sulawesi ophiolite*) dan juga terdapat batuan lain yaitu mandala benua pindahan (*allochthonous continental terrains*) sekalipun dengan ukuran yang kecil (Surono dan Hartono, 2015).



Gambar 2.2 Peta Geologi Sulawesi (Sompotan, 2012).

Tatanan geologi Pulau Sulawesi yang berada di tengah tiga lempeng besar tersebut mempunyai keunikan tersendiri, mengingat bahwa kawasan ini merupakan pertemuan tiga lempeng besar yang saling mengalami tumbukan. Tumbukan lempeng tersebut menyebabkan pergeseran unsur-unsur. Kondisi ini menjadikan Pulau Sulawesi sebagai daerah tektonik aktif dengan tingkat seismisitas yang tinggi (Massinai dkk., 2013).

Wilayah Sulawesi dan sekitarnya memiliki pola tatanan tektonik yang tersusun dari struktur geologi setempat. Struktur geologi tersebut adalah Sesar Walannae (Lengan Selatan Sulawesi), Sesar Lawanopo (Lengan Tenggara Sulawesi), Sesar Matano (tengah Sulawesi), Sesar Palu–Koro (tengah Sulawesi), Sesar Batui (Laut Maluku dan Teluk Tomini) dan Subduksi ganda Laut Maluku (Kepulauan Sangihe Talaud dan Laut Maluku) (Ismullah dkk., 2014)

II.2.1 Tektonik Lengan Selatan Sulawesi

Model tektonik ini menyatakan bahwa Selat Makassar ditafsirkan merupakan cekungan daratan muka (*foreland basin*) di kedua sisi dari daratan Sunda dan Lempeng Australia – Nugini. Sementara itu obduksi kerak samudera (Kompleks Lamasi) pra- Eosen ke Sulawesi Barat terjadi pada oligosen Akhir–Miosen sedangkan busur magmatik Sulawesi Barat Miosen Akhir diduga sebagai hasil tumbukan benua-benua (Surono dan Hartono, 2015).

Untuk mengetahui pengaruh tektonik Neogen di lengan ini akan diambil daerah sampel yang diduga paling representatif karena kelengkapan data struktur data tektonik. Daerah tersebut adalah daerah Sulawesi Barat, yang meliputi daerah Mamuju, Majene bagian barat, sampai daerah Palopo di bagian timur. Di daerah

ini terdapat dua lajur lipatan-sesar naik, yaitu lajur lipatan-Sesar naik Majene dan lajur lipatan-Sesar naik Kalosi dijumpai pluton granit besar, kompleks ofiolit (Kompleks Lamasi), dan batuan alas malihan pra tersier Latimojong (Suroño dan Hartono, 2015).

Di daerah Majene - Mamuju sampai Palopo dapat dibagi menjadi tiga dominan tektonik utama yang membujur utara - selatan. Ketiga dominan tersebut mulai dari lajur lipatan sesar naik aktif, lajur vulkano-plutonik, dan lajur batuan ofiolit (Suroño dan Hartono, 2015).

II.2.2 Tektonik Lengan Tenggara Sulawesi

Pada Lengan Tenggara Sulawesi yaitu periode pra Tumbukan yang terekam dalam runtutan stratigrafi dan sedimentologi Trias-Oligosen awal dari Kepingan Benua Sulawesi Tenggara periode tumbukan, yang teridentifikasi dari kepingan benua dan kompleks ofiolit dan lajur ofiolit Sulawesi Timur, dan periode pasca tumbukan yang terekam dalam runtutan Molasa Sulawesi (Suroño dan Hartono, 2015).

Struktur geologi yang berkembang di lengan Tenggara Sulawesi didominasi oleh sesar berarah barat laut-tenggara, yang utama terdiri atas Sesar Matano, kelompok Sesar Kolaka, kelompok Sesar Lawanopo, dan Kelompok Sesar Lainea. Sesar – sesar lainnya terdiri atas Sesar Lemo, Sesar Lameroto, Sesar Mateupe, Sesar Larumbu, Sesar Lindu, Sesar Lambatu dan Sesar Tanjungbesi (Suroño dan Hartono, 2015).

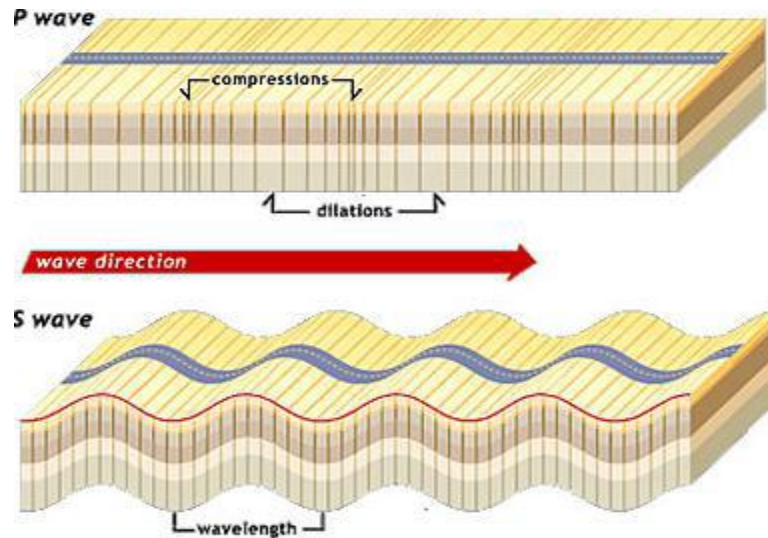
II.3 Gelombang Gempabumi

Gelombang seismik adalah gelombang elastik gempabumi yang menjalar ke seluruh bagian dalam bumi dan melalui permukaan bumi, akibat adanya lapisan batuan yang patah secara tiba-tiba atau adanya suatu ledakan (Sunarjo dkk.,2012).

Mekanisme gempabumi dikontrol oleh pola penjalaran gelombang seismik di dalam bumi. Pola mekanisme ini tergantung pada medium penjalaran atau keadaan struktur kulit bumi serta distribusi gaya atau tekanan yang terjadi.

Gelombang gempabumi adalah segala gelombang yang dapat tercatat oleh *seismograph* kecuali gerakan-gerakan yang disebabkan karena adanya gangguan alat (*noise*). Adapun tipe-tipe gelombang gempabumi di bagi menjadi 2 (dua) tipe yaitu (Afnimar, 2009):

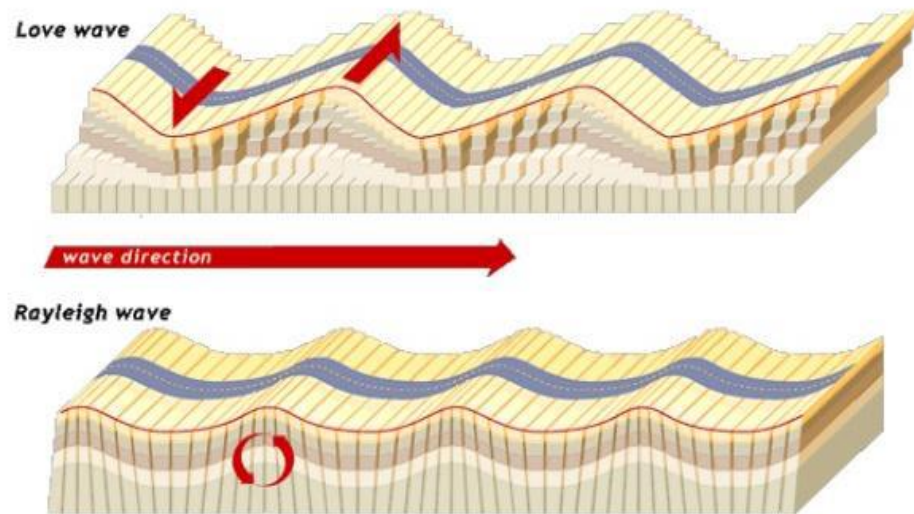
1. *Body Wave* (gelombang badan), gelombang yang merambat melalui medium, terdiri dari dua macam gelombang yaitu:
 - a. Gelombang Primer (P), gerakan partikelnya searah dengan arah penjarannya. Gelombang ini disebut gelombang longitudinal atau gelombang kompresional akibat partikel mengalami kompresi saat penjarannya. Gelombang Primer (P) mempunyai kecepatan terbesar dan muncul pertama kali di seismogram.
 - b. Gelombang sekunder (S), gerakan partikelnya tegak lurus dengan arah penjaran sehingga dikenal dengan gelombang transversal. Gelombang S mempunyai kecepatan lebih kecil daripada gelombang P dan muncul di seismogram setelah gelombang P.



Gambar 2.3 Gelombang P dan S (Z. Imran,2016)

2. *Surface Wave* (gelombang permukaan), gelombang yang merambat sejajar dengan permukaan medium yang terdiri dari:

- a. Gelombang *Love* merupakan gelombang permukaan yang menjalar dalam bentuk gelombang transversal, yakni merupakan gelombang-SH yang penjalarannya paralel dengan permukaan.
- b. Gelombang *Rayleigh* (R) merupakan gelombang permukaan yang gerakan partikel medianya merupakan kombinasi gerakan partikel yang disebabkan oleh gelombang P dan S.



Gambar 2.4 Gelombang Love dan gelombang Rayleigh (Z. Imran, 2016)

II.4 Gempabumi

II.4.1 Pengertian Gempabumi

Gempabumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempabumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan ke segala arah berupa gelombang gempabumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi (BMKG, 2015).

a. Berdasarkan penyebabnya:

- Gempa tektonik, yaitu gempa yang disebabkan oleh pergeseran lapisan batuan pada daerah sesar.
- Gempa vulkanik, yaitu gempa yang diakibatkan oleh aktivitas vulkanisme
- Gempa guguran (gempa runtuh), yaitu disebabkan oleh runtuhnya bagian goa.
- Gempa tumbukan, yaitu gempa yang disebabkan oleh meteor besar yang

jatuh ke bumi.

b. Berdasarkan kedalaman hiposenter

- Gempa dalam, yaitu dimana kedalamannya >300 km di bawah permukaan bumi.
- Gempa menengah, dimana kedalamannya $80 \text{ km} < h \leq 300 \text{ km}$ di bawah permukaan bumi.
- Gempa dangkal, dimana kedalamannya $h < 80 \text{ km}$ di bawah permukaan bumi.

c. Berdasarkan jarak episenter

- Gempa lokal, yaitu episenternya kurang dari 10000 km.
- Gempa jauh, yaitu episenternya sekitar 10000 km.
- Gempa sangat jauh, yaitu episenternya lebih dari 10000 km.

d. Berdasarkan kekuatannya

- Gempa sangat besar $M \geq 8.0$
- Gempa besar $7.0 \leq M \leq 8.0$
- Gempa sedang $5.0 \leq M < 7$
- Gempa kecil $3.0 \leq M < 5$
- Gempa mikro $1.0 \leq M < 3$
- Gempa ultra mikro $M < 1.0$

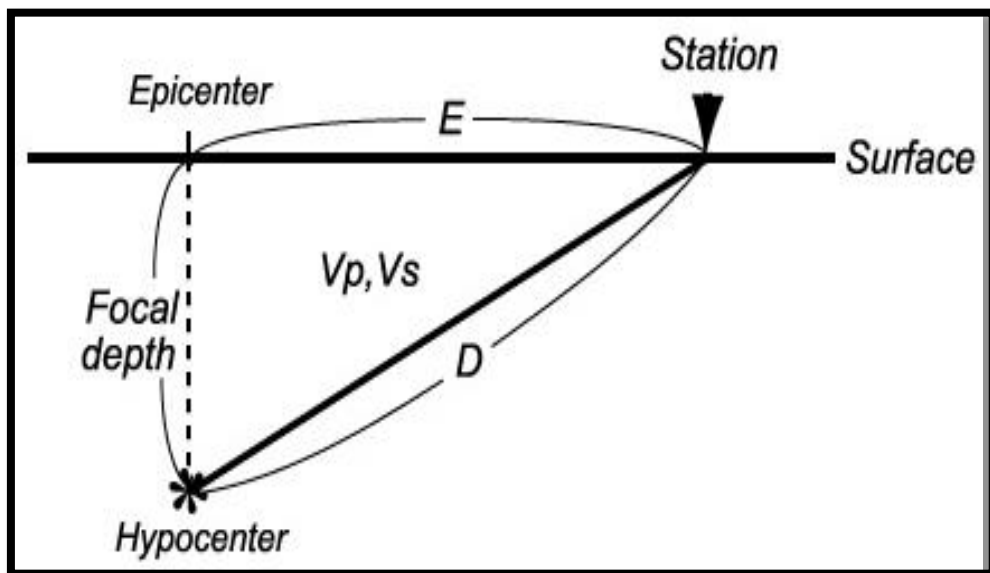
II.4.2 Penentuan Lokasi Gempabumi

II.4.2.1 Penentuan Hiposenter

Hiposenter adalah titik awal terjadinya gempabumi. Secara *seismologist* definisi hiposenter gempabumi adalah posisi dimana energi regangan yang tersimpan

dalam batuan itu pertama dilepaskan, dan merupakan titik di mana patahan/retakan mulai pecah. Ini terjadi pada kedalaman hiposenter di bawah pusat gempa.

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 2.5 Penentuan Hiposenter (Hurukawa, 2008)

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

$$D = T_{po} \times V_p = \frac{T_{sp} \times V_s}{V_p - V_s} V_p \quad (2.1)$$

$$D = \frac{V_p}{\frac{V_p}{V_s} - 1} T_{sp} \quad (2.2)$$

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

$$D = k \times (S-P) \quad (2.3)$$

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

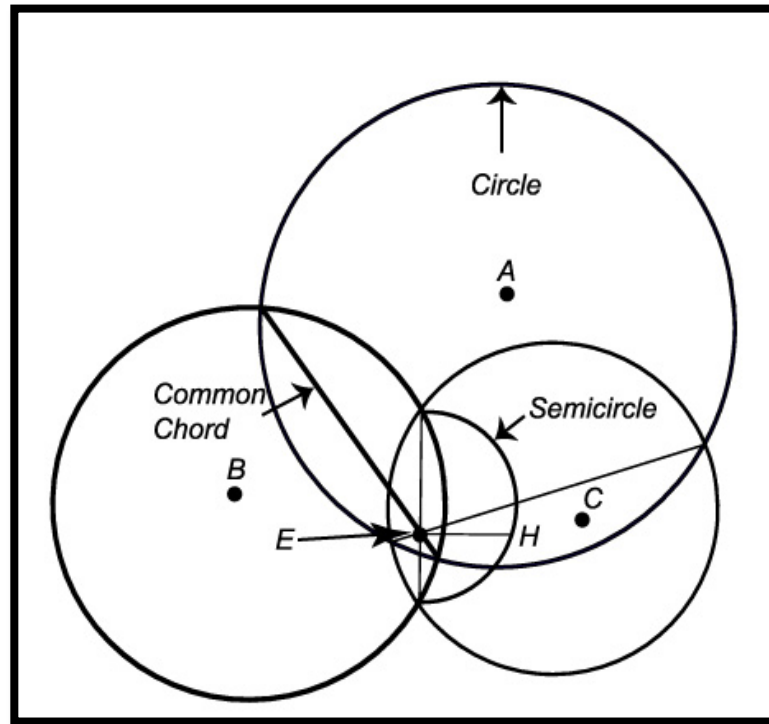
D : Jarak Hiposenter

k : Konstanta Omori

II.4.2.1 Penentuan Episenter

Episenter adalah titik di permukaan bumi yang merupakan refleksi tegak lurus dari Hiposenter atau fokus gempa bumi. Untuk menentukan lokasi sumber gempa bumi diperlukan data waktu tiba gelombang seismik dengan sekurang – kurangnya 4 data waktu tiba gelombang P. Selain itu juga diperlukan data posisi stasiun yang digunakan dan model kecepatan gelombang seismik. Dengan

menggunakan minimal tiga buah stasiun, dapat digambarkan tiga buah lingkaran yang berpotongan pada satu titik pusat lingkaran tersebut (Santoso, 2002).



Gambar 2.6 Metode penentuan hiposenter menggunakan tiga stasiun (Hurukawa, 2008)

Dimana kita mencari titik perpotongan lingkaran-lingkaran yang dibuat dengan pusatnya ditiap-tiap stasiun dengan menggunakan data interval waktu tiba gelombang P dan gelombang S. Dalam metode ini, bumi dianggap sebagai media homogen.

Buat lingkaran dengan pusat di masing-masing posisi stasiun dengan jari-jari D . Perpotongan garis berat ketiga sisi segitiga tersebut adalah episenter gempa yang dimaksudkan.

II.5 Teori Tentang Sesar

II.5.1 Jenis- jenis Sesar

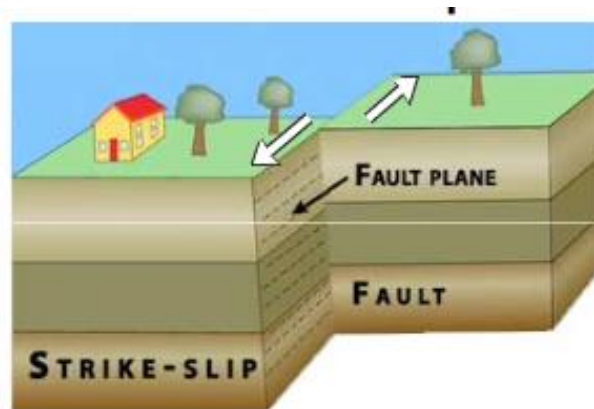
Sesar atau patahan merupakan retakan pada batuan bumi yang diakibatkan oleh gerakan menggeser secara vertikal atau horizontal sehingga terjadi pergerakan relative terhadap blok batuan di sekitar sesar tersebut.

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

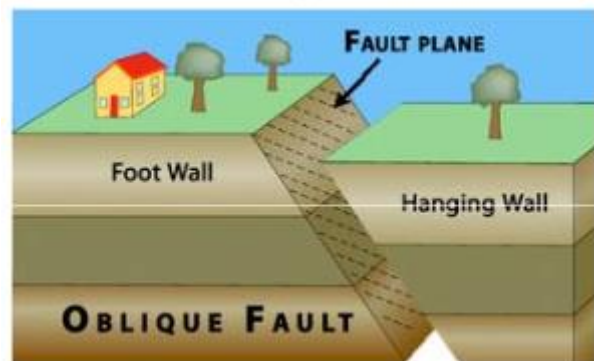
Ada tiga jenis sesar yaitu sesar mendatar, sesar naik, dan sesar turun. Selain ketiga jenis sesar tersebut, dikenal pula sesar yang merupakan kombinasi antara sesar mendatar dan sesar naik/turun yang disebut *oblique fault*.

1. Sesar Mendatar (*Strike-slip Fault*) adalah sesar yang pergerakannya sejajar, blok bagian kiri relatif bergeser kearah 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 perputaran 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.

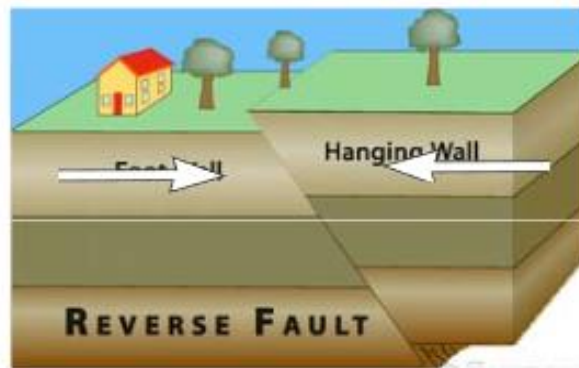


Gambar 2.7 Sesar mendatar (*Strike – slip fault*) (Anonim, 2010)



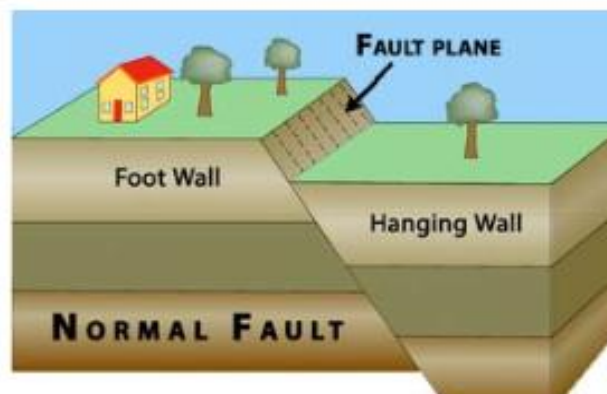
Gambar 2.8 Sesar Oblique (*Oblique fault*) (Anonim, 2010)

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 45^0 .



Gambar 2.9 Sesar naik (*Reverse fault*) (Anonim, 2010)

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 (isostasi).



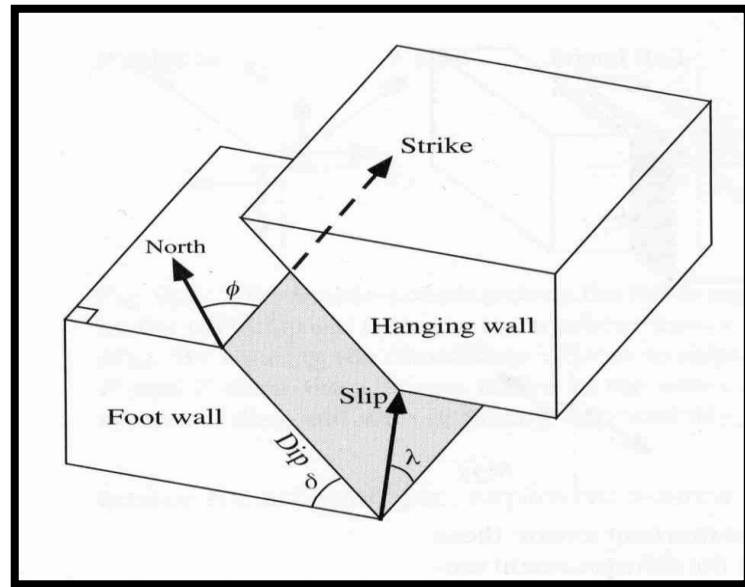
Gambar 2.10 Sesar turun (*Normal fault*) (Anonim, 2010)

II.5.2 Parameter Sesar

Bila terdapat sesar maka perlu ditentukan parameter-parameter sesar tersebut, kemudian ditentukan jenisnya. Orientasi sesar ditentukan dengan *strike* (jurus) Φ , dan *dip* (kemiringan) δ . Kemudian salah satu dari *plunge* atau *rake* digunakan untuk menentukan arah *slip*. Sesar memiliki dua permukaan yaitu *footwall* dan

hanging wall, dimana *slip* sebagai arah *hanging wall* relatif terhadap *foot wall*.

Rake (λ) sudut antara arah *strike* dan *slip*.



Gambar 2.11 Arah sesar (Gok, 2008)

Dalam penentuan orientasi bidang sesar, perlu adanya parameter (Okal, 2011) :

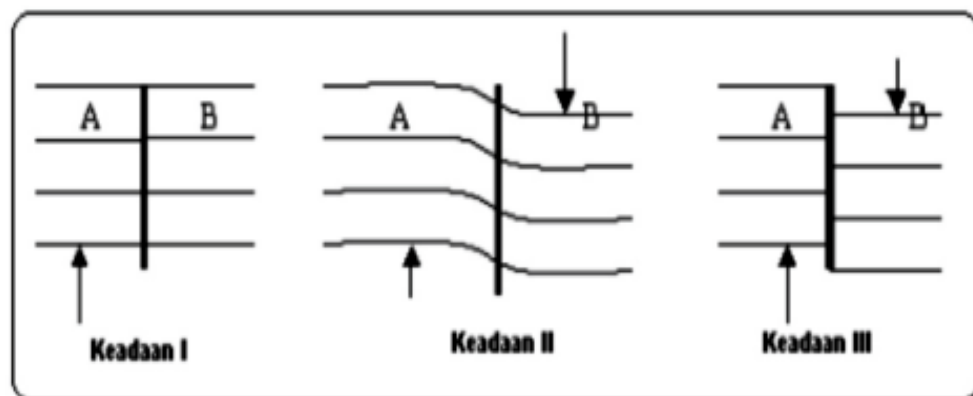
1. *Strike* (Φ) merupakan sudut yang dibentuk antara jurus sesar dengan arah utara, diukur searah jarum jam ($0^\circ \leq \Phi \leq 360^\circ$).
2. *Dip* (δ) merupakan sudut yang dibentuk oleh bidang sesar dengan bidang horizontal diukur dari permukaan horizontal ($0^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$).
3. *Rake* merupakan sudut yang dibentuk oleh arah *strike* dengan arah *slip*.
4. Pergeseran *relative* (*slip*) (λ) adalah pergeseran *relative* pada sesar yang diukur dari satu blok ke blok lain pada bidang sesar. *Slip* merupakan pergeseran titik yang sebelumnya berimpit. *Slip angle* (λ), dimana arah *slip* didasarkan pada arah gerak *hanging wall*, ($-180^\circ \leq \lambda \leq 180^\circ$). Jika sesar berupa *thrust fault* $\lambda > 0^\circ$, sedangkan jika sesar *normal fault* maka $\lambda < 0^\circ$.

II.6 Teori Elastik *Rebound*

Gempabumi tektonik terjadi karena adanya proses pergerakan lempeng yaitu berupa tumbukan, pelipatan, pergeseran dan atau penyusupan yang berpengaruh terhadap media yang dilewati proses tersebut. Di daerah pertemuan lempeng akan timbul suatu tegangan diakibatkan oleh tumbukan dan geseran antar lempeng serta sifat-sifat elastisitas batuan (Sunarjo dkk., 2012).

Seorang Seismolog asal Amerika Reid, mengemukakan suatu teori yang menjelaskan bagaimana umumnya gempabumi terjadi (gambar 2.12) .Teori ini dikenal dengan nama *Elastic Rebound Theory* .

Berikut ini adalah gambar mekanisme patahan :



Gambar 2.12 Mekanisme patahan yang menjadi penyebab gempa tektonik

(Sunarjo dkk., 2012)

Mekanisme patahan gempabumi dapat dijelaskan bahwa pada (keadaan I) menunjukkan suatu lapisan yang belum terjadi perubahan bentuk geologi. Karena di dalam bumi terjadi gerakan yang terus-menerus, maka akan terdapat tekanan yang lama kelamaan akan terakumulasi dan mampu merubah bentuk geologi dari lapisan batuan.

Kemudian pada (keadaan II) menunjukkan suatu lapisan batuan telah mendapat dan tekanan dimana telah terjadi perubahan bentuk geologi. Untuk daerah A mendapat tekanan ke atas, sedang daerah B mendapat tekanan ke bawah. Proses ini berjalan terus sampai tekanan yang terjadi (dikandung) di daerah ini cukup besar untuk mengubahnya menjadi gesekan antara daerah A dan daerah B. Lama - kelamaan karena lapisan batuan sudah tidak mampu lagi untuk menahan tekanan, maka akan terjadi suatu pergerakan atau perpindahan yang tiba-tiba sehingga terjadilah patahan.

Pada keadaan III menunjukkan lapisan batuan yang sudah patah ini disebabkan karena adanya pergerakan tiba-tiba yang disebabkan oleh gaya yang bekerja pada batuan dalam waktu lama dan secara terus-menerus sehingga menyebabkan daya dukung batuan akan mencapai batas maksimum sehingga menyebabkan pergeseran. Akibatnya batuan akan mengalami patahan disekitar bidang sesar (*fault*) setelah itu batuan itu akan stabil, namun sudah mengalami perubahan bentuk atau posisi. Pada saat batuan mengalami gerakan yang tiba-tiba akibat pergeseran batuan, Energi tekanan yang tersimpan akan dilepaskan dalam bentuk getaran yang dikenal dengan gempa bumi (Sunarjo dkk., 2012).

II.7 Mekanisme Fokus Gempa

Tekanan yang terjadi dalam batuan kerak bumi dapat mengakibatkan batuan tersebut patah. Patahan tersebut mengakibatkan pelepasan energi tekanan yang berupa gelombang elastis. Apabila energi tersebut cukup besar maka getaran-getaran akibat penjarangan gelombang gempa dapat dirasakan sampai di permukaan

bumi. Gelombang gempa yang biasa disebut dengan gelombang seismik menjalar dari sumber gempa ke berbagai arah dan akan tercatat oleh *seismograph* sebagai seismogram (Sunarjo dkk., 2012).

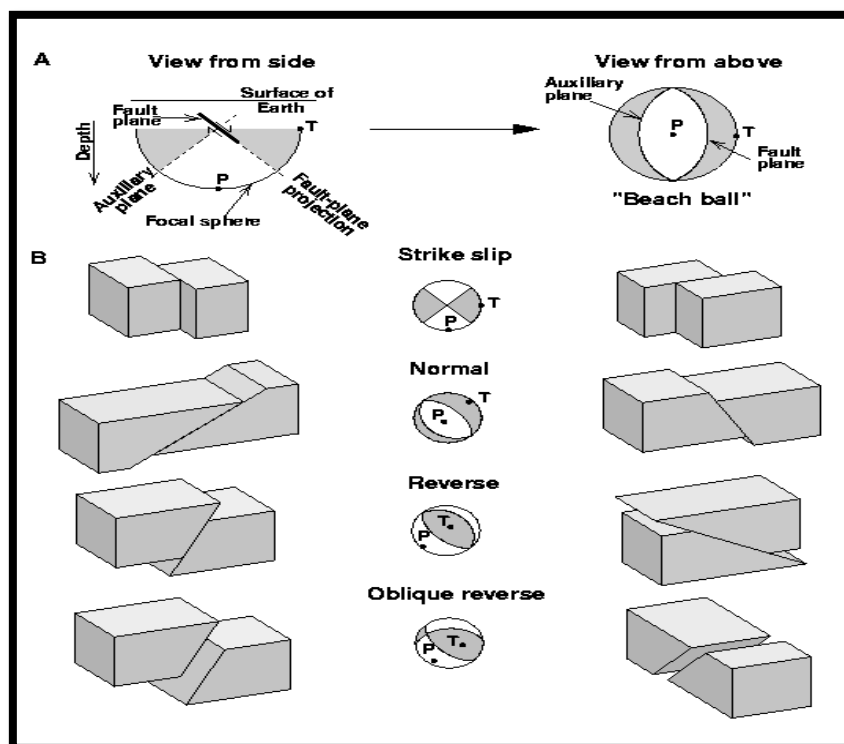
Istilah *focal mechanism* (mekanisme sumber gempa) digunakan untuk menguraikan proses pelepasan energi dari sumber gempa, dimana sesar (*faulting*) merupakan mekanisme yang sering digunakan untuk menjelaskan pelepasan energi dari sumber gempa. Suatu cara untuk memperoleh arah dari orientasi bidang sesar yang menyebabkan terjadinya gempabumi disebut solusi bidang sesar (*fault plane solution*). Berbagai aspek energi gelombang elastik yang terkumpul dalam sumber gempa telah dipelajari untuk memahami sifat mekanisme sumber gempa. Gelombang-gelombang badan (*body waves*) yang paling awal terekam di stasiun adalah merupakan suatu aspek yang pertama kali menarik perhatian bagi studi *focal mechanism* (Sunarjo dkk., 2012).

Bentuk gelombang seismik juga tergantung dari sumber gempa yang berupa sesar atau patahan. Oleh karena itu dengan informasi gelombang seismik yang tercatat di dalam seismogram dapat ditentukan karakteristik sesar atau patahannya. Untuk mengetahui karakteristik tersebut diperlukan analisis tentang mekanisme pusat gempa bumi yaitu penentuan orientasi bidang sesar yang antara lain meliputi penentuan harga *strike* dan *dip* (Sunarjo dkk., 2012) .

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 gempa bumi terjadi maka gelombang gempa bumi akan terpancarkan ke segala arah bentuk fase gelombang. Fase awal yang tercatat lebih dahulu ialah gelombang P, karena memiliki kecepatan terbesar dari gelombang lainnya. Sistematika gelombang P dapat diringkas sebagai berikut (Afnimar, 2009) :

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

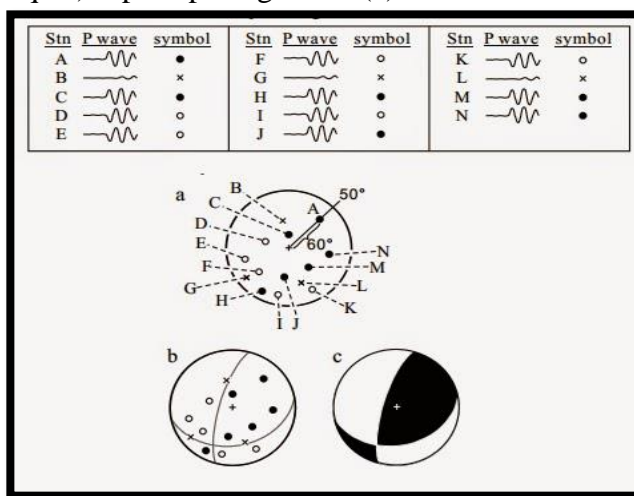


Gambar 2.13 Bentuk bola fokus dan jenis sesarnya (Cronin, 2010)

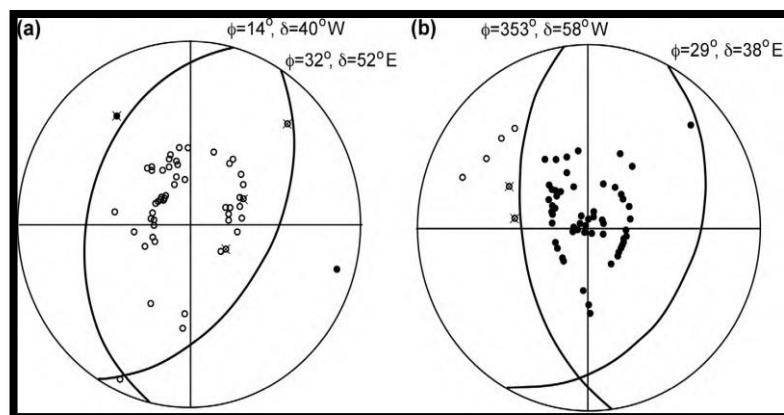
Cara mengidentifikasi sifat asal gempa semacam ini disebut sebagai mekanisme fokus gempa. Dengan teknik semacam ini setiap gempa yang terjadi dapat

dianalisa terjadi dari sesar normal, Sesar naik, maupun sesar mendatar. Masing-masing arah jurus dan kemiringannya juga dapat ditentukan (Santoso, 2002).

Pada Gambar 2.14 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).



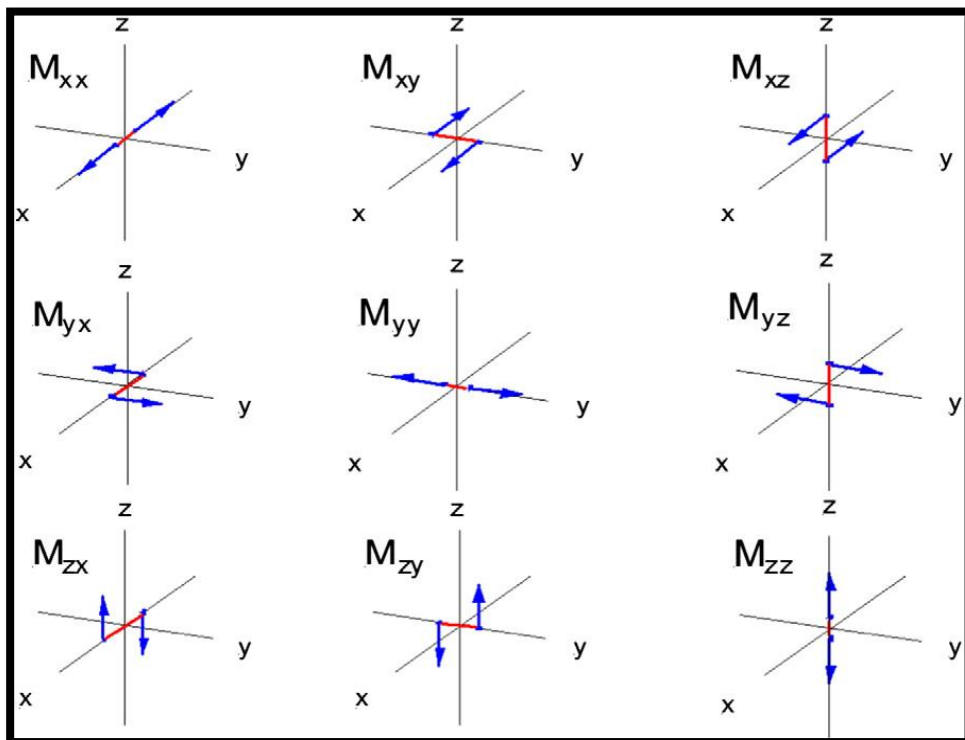
Gambar 2.14 Penentuan mekanisme fokus (Cronin, 2010)



Gambar 2.15 Penentuan bidang sesar : (a) Solusi bidang sesar untuk sesar normal, (b) Solusi bidang sesar untuk gempa didominasi oleh sesar naik. Pada bulatan kecil tertutup gerak pertama adalah kompresi (Positif)

sedangkan bulatan kecil terbuka gerak pertama adalah dilatasi (Negatif) (Fowler, 2005).

Gempabumi disebabkan oleh adanya gerakan sesar dengan karakter gerakan tertentu. Model sesar dan karakter sesar penyebab gempabumi dapat diketahui berdasarkan *moment tensor* gempabumi. *Moment tensor* ini digunakan untuk menggambarkan arah gaya gempabumi (Gok, 2008)



Gambar 2.16 *Moment Tensor* dengan Sembilan komponen (Lindzer dkk., 2015)

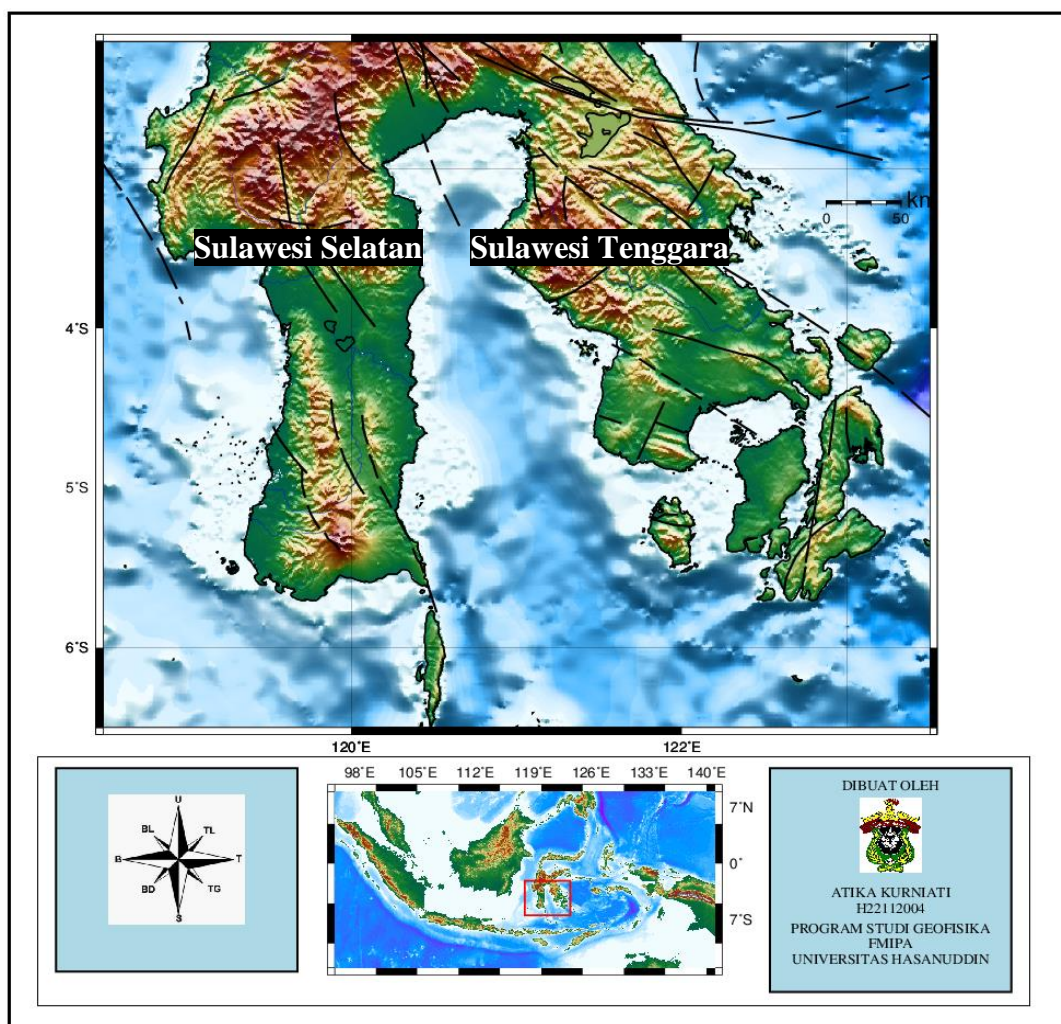
Double Couple secara matematis digambarkan dalam 3D oleh tensor simetris dengan 9 komponen dikenal sebagai *Moment tensor* yang digambarkan dalam bentuk 3 sumbu *orthogonal* yaitu: P (*pressure*; sumbu kompresif), T (*tension*), N (*null*) (Gok, 2008).

BAB III

METODOLOGI

III.1 Lokasi penelitian

Lokasi yang menjadi objek penelitian adalah daerah Sulawesi bagian selatan yang meliputi provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat serta Sulawesi Tenggara dan terletak pada koordinat $2^{\circ}26' - 6^{\circ}50'$ LS dan $118^{\circ} - 123^{\circ}50'$ BT .



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Secara geografis lokasi penelitian diapit oleh Kepulauan Maluku di timur, Selat Makassar di barat, di utara terdapat Sulawesi Tengah dan di selatan terdapat Laut Flores.

III.2 Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data gempabumi periode 1976 – 2016 untuk daerah Sulawesi bagian selatan yaitu provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat serta Sulawesi Tenggara. Data ini diperoleh dari USGS, BMKG dan dari Global-CMT (www.globalcmt.org/CMTsearch) berupa data parameter sesar dari gempabumi periode 1976–2016 untuk daerah Sulawesi bagian Selatan yaitu provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat serta Sulawesi Tenggara.

III.3 Prosedur

III.3.1 Pengambilan Data

Data yang digunakan adalah data dari USGS, BMKG. Data ini memiliki informasi koordinat episentrum, magnitudo, kedalaman, waktu terjadinya gempabumi. Data lainnya dari Global-CMT (www.globalcmt.org/CMTsearch) berupa data parameter sesar yang melingkupi kemiringan (*dip*), jurus (*strike*) dan pergeseran relatif (*slip*).

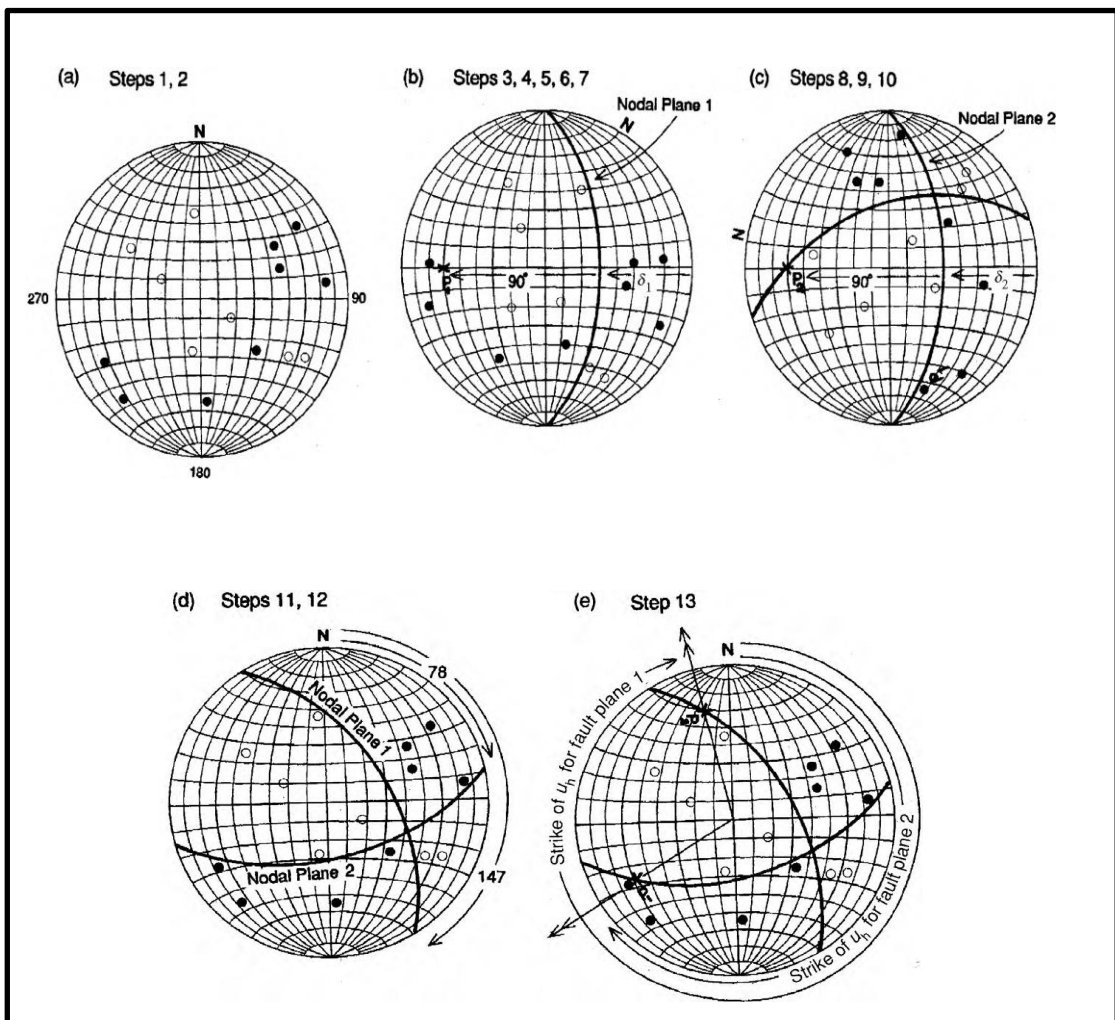
III.3.2 Pengolahan Data

III.3.2.1 Membuat Grafik Frekuensi dan Peta Seismisitas Gempabumi Periode 1976 – 2016

Grafik ini terdiri dari grafik periode terjadinya gempabumi pada periode 1976–2016 dengan kriteria magnitudo 3 sampai 7. Grafik ini digunakan untuk melihat

aktivitas gempa bumi yang terjadi setiap tahun pada daerah Sulawesi bagian selatan yaitu provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat serta Sulawesi Tenggara. Kemudian dilakukan pembuatan peta seismisitas gempa bumi berdasarkan kedalaman dan magnitudo. Dari hasil tersebut digunakan untuk mengetahui sebaran gempa bumi pada daerah Sulawesi bagian selatan yaitu Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat serta Sulawesi Tenggara.

II.3.2.2 Cara Penentuan Mekanisme Fokus



Gambar 3.2 Penentuan bidang sesar menggunakan diagram Schmidt (Fowler, 2005)

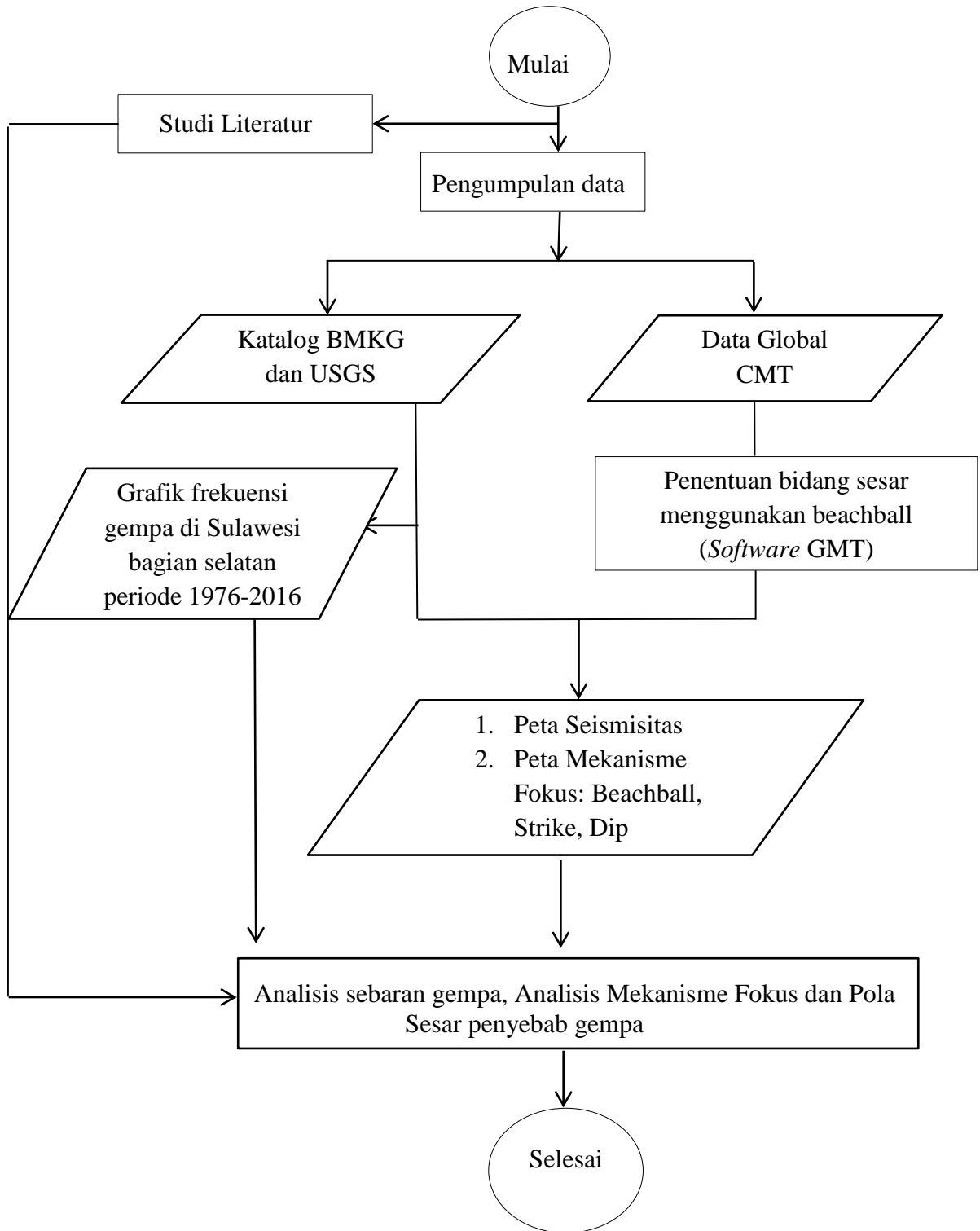
1. Menyiapkan kertas kalkir dan stereonet.
2. Memproyeksikan stereonet pada kertas kalkir kemudian letakkan paku kecil di titik pusatnya
3. Memberi tanda “N” untuk utara, tanda “E” untuk timur, tanda “S” untuk selatan dan tanda “W” untuk barat pada pinggir kertas kalkir.
4. Menandai nilai *strike* pada *nodal plane* 1(P1) pada pinggir kertas kalkir
5. Memutar kertas kalkir sedemikian rupa sampai titik “ N “ berada pada titik “S”.
6. Menandai nilai dip yang di ukur dari tepi luar lingkaran sampai ke pusat lingkaran
7. Mengembalikan titik “N” ke tempatnya semula dengan cara memutar kertas kalkir
8. (Gambar b pada 3.2) merupakan tampilan untuk *nodal plane* 1(P1)
9. Menandai nilai *strike* pada *fault plane* 2 (P2) di pinggir kertas kalkir
10. Mengulangi langkah 5 dan 6 untuk mendapatkan nilai dip pada *nodal plane* 2
11. Mengembalikan titik “N” ke tempat semula dengan cara memutar kertas kalkir
12. *Strike* pada bidang nodal diukur searah jarum jam di sekitar bagian luar proyeksi, dari contoh ini nilai *Strike* (Φ) 78° dan 147° (Gambar 3.2 (d)).
13. *Slip* merupakan pergeseran titik yang sebelumnya berimpit. Jadi jika bidang nodal 2 adalah *fault plane* maka titik P1 adalah vector slip

sedangkan jika bidang nodal 1 adalah fault plane maka titik P2 adalah vector slip.

III.3.2.3 Membuat Peta Analisis Mekanisme Fokus Gempabumi Periode 1976–2016

Data parameter sesar terdiri dari kemiringan (*dip*), jurus (*strike*) dan pergeseran relative (*slip*). Data tersebut diperoleh dari Global-CMT (www.globalcmt.org/CMTsearch) kemudian data tersebut diplot ke salah satu *Software* mekanisme fokus yaitu *GMT* (Wessel dkk., 2013). Dari peta sebaran bola fokus (*beachball*) digunakan untuk mengetahui pola sesar di daerah Sulawesi bagian Selatan yaitu provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat serta Sulawesi Tenggara.

III.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil dan Pembahasan

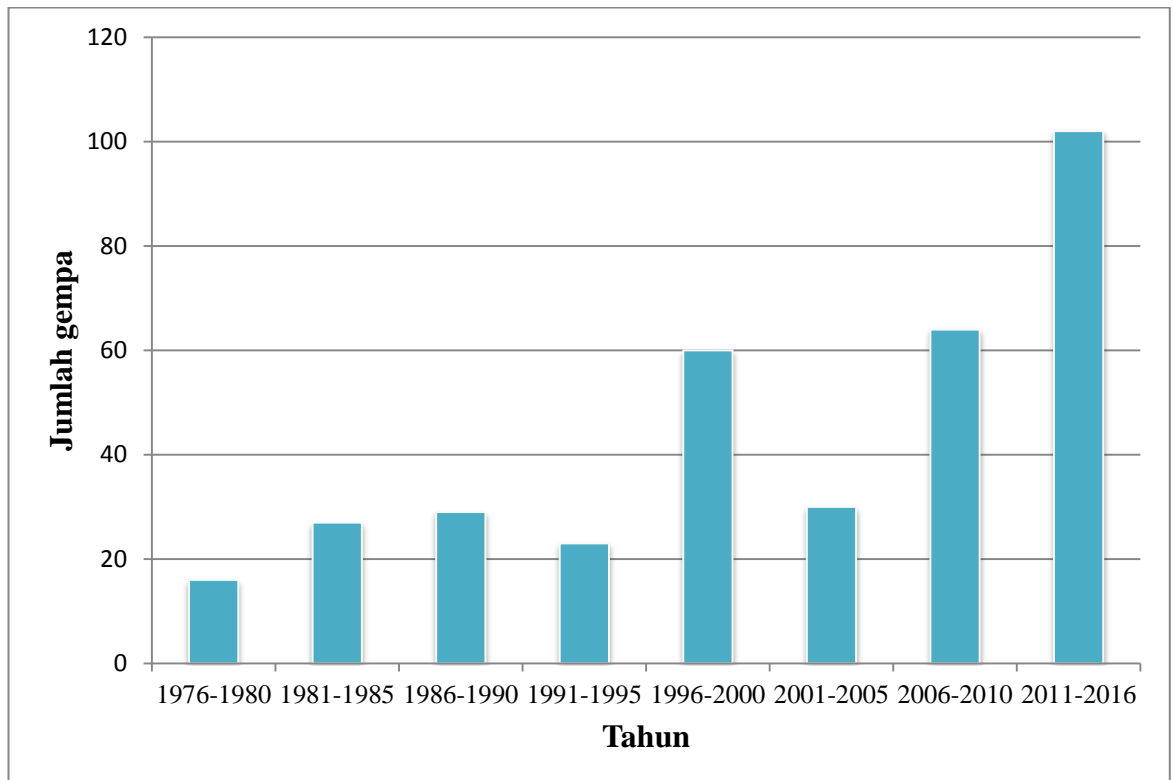
IV.1.1 Grafik Frekuensi Gempa dan Sebaran Seismisitas Gempabumi Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976-2016

IV.1.1.1 Grafik Frekuensi Gempa Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976- 2016

Data Gempabumi Sulawesi Bagian Selatan pada periode 1976-2016 yang diperoleh dari USGS memiliki informasi mengenai waktu kejadian, longitude, latitude, dan magnitudo kemudian data gempa tersebut dikelompokkan berdasarkan waktu kejadiannya per 5 tahun. Data gempa tersebut ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik seperti berikut:

Tabel 4.1 Data frekuensi gempa Periode 1976 – 2016

No	Tahun	Jumlah
1	1976-1980	16
2	1981-1985	27
3	1986-1990	29
4	1991-1995	23
6	1996-2000	60
7	2001-2005	30
8	2006-2010	64
9	2011-2016	102
	Jumlah Gempa	351



Gambar 4.1 Grafik Histogram frekuensi gempabumi periode 1976-2016

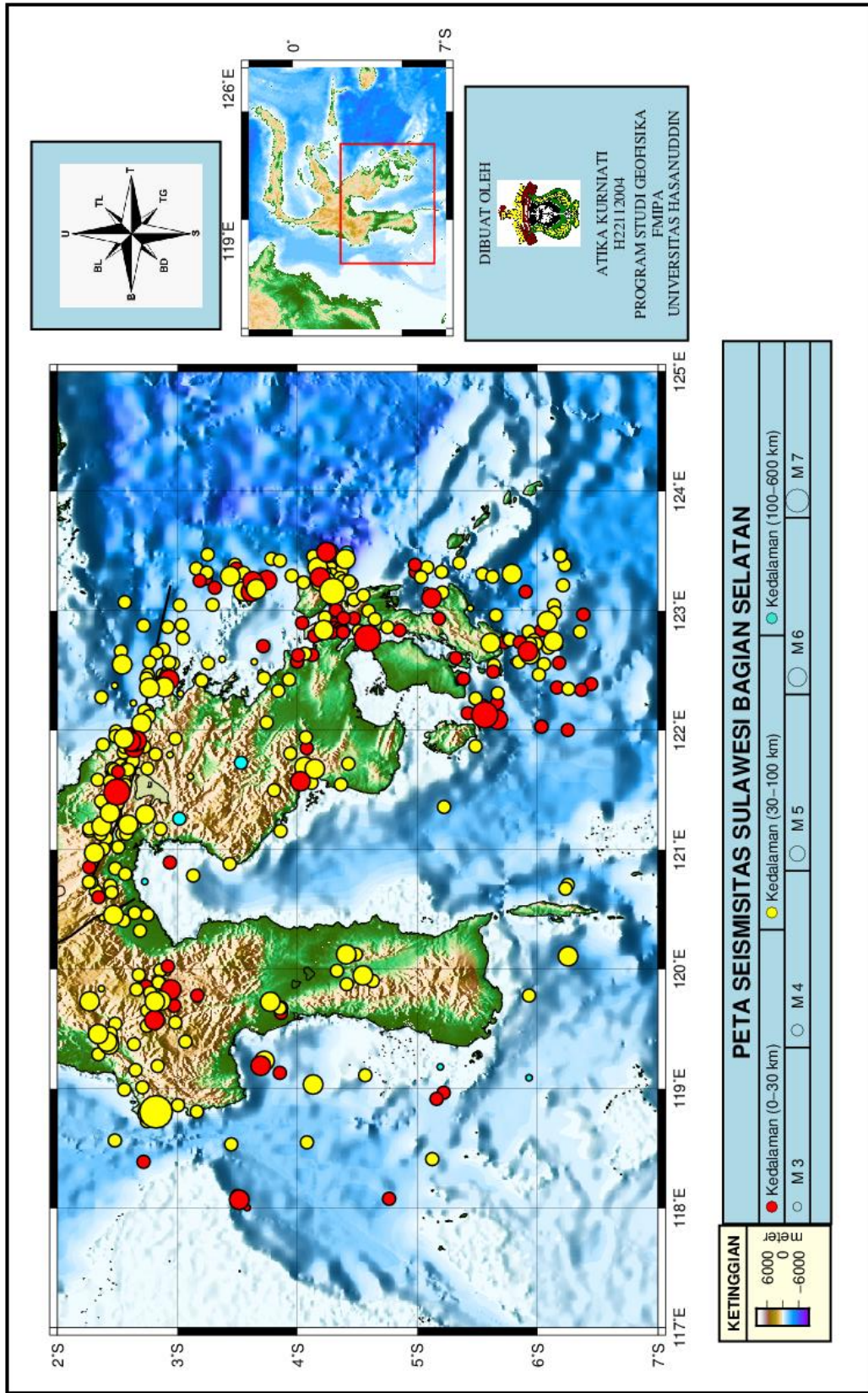
Berdasarkan data tabel frekuensi gempabumi 1976-2016 pada wilayah Sulawesi bagian Selatan yang telah dikelompokkan per 5 tahun, diketahui jumlah gempabumi yang terjadi pada periode 1976-2016 sebanyak 351 kali kejadian. Gempabumi tersebut dibatasi hanya pada magnitudo 3 - 7. Dari grafik pada gambar 4.1 diketahui bahwa jumlah gempabumi dengan frekuensi tertinggi ada pada periode tahun 2011-2016 dengan 102 kejadian. Sedangkan jumlah gempabumi dengan frekuensi terendah ada pada periode tahun 1976-1980 dengan 16 kejadian.

IV.1.1.2 Seismisitas Gempabumi Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976-2016

Data gempabumi berdasarkan magnitudo dan kedalaman untuk wilayah Sulawesi bagian selatan dibatasi pada $2^{\circ}26' - 6^{\circ}50'$ LS dan $118^{\circ} - 123^{\circ}50'$ BT periode 1976-

2016 diperoleh dari hasil plot data gempabumi berupa data harian kurun waktu 40 tahun dengan menggunakan *software GMT* (Wessel dkk., 2013). Data gempa tersebut terdiri dari waktu kejadian, koordinat, kedalaman, dan magnitudo gempa. Gempabumi yang terjadi di wilayah ini merupakan gempabumi dangkal, gempabumi menengah, dan gempabumi dalam.

Magnitudo yang digunakan pada peta seismisitas merupakan gempabumi dengan magnitudo 3-7. Gempabumi yang sering terjadi di Sulawesi bagian Selatan periode 1976-2016 merupakan tergolong gempa sedang karena magnitudonya berkisar 4-6.



Gambar 4.2 Peta seismisitas gempabumi Sulawesi bagian selatan periode 1976-2016

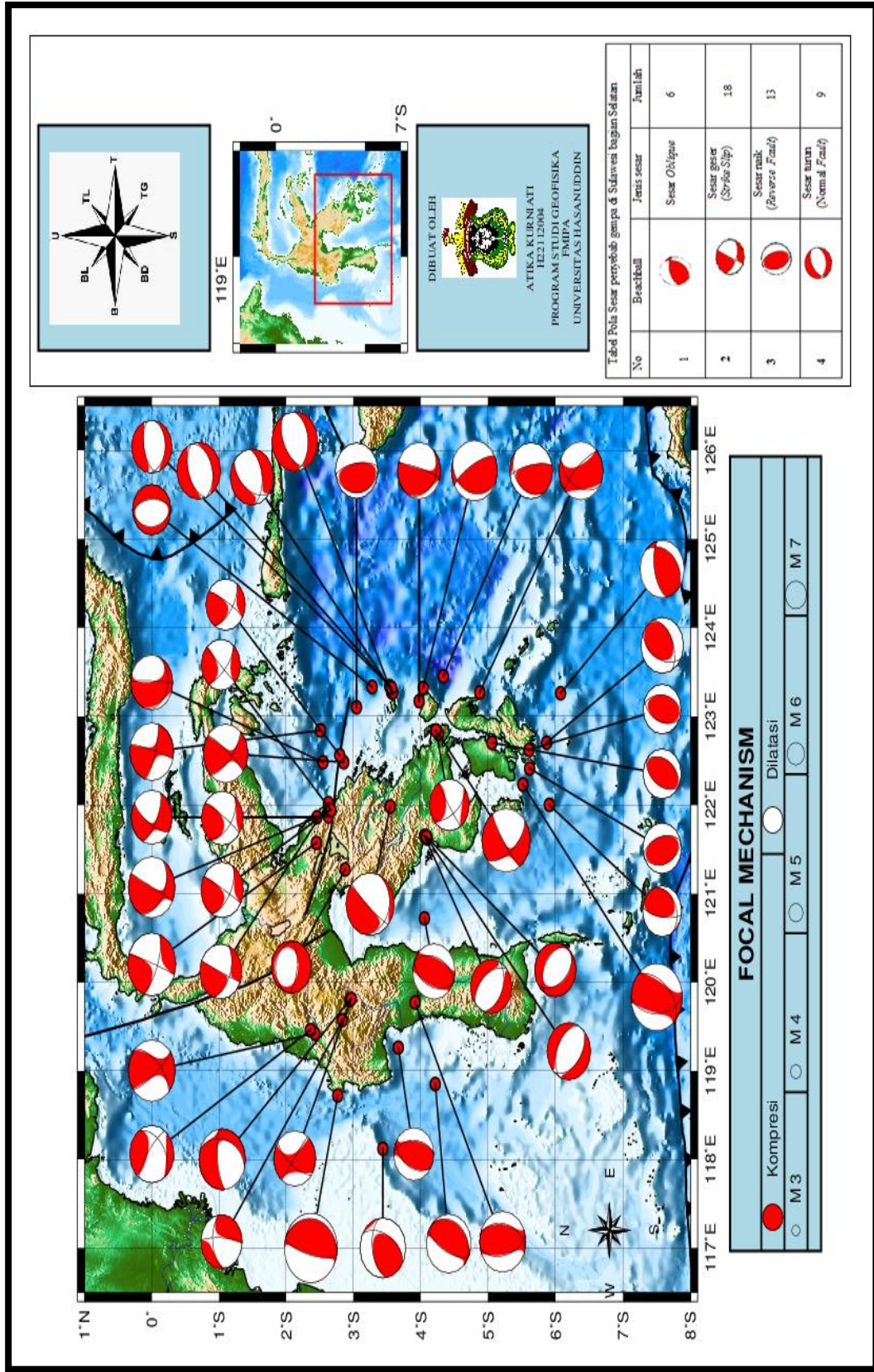
Peta Seismisitas gempa wilayah Sulawesi bagian selatan berdasarkan kedalaman dan magnitudo (Gambar 4.2) memperlihatkan bahwa gempabumi yang terjadi dapat bersumber di darat maupun di laut. Seismisitas gempabumi tersebut memperlihatkan bahwa Sulawesi bagian selatan memiliki aktivitas kegempaan yang cukup tinggi. Hal ini terlihat dari peta seismisitas (gambar 4.2) yang menyebar di wilayah Sulawesi bagian selatan.

Sebaran gempa pada peta seismisitas memperlihatkan bahwa wilayah Sulawesi bagian selatan yaitu Sulawesi Tenggara memiliki tingkat seismisitas yang paling tinggi dibandingkan wilayah Sulawesi bagian selatan yang lainnya. Hal ini menunjukkan adanya struktur yang aktif di wilayah tersebut yaitu struktur geologi utama berupa sesar seperti Sesar Matano, Sesar Lawanopo, Sesar Tolo, serta struktur geologi lokal yaitu pengaruh subduksi dari mikrokontinen Lengan Tenggara.

Sebaran gempa pada peta seismisitas juga memperlihatkan bahwa jika gempa ditinjau dari kedalaman, gempa yang terjadi di darat merupakan gempa dangkal dan gempa menengah kecuali pada wilayah Sulawesi bagian selatan yaitu Sulawesi Tenggara terdapat gempa dalam yang terjadi di darat, ini disebabkan adanya pengaruh struktur yaitu sesar. Sedangkan gempa yang terjadi di laut di dominasi gempa menengah, namun terdapat pula gempa dalam yaitu dengan kedalaman 589 km di laut Sulawesi Selatan. Hal ini menunjukkan bahwa gempabumi di laut dipengaruhi oleh subduksi dari mikrokontinen penyusun tektonik Sulawesi.

IV.1.2 Sebaran Mekanisme Fokus Gempabumi Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976-2016

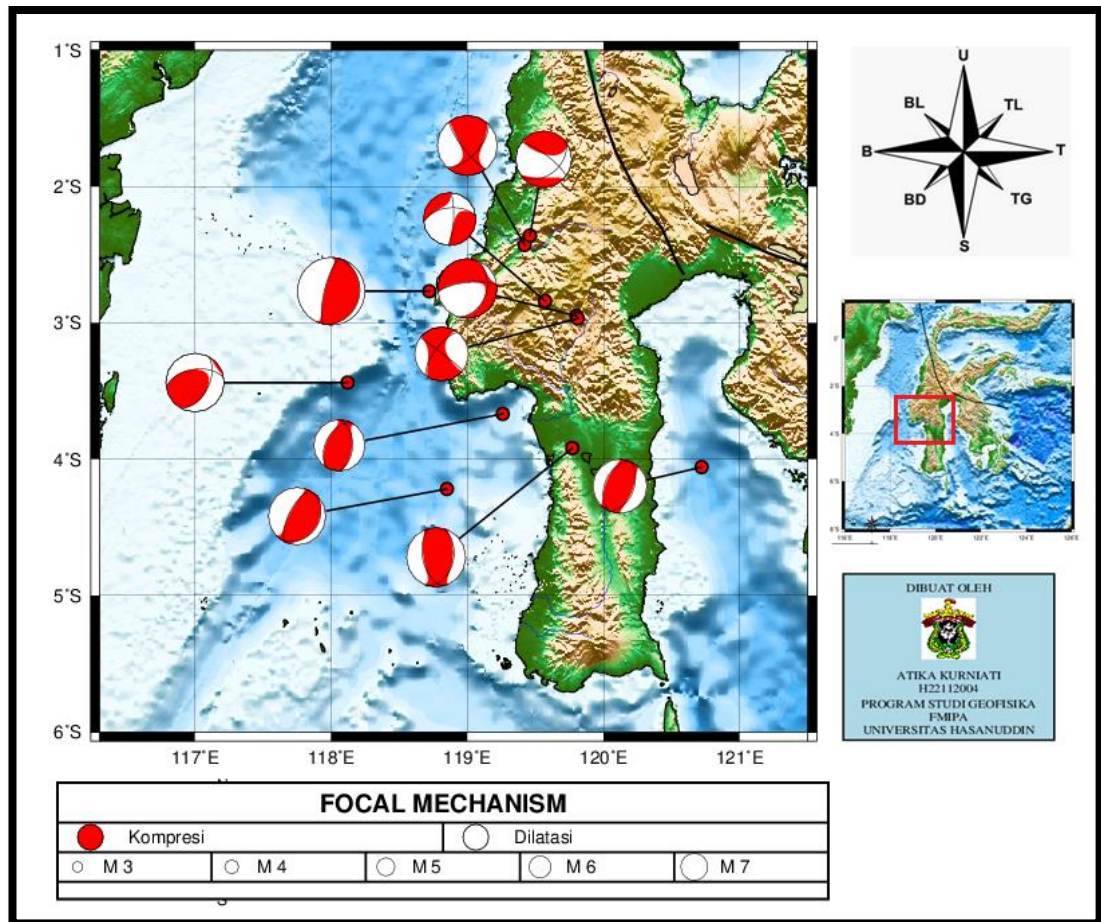
Berdasarkan gambar 4.3 dapat dilihat terdapat 46 bola fokal pada sebaran mekanisme fokus gempa. Peta sebaran mekanisme fokus didapat dari data gempa Sulawesi Bagian selatan Periode 1976-2016 yang terdiri dari waktu kejadian, koordinat, kedalaman, dan magnitudo gempa. Kriteria magnitudo yang digunakan yaitu 3-7 dengan kedalaman 0- 600 km.



Gambar 4.3 Peta Fokal mekanisme fokus gempa bumi Sulawesi bagian selatan periode 1976-2016

Berikut ini merupakan peta focal sebaran gempabumi di wilayah Sulawesi bagian selatan yang dibagi menjadi 5 region berdasarkan lintang dan bujur. Adapun region yang dimaksud sebagai berikut :





1. Region I (Pada 2.00° - $4^{\circ}50'$ LS dan 118° - $120^{\circ}50'$ BT)



Gambar 4.4 Sebaran *Focal Mechanism* pada region I

Gempa pada region I pada posisi geografis 2.00° - $4^{\circ}50'$ LS dan 118° - $121^{\circ}00'$ BT terdapat 11 gempa sepanjang tahun 1976-2016, diantaranya 5 sesar naik (*reverse fault*), 1 sesar *oblique* dan 5 sesar geser (*strike slip fault*). Adapun yang paling dominan pada region ini yaitu sesar geser (*strike slip fault*) dan sesar naik (*reverse fault*).

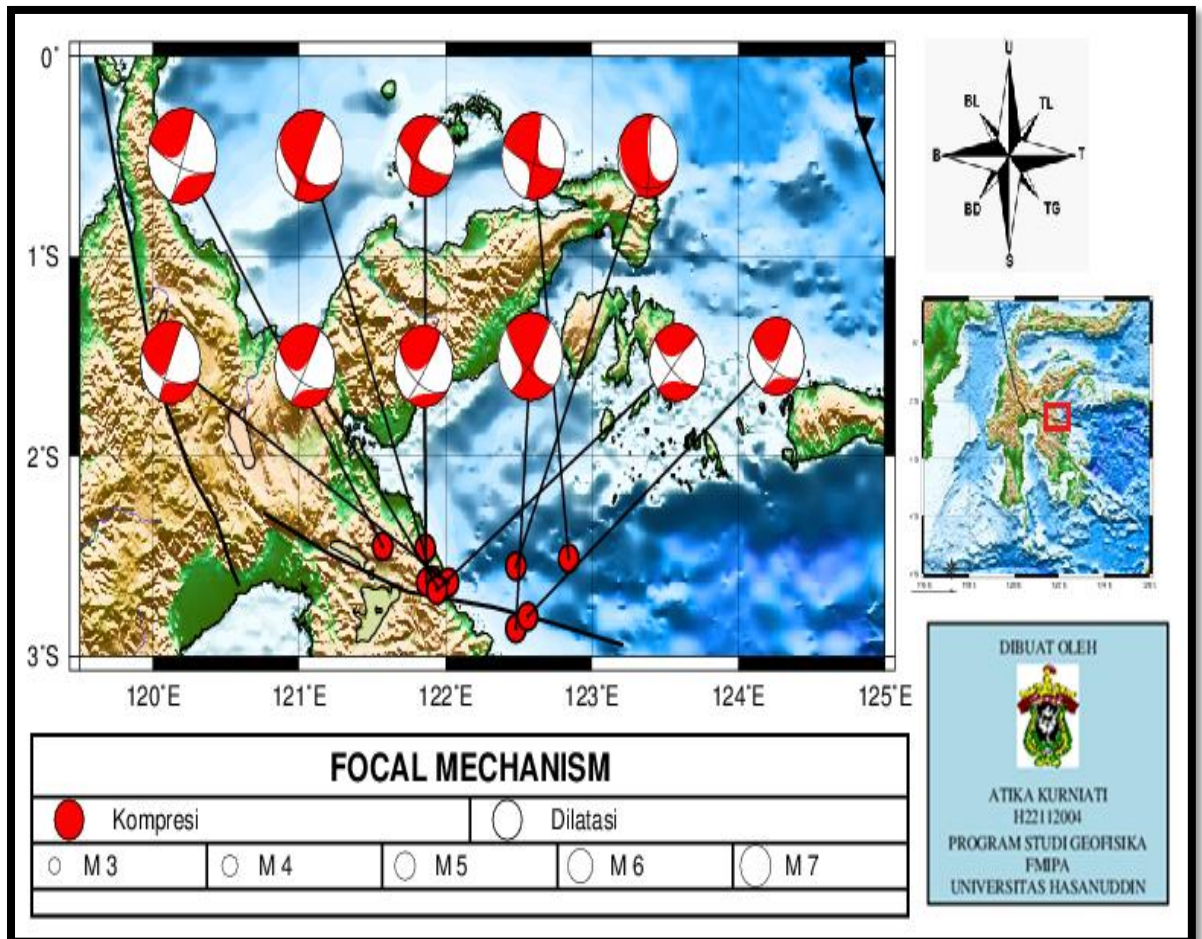
Tabel 4.2 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region I

Koordinat	Beachball	Jenis sesar	Jumlah
2.00° - 4°50' LS dan 118° -121°00' BT		Sesar <i>Oblique</i>	1
		Sesar geser (<i>Strike Slip</i>)	5
		Sesar turun (<i>Normal Fault</i>)	-
		Sesar naik (<i>Reverse Fault</i>)	5

Bila dilihat pola sesar di area region I ini didominasi oleh sesar naik yang menjadi faktor utama sumber gempa yang terjadi di laut. Gempabumi yang terjadi di laut pada region ini dipengaruhi oleh Makassar Thrust dan Sesar Paternoster serta pengaruh dari pemekaran dasar laut di Teluk Bone sedangkan sesar naik yang menyebabkan gempa bumi di darat diakibatkan oleh pengaruh Sesar Walanae.

Sesar geser penyebab gempabumi pada region ini yaitu dipengaruhi oleh aktivitas Sesar Pasangkayu. Gempabumi yang terjadi di darat tersebut merupakan gempa dangkal dan gempa menengah. Sedangkan sesar *Oblique* yang terjadi pada gempabumi di laut dipengaruhi oleh Sesar Paternoster.





2. Region II (Pada 2.00° - 4°50' LS dan 121.00° -123°50' BT)



Gambar 4.5 Sebaran *Focal Mechanism* pada region II

Gempa pada region II yang berada di posisi geografis 2.00° - 4°50' LS dan 121.00° -123°50' BT terdapat 11 gempa sepanjang tahun 1976-2016, pola sesar penyebab gempa di region ini yaitu sesar geser/sesar mendatar mengiri (sinistral).

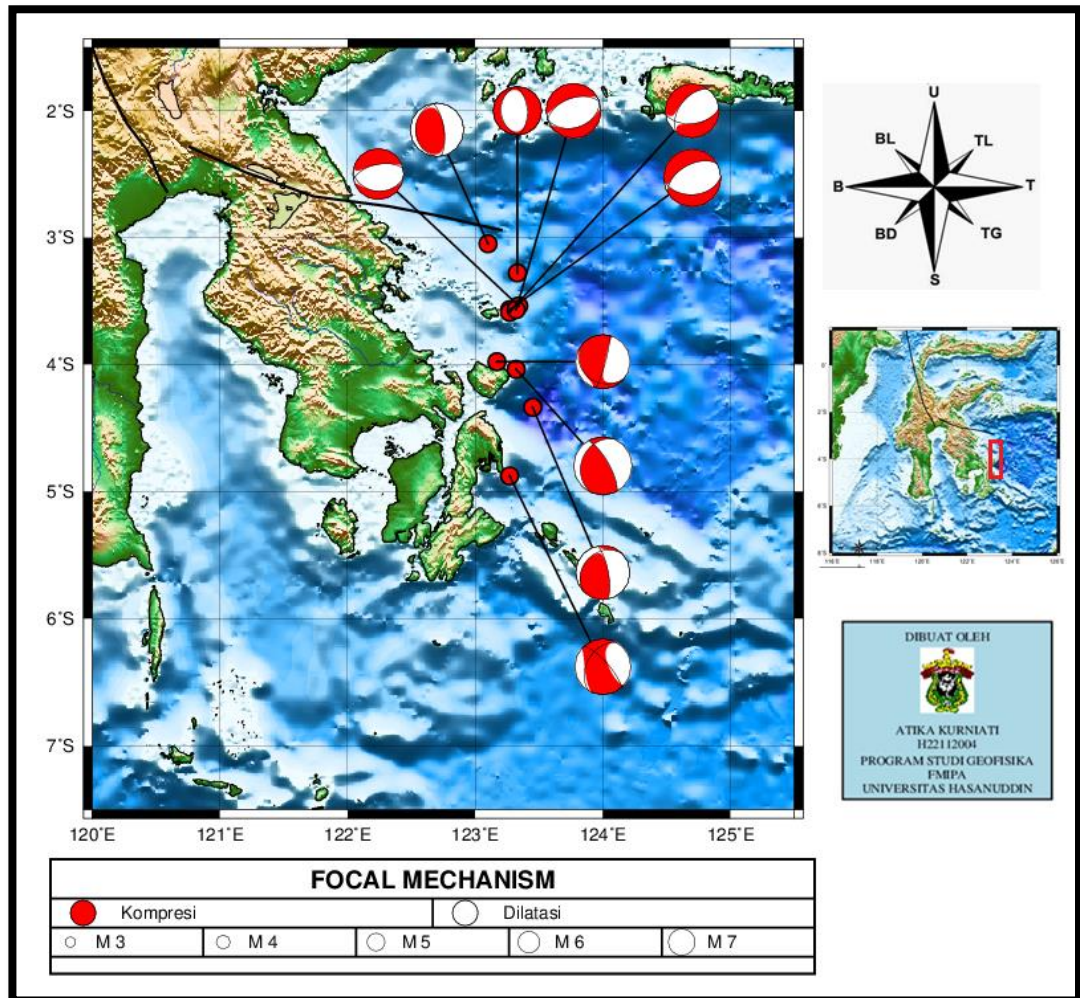
Tabel 4.3 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region II

Koordinat	Beachball	Jenis sesar	Jumlah
2.00° - 4°50' LS dan 121.00° -123°50' BT		Sesar <i>Oblique</i>	-
		Sesar geser (<i>Strike Slip</i>)	10
		Sesar turun (<i>Normal Fault</i>)	-
		Sesar naik (<i>Reverse Fault</i>)	1

Bila dilihat pola sesar di area region II ini didominasi oleh Sesar geser/Sesar mendatar mengiri (Sinistral) yang menjadi faktor utama sumber gempa yang terjadi di laut dan di darat yang dipengaruhi oleh aktivitas Sesar Matano, namun terdapat satu rezim tektonik lain berupa sesar naik (*reserve fault*). Rezim yang berbeda ini mendapat pengaruh dari Sesar Sula. Gempabumi yang terjadi di laut pada region ini merupakan gempa dangkal dan gempa menengah sedangkan gempa yang terjadi di darat merupakan gempa dangkal. Hasil yang diperoleh ini mirip dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Surono dan Hartono dengan analisis interferometri GPS.

Sesar Matano merupakan sesar yang aktif berarah barat laut-tenggara dan mempengaruhi terjadinya aktivitas kegempaan di Lengan Tenggara Sulawesi serta memberi pengaruh pada pembentukan Danau Matano dan Danau Towuti (Surono dan Hartono, 2015).





3. Region III (Pada 3°00' - 5°00' LS dan 123°00' -124°00' BT)



Gambar 4.6 Sebaran *Focal Mechanism* pada region III

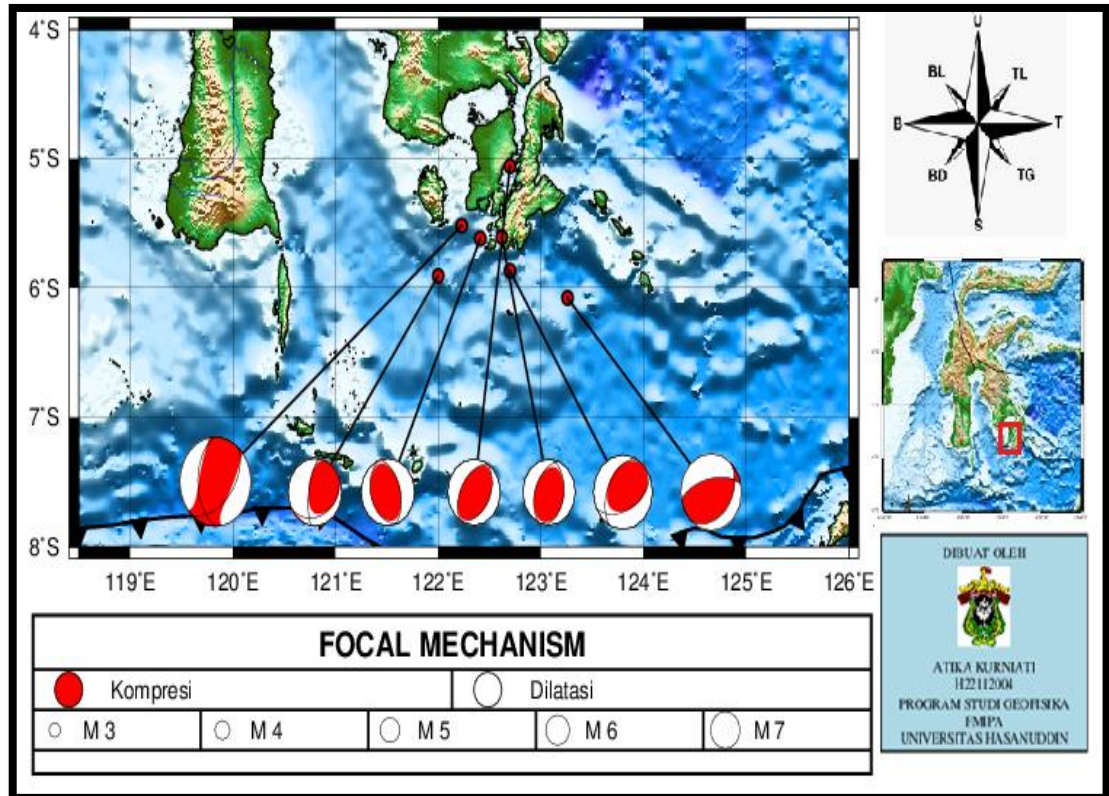
Gempa pada region III pada posisi geografis Pada 3°00' - 5°00' LS dan 123°00' - 124°00' BT terdapat 10 gempa sepanjang tahun 1976-2016, diantaranya 5 sesar turun (*normal fault*), 4 sesar *oblique* dan 1 sesar naik (*reverse fault*). Adapun jika dilihat dari sebaran *focal mechanism* yang paling dominan penyebab gempa pada region ini yaitu sesar turun (*normal fault*) dan sesar *oblique*.

Tabel 4.4 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region III

Koordinat	Beachball	Jenis sesar	Jumlah
3°.00' - 5°00' LS dan 123°00' -124°00' BT		Sesar <i>Oblique</i>	4
		Sesar geser (<i>Strike Slip</i>)	-
		Sesar turun (<i>Normal Fault</i>)	5
		Sesar naik (<i>Reverse Fault</i>)	1

Bila dilihat pola sesar di area region III ini penyebab utama gempa disebabkan oleh sesar turun (*normal fault*) yang terjadi di laut. Selain itu Sesar Oblique juga menjadi penyebab gempa yang terjadi di laut dan terdapat pula sesar naik (*reverse fault*). Penyebab gempa pada region ini dipengaruhi oleh aktivitas Sesar Tolo. Gempabumi yang terjadi di laut pada region ini merupakan gempa dangkal. Aktivitas Sesar Tolo masih dipengaruhi oleh Sesar Matano dan Sesar Lawanopo. ini dikarenakan Sesar Tolo tegak lurus diantara kedua sesar tersebut. Energi pada Sesar Tolo juga masih dipengaruhi oleh Sesar Hamilton yang memotong Sesar Tolo.





4. Region IV (Pada 5°00' - 6°50' LS dan 121°50' -123°50' BT)



Gambar 4.7 Sebaran *Focal Mechanism* pada region IV

Gempa pada region IV pada posisi geografis Pada 5°00' - 6°50' LS dan 121°50' - 123°50' BT terdapat 7 gempa sepanjang tahun 1976-2016, diantaranya 6 sesar sesar naik (*reverse fault*), 1 sesar *oblique*. Adapun jika dilihat dari sebaran *focal mechanism* yang paling dominan penyebab gempa pada region ini yaitu sesar naik (*reverse fault*).

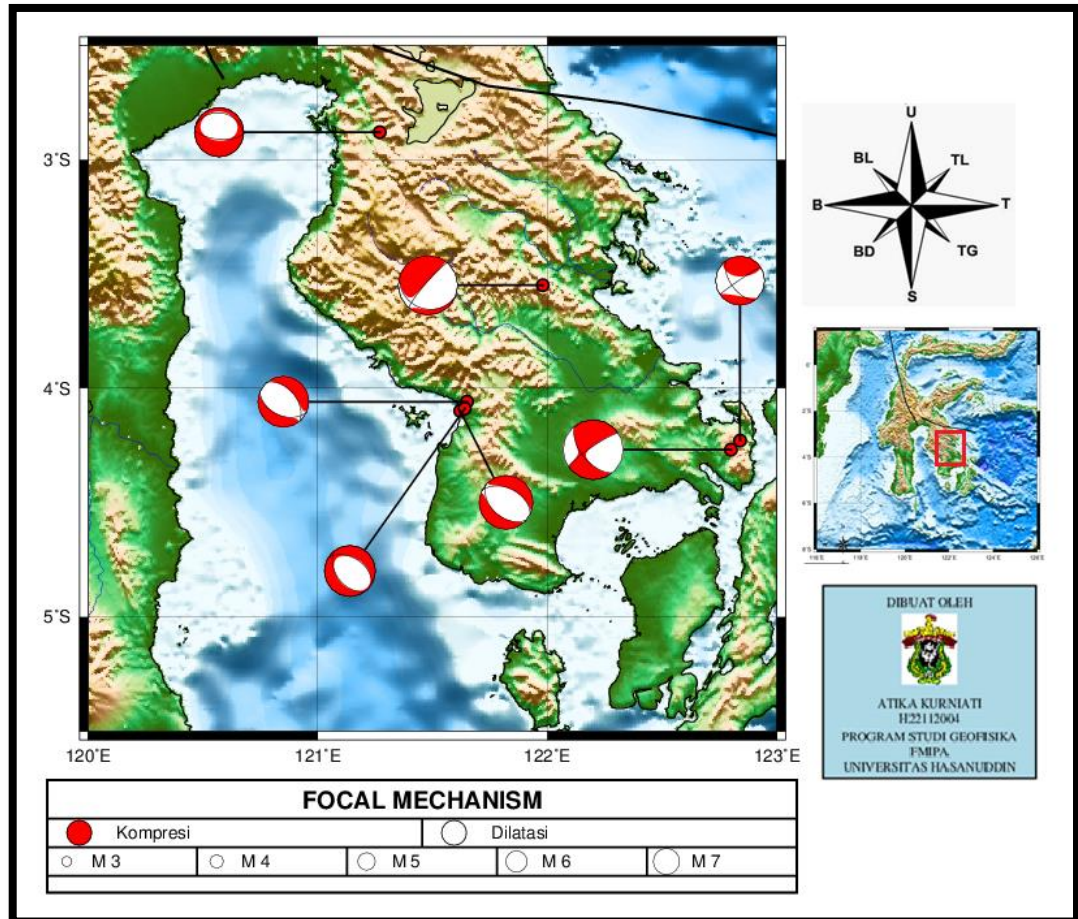
Tabel 4.5 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region IV

Koordinat	Beachball	Jenis sesar	Jumlah
5°.00' - 6°50' LS dan 121°.50' -123°50' BT		Sesar <i>Oblique</i>	1
		Sesar geser (<i>Strike Slip</i>)	-
		Sesar turun (<i>Normal Fault</i>)	-
		Sesar naik (<i>Reverse Fault</i>)	6

Bila dilihat pola sesar di area region IV ini penyebab utama gempa disebabkan oleh sesar naik (*reverse fault*) yang terjadi di laut. Selain itu terdapat Sesar Oblique juga yang menjadi penyebab gempa di laut. Gempabumi yang terjadi di laut pada region ini merupakan gempa dangkal.

Aktivitas gempabumi di region ini disebabkan oleh pengaruh subduksi dari mikrokontinen penyusun Lengan Tenggara sulawesi. Struktur yang berkembang pada region ini yaitu sesar naik.





5. Region V (Pada 2°50' - 4°50' LS dan 121°00' -123°00' BT)



Gambar 4.8 Sebaran *Focal Mechanism* pada region V

Gempa pada region V pada posisi geografis Pada 2°50' - 4°50' LS dan 121°00' - 123°00' BT terdapat 7 gempa sepanjang tahun 1976-2016, diantaranya 4 sesar turun (*normal fault*), 3 sesar geser Adapun jika dilihat dari sebaran *focal mechanism* yang paling dominan penyebab gempa pada region ini yaitu sesar turun (*normal fault*).

Tabel 4.6 Pola Sesar Penyebab Gempa di Region V

Koordinat	<i>Beachball</i>	Jenis sesar	Jumlah
2°.50' - 4°50' LS dan 121°00' - 123°00' BT		Sesar <i>Oblique</i>	-
		Sesar geser (<i>Strike Slip</i>)	3
		Sesar turun (<i>Normal Fault</i>)	4
		Sesar naik (<i>Reverse Fault</i>)	-

Bila dilihat pola sesar di area region V ini penyebab utama gempa disebabkan oleh sesar turun (*reverse fault*) dan sesar geser/sesar mendatar mengiri yang terjadi di darat. Gempabumi yang terjadi di darat pada region ini merupakan gempa dangkal.

Aktivitas kegempaan yang terjadi di region ini disebabkan oleh sesar utama di Lengan Tenggara Sulawesi yaitu Sesar Lawanopo dan Sesar Kolaka. Sesar Lawanopo yang berarah Barat Laut-Tenggara dan merupakan sesar mendatar mengiri (*sinistral*) namun ada satu gempa yang memperlihatkan struktur sesar normal, gempa ini terletak di antara perpotongan sesar Lawanopo dengan sesar lokal yaitu Sesar Lambatu. Sehingga dapat terlihat bahwa struktur ini merupakan sesar mendatar namun ada rezim tektonik lain yaitu pengaruh dari Sesar Lambatu sehingga gempa tersebut berasal dari Sesar Lambatu. Gempa yang berasal dari Sesar Kolaka merupakan jenis sesar normal.

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

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

1. Gempabumi yang terjadi di Sulawesi Bagian Selatan pada Periode 1976-2016 merupakan jenis gempa dangkal, gempa menengah dan gempa dalam yang terjadi di Laut dan di Darat. Hal ini terlihat dari Peta Seismisitas sebaran gempa berdasarkan magnitudo dan kedalaman gempa. Frekuensi gempa yang terjadi pun cenderung meningkat sehingga gempabumi yang terjadi di Sulawesi Bagian Selatan memiliki aktivitas yang tinggi.
2. Jenis sesar yang terjadi pada Gempabumi yang terjadi di Sulawesi Bagian Selatan pada Periode 1976-2016 merupakan sesar geser/mendatar mengiri (*sinistral*), sesar naik (*reverse fault*), sesar turun (*normal fault*), dan sesar oblique. Adapun yang paling dominan jenis sesar yang menjadi penyebab utama gempabumi di Sulawesi Bagian Selatan adalah jenis sesar geser/mendatar mengiri. Penyebab utama dari gempabumi di Sulawesi Bagian Selatan merupakan struktur geologi utama yaitu Sesar Matano, Sesar Lawanopo, Sesar Walanae, Tolo Thrust, dan Teluk Bone serta struktur geologi lokal yaitu Sesar Paternoster, Sesar Pasangkayu, pengaruh subduksi dari mikrokontinen Lengan Tenggara.

V.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah :

1. Perlu adanya penelitian-penelitian lain dengan metoda yang berbeda untuk menganalisis sesar penyebab gempa.
2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya perlu adanya penyesuaian dengan data geologi dengan kondisi tektonik setempat pada hasil analisa yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnimar. 2009. *Seismologi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Anonim. 2010. *Earthquake Faults Background*. Diakses dari https://www.iris.edu/hq/files/programs/education_and_outreach/aotm/2/EarthquakeFaults_Background_pukul_11.15 wita pada tanggal 20 Agustus 2017
- BMKG. 2015 . *Bulletin Gempabumi dan Tsunami Indonesia*. Jakarta
- 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.
- 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 Proceedings *1658* 030013-1-1030013-10.
- Linzer, Lindsay., M hamdi, Lassaad., Schumacher, Thomas. 2015. *Application of a moment tensor inversion code developed for mining-induced seismicity to fracture monitoring of civil engineering materials*. Journal of Applied Geophysics 112 (2015) 256–267.
- Massinai, Muhammad Altin., Sudrajat, Adjat., Lantu. 2013, *The Influence of Seismic Activity in South Sulawesi Area to the Geomorphology of Jeneberang Watershed*, *Journal of Engineering and Technology*, Vol 3, No.10, P.945-948.
- 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.
- Sompotan, Armstrong F. 2012. *Struktur Geologi Sulawesi*. Perpustakaan Sains Kebumian Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Sunarjo., Gunawan, M. Taufik., Pribadi, Sugeng .2012. *Gempabumi Indonesia Edisi Populer*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jakarta.
- Surono dan Hartono, Udi. 2015. *Geologi Sulawesi*. LIPI Press. Jakarta.
- Wessel, P., Smith, W.H.F., Scharro, R., Luis, J., Wobbe, F.2013. *Generic Mapping Tools:Improved Version Released*. Eos Transaction American Geophysical Union Vol. 94, No. 45, 5 November 2013 PAGES 409–420.
- www.globalcmt.org/CMTsearch.html diakses pukul 16.20 wita pada tanggal 18 April 2017.
- Z. Imran, Muhammad. 2016. *Seismologi,Perkembangannya,Aplikasinya dan Prospeknya*. Di akses dari [Hmgi.or.id/ seismologi-perkembangannya-aplikasinya-dan prospeknya/](http://Hmgi.or.id/seismologi-perkembangannya-aplikasinya-dan-prospeknya/) pada pukul 10.37 wita tanggal 20 Agustus 2017. Di akses dari [Hmgi.or.id/ seismologi-perkembangannya-aplikasinya-dan prospeknya/](http://Hmgi.or.id/seismologi-perkembangannya-aplikasinya-dan-prospeknya/) pada pukul 10.37 wita tanggal 20 Agustus 2017.

LAMP IRAN

Lampiran 1 : Data Gempabumi Wilayah Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976- 2016 (Sumber: USGS dan Katalog BMKG)

No	Date	Origin Time	Latitude	Longitude	Depth	Magnitude
1	5/22/1976	41:31.3	-4.221	122.839	42	5.1
2	9/7/1977	38:40.8	-2.556	121.932	61	5
3	1/20/1978	31:16.7	-4.17	123.363	51	5.8
4	10/25/1978	15:26.9	-6.081	122.914	56	5.4
5	11/19/1978	35:50.4	-4.263	123.486	589	5.3
6	12/2/1978	28:59.7	-2.859	119.992	33	4.8
7	12/10/1978	27:21.1	-2.775	119.803	38	4.5
8	12/14/1978	46:20.9	-2.542	121.133	33	4.5
9	8/14/1979	43:14.1	-5.763	122.763	66	4.7
10	9/29/1979	41:48.5	-2.81	119.573	21	5.9
11	1/15/1980	25:27.4	-2.479	118.566	53	4.8
12	1/28/1980	12:34.1	-2.747	119.526	33	4.7
13	10/15/1980	18:20.0	-3.018	121.26	115	4
14	11/5/1980	51:56.6	-2.747	122.165	62	4.8
15	11/5/1980	15:03.7	-2.701	122.058	46	5.6
16	11/7/1980	51:53.8	-2.634	122.228	33	3.9
17	10/2/1981	25:19.7	-4.232	122.945	54	4.6
18	10/6/1981	26:31.5	-5.203	123.326	33	4.2
19	4/27/1982	06:24.8	-4.133	119.035	31	5.5
20	8/27/1982	30:09.0	-2.308	120.973	55	5.4
21	8/30/1982	58:29.9	-2.268	121.158	84	4.9
22	1/23/1983	46:22.4	-2.885	122.417	79	4.5
23	6/9/1983	26:50.5	-5.937	122.636	46	5.5
24	6/26/1983	15:03.8	-5.625	123.285	33	4.1
25	9/25/1983	09:34.8	-2.527	121.707	62	4.8
26	1/8/1984	55:06.0	-2.748	118.727	33	4.6
27	1/8/1984	24:13.6	-2.823	118.806	33	7
28	1/14/1984	36:57.2	-2.63	121.743	66	4.6
29	3/13/1984	20:29.9	-5.079	123.169	33	3.6
30	3/13/1984	35:25.5	-2.457	121.68	48	4.9
31	6/25/1984	12:45.7	-2.753	118.792	38	5.2
32	7/9/1984	22:21.0	-3.442	123.29	38	5.4
33	9/4/1984	07:13.8	-2.365	121.408	79	4.2
34	9/21/1984	48:15.4	-2.336	121.585	33	4.7
35	10/21/1984	15:46.4	-2.556	121.616	54	4.8
36	11/17/1984	36:01.5	-3.696	119.192	23	5

37	1/14/1985	54:24.8	-5.192	119.182	101	3.4
38	1/28/1985	17:35.5	-2.863	119.736	33	5.2
39	3/1/1985	31:48.8	-2.483	119.544	33	4.9
40	3/1/1985	01:45.7	-2.415	119.393	33	5.1
41	3/5/1985	28:12.1	-2.269	119.731	33	5.1
42	4/11/1985	33:23.7	-2.848	119.893	33	4.7
43	11/15/1985	15:26.9	-2.341	119.458	60	5
44	2/14/1986	25:15.2	-2.985	121.93	33	4.6
45	2/21/1986	28:59.8	-6.254	120.108	47	5.3
46	3/12/1986	16:18.3	-2.689	120.322	33	4.6
47	3/12/1986	03:57.4	-2.468	120.454	88	5
48	3/15/1986	06:46.0	-2.553	120.406	33	4.5
49	4/12/1986	08:39.3	-4.168	123.344	33	4.1
50	5/27/1986	58:39.6	-2.825	119.727	36	5.5
51	5/30/1986	33:29.5	-6.131	122.745	53	5.3
52	7/6/1986	17:48.2	-6.353	122.825	33	4.6
53	7/20/1986	20:40.0	-6.137	123.046	33	4.8
54	7/30/1986	26:56.5	-6.145	122.984	33	4.5
55	11/23/1986	09:28.2	-3.745	122.065	33	4.9
56	12/11/1986	58:12.0	-5.926	122.826	33	4.5
57	6/16/1987	46:09.6	-5.655	122.961	33	4
58	1/20/1988	13:49.0	-3.955	123.294	33	4.6
59	2/4/1988	49:55.9	-2.591	121.21	44	5.1
60	5/12/1988	03:26.7	-2.49	121.991	33	4.8
61	1/8/1989	17:46.4	-3.006	118.861	33	4.3
62	5/24/1989	05:47.6	-3.748	123.256	22	5.8
63	8/12/1989	56:46.8	-3.021	123.047	33	4
64	11/13/1989	51:57.9	-2.837	119.189	33	4.3
65	11/16/1989	52:25.1	-5.988	122.723	33	4.4
66	11/16/1989	18:25.3	-5.938	122.724	33	4.3
67	12/14/1989	02:46.0	-6.09	122.692	33	4.7
68	4/24/1990	03:41.3	-2.922	120.023	24	4.3
69	5/9/1990	46:43.1	-2.813	119.729	33	5.2
70	8/4/1990	12:37.3	-3.933	122.424	33	4.3
71	9/22/1990	36:09.9	-2.563	121.86	33	4.2
72	9/28/1990	51:00.0	-2.559	118.992	33	4.8
73	4/2/1991	32:20.3	-2.984	119.554	31	4.4
74	6/26/1991	17:24.2	-2.749	119.655	54	4.2
75	12/9/1991	29:38.4	-2.38	121.88	35	4.6
76	2/14/1992	12:35.3	-3.855	119.673	33	4.3
77	4/6/1992	37:40.2	-3.862	121.157	33	4.7

78	4/8/1993	49:28.7	-4.409	120.124	31	5.4
79	4/26/1993	20:00.0	-4.436	120.114	33	4.7
80	5/2/1993	20:14.5	-4.413	119.874	60	4.3
81	6/9/1993	12:44.0	-4.489	120.124	33	4.8
82	6/9/1993	46:01.7	-4.548	119.948	60	5
83	12/22/1993	45:07.8	-4.414	123.487	192	4.8
84	1/16/1994	46:38.4	-3.133	120.784	33	4.6
85	12/7/1994	08:37.6	-2.949	119.83	28	5.3
86	3/12/1995	09:01.4	-5.442	123.021	33	3.8
87	4/29/1995	17:08.3	-4.365	121.546	33	4.5
88	5/6/1995	13:41.4	-2.94	121.795	33	3.6
89	6/12/1995	16:47.5	-2.369	121.197	64	5.3
90	7/9/1995	43:08.3	-2.508	121.022	33	4.5
91	7/10/1995	58:11.3	-3.699	122.48	33	3.9
92	9/26/1995	47:42.7	-2.368	119.837	33	3.9
93	9/30/1995	58:34.3	-4.753	122.863	33	4.2
94	11/29/1995	48:12.6	-2.66	119.83	33	4.5
95	12/14/1995	02:26.4	-3.438	120.881	59	4.3
96	2/27/1996	00:43.7	-3.643	122.573	33	3.8
97	2/27/1996	18:46.3	-3.204	122.417	33	4
98	3/3/1996	29:11.7	-3.375	122.595	33	3.5
99	3/25/1996	20:33.2	-3.723	122.437	33	4.1
100	3/26/1996	35:05.0	-2.754	122.463	33	4.4
101	4/7/1996	53:27.3	-2.368	122.277	33	4.4
102	4/11/1996	28:42.2	-3.028	122.306	33	3.9
103	4/21/1996	28:18.7	-2.729	120.733	101	3.7
104	4/22/1996	06:44.6	-4.23	123.313	16	4.9
105	5/1/1996	21:21.6	-2.745	122.434	33	4
106	8/31/1996	49:56.6	-2.453	120.643	33	4
107	10/27/1996	14:54.1	-6.212	123.214	33	4.4
108	11/3/1996	01:08.9	-4.081	118.551	33	4.2
109	11/17/1996	12:20.0	-4.178	123.38	33	4.5
110	11/17/1996	14:34.8	-4.2	123.359	33	4.2
111	7/11/1997	50:04.6	-3.808	121.497	33	4
112	9/18/1997	04:38.5	-3.716	122.704	10	4.4
113	9/28/1997	42:05.8	-3.868	119.677	28	4.4
114	9/28/1997	38:28.6	-3.776	119.727	33	5.9
115	10/17/1997	07:59.9	-3.866	119.635	28	4.8
116	10/27/1997	12:00.6	-5.93	119.091	150	3.9
117	11/1/1997	32:58.7	-4.332	119.987	33	4.1
118	11/2/1997	47:53.3	-4.42	120.128	33	4

119	4/29/1998	58:54.0	-2.409	121.096	33	4.5
120	4/29/1998	12:02.6	-2.384	121.007	33	4.3
121	5/1/1998	42:17.7	-2.669	121.2	33	3
122	6/27/1998	32:38.2	-5.638	122.545	33	4.6
123	9/30/1998	48:41.4	-5.125	118.41	33	4.7
124	10/27/1998	43:16.0	-2.646	120.471	33	4
125	10/27/1998	38:52.9	-3.552	123.164	33	5.7
126	11/10/1998	56:33.5	-5.209	123.154	33	4.5
127	12/11/1998	08:39.6	-4.134	123.456	33	4.2
128	12/31/1998	55:14.0	-2.531	122.661	33	4
129	1/26/1999	03:33.1	-2.566	120.797	33	4.1
130	2/2/1999	52:57.9	-3.258	122.561	74	4.6
131	2/3/1999	48:40.5	-3.039	122.881	33	4.7
132	3/2/1999	17:21.0	-3.047	122.77	33	4
133	4/2/1999	01:36.8	-4.648	122.93	33	4.3
134	7/21/1999	27:15.6	-2.965	122.559	33	4.5
135	9/12/1999	22:14.1	-4.552	123.13	33	4.6
136	10/30/1999	14:47.1	-3.068	119.394	33	4
137	11/18/1999	40:20.8	-2.375	120.428	52	3.8
138	11/18/1999	54:15.6	-2.263	120.731	33	4.5
139	4/16/2000	58:52.4	-4.072	121.941	33	4
140	5/1/2000	37:13.0	-2.282	120.728	33	4.7
141	5/7/2000	21:12.9	-2.54	122.551	31	5.6
142	5/7/2000	33:26.6	-2.656	121.906	33	5.2
143	5/14/2000	49:24.0	-4.285	123.304	33	4.7
144	5/14/2000	01:06.6	-4.359	123.274	33	4.7
145	5/14/2000	52:04.8	-4.472	123.093	33	4.7
146	5/14/2000	08:34.4	-4.296	123.164	33	6.3
147	5/15/2000	58:14.7	-4.384	123.248	33	4.7
148	5/15/2000	52:00.0	-4.183	123.365	33	4.4
149	5/19/2000	14:19.2	-4.452	123.225	33	4.7
150	6/20/2000	51:40.3	-4.433	123.245	33	4.6
151	8/8/2000	23:08.6	-4.227	123.319	33	4.6
152	8/26/2000	55:26.3	-5.787	123.309	33	5.2
153	8/31/2000	23:52.6	-6.031	122.836	10	4.8
154	12/24/2000	23:02.6	-4.278	123.359	33	4.9
155	12/24/2000	11:07.4	-4.196	123.247	33	5.6
156	7/1/2001	40:58.0	-4.236	123.247	33	5.6
157	7/8/2001	31:50.6	-5.083	123.364	33	4.6
158	10/22/2001	54:33.8	-5.032	123.282	33	4.4
159	11/3/2001	50:22.9	-2.891	122.361	33	5.3

160	3/11/2002	20:34.0	-2.926	122.375	33	3.7
161	3/15/2002	36:35.6	-4.191	123.28	21	5.5
162	7/23/2002	27:02.9	-4.369	123.332	33	4.8
163	12/21/2002	59:43.9	-3.254	123.471	33	4.4
164	4/14/2003	06:35.9	-5.929	119.779	33	4.5
165	4/16/2003	43:55.7	-4.594	123	33	4.4
166	9/6/2003	57:19.4	-2.591	121.67	33	4.5
167	10/24/2003	13:38.5	-2.564	121.543	33	4.8
168	11/5/2003	02:45.5	-2.735	121.295	33	5.1
169	11/6/2003	35:26.6	-2.861	121.174	33	4.5
170	11/27/2003	36:49.7	-5.223	121.358	33	4.2
171	7/5/2004	26:00.7	-5.384	122.431	10	4.8
172	8/12/2004	22:25.8	-5.321	122.605	15	4.4
173	12/1/2004	19:48.3	-2.719	118.388	10	4.2
174	12/7/2004	21:41.3	-4.567	119.112	51	4.3
175	2/19/2005	36:44.1	-5.664	122.228	10	4.8
176	2/19/2005	53:07.3	-5.547	122.205	10	4.5
177	2/19/2005	09:11.7	-5.67	122.089	10	5.4
178	2/19/2005	04:43.6	-5.562	122.129	10	6.5
179	2/24/2005	36:03.2	-5.503	122.131	10	4.8
180	2/24/2005	53:18.3	-5.42	122.143	10	4.4
181	2/25/2005	20:31.6	-5.585	122.16	10	4.9
182	2/26/2005	14:48.8	-5.572	122.189	30	3.9
183	4/5/2005	58:37.7	-5.669	122.31	30	4.2
184	5/12/2005	50:09.8	-5.484	121.867	55	4.3
185	7/18/2005	47:23.7	-5.901	123.159	10	4
186	1/3/2006	03:17.6	-6.445	122.387	24	4.9
187	1/12/2006	55:58.4	-3.295	123.05	30	4.4
188	2/13/2006	43:04.7	-6.257	122.347	49	4.1
189	3/17/2006	33:12.0	-4.982	123.385	15	4.3
190	3/17/2006	21:35.0	-5.119	123.107	1	5.6
191	4/9/2006	50:08.9	-4.986	123.326	3	4.7
192	4/30/2006	25:52.9	-2.769	122.57	35	4.1
193	5/6/2006	16:13.1	-2.442	120.7	35	4.4
194	9/1/2006	56:24.9	-4.322	123.007	10	4.4
195	9/15/2006	35:40.7	-2.478	122.374	35	3.6
196	10/21/2006	24:31.0	-2.562	123.073	58	4
197	11/4/2006	04:51.6	-4.027	121.573	10	5.2
198	11/19/2006	20:26.7	-3.943	121.806	35	4.1
199	11/24/2006	33:26.4	-3.728	119.233	31	5.1
200	12/11/2006	10:05.2	-2.919	119.974	35	3.6

201	12/27/2006	54:07.0	-4.12	121.56	42	4.8
202	1/19/2007	11:05.7	-2.844	119.889	30	4.6
203	2/14/2007	59:17.9	-6.252	122.002	10	4.8
204	5/6/2007	03:46.7	-3.661	123.183	30	5.1
205	5/16/2007	18:08.7	-2.819	121.8	41	4.5
206	6/4/2007	48:01.1	-4.402	123.433	45	5
207	9/16/2007	40:38.9	-2.266	120.853	6	4.7
208	11/1/2007	48:24.5	-5.705	122.047	35	3.7
209	11/23/2007	53:14.1	-5.845	122.572	35	4
210	11/23/2007	52:45.6	-4.244	123.492	10	5
211	11/24/2007	23:26.7	-5.802	122.575	35	3.9
212	12/25/2007	48:03.6	-2.726	122.162	35	4.3
213	1/3/2008	15:48.5	-5.921	122.662	10	5.4
214	1/14/2008	15:22.2	-2.483	120.843	58	4.2
215	1/23/2008	17:47.7	-2.321	120.651	35	4.7
216	2/5/2008	48:15.2	-3.583	118.004	10	3.8
217	2/5/2008	56:47.0	-3.517	118.07	13	5.9
218	3/3/2008	00:05.5	-3.167	119.779	24	4.5
219	3/8/2008	35:31.8	-2.639	119.372	35	4.3
220	3/22/2008	58:30.3	-2.875	119.687	76	3.5
221	4/26/2008	02:19.7	-3.109	121.613	35	3.8
222	8/18/2008	32:11.1	-3.502	118.102	35	4.1
223	9/30/2008	13:32.3	-2.429	121.651	50	3.7
224	12/8/2008	20:35.6	-4.515	122.831	35	4.3
225	1/2/2009	52:17.8	-2.266	121.177	35	4.3
226	1/30/2009	06:50.0	-2.343	120.602	19	4.3
227	3/17/2009	15:26.1	-5.972	122.754	35	4.4
228	3/23/2009	01:32.4	-5.723	122.737	10	4.8
229	4/4/2009	47:10.7	-6.054	122.554	35	4.5
230	5/23/2009	40:58.8	-2.884	119.746	50	4.5
231	10/15/2009	33:36.7	-3.615	123.16	17	5.7
232	10/18/2009	23:25.8	-3.651	123.203	21	5.6
233	10/18/2009	26:14.6	-3.629	123.247	22	5.5
234	10/22/2009	55:49.6	-2.765	119.737	35	3.8
235	10/24/2009	15:20.1	-2.752	121.679	52	4.3
236	11/7/2009	37:23.5	-2.741	119.855	10	4.6
237	12/29/2009	03:07.7	-3.785	123.435	35	4.7
238	1/5/2010	36:27.0	-2.439	121.309	38	5
239	2/10/2010	46:19.0	-2.724	121.862	43	4.6
240	3/1/2010	52:33.5	-3.45	118.534	43	4.9
241	3/6/2010	47:30.0	-5.542	123.307	35	4.7

242	3/28/2010	13:45.6	-5.609	122.731	37	5.1
243	5/30/2010	19:55.8	-5.351	123.401	43	4.7
244	7/10/2010	36:42.1	-4.08	121.851	22	4.2
245	8/3/2010	27:26.5	-2.554	121.216	38	4.2
246	11/18/2010	08:04.9	-6.033	122.031	29	4.9
247	11/21/2010	25:35.8	-5.18	122.935	27	4.5
248	11/28/2010	59:08.4	-4	122.575	10	4.3
249	12/26/2010	00:10.2	-3.492	123.353	25	4.3
250	1/3/2011	46:43.2	-2.438	121.572	35	4
251	2/15/2011	02:12.2	-2.456	121.576	30	4.7
252	2/15/2011	33:53.2	-2.497	121.483	16	6.1
253	2/16/2011	39:52.4	-2.474	121.67	43	4.5
254	3/13/2011	48:21.5	-5.486	122.266	33	4.3
255	3/24/2011	03:29.4	-2.576	121.133	57	4.1
256	4/24/2011	10:42.8	-4.308	122.89	6	4.9
257	4/24/2011	25:09.6	-4.127	122.63	6	4.8
258	4/24/2011	34:38.5	-4.383	122.82	22	4.1
259	4/24/2011	57:04.7	-4.042	122.899	10	4.1
260	4/24/2011	07:51.5	-4.586	122.771	8	6.1
261	4/25/2011	17:48.8	-4.473	122.937	25	4.3
262	4/26/2011	16:47.0	-4.371	122.832	10	4.6
263	4/27/2011	00:06.7	-4.388	122.938	10	4.1
264	5/2/2011	28:14.1	-4.412	122.932	10	3.8
265	5/2/2011	39:46.8	-4.629	122.799	7	4.2
266	5/4/2011	26:47.4	-4.144	122.789	7	4
267	5/30/2011	45:56.9	-4.008	122.629	20	4
268	6/12/2011	30:47.0	-4.354	122.847	12	4.7
269	6/18/2011	04:19.0	-2.51	121.29	10	3.5
270	6/30/2011	19:31.9	-2.579	121.68	43	4.8
271	7/11/2011	53:58.1	-4.061	121.694	35	5.5
272	7/11/2011	38:40.5	-4.148	121.677	38	5.2
273	7/19/2011	47:33.8	-4.188	122.803	35	4.1
274	8/15/2011	42:29.3	-3.626	123.251	37	4.1
275	10/11/2011	43:57.0	-3.163	118.808	35	4
276	10/23/2011	31:13.7	-2.507	121.651	24	4.1
277	11/17/2011	51:00.0	-2.719	122.877	40	4.7
278	1/7/2012	39:41.5	-4.427	121.72	35	4.5
279	1/16/2012	21:57.7	-3.619	123.214	39	4.8
280	1/29/2012	35:23.4	-2.382	121.388	57	4.6
281	1/29/2012	55:48.7	-2.422	121.401	35	4.4
282	2/7/2012	33:41.3	-3.554	123.317	44	4.1

283	3/20/2012	01:30.9	-3.481	123.385	44	4.6
284	4/16/2012	17:50.3	-2.64	121.855	13	5.8
285	4/16/2012	01:14.9	-2.58	121.939	10	5.3
286	4/17/2012	22:08.2	-2.591	121.937	10	4.4
287	4/27/2012	29:38.0	-2.662	121.913	10	5.1
288	5/1/2012	59:39.6	-2.613	121.906	10	5.1
289	5/17/2012	50:04.6	-2.636	121.977	10	4.8
290	8/16/2012	02:12.4	-6.194	123.466	35	4.3
291	9/4/2012	27:25.0	-2.652	119.156	43	4.6
292	9/13/2012	29:17.3	-6.225	123.383	41	4.6
293	12/17/2012	02:35.7	-6.232	120.674	47	4
294	12/18/2012	27:07.0	-6.25	120.705	52	4.8
295	12/22/2012	04:23.0	-2.679	119.952	45	4.9
296	3/15/2013	08:29.3	-2.504	121.389	35	4
297	8/8/2013	23:22.1	-3.1882	123.252	15	4
298	8/27/2013	31:32.7	-3.2378	123.271	28	4.7
299	9/29/2013	20:01.5	-2.3423	119.287	42	4.8
300	10/14/2013	22:16.0	-5.6306	122.491	19	4.5
301	10/29/2013	16:24.5	-3.8427	122.33	70	4.3
302	11/14/2013	38:58.3	-4.7658	118.078	16	4.6
303	11/21/2013	05:57.5	-2.7089	119.011	47	4.4
304	11/25/2013	25:59.0	-4.0643	122.641	42	4.3
305	12/13/2013	00:46.7	-2.3618	121.132	35	4.4
306	12/20/2013	34:01.4	-2.5533	121.815	50	4.4
307	12/20/2013	44:36.9	-2.4853	121.951	60	4.3
308	12/21/2013	09:47.8	-4.053	123.238	32	4.4
309	2/2/2014	19:57.8	-6.0116	122.466	34	4
310	2/10/2014	32:01.3	-2.4516	121.56	40	4.5
311	4/11/2014	37:17.2	-3.7174	119.247	39	4.5
312	4/15/2014	01:37.4	-2.9253	122.497	54	4.4
313	5/5/2014	39:50.5	-5.8531	122.736	27	4.2
314	5/20/2014	05:27.3	-4.2841	122.819	23	4.5
315	5/22/2014	40:01.4	-4.3075	122.856	28	4.7
316	8/14/2014	53:42.3	-2.7531	120.456	60	4.1
317	10/23/2014	32:27.4	-2.8867	122.676	42	4.6
318	11/2/2014	59:03.5	-2.8267	122.648	55	4.3
319	11/16/2014	48:10.2	-2.9215	122.864	47	4.4
320	11/29/2014	17:32.4	-4.8526	122.837	10	4.3
321	12/3/2014	33:24.9	-2.8745	122.429	49	4.8
322	12/3/2014	27:04.4	-2.9324	122.423	10	5.5
323	12/24/2014	51:54.0	-4.6301	119.901	36	4.3

324	12/26/2014	48:22.2	-2.9333	122.569	56	4.1
325	1/21/2015	02:55.2	-2.8784	122.464	39	4.6
326	2/8/2015	09:08.9	-2.4318	119.369	37	5.6
327	2/9/2015	39:28.6	-2.4446	119.463	49	4.5
328	2/10/2015	22:18.6	-2.4503	119.417	47	4.6
329	2/26/2015	36:14.1	-6.1887	123.461	34	4
330	3/27/2015	14:26.7	-5.7702	122.758	34	4.3
331	7/28/2015	38:51.6	-2.7681	122.354	45	5.1
332	8/15/2015	21:33.2	-2.9389	120.893	26	4.3
333	8/16/2015	17:08.3	-2.907	122.362	38	4.2
334	8/23/2015	56:53.4	-2.7651	122.117	54	4.1
335	8/24/2015	26:11.6	-3.5317	121.728	115	4.2
336	8/28/2015	58:06.1	-2.3258	119.46	38	4.4
337	12/14/2015	17:23.3	-5.1611	118.914	15	4.1
338	12/20/2015	39:15.6	-6.1617	122.358	10	4.3
339	12/22/2015	50:05.4	-5.2193	118.966	16	4.6
340	1/14/2016	28:27.5	-3.8562	123.42	32	4.3
341	1/17/2016	29:41.5	-3.8558	119.132	27	4.6
342	1/17/2016	59:11.2	-3.2478	123.319	31	4.3
343	3/4/2016	24:04.1	-3.314	123.193	10	4.1
344	3/5/2016	19:00.3	-3.1587	123.354	33	4.3
345	4/28/2016	12:27.0	-2.5047	121.574	10	3.4
346	5/27/2016	59:31.6	-2.9069	122.455	51	4.4
347	8/3/2016	14:38.3	-6.1794	122.563	10	4.5
348	10/6/2016	32:58.9	-2.975	119.695	10	4.4
349	11/11/2016	12:37.3	-4.2724	123.072	10	3.7
350	12/5/2016	19:36.8	-6.3808	122.968	10	4.2
351	12/5/2016	48:42.3	-6.3643	122.338	10	4.7

Lampiran 2: Data Gempabumi Wilayah Sulawesi Bagian Selatan Periode 1976-2016 (Sumber: Global-CMT)

No	Date	Latitude	Longitude	Depth	Magnitude	Fault Plane 1			Fault Plane 2		
						Strike	Dip	Slip	Strike	Dip	Slip
1	1/20/1978	-3.98	123.17	30	5.4	123	24	19	15	82	112
2	9/29/1979	-2.95	119.8	15	5.9	18	36	-150	263	73	-58
3	11/5/1980	-3.55	121.98	15	6.1	110	22	-22	221	82	-110
4	4/27/1982	-4.22	118.85	16	5.6	38	24	100	207	66	86
5	6/9/1983	-6.08	123.26	18	5.5	40	35	57	258	61	111
6	1/8/1984	-2.77	118.72	15	6.7	13	16	89	194	74	90
7	7/9/1984	-3.05	123.1	15	5.4	179	22	97	351	69	87
8	2/24/1985	-2.43	119.42	40	5.9	44	61	165	142	77	30
9	5/24/1989	-4.04	123.32	15	5.8	204	27	140	330	73	69
10	5/9/1990	-2.84	119.57	15	5.2	264	55	-15	3	78	-144
11	4/8/1993	-4.06	120.72	44	5.3	203	43	91	22	47	89
12	12/7/1994	-2.97	119.81	33	5.3	216	68	177	308	87	22
13	9/28/1997	-3.92	119.77	34	5.8	13	40	110	167	53	74
14	5/7/2000	-2.51	122.84	56	5.5	106	76	5	15	85	166
15	5/7/2000	-2.46	121.86	38	5.2	213	70	-158	117	70	-22
16	11/3/2001	-2.55	122.48	35	5.3	104	24	12	3	85	114
17	3/15/2002	-4.34	123.45	15	5.4	225	27	143	349	74	68
18	11/5/2003	-2.88	121.27	33	5	281	23	-84	95	67	-93
19	7/5/2004	-5.06	122.7	18	4.8	30	40	88	213	90	51
20	2/19/2005	-5.52	122.23	12	6.3	41	49	121	179	49	59
21	2/25/2005	-5.62	122.41	20	4.9	161	37	88	344	53	92
22	3/17/2006	-4.88	123.27	12	5.6	210	42	156	318	75	51
23	11/4/2006	-4.06	121.65	12	5.2	114	44	-110	320	49	-72
24	11/24/2006	-3.67	119.26	20	5.1	209	46	110	1	47	70
25	5/6/2007	-3.54	123.34	12	5.1	96	33	-74	258	58	-100
26	1/3/2008	-5.87	122.7	12	5.4	207	48	63	64	49	116
27	2/5/2008	-3.44	118.12	19	5.8	28	51	51	261	53	128
28	10/15/2009	-3.57	123.27	12	5.3	87	41	-69	240	52	-107
29	10/18/2009	-3.59	123.27	12	5.2	84	50	-55	217	51	-124
30	10/18/2009	-3.57	123.32	12	5.5	72	38	-89	250	52	-91
31	11/18/2010	-5.91	122	16	4.9	62	29	139	188	72	67
32	2/15/2011	-2.45	121.57	13	6.1	110	71	3	19	87	161
33	4/24/2011	-4.27	122.8	15	6.1	141	58	-10	236	81	-148
34	7/11/2011	-4.1	121.62	12	5.5	131	45	-79	296	46	-100
35	7/11/2011	-4.09	121.64	12	5.2	142	45	-75	301	47	-105
36	4/16/2012	-2.62	121.91	15	5.9	118	44	1	27	89	134
37	4/16/2012	-2.65	121.94	15	5.3	121	59	4	29	86	149

38	4/27/2012	-2.63	121.87	16	5.2	129	54	8	34	83	144
39	5/1/2012	-2.63	122.02	12	5.3	11	54	-3	203	88	-144
40	5/17/2012	-2.67	121.94	16	4.9	132	68	-2	223	88	-158
41	8/27/2013	-3.28	123.33	15	4.9	175	33	-91	357	57	-89
42	10/14/2013	-5.61	122.62	17	4.8	8	43	79	202	48	100
43	5/22/2014	-4.23	122.84	12	5	144	59	-3	236	87	-149
44	12/3/2014	-2.86	122.48	20	5.6	131	69	10	38	81	158
45	12/3/2014	-2.8	122.56	27	5	125	62	11	30	80	152
46	2/8/2015	-2.36	119.46	18	5.5	52	43	-159	307	76	-49

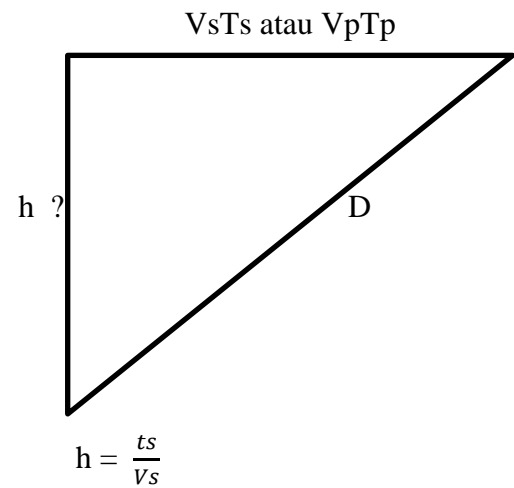
Lampiran 3 : Rumus Penentuan Hiposenter

$$T_s - T_p = \frac{D}{v_s} - \frac{D}{v_p}$$

$$T_{sp} = \frac{Dv_p - Dv_s}{v_p v_s}$$

$$T_{sp} = \frac{D(v_p - v_s)}{v_p - v_s}$$

$$D = \frac{T_{sp}(v_p v_s)}{v_p - v_s}$$



$$h = \frac{tp}{v_p} \quad , \quad h^2 = (v_p T_p)^2 - D^2$$

Keterangan

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

T_p : Waktu tiba gelombang P

T_s : Waktu tiba gelombang S

v_p : Kecepatan gelombang P

v_s : Kecepatan gelombang S

H : Kedalaman Hiposenter

D : Jarak Hiposenter