RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN METODE *COUPLED VELOCITY-HYPOCENTER*

(Skripsi)

Oleh

Viska Amelia

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA

2019

RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN METODE *COUPLED VELOCITY-HYPOCENTER*

Oleh

Viska Amelia

ABSTRAK

Sumatera Barat merupakan daerah yang memiliki tingkat seismisitas tinggi hal tersebut penyebab terjadinya gempabumi. Penentuan lokasi hiposenter gempabumi telah banyak diterapkan dan dikembangkan melalui berbagai macam metode. seperti Metode Coupled Velocity-Hypocenter. Metode ini menggunkan prinsip metode Geiger yang menghasilkan lokasi hiposenter gempabumi, model kecepatan baru dan koreksi stasiun secara bersamaan. Hasil dari penilitian ini yaitu terjadi Pergeseran horizontal (x,y) dari 0.02 – 64.01 km dan pergeseran vertikal (z) 0.01–44 km. Pada stasiun GSI, KSI, LWLI, MKBI, MNAI, MNSI, PDSI, PPI, PPSI, SBSI, SISI dan TRSI memiliki angka watu tunda yang negatif, hal tersebut menunjukkan jika stasiun-stasiun seismik tersebut memiliki waktu tiba gelombang P lebih cepat sampai ke stasiun seismik. Model kecepatan awal (*ak135f*) lapisan *conrad* terletak di kedalaman 0 – 18 km dengan kecepatan 1.45 – 5.80 km/s. Lapisan Moho berada pada kedalaman 18 – 43 km dengan kecepatan 6,8 km/s. Setelah dilakukan penelitian lapisan *conrad* pada kedalaman 0 – 10 km dengan kecepatan 2.98 km/s, sedangkan lapisan Moho pada kedalaman 10 – 18 km/s. Penelitian ini cukup baik, karena didapatkan nilai rata-rata RMS yang kecil yaitu 0.76 dan nilai rata-rata GAP sebesar 146°.

Kata Kunci : *Coupled Velocity-Hypocenter*, ak135f, koreksi stasiun, model kecepatan gelombang P 1d, relokasi hiposenter.

HYPOCENTER RELOCATION OF EARTHQUAKE WEST SUMATERA REGION USING METHOD COUPLED VELOCITY-HYPOCENTER

By

Viska Amelia

ABSTRCT

West Sumatra is an area that has a high level of seismicity, this is the cause of the earthquake. Determination of earthquake hypocenter locations has been widely applied and developed through various methods. Like the Coupled Velocity-Hypocenter Method. This method uses the principle of the Geiger method which results in the location of an earthquake hypocenter, a new Velocity model and a correction station simultaneously. The results of this research are horizontal shift (x, y) from 0.02 - 64.01 km and vertical shift (z) 0.01 - 44 km. At stations GSI, KSI, LWLI, MKBI, MNAI, MNSI, PDSI, PPI, PPSI, SBSI, SISI and TRSI have negative time delay, this shows that the seismic stations have faster P wave arrival times seismic station. The initial velocity model (ak135f) of the conrad layer is located at a depth of 0 - 18 km with a speed of 1.45 - 5.80 km / s. The Moho layer is at a depth of 18 -4 3 km at a speed of 6.8 km/s. After conducting research conrad layers at a depth of 0-10 km with a speed of 2.98 km/s, while the Moho layer at a depth of 10 - 18 km/s. This research is quite good, because it obtained a small average RMS value of 0.76 and an average GAP value of 146 °.

Kata Kunci : Coupled Velocity-Hypocenter, ak135f, station correction, 1-D P wave velocity model, hypocenter relocation

RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN METODE *COUPLED VELOCITY-HYPOCENTER*

Oleh

Viska Amelia

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada
Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA

2019

Judul Skripsi : **RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN METODE *COUPLED VELOCITY-HYPOCENTER***

Nama Mahasiswa : Viska Amelia

Nomor Pokok Mahasiswa : 1415051072

Jurusan : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.	**Dr. Ordas Dewanto, S.Si., M.Si.**
NIP 19730716 200012 1 002	NIP 19661222 199603 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.
NIP 19750911 200012 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.** .....

Sekretaris : **Dr. Ordas Dewanto, S.Si., M.Si.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Karyanto, S.Si., M.T.** .....

2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Drs. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **30 Juli 2019**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lanpung, 30 Juli 2019

METERAI TEMPEL

546F8AFF931339839

6000

ENAM RIBU RUPIAH

Viska Amelia

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotaagung, pada tanggal 10 Februari 1997, anak kedua dari tiga bersaudara sebagai buah kasih dari pasangan Bapak Sakuan dan Ibu Sonah

Jenjang akademis penulis dimulai dengan menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri 1 Kampung Kotaagung, Tanggamus, Lampung pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri Negeri 1 Kotaagung, Tanggamus, Lampung pada tahun 2011 dan menamatkan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Kotaagung, Tanggamus, Lampung pada tahun 2014.

Pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program S1 Reguler Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Penulis, terdaftar sebagai anggota PIK-M Raya Universitas Lampung pada periode 2014/2015. Staf Ahli KEMENSOSPOL (Kementrian Sosial Politik) Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung 2014/2015, terdaftar sebagai anggota bidang Dana dan Usaha (DANUS) Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika pada periode 2016/2017.

MOTTO

" Tetaplah berjalan diatas kebenaran sesulit apapun hidup yang sedang kau alami, karena Allah S.W.T Bersama orang-orang yang haQ "

(vis)

" Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah SWT beserta orang-orang yang sabar "

(Al-Baqorah, 154)

"DIA YANG PERGI UNTUK MENCARI ILMU PENGETAHUAN, DIANGGAP SEDANG BERJUANG DI JALAN ALLAH SAMPAI DIA KEMBALI"

(HR. TARMIDZI)

Pada bulan Januari 2017 Penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kotabumi : "**MENENTUKAN HIPOSENTER GEMPA BUMI MENGGUNAKAN METODE GRID SEARCH DI WILAYAH BANDA ACEH** ". Pada Bulan Juli 2017 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sungai Langka, Kec. Gedong Tataan Banyak, Kab. Pesawaran. Kemudian pada bulan September 2018 penulis melaksanakan Tugas Akhir sebagai penelitian skripsi di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kotabumi, Lampung Utara dengan tema: "**RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN METODE *COUPLED VELOCITY-HYPOCENTER***".

SANWACANA

Assalam'ualaikum Wr.Wb

Alhamdulillahhirobbil'alamin dengan penuh rasa syukur, penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir (TA) hingga penulisan skripsi yang berjudul **"Relokasi Hiposenter Gempabumi Wilayah Sumatera Barat Menggunakan *Metode Coupled Velocity-Hypocenter*"**. Serta berbagai pihak telah memberikan banyak kontribusi dalam penulisan skripsi ini, sehingga pada sanwacana kali ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Teuntuk kedua orang tuaku, ayah dan ibu (Sakuan & Sonah), terimakasih atas segala pengorbanan, kasih sayang serta do'a disetiap sujudmu sehingga saya bisa menyelesaikan laporan Penelitian Skripsi ini dengan baik. Untuk ayah, engkau adalah panutan terbesar dalam hidupku terimakasih telah memberikan segenap jiwa dan ragamu untuk keberhasilanku. Untuk ibu, engkau adalah wanita terhebat yang pernah kukenal, wanita bermental baja yang tidak pernah mengeluh dalam keadaan apapun, terimakasih atas setiap do'a mu.

2. Aa' dan Adek (Yayan Setiawan dan Della Febriani), hanya dengan kalian tempatku berbagi, tempatku merasakan apa yang kalian rasakan. Terimakasih atas semuanya, kalianlah saudara terbaikku.
3. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
5. Bapak Rustadi, S.Si.M.T. selaku Pembimbing Akademik
6. Bapak Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing I dalam Penelitian Skripsi
7. Bapak Dr. Ordas Dewanto S.Si., M.Si. sebagai selaku Pembimbing II dalam Penelitian Skripsi
8. Bapak Karyanto, S.Si.M.T. selaku Pembahas dalam Penelitian Skripsi
9. Seluruh Dosen Teknik Geofisika Universitas Lampung yang telah membekali penulis dengan ilmu dan pengetahuan sehingga dapat tercapainya laporan Penelitian Skripsi ini.
10. Mbak Novita Sari S, S.T selaku pembimbing Tugas Akhir di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kotabumi.
11. Mbak Ferrina, mba Ayu, Mba Puji, Pak Agung, Pak Rudi, Pak, Ari, Mas Devid, Mas Teguh, Pak Adi, Bu Titi serta seluruh pegawai BMKG yang telah banyak membantu penulis saat melaksanakan tugas akhir.
12. Teman Seperjuangan selama melaksanakan tugas akhir di BMKG Kotabumi yaitu Azri, Alfa, Sofyan dan Farizi yang telah berbagi ilmu dan motivasi

13. Teman belajar, teman main, teman curhat, teman sepersulitan : Nura Luthfia, Ida Retno Widayu, Rita Aprilia, Diana Malinda Arief, Evi Muharoroh, Nurul Fitri, Fhera Chandra Dewi, Deva dan Ida Retno Widayu.
14. Semua teman Teknik Geofisika 2014 *Luar Biasa Biasa Diluar*, kalian adalah keluarga terbaikku selama di Tekik Geofisika, kalianlah yang menjadi penyemangat kesuksesanku hari ini dan nanti.
15. Pendampingku di masa depan dimana pun berada, semoga kita sealalu senantiasa memperbaiki diri dan mendekatkan diri kepadanya-Nya.

Penulis

Viska Amelia

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanawata'ala berkat rahmat dan kuasa-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Relokasi Hiposenter Gempabumi Wilayah Sumatera Barat Menggunakan Metode *Coupled Velocity-Hypocenter*"**. Skripsi ini merupakan salah satu hasil penelitian Tugas Akhir Penulis di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kotabumi sekaligus bagian dari persyaratan meraih gelar S-1 Teknik Geofisika Universitas Lampung.

Harapan penulis dengan adanya penelitian ini semoga dapat menambah khazanah ilmu di bidang seismologi/kegempaan terutama di bidang keilmuan Geofisika, penulia menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Karenanya, kritik dan saran sangat dibutuhkan guna membangun agar kedepannya penulis dapat memberikan yang lebih baik lagi. Demikian kata pengantar ini, semoga penelitian dapat bermanfaat untuk masa kini dan mendatang.

Penulis

Viska Amelia

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK i

ABSTRACT ii

HALAMAN JUDUL iii

LEMBAR PERSETUJUAN iv

LEMBAR PENGESAHAN v

LEMBAR PERNYATAAN vi

RIWAYAT HIDUP vii

MOTTO ix

SANWACANA x

KATA PENGANTAR xiii

DAFTAR ISI.....xiv

DAFTAR GAMBAR.....xvi

DAFTAR TABEL.....xvii

BAB I. PENDAHULUAN.

A. Latar Belakang 1
B. Tujuan Penelitian.....2
C. Batasan Masalah.....2
D. Manfaat Penelitian.....3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA
A. Daerah Penelitian 4
B. Tektonik Pulau Sumatera 7

BAB III. TEORI DASAR
A. Klasifikasi Gempabumi 9
B. Teori *Elastic Rebound*.....11
C. Pergerakan Lempeng Tektonik.....12
D. Gelombang Seismik.....14
E. Parameter Sumber Gempa 17
F. Metode Penentuan Episenter.....20
G. Metode *Coupled Velocity Hypocenter* 24

BAB IV. METODE PENELITIAN
A. Lokasi dan Waktu Penelitian 26
B. Alat dan Bahan.....26
C. Proses Pengambilan Data.....26
D. ProsesPengolahan Data.....27
E. Diagram Alir 30
F. *Time Schedule* 31

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN
A. Koreksi Stasiun Seiemik Penelitian 32
B. Model Kecepetan Gelombang P satu dimensi (1D).....34
C. Relokasi Hiposenter Gempabumi 36
D. Nilai RMS dan Azimuth GAP 41

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN
A. Kesimpulan 42
B. Saran 43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Peta Lokasi Penelitian 6

2. Peta tektonik Indonesia, Panah besar merah merupakan kecepatan gerak dari lempeng. Panah hitam menunjukkan kecepatan gerak dari lokasi tempat pengukuran monument GPS antara tahun 1989-2000 (Irsyam,dkk,2010) 7

3. Tektonik dari Lempeng India dan Lempeng Australia. Batas antara Lempeng India dan Lempeng Australia didekati dengan garis putus-putus *(Wharton Ridge)(* McCaffrey, 2009) 8

4. Model *Elastic Rebound* (Subardjo dan Ibrahim, 2004) 11

5. Batas-batas lempeng tektonik (Subardjo dan Ibrahim, 2004) 13

6. Simulasi gerakan gelombang P dan S (Elnashai and Sarno, 2008) 16

7. Gelombang *love* dan gelombang *Rayleigh(*Elnashai and Sarno, 2008) 17

8. Diagram wadati (Hurukawa, dkk., 2008) 18

9. Jarak hiposenter (Hurukawa, dkk., 2008) 19

10. Penentuan episenter metode lingkaran (Bormann, 2002) 21

11. Penentuan episenter metode Geiger (BMKG, 2014) 24

12. Diagram alir 30

13. Grafik model kecepatan Gelombang P 1D sebelum dan seusdah relokasi 36

14. Grafk pergeseran *latitude* terhadap kedalaman 37

15. Grafk pergeseran *longitude* terhadap kedalaman 37

16. Grafk pergeseran hiposenter sebelum dan sesudah relokasi 38

17. Peta persebaran hiposenter sebelum dan sesudah relokasi 39

18. Peta Persebaran hiposenter sebelum dan sesudah relokasi (*diperbesar)* 40

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1. Model kecepatan gelombang P *ak135f* 28

2. *Time schedule* penyusunan skripsi 31

3. Koreksi Stasiun setelah dilakukan relokasi 33

4. Hasil Model kecepatan gelombang P 1D 34

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Negara Indonesia terletak pada zona *Ring of Fire in Pacific* dan diantara 3 petemuan lempeng tektonik yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Hal tersebut menyebabkan Indonesia rawan terhadap bencana letusan gunung berapi dan gempabumi yang dapat mengancam keselamatan jiwa manusia.

Salah satu wilayah di Indonesia yang rawan bencana akibat pergerakan dari 3 lempeng tektonik tersebut yaitu Pulau Sumatera. Hal ini disebabkan karena terjadinya penunjaman (*subduction*) antara Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia yang teletak disebelah barat Mentawai dan membentuk bidang zona penujaman dangkal yang dikenal sebagai “megathrust” (mega patahan naik yang memilki kemiringan landai). Dengan demikian wilayah Sumatera barat memiliki tingkat seismisitas tinggi sebagai penyebab terjadinya bencana alam seperti gempabumi.

Seismisitas memiliki korelasi dalam penentuan hiposenter. Penentuan hiposenter sangat penting didalam ruang lingkup seismologi, karena salah satu bagian dasar untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan untuk studi lanjutan. Ke-akurasian

dalam penentuan hiposenter gempabumi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti konfigurasi stasiun, model kecepatan gelombang yang digunakan, *phase* gelombang dan penentuan waktu tiba gelombang (*picking*).

Penentuan lokasi hiposenter gempabumi telah banyak diterapkan dan dikembangkan melalui berbagai macam metode. Satunya diantara yaitu dengan menggunakan metode *Coupled Velocity Hypocenter*. Metode *Coupled Velocity Hypocenter* merupakan salah satu metode relokasi yang menghasilkan model kecepatan baru dan koreksi stasiun secara bersamaan. Metode ini sebelumnya pernah dipakai Rachman dan Nugraha pada tahun 2012, dengan wilayah Aceh. Namun pada penelitian ini penulis menggunakan daerah Sumatera Barat sebagai daerah penelitian.

B. Tujuan Penelitian

Bersadasakan latar belakang diatas maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Menentukan relokasi hiposenter gempabumi wilayah Sumatera Barat dengan menggunakan metode *Couple velocity Hypocenter* .
2. Menentukan distribusi kegempaan wilayah Sumatera Barat sebelum dan sesudah dilakukan relokasi.

C. Batasan Masalah

Untuk mempertajam analisis maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada beberapa hal, yaitu :

1. Data yang digunakan merupakan database gempabumi wilayah Sumatera Barat

pada periode Januari 2010 – Desember 2017 dengan koordinat 1.20º LU-2.8º LS dan 98º BT - 102º BT.

2. Metode yang digunakan yaitu metode *coupled velocity hypocenter* dan menggunkan program VELEST.3.3
3. Model kecepatan gelombang yang digunakan dalam peneltian ini adalah model kecepetan gelombang P.

D. Manfaat Penelitian

Diharapkan pada hasil penelitian Tugas Akhir ini yaitu mampu memberikan informasi yang relevan mengenai peristiwa gempabumi yang terjadi pada daerah Sumatera Barat.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Daerah Penelitian

Lokasi daerah penelitian terletak pada koordinat 1.20º LU – 2.8º LS dan 98º BT - 102º BT yaitu wilayah (Sumbar) Sumatera Barat. Stasiuns Seismik (sensor) yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 23 sensor. Adapun rincian Stasiun seismik tersebut adalah sebagi berikut:

1.Stasiun seismik BKNI terletak pada koordinat (0.3262 N dan 101.0396E)

2. Stasiun seismik GSI terletak pada koordinat (1.3036N dan 97.5754E)

3. Stasiun seismik JMBI terletak pada koordinat (-1.3236N dan 103.5760E)

4. Stasiun seismik KRJI terletak pada koordinat (-2.9088N dan 101.4619E)

5. Stasiun seismik KSI terletak pada koordinat (-3.651N dan 102.5929E)

6. Stasiun seismik LHSI terletak pada koordinat (-3.8266N dan 103.5233E)

7. Stasiun seismik LWLI terletak pada koordinat (-5.0174N dan 104.0589E)

8. Stasiun seismik MKBI terletak pada koordinat (-2.4474N dan 101.2396E)

9. Stasiun seismik MNAI terletak pada koordinat (-4.3604N dan 102.9557E)

10. Stasiun seismik MNSI terletak pada koordinat (0.7955N dan 99.5796E)

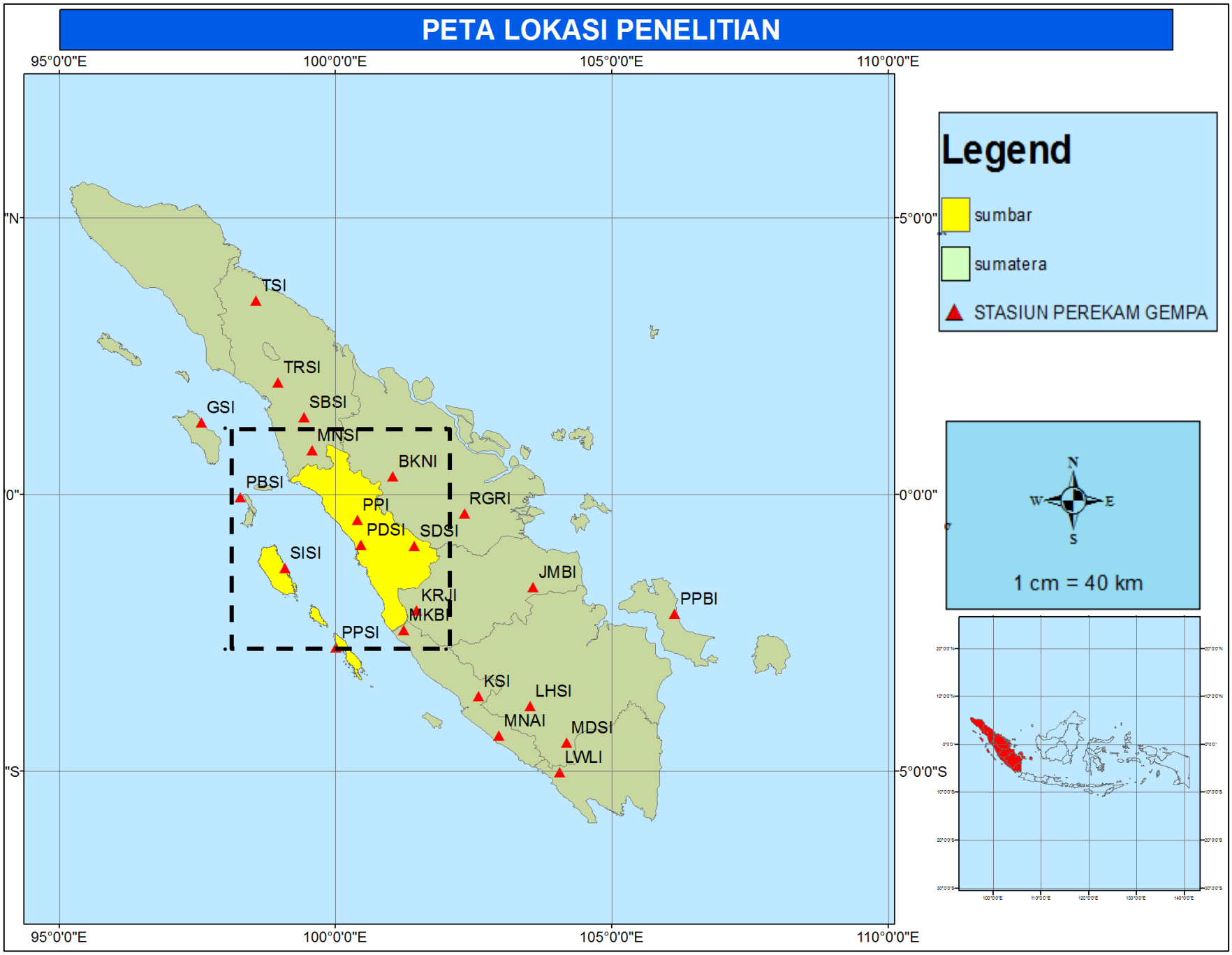
11. Stasiun seismik MDSI terletak pada koordinat (-4.4860dan 104.1782E)

12. Stasiun seismik PBSI terletak pada koordinat (-0.0547 N dan 98.2800E)

13. Stasiun seismik PDSI terletak pada koordinat (-0.9118N dan 100.4617E)

14. Stasiun seismik PPBI terletak pada koordinat (-2.1616N dan 106.1364E)
15. Stasiun seismik MPSI terletak pada koordinat (0.3374N dan 119.8980E)
16. Stasiun seismik PPI terletak pada koordinat (-0.4550N dan 100.3968E)
17. Stasiun seismik PPSI terletak pada koordinat (-2.7660N dan 100.0100E)
18. Stasiun seismik PGRI terletak pada koordinat (-0.3491N dan 102.3338E)
19. Stasiun seismik SDSI terletak pada koordinat (-0.9325N dan 101.4280E)
20. Stasiun seismik SBSI terletak pada koordinat (1.3988N dan 99.4310E)
21. Stasiun seismik SISI terletak pada koordinat (-1.3265N dan 99.0895E)
22. Stasiun seismik TRSI terletak pada koordinat (2.0256N dan 98.9594E)
23. Stasiun seismik TSI terletak pada koordinat (3.5012N dan 98.5645E)

Berikutini merupakan peta dan posisi daerah penelitian yang dapat dilihat pada **Gambar 1.**

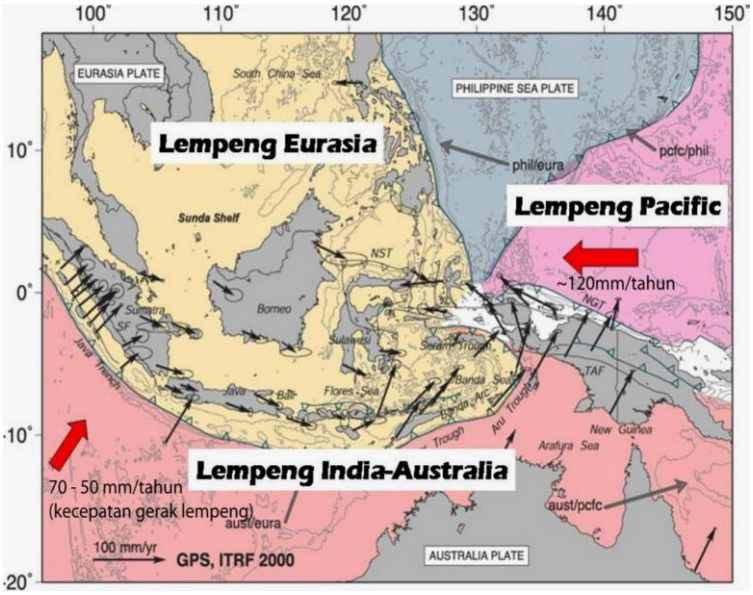


Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

B. Sistem Tektonik Pulau Sumatera

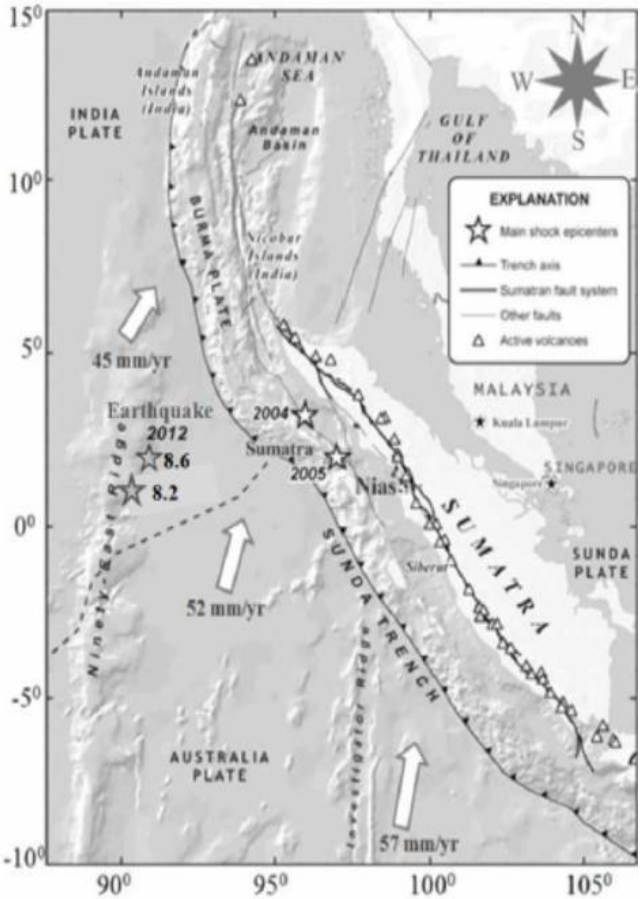
Sumatera merupakan bagian dari Lempeng Eurasia yang mengalami pergeseran relatif ke arah barat daya kemudian bertemu dengan Lempeng India-Australia yang terletak di bagian barat Pulau Sumatera yang bergeser relatif ke arah utara dengan kecepatan 6 cm (per tahun). Sehingga pertemuan antara kedua lempeng tersebut membentuk zona subduksi.

Sistem busur pada subduksi Sumatera dibentuk oleh penyusupan Lempeng Benua. Lempeng Benua tebal dan tua ini meliputi busur vulkanik, kapur, dan tersier. Sedimen elastis sangat tebal menyusup di subduksi Sumatera dan sedimen yang tebal didorong ke atas membentuk rangkaian kepulauan. Jalur subduksi ini membujur sepanjang pantai barat Sumatera. Hal ini pula yang menyebabkan di sebagian besar wilayah Sumatera khususnya wilayah sumatera Barat rentan terhadap bahaya gempabumiPeta tektonik kepulauan Indonesia ditunjukan oleh **Gambar 2**.



Gambar 2. Peta Tektonik Indonesia, Panah besar merah merupakan kecepatan gerak dari lempeng. Panah-panah hitam menunjukkan kecepatan gerak dari lokasi tempat pengukuran monument GPS antara tahun 1989-2000 (Irsyam, dkk., 2010)

Akibat tumbukan lempeng terbentuklah patahan-patahan di Sumatera dan Sesar Mentawai. Patahan di Sumatera dari Aceh hingga Teluk Semangko. Sedangkan Sesar Mentawai terletak di laut, yaitu antara cekungan muka dan zona prismatik akresi di sebelah barat Pulau Sumatera (Hidayati, dkk., 2010). Sesar Sumatera memiliki aktivitas yang tinggi sementara Sesar Mentawai hanya sebagiannya saja yang memiliki aktivitas yang cukup tinggi (Mustafa, 2010). Pertemuan antara Lempeng India dan Lempeng Australia terus bergerak dengan kecepatan relatif (45 mm/tahun, 52 mm/tahun, dan 57 mm/tahun (McCaffrey, 2009) ditunjukan pada **Gambar 3**).



Gambar 3. Tektonik dari Lempeng India dan Lempeng Australia. Batas antara Lempeng India dan Lempeng Australia didekati dengan garis putus-putus. (Wharton *Ridge).* (McCaffrey, 2009).

BAB III. TEORI DASAR

A. Klasifikasi Gempabumi

Gempabumi merupakan fenomena alam yang bersifat merusak dan terjadi karenaadanya getaran pada permukaan bumi yang disebabkan oleh gelombang seismik akibat dari pelepasan energi secara tiba-tiba dari dalam bumi. Gempabumi dapat diklasifikasikan berdasarkan sumber terjadinya gempa, Hoernes (1878) sebagai berikut:

1. Gempabumi Vulkanik, yaitu gempabumi yang terjadi akibat adanya aktivitas magma , ketika gunumg api akan Meletus. Getaran gempabumi biasanya hanya dirasakan di daerah sekitar gunung tersebut.
2. Gempabumi Tektonik, yaitu gempabumi yang disebabkan karena adanya aktivitas pergerakan lempeng tektonik. misalnya adanya pergeseran atau tumbukan antar lempeng pembentuk kulit bumi. Gempabumi tektonik dapat menimbulkan kerusakan atau bencana alam seperti tsunami, dan getaran gempabumi yang dahsyat mampu menjalar keseluruh bagian bumi.
3. Gempabumi Runtuhan, yaitu gempabumi yang terjadi karena adanya runtuhan atau longsoran dari massa batuan.
4. Gempabumi Buatan, yaitu gempabumi yang sengaja dibuat oleh manusia untuk

suatu tujuan, seperti getaran yang terjadi karena ledakan dinamit atau nuklir.

Berdasarkan keadalamannya sumber gempabumi, Bath (1979) mengelompokan gempabumi menjadi :

1. Gempabumi dangkal (h < 60 km)
2. Gempabumi menengah (60 > h < 300 km)
3. Gempabumi dalam (h > 300 km)

Berdasarkan kekuatan atau magnitudo (M) gempabumi dapat diklasifikasikan, Hagiwara (1974) menjadi:

1. Gempa sangat besar, M > 8,0
2. Gempa besar, 7,0 < M < 8,0
3. Gempa sedang, 4,5 < M < 7,0
4. Gempa mikro, 1,0 < M < 4,5
5. Gempa ultra mikro, M < 1,0

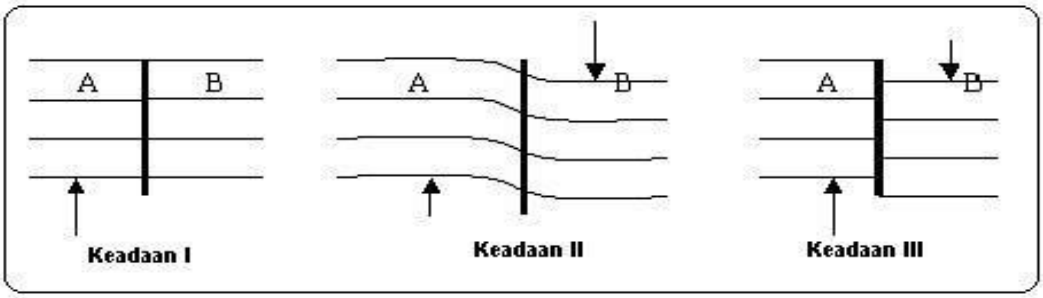
Berdasarkan tipe nya, Mogi (1967) membedakan gempabumi menjadi 3 (tiga) tipe yaitu :

1. Tipe I : yaitu gempabumi utama (*main shock*) tanpa didahului gempa permulaan (*fore shock*), tetapi diikuti dengan banyak gempabumi susulan (*after shock*). Gempabumi tipe ini adalah gempa bumi yang paling umum terjadi.
2. Tipe II : yaitu gempabumi utama (*main shock*) didahului gempa-gempa pendahuluan (*fore shock*) dan kemudian diikuti gempa susulan (*after shock*) yang cukup banyak jumlahnya.
3. Tipe III : yaitu gempabumi dimana tidak terdapat gempa utama (*main shock*),

biasa disebut gempabumi “swarm”.

B. Teori *Elastic Rebound*

Elastic Rebound Theory yang dikemukakan oleh seorang *seismologist* Amerika bernama Reid (Bolt, 1978) menjelaskan proses terjadinya gempabumi yang terdapat pada **Gambar 4.**



Gambar 4. Model *Elastic Rebound* (Subardjo dan Ibrahim, 2004)

Pada keadaan I menunjukkan suatu lapisan yang belum terjadi perubahan bentuk geologi. Karena di dalam bumi terjadi gerakan yang terus-menerus, maka akan terdapat *stress* yang lama kelamaan akan terakumulasi dan mampu merubah bentuk geologi dari lapisan batuan. Keadaan II yakni suatu lapisan batuan telah mengandung *stress* dimana telah terjadi perubahan bentuk geologi. Untuk daerah A mendapat *stress* ke atas, dan daerah B mendapat *stress* ke bawah. Proses ini berjalan terus hingga *stress* yang dikandung di daerah ini cukup besar untuk merubahnya menjadi gesekan antara daerah A dan daerah B. Suatu ketika karena lapisan batuan sudah tidak mampu lagi untuk menahan *stress*, maka akan terjadi suatu perpindahan massa batuan secara tiba-tiba berupa patahan yang melepaskan gelombang seismik. Pada keadaan III menunjukan lapisan batuan yang sudah patah. Gerakan perlahan-lahan sesar ini akan berjalan terus, sehingga seluruh proses diatas akan diulangi lagi dan sebuah gempa akan terjadi lagi setelah beberapa waktu lamanya.

C. Pergerakan Lempeng Tektonik

Pergerakan lempeng tektonik terbagi atas 3 zona (Awaludin, 2011) yang terdapat pada **Gambar 5**, yaitu :

1. Zona Divergen

Zona divergen adalah pergerakan dua buah lempeng tektonik atau lebih yang bergerak saling menjauh satu sama lainnya.

2. Zona Konvergen

Zona konvergen merupakan pergerakan dua lempeng tektonik yang bergerak relatif saling mendekati. Zona konvergen terbagi dua, yaitu :

a. Zona Tumbukan

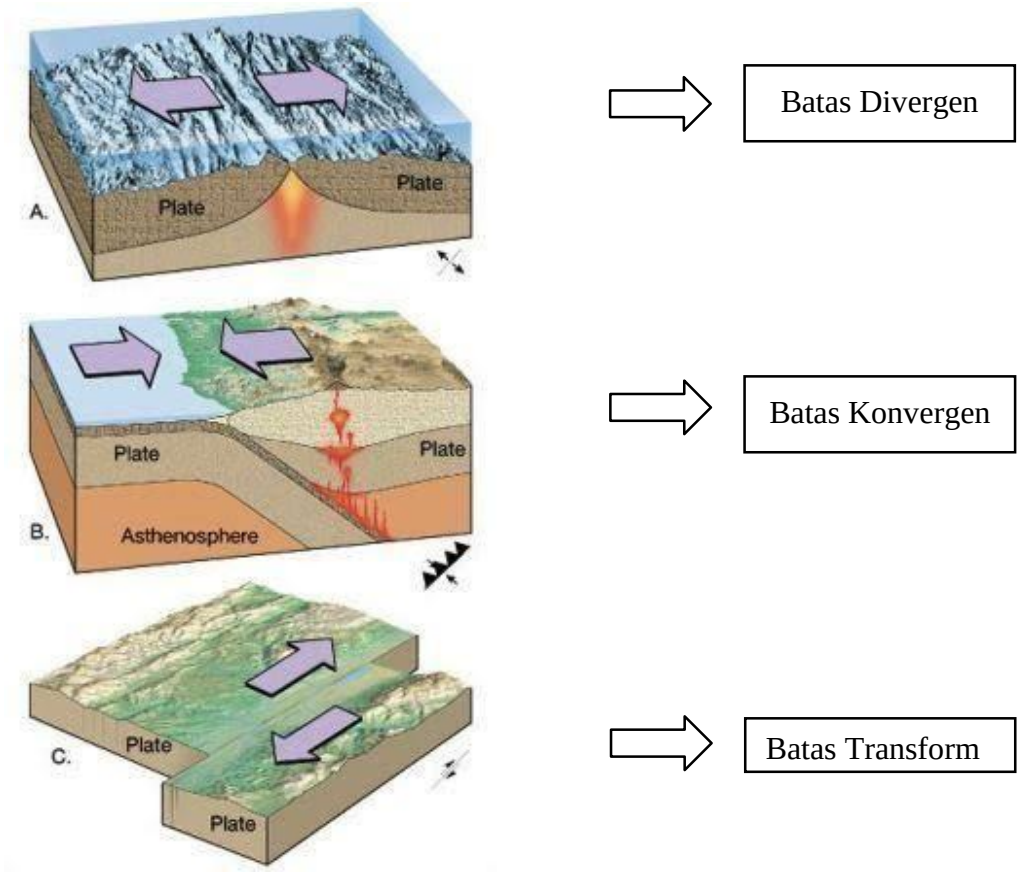
Zona tumbukan merupakan pertemuan dua lempeng dengan berat jenis sama yang bergerak relatif saling mendekati. Tumbukan ini menghasilkan pegunungan lipatan seperti Pegunungan Himalaya dan Pegunungan Andes. Aktifitas lempeng seperti ini menimbulkan gempa tektonik dangkal dan gempa vulkanik.

b. Zona Subduksi

Zona Subduksi merupakan pertemuan dua lempeng tektonik yang mempunyai berat jenis berbeda dan bergerak relatif saling mendekati sehingga lempeng yang lebih berat menyusup atau menunjam ke bawah lempeng yang lebih ringan. Zona ini ditandai dengan adanya palung laut atau *trench* sebagai batas pertemuan kedua lempeng. Selain itu, pada zona subduksi juga terdapat rangkaian gunung api yang sejajar *trench* sebagai akibat dari melelehnya lempeng yang menujam pada kedalaman 100-400 km. Aktifitas ini mengakibatkan terjadinya gempa tektonik dangkal, menengah dan dalam serta gempa vulkanik.

3. Zona Transform

Zona transform merupakan daerah singgungan dua lempeng yang bergerak relatif sejajar dan berlawanan arah sehinga pada batas kedua lempeng ini terjadi gesekan. Aktivitas ini sering menimbulkan gempa dangkal dan bersifat merusak.



Gambar 5. Batas-batas lempeng tektonik (Subardjo dan Ibrahim, 2004)

D. Gelombang Seismik

Gelombang seismik adalah energi yang merambat disebabkan karena adanya gangguan di dalam kerak bumi, misalnya adanya patahan atau adanya ledakan. Energi ini akan merambat ke seluruh bagian bumi yang dapat terekam oleh seismometer. Efek yang ditimbulkan oleh adanya gelombang seismik ini adalah apa yang kita kenal sebagai fenomena gempabumi. Perambatan gelombang seismik tergantung dari sifat elastisitas yang dimiliki oleh suatu batuan. Gelombang seismik terdiri dari Gelombang dan Gelombang Permukaan.

a. Gelombang Badan (*Body Wave*)

Gelombang badan adalah gelombang seismik yang merambat hingga ke dalam bumi. Berdasarkan gerak partikel pada media dan arah penjalarannya, gelombang badan dapat dibedakan atas gelombang P (*P-wave*) dan gelombang S (*S-wave*).

- *P-wave* atau Gelombang Primer

Gelombang P atau disebut juga gelombang primer adalah gelombang yang pertama kali tercatat di alat seimometer. Hal ini disebabkan karena gelombang ini memiliki kecepatan yang paling cepat dibandingkan gelombang seismik yang lain. Bentuk penjalaran gelombang P adalah longitudinal dimana arah gelombang sejajar dengan arah penjalarannya. Gelombang P dapat menjalar di semua medium. Arah getarannya kedepan dan kebelakang sehingga materi yang dilaluinya mengalami tekanan dan peragangan seperti spiral. Oleh karena itu, sering disebut dengan *Push-Pull Wave* atau *Compressional Wave*. Persamaan dari kecepatan gelombang P adalah :

$$V_P = \alpha = \sqrt{\frac{\lambda+2\mu}{\rho}} \qquad (1)$$

Dimana V adalah kecepatan gelombang P, λ adalah parameter *Lame*, μ adalah *rigiditas* dan ρ adalah densitas batuan.

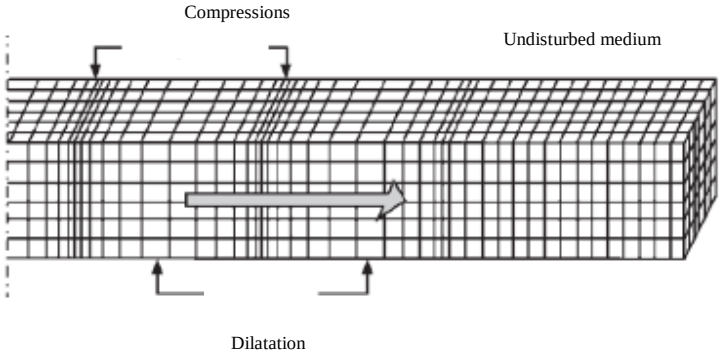
- *S-wave* atau Gelombang Sekunder

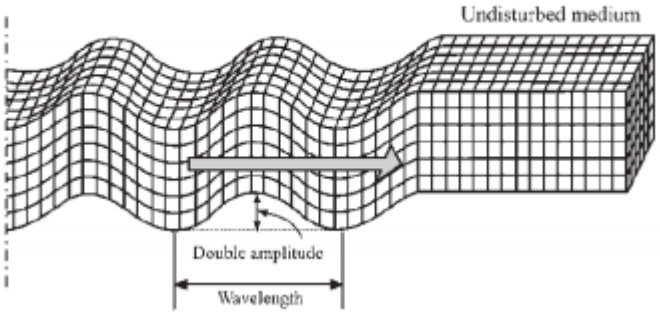
Gelombang S atau gelombang sekunder adalah gelombang seismik yang hanya merambat di permukaan bumi. Merupakan gelombang transversal yang memiliki arah getar tegak lurus dengan arah penjalarannya. Gelombang ini memiliki waktu perambatan yang lebih lama dari pada gelombang P sehingga akan tercatat setelah gelombang P pada alat seismometer. Gelombang S tidak dapat merambat di medium cair. Persamaan dari kecepatan gelombang S adalah :

$$V_S = \beta = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \qquad (2)$$

dimana Vs adalah kecepatan gelombang S, μ adalah *rigiditas* dan ρ adalah densitas batuan.

Gelombang ini menyebabkan gerakan partikel–partikel media dalam arah tangensial terhadap arah penjalaran gelombang. Bila arah getar gelombang S terpolarisir pada bidang vertikal maka gelombang tipe ini disebut gelombang SV. Sedangkan bila arah getarnya terpolarisir pada bidang horisontal maka gelombang ini disebut gelombang SH.





Gambar 6. Simulasi gerakan gelombang P dan S (Elnashai and Sarno, 2008)

b. Gelombang Permukaan (*Surface wave*)

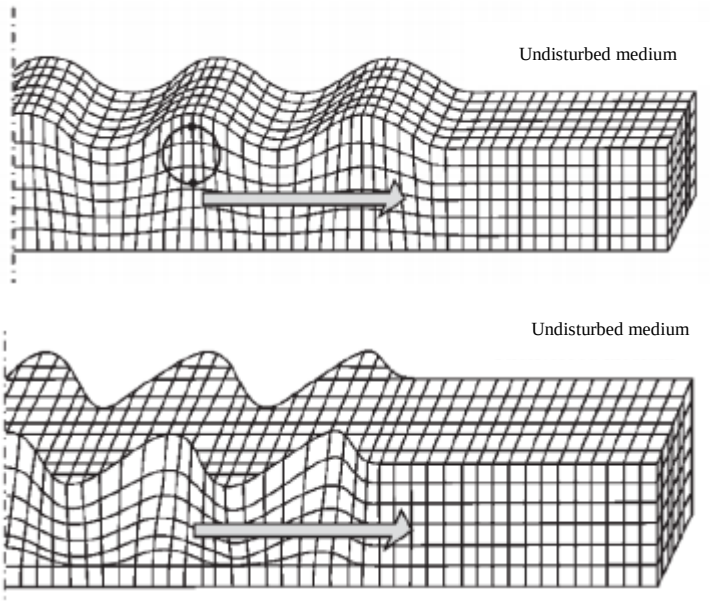
Gelombang permukaan adalah jenis gelombang seismik yang hanya merambat di permukaan bumi. Amplitudo gelombang ini akan semakin melemah jika semakin masuk ke dalam bumi. Gelombang ini dapat disamakan dengan gelombang air yang mengalir diatas permukaan bumi, gerakannya lebih lambat dibandingkan gelombang badan. Ada dua tipe Gelombang Permukaan, yaitu gelombang *Love* dan Gelombang *Rayleigh*.

- Gelombang *Rayleigh*

Gelombang *Rayleigh* adalah gelombang yang merambat pada batas permukaan saja dan hanya dapat merambat pada media padat serta arah getarannya berlawanan arah dengan arah perambatannya. Gelombang *Rayleigh* memiliki gerakan partikel yang merupakan kombinasi dari gerakan partikel Gelombang P dan S. Gerakan partikel gelombang ini terpolarisasi elips dengan faktor amplitude yang mempunyai tanda berkebalikan sehingga gerakan partikelnya mundur.

- Gelombang *Love*

Gelombang *love* adalah gelombang yang hanya merambat pada batas lapisan saja dan bergerak pada bidang yang horisontal saja. Gelombang *Love* adalah Gelombang Permukaan yang gerakan partikelnya mirip dengan Gelombang S, yaitu terjadi secara transversal. Gelombang *Love* merupakan gelombang permukaan yang terbesar dan amplitudonya meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman.



Gelombang *Love* merambat lebih cepat dibandingkan Gelombang *Rayleigh*. Simulasi perambatan gelombang permukaan dapat dilihat pada gambardibawah ini:

Gambar 7. Gelombang *Rayleigh* dan gelombang *love* (Elnashai and Sarno, 2008)

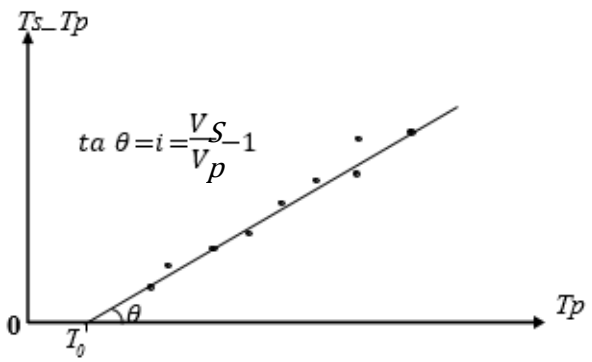
E. Parameter Sumber Gempa

Setiap kejadian gempabumi akan menghasilkan informasi seismik berupa rekaman sinyal berbentuk gelombang yang setelah melalui proses manual atau non manual akan menjadi data bacaan fase. Informasi seismik selanjutnya mengalami proses

pengumpulan, pengolahan dan analisis sehingga menjadi parameter gempabumi. Parameter gempabumi tersebut meliputi :

a. Waktu terjadinya gempa (*Origin time*)

Origin time atau waktu terjadinya gempabumi merupakan waktu dimana pelepasan energi pertama kali terjadi pada lempeng tektonik bumi yang mengalami tekanan akibat tumbukan atau gesekan dan dinyatakan dalam hari, tanggal, bulan, tahun, jam, menit, detik dalam satuan UTC (*Universal Time Coordinated*). Pada umumnya, *Origin time* ditentukan dari perpotongan garis *Tp* ketika *Ts – Tp* sama dengan nol yang secara sederhana dapat menggunakan Diagram Wadati yang ditunjukkan pada gambar berikut:

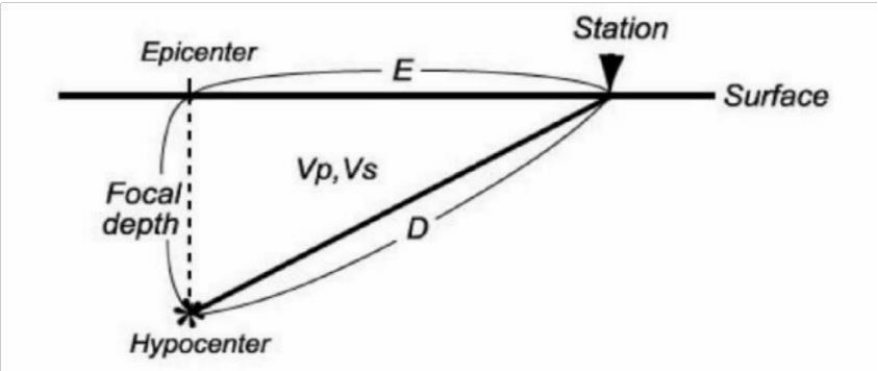


Gambar 8. Diagram Wadati (Hurukawa, dkk., 2008)

Dimana *Tp* merupakan waktu tiba gelombang P dan *Ts* merupakan waktu tiba gelombang S, To merupakan *origin time*, *Vp* merupakan kecepatan dari gelombang P sedangkan *Vs* merupakan kecepatan gelombang S. Pada diagram wadati ini tidak memperhatikan model struktur dalam bumi, sehingga hanya mengasumsikan struktur bumi yang bersifat homogen. Hasil *origin time* ini menunjukkan hiposenter yang kurang akurat sehingga harus dilakukan relokasi ulang untuk mengetahui hiposenter yang lebih akurat dengan struktur bumi yang heterogen.

b. Hiposenter

Hiposenter yaitu pusat gempabumi yang berada di dalam permukaan bumi. Untuk memudahkan terkadang hiposenter diasumsikan sebagai sebuah titik, namun pada kenyataannya hiposenter merupakan sebuah bidang yang luasnya tergantung pada besarnya energi yang dilepaskan. Penentuan hiposenter juga dapat menggunakan diagram Wadati, dengan mengasumsikan bahwa lapisan bumi adalah homogen.



Gambar 9. Jarak hiposenter (Hurukawa, dkk., 2008)

Dari **Gambar 9.** *D* adalah jarak hiposenter dengan stasiun pencatat, dan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$D = Tpo * Vp \quad (3)$$

$$D = Tso * Vs = (Ts - To) * Vs$$

$$= \{(Ts - Tp) + (Tp - To)\} * Vs$$

$$= (Tsp + Tpo) * Vs \text{ dimana } Tsp \text{ adalah } Ts - Tp. \quad (4)$$

Ts merupakan waktu tiba gelombang S, *Tp* merupakan waktu tiba gelombang P, *Vp* merupakan kecepatan gelombang P dan *Vs* merupakan kecepatan dari

gelombang S. Dari persamaan 3 diatas, kita dapat mengetahui jarak dari stasiun ke pusat gempabumi.

c. Episenter

Episenter merupakan titik di permukaan bumi yang merupakan reflektifitas tegak lurus dari hiposenter. Lokasi episenter dibuat dalam koordinat kartesian bola bumi atau sistem koordinat geografis dan dinyatakan dalam derajat lintang dan bujur.

d. Magnitudo

Ukuran dari kekuatan gempa disebut magnitudo, yaitu parameter gempa yang mengukur besarnya energi gempa yang dilepaskan dari sumbernya. Jadi pengukuran magnitudo yang dilakukan di tempat yang berbeda harus menghasilkan harga yang sama walaupun gempa yang dirasakan di tempat-tempat tersebut tentu berbeda. Satuan yang dipakai adalah Skala Richter.

F. Metode Penentuan Episenter

Ketika menentukan lokasi sumber gempabumi memerlukan data seperti waktu tiba gelombang seismik paling sedikit 4 data waktu tiba gelombang P. Sedangkan menentukan magnitude gempabumi dibutuhkan pengukuran amplitudo, dan periode atau lamanya gelombang itu tercatat di suatu stasiun . Selain itu juga dibutuhkan data posisi stasiun yang digunakan dan model kecepatan gelombang seismik. Episenter gempa dapat di tentukan secara *manual* dengan menggunakan metode lingkaran ataupun metode hiperbola, sedangkan program komputer untuk

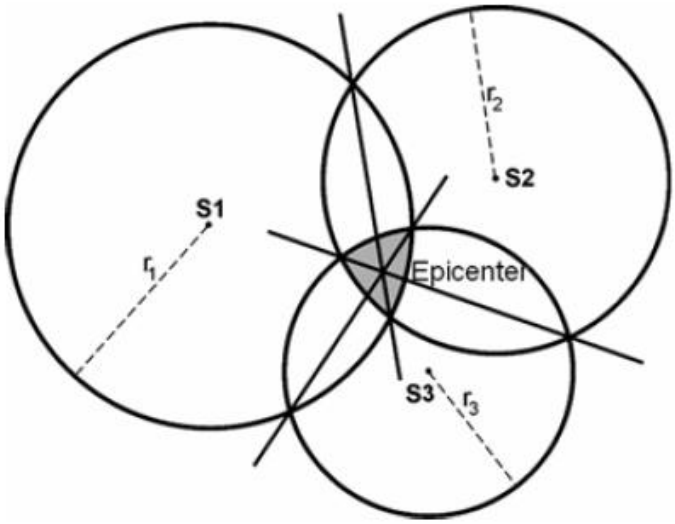
menentukan parameter gempa digunakan metode Geiger. Metode-metode tersebut dijabarkan sebagai berikut :

a. Metode Lingkaran

Dalam metode lingkaran, data yang digunakan adalah data waktu tiba gelombang P dan S dengan minimal menggunakan tiga stasiun pencatat S_1, S_2 dan S_3 yang dapat dibuat masing-masing lingkaran dengan pusat stasiun dan jari jari r_1, r_2 dan r_3 yang ditunjukkan pada **Gambar 10**. Jari-jari lingkaran adalah jarak hiposenter.

$$d = (Tp-T_0)* \alpha$$

dimana α adalah kecepatan gelombang P, Tp adalah waktu kedatangan gelombang P, sedangkan T_0 adalah waktu terjadinya gempa di sumber. Koordinat episenter berada di dalam daerah yang diasir dimana ketiga lingkaran saling berpotongan. Perkiraan paling tepat adalah hasil perpotongan berupa titik, namun tidak selalu ketiga lingkaran tersebut dapat berpotongan di satu titik, hal tersebut mengindikasikan adanya kesalahan pada observasi.



Gambar 10. Penentuan episenter metode lingkaran (Bormann, 2002)

Jarak hiposenter dari masing-masing stasiun dapat dihitung dengan formula Omori :

$$D = k * Tsp \quad (5)$$

Dimana k adalah konstanta Omori dan Tsp adalah selisih waktu tiba gelombang P dan S.

$$k = \frac{Vp}{\frac{Vp}{Vs} - 1} \quad (6)$$

Dimana :

Vp: kecepatan gelombang P

Vs: kecepatan gelombang S

D : Jarak hiposenter

Jika kecepatan gelombang P (*Vp*) di kerak bumi sekitar 5.7-6.0 km/s maka *Vp/Vs* bernilai sekitar 1.73, dimana hampir semua gempa yang terjadi nilai k sekitar 8 km/s.

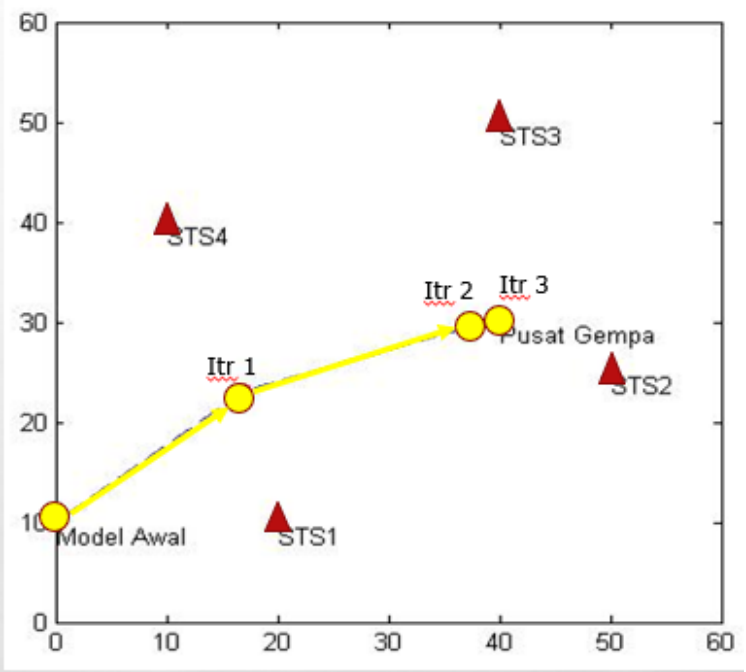
b. Metode Geiger

Metode geiger membutuhkan data waktu tiba gelombang P dan atau gelombang S. diasumsikan yang digunakan adalah bumi terdiri dari lapisan datar yang homogen isotropik, sehingga ketika waktu tiba gelombang gempabumi yang diakibatkan pemantulan dan pembiasan untuk setiap lapisan dapat dihitung.

Cara yang digunakan dengan memberikan harga awal hiposenter, kemudian menghitung waktu rambat gelombang untuk setiap stasiun yang digunakan. Dari perhitungan ini didapatkan residu, yaitu perbedaan antara waktu rambat gelombang yang diamati dengan waktu rambat gelombang yang dihitung untuk setiap stasiun.

Perkembangan perhitungan numerik dan teknik komputasi dewasa ini mengisyaratkan bahwa metode ini adalah yang paling cocok digunakan. Walaupun demikian, metode geiger masih memiliki kesalahan perhitungan, terutama apabila data yang digunakan bersumber dari stasiun dengan jarak yang relatif sangat jauh. Variasi kecepatan gelombang seismik pada jarak tersebut tidak dapat dihitung dengan akurat. Variasi kecepatan gelombang sebesar lebih kurang 0,2 km/dt ternyata memberikan kesalahan penentuan posisi hiposenter sampai beberapa puluh kilometer (Shedlock, 1985). Oleh karena itu, metode ini hanya dapat digunakan dengan akurat untuk menentukan posisi hiposenter dan waktu asal dari suatu gempa yang bersifat lokal.

Konsep dasar metode Geiger ini adalah perhitungan waktu tiba gelombang seismik merupakan persamaan Non-Linier, sehingga tidak bisa dilakukan perhitungan inversi secara langsung. Untuk itu dibutuhkan pendekatan linier dalam menyelesaikan permasalahan Inversi Non-Linier. Dan juga diperlukan lokasi awal sumber gempabumi coba-coba yang cukup dekat dengan lokasi sumber gempabumi sebenarnya.



Gambar 11. Penentuan Episenter Geiger (BMKG, 2014).

G. Metode *Coupled Velocity Hipocenter*

Metode *Coupled Velocity Hipocenter* merupakan metode yang digunakan untuk merelokasi hiposenter gempabumi dan koreksi stasiun secara bersaan, serta mendapatkan model kecepatan gelombang seismik 1D yang baru dengan menggunkan prinsip Geiger. Model kecepatan gelombang seismik merupakan salah satu parameter gempabumi yang sangat berpengaruh terhadap penentuan hiposenter gempabumi. Semakin tepat model kecepatan yang digunakan dalam penelitinan maka akan semakin akurat pula hiposenter yang didapatkan (Rachman dan Nugraha, 2012).

Pembaharuan model kecepatan, koreksi stasiun dan relokasi gempabumi dapat dilakukan dengan menggunkan *software VELEST 3.3*, dimana pembaharuan tersebut menggunkan persamaan *Kissling* (1995). Persamaan tersebut dapat

dituliskan sebagai berikut :

$$r = t_{obs} - t_{cal} = \sum_{k=1}^{4} \frac{\partial f}{\partial h_k} \Delta h_k + \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial f}{\partial m_i} \Delta m_i + \mathrm{e} \qquad (7)$$

Keterangan :

r = residual waktu tempuh observasi dan waktu tempuh kalkulasi.

t_{obs} = waktu tempuh observasi

t_{cals}= waktu tempuh kalkulasi

f = fungsi terhadap lokasi stasiun (s)

h = lokasi hiposenter dan watu tiba/*origin time*

m = model kecepatan

k = jumlah hiposenter

I = jumlah stasiun

e = koreksi stasiun

pada proses selanjutnya, nilai-nilai tersebut digunakan dalam *forward modelling* untuk memperoleh nilai t_{cal} baru yang akan dibandingkan *misfitnya* dengan nilai t_{cal} sebelumnya. Proses tersebut merupakan proses dalam *software VELEST3.3* untuk sebuah iterasi. Untuk setiap iterasi terdapat nilai RMS antara data waktu tempuh observasi dan waktu tempuh perhitungan, sehingga banyaknya iterasi dapat diatur sampai memenuhi kriteria RMS yang diinginkan atau RMS terbaik yaitu kurang dari 1.

IV. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat Tugas Akhir atau penelitian dilakukan di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kotabumi. Berlangsung pada 06 September 2018 s.d 06 Oktober 2018 yang meliputi pengumpulan data, pengolahan serta interpretasi terhadap hasil pengolahan.

B. Alat danBahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gempabumi Sumatera Barat dengan letak geografis 1.20º LU – 2.8º LS dan 98º BT - 102º BT, pada periode Januari 2010 – Desember 2017, *Software VELEST 3.3, Software ArcGis 10, Software Notepad++, Software Ms.Excel,* data koordinat stasiun dan data model kecepatan gelombang P 1D (*ak135 f*).

C. Proses Pengambilan Data

Data gempa yang digunakan pada penelitian ini terletak pada daerah Sumatera Barat, adapun data yang didapatkan adalah seperti berikut :

1. Data gempa yang didapatkan berasal dari BMKG berupa *database* dimana pada data ini terdapat informasi mengenai tanggal kejadian gempa, *origin time*, hiposenter gempa (x, y,z), magintudo gempa dan *Phase* gelombang.

2. Data stasiun pengamat yang digunakan berisi informasi (*latitude,longitude* dan *elevasi*) dari masing-masing stasiun.
3. Model kecepatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan model kecepatan *ak135f*.

D. Proses Pengolahan Data

Adapun proses pengolahan data pana penelitian Tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sortir Data

   Data-data gempa yang didapatkan dari BMKG kemudian disortir berdasarkan koordinat daerah penelitian, gempa dengan magnitudo ≥ 4, Rms < 2, Stasiun denga *phase* P dan data stasiun yang akan digunakan.
2. Plotting Posisi Hiposenter sebelum direlokasi

   Setelah proses sortir data kemudian plotting posisi hiposenter awal sebelum diolah menggunkan *software VELEST 3.3*, proses *plotting* hiposenter menggunakan *software ArchMap.10*.
3. Pengolahan Data dengan menggunakan *Software VELEST 3.3*

   Proses pengolahan data menggunakan *VELEST* 3.3 diperlukan data input dengan format file sebagai berikut :

   - *.cnv merupakan data gempa bumi.
   - *.mod merupakan model kecepatan yang digunakan
   - *.sta merupakan list stasiun beserta koordinatnya
   - *.cmn merupakan control parameter

Dari proses input tersebut akan menghasilkan data output dengan format *.out yang

berisikan (*main print output*, hiposenter baru hasil relokasi dan *travel time*, koreksi stasiun, dan model kecepatan baru).

Tabel 1. Model kecepatan gelombang P 1D (*ak135f)*

Kedalaman (km)	*Vp* (km/s)
0 – 10	1.45
10-18	5.8
18 – 43	6.84
43 – 80	8.03
80 - 120	8.04
120 - 165	8.05
165 - 210	8.17
210 - 260	8.3
260 - 310	8.48

4. Relokasi Posisi Hiposenter Gempabumi

   Setelah dilakukan pengolahan dengan menggunkan software VELEST 3.3 kemudian didapatkan *latitude*, *longitude* serta kedalaman gempabumi yang baru. Hasil tersebut di plotting menggunkan Arc.Map guna untuk melihat perbandingan atau perbedaan hiposenter sebelum dan sesudah relokasi. Selain itu dilakukan pula relokasi secara perhitungan untuk mengetahui seberapa besar pergeserannya, dengan menggunkan persamaan berikut :

   - pergeseran latitude:

     $$X = \sqrt{lat.sesuah\ relokasi - lat.sebelum relokasi} \quad (8)$$

- pergeseran longitude:

  Y = $\sqrt{lon.sesuah\ relokasi - lon.sebelum relokasi}$ (9)

- pergeseran Kedalaman

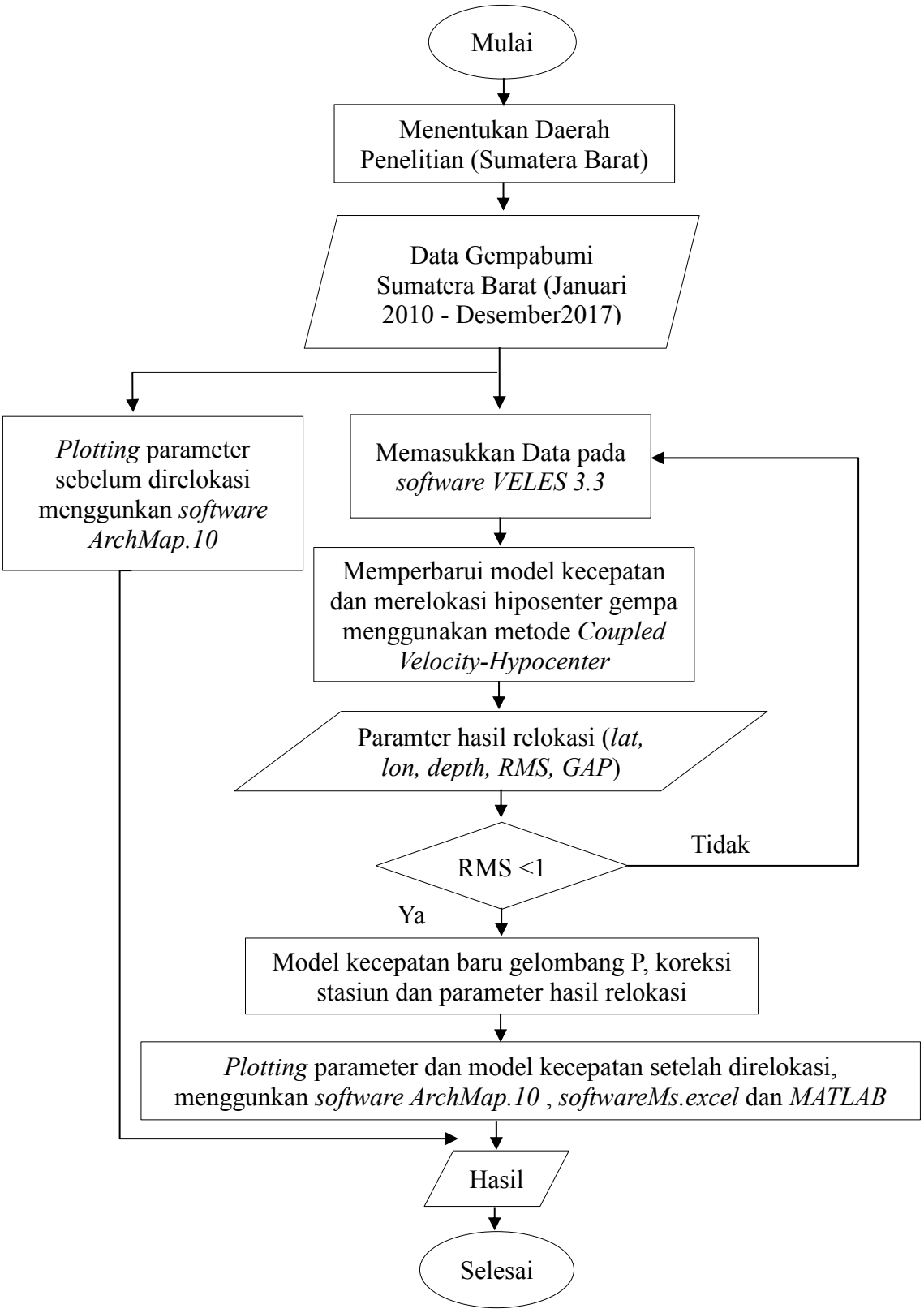
  Z = $\sqrt{depth\ sesuah\ relokasi - depth\ sebelum relokasi}$ (10)

- Besar pergeseran Hiposenter

  R = $\sqrt{X^2 + Y^2}$ (11)

E. Diagram Alir

Diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada **Gambar 12.**



Gambar 12. Diagram alir

F. *Time Schedule*

Time Schedule dari penyusunan skripsi ini tertera pada **Tabel 2**.

Tabel 2. *Time schedule* penyusunan skripsi

Kegiatan	Jadwal kegiatan										
	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mar	April	Mei	Juni	Juli
Studi literatur											
Pemilihan data											
Pemilihan *software*											
Pengolahan data											
Penyusunan proposal											
Seminar proposal											
Penyusunan hasil											
Seminar hasil											
Uji komprehensif											

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil relokasi hiposenter mengalami Pergeseran horizontal (x,y) mulai terjadi dari 0.02 km sampai dengan 64.01 km dan pergeseran vertikal (kedalaman) mengalami pergeseran anatara 0.01 km sampai dengan 44 km. Dan dari hasil penelitian ini lebih cenderung mengalami gempa dangkal, karena dari 367 data terdapat 287 data yang disebut gempa dangkal. Yang dimana sifat gempa dangkal adalah destruktif, yang artinya lebih berpotensi mengalami kerusakan pada bangunan serta pada dataran lainnya. sehingga, diharapkan untuk mitigasi bencana lebih dioptimalkan pada daerah Sumatera Barat.

2. Pada stasiun GSI, KSI, LWLI, MKBI, MNAI, MNSI, PDSI, PPI, PPSI, SBSI, SISI dan TRSI memiliki angka watu tunda yang negatif, hal tersebut menunjukkan jika stasiun-stasiun seismik tersebut memiliki waktu tiba gelombang P lebih cepat sampai ke stasiun seismik.

3. Model kecepatan sangat mempengaruhi hasil relokasi hiposenter, karena model kecepatan menggambarkan struktur geologi bawah tanah permukaan penelitian. Sehingga setelah dilakukan penelitian dengan metode Coupled Velocity-

Hypocenter didapatkan perubahan nilai pada model kecepatan awal dan akhir, dikarenakan perbedaan cakupan kondisi letak geografis pada daerah penelitian dan kurun waktu pengambilan data penelitian. Dimana Pada model kecepatan awal (*ak135f*) memiliki lapisan *conrad* pada kedalaman 0 – 18 km dengan kecepatan 1.45 – 5.80 km/s. Sedangkan lapisan Moho berada pada kedalaman 18 – 43 km dengan kecepatan 6,8 km/s. Setelah dilakukan penelitian lapisan *conrad* pada kedalaman 0 – 10 km dengan kecepatan 2.98 km/s, sedangkan lapisan Moho pada kedalaman 10 – 18 km/s.

4. Hasil relokasi hiposenter pada wilayah Sumatera Barat menggunakan metode Coupled Velocity-Hypocenter berada pada sesar-sesar yang dimana pada 367 data penelitian dihasilkan relokasi yang cukup baik, karena didapatkan nilai rata-rata RMS yang kecil yaitu 0.76 dan nilai rata-rata GAP sebesar 146°.

B. Saran

Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan dua metode dalam proses relokasi hiposenter gempa bumi. Sehingga hasil relokasi dari dua metode tersebut dapat dibandingkan dan keakurasian nya lebih tepat.

DAFTAR PUSTAKA

Bath, M., 1979. *Introduction to Seismology*. Springer Basel AG: A Halsted Press Book

Bolt, B.A., 1978. *Earthquake*. San Fransisco: The Parted Veil. W.H. Freeman and Company.

Bormann, P., 2002. "New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)" Volume 1. GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ). Germany.

Elnashai, S.A. dan Sarno, D.L., 2008. *Fundamental of Earthquake Engineering*: Hongkong. Wiley.

Hagiwara, Y., 1974. Probability of earthquake occurences as obtained from a Weibull distribution analysis of crustal strain, *Tectonophysics*. 23, pp. 323-318.

Hurukawa, N., Popa, M., dan Radulian, M.,, 2008. Relocation of Large Intermediate Depth Earthquakes in The Vrancea Region, Romania, Since 1934 and a Seismic Gap. *Earth, Planets and Space*. 60(6):565-572.

Hoernes, R., 1878. Erdbeben studien. *Johrbuch der Kaiserlich Koniglichen Geologischen Reichsanstalt*, 28, 387-448.

Irsyam, M., Sengara, W., Aldiamar, F., Widiantoro, S., Triyoso, W., Hilman, D., Kertapati, E., Meilano, I., Suhardjono, Asrusifak, dan Ridwan, M., 2010. *Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempabumi Indonesia 2010*. Kementerian Pekerjaan Umum.

Mustafa, B., 2010. Analisis Gempa Nias dan Gempa Sumatera Barat dan Kesamaannya yang Tidak Menimbulkan Tsunami. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*. Vol 2 No 1.

Mogi, K., 1967. *Earthquake and Fracture*, Tectonophysics Volume 5, Issue 1, December 1967, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, Netherlands, Pages 35-55.

Rachman, T. D., & Nugraha, A. D. (2012). Penentuan Model 1-D Kecepatan Gelombang P Dan Relokasi Hiposenter Secara Simultan Untuk Data Gempabumi Yang Berasosiasi Dengan Sesar Sumatra Di Wilayah Aceh Dan Sekitarnya. *Journal of JTM*, 19(1).

Shedlock, K.M., Hellinger, S.J., dan Ye, H., 1985. Evolution of the Xialiao Basin. *Tectonics.* Vol. 4. Issue 2. Pp. 171-185.

Subardjo, dan Ibrahim, G., 2004. *Pengetahuan Seismologi*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.