

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Garis Besar Penelitian

Secara garis besar penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yakni studi literatur dari berbagai buku serta jurnal-jurnal terkait, persiapan data gempa berupa data seismik, seleksi data yang terbagi menjadi dua bagian yaitu seleksi data untuk penentuan hiposenter dan seleksi data untuk analisis TFA, dan karakterisasi berdasarkan analisis TFA. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa waktu tiba gelombang P dan gelombang S dari gempa bumi yang terjadi di pulau Sulawesi yang diperoleh dari stasiun geofisika BMKG Balikpapan yang kemudian dikonversi dalam bentuk file *seed* agar dapat dibuka oleh program *dimas*. Adapun pada penelitian ini untuk mengelolah data digunakan beberapa *software* dan web yaitu *software* DIMAS, *software* Geopsy, *software* Arcgis dan data sekunder rekaman seismik Sulawesi tahun 2010-2015 dari stasiun geofisika BMKG.

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Studi Literatur

Tahapan ini dilakukan untuk mendalami teori-teori dan memperkuat ilmu yang berkaitan dengan penelitian ini. Tahapan ini dilakukan dengan cara membaca, mengkaji buku-buku, jurnal, paper, dan laporan-laporan lain terkait penelitian sebelumnya untuk dijadikan referensi dan acuan saat melakukan penelitian ini. Teori yang dipelajari antara lain tentang tatanan tektonik pada Pulau Sulawesi, penentuan titik hiposenter dan analisis TFA.

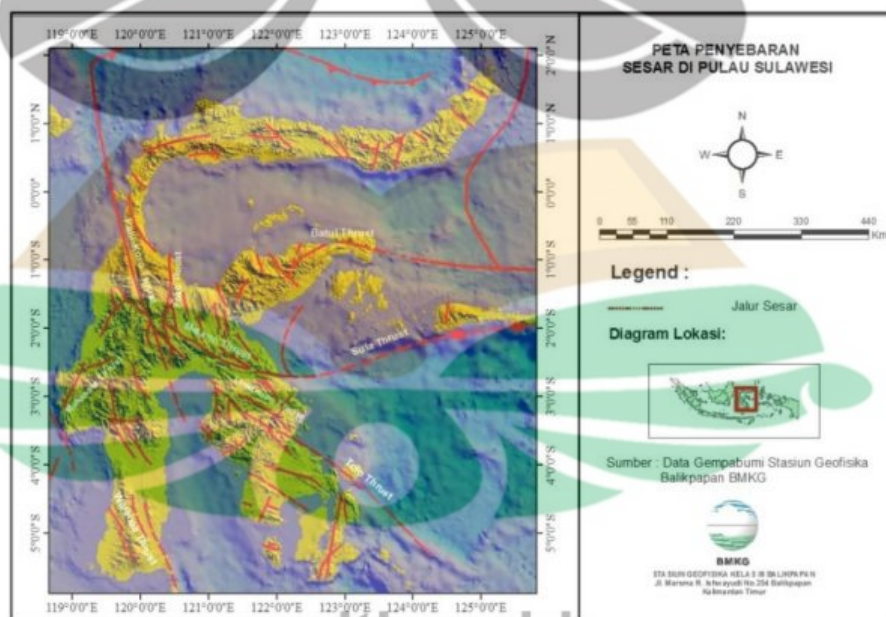
3.2.2 Persiapan Data Gempa

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa sinyal seismik dari rekaman stasiun geofisika BMKG. Adapun persiapan data gempa ini dimulai dengan memperoleh sumber data dari situs *open source* webdc.eu. Sebelum

diolah, data sekunder diekstrak dan dikonversi menjadi bentuk data SAC (*Seismic Analysis Code*). Pembacaan data sekunder ini dilakukan dengan menggunakan *software* DIMAS. Perangkat lunak ini menampilkan rekaman gempa selama *interval* tertentu pada satu kali jendela pembacaan. Kemudian data SAC ini dipisahkan kembali berdasarkan stasiun dan waktu perekamnya. Tujuan pemisahan berdasarkan stasiun adalah untuk menemukan titik episenter yang akurat karena itu diperlukan lebih dari tiga data hasil rekaman stasiun. Stasiun penangkap sinyal yang digunakan merupakan stasiun digital yang tersebar di Sulawesi. Daftar nama serta lokasi stasiun yang digunakan terlihat pada tabel 3.1. Pemisahan berdasarkan waktu bertujuan untuk mengetahui kejadian gempa berdasarkan tahun kejadiannya. Diperoleh 13 gempa yang terjadi pada periode tahun 2010-2015.

1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 1 semester (6 bulan) pengerjaan. Daerah yang digunakan untuk penelitian ini adalah kegempaan Sulawesi pada tahun 2010-2015. Sulawesi berlokasi di Asia Tenggara, dengan koordinat 2 derajat 08 menit LU (lintang utara) dan 120 derajat 17 menit BT (bujur timur). Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut



Gambar 3. 1 Daerah Penelitian

2. Stasiun Penangkap Sinyal Gempa

Berikut adalah tabel stasiun penangkap sinyal gempa beserta lokasi dari masing-masing stasiun

Tabel 3. 1 Nama dan lokasi stasiun penangkap sinya gempa yang digunakan.

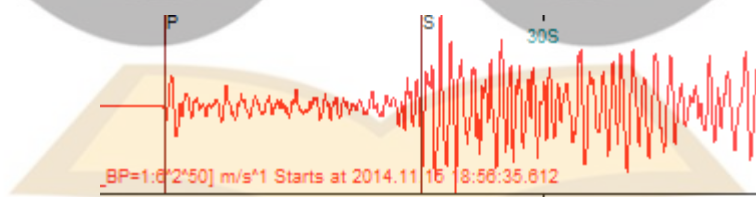
No.	Nama Stasiun	Lokasi Stasiun	
		Latitude	Longitude
1.	APSI	-0.91	121.65
2.	BBSI	-5.49	122.56
3.	BKSI	-5.32	120.12
4.	BNSI	-4.40	120.11
5.	BSSI	-6.14	120.49
6.	GTOI	0.76	122.87
7.	KKSI	-4.17	121.65
8.	KMSI	0.57	123.98
9.	LUWI	-1.04	122.77
10.	MKS	-5.22	119.47
11.	MMSI	-2.69	118.91
12.	MNI	1.44	124.84
13.	MPSI	0.34	119.90
14.	MRSI	0.48	121.94
15.	PMSI	-3.50	118.91
16.	SANI	-2.50	125.99
17.	SGSI	3.69	125.53
18.	SMSI	0.99	122.37
19.	SPSI	-3.96	119.77
20.	TMSI	1.29	124.93
21.	TOLI2	1.11	120.78
22.	TTSI	-3.05	119.82

3.2.3 Pemilahan Data

Setelah melewati konversi kedalam bentuk SAC (*Seismic Analysis Code*), data dipisahkan kembali berdasarkan tahun atau waktu perekaman. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam menganalisis spektrogram untuk selanjutnya di urutkan berdasarkan waktu kejadian. Data yang sudah dipilah kemudian melewati 2 proses pengerjaan yaitu penentuan waktu tiba gelombang P dan gelombang S untuk mencari hiposenter dan pencuplikan citra *Time Frequency Analysis* untuk penggambaran spektrogram.

1. *Picking* Data

Tahapan ini menjelaskan tentang *picking* atau pencuplikan waktu tiba gelombang P dan gelombang S pada data seismogram. Tahapan ini dilakukan menggunakan aplikasi DIMAS, yaitu sebuah *software* dengan ekstensifikasi java yang digunakan untuk membaca data seismogram dalam format SAC. Pertama kita masuk kedalam aplikasi DIMAS dan pilih *event* yang akan *dipicking* atau cuplik. Kemudian pilih komponen dari stasiun, komponen yang digunakan untuk plotting adalah komponen Z dari stasiun untuk setiap *event*. Setelah pemilihan komponen akan tampak amplitudo dari masing-masing stasiun. Sebelum memasuki proses *picking* dilakukan *filtering* agar meminimalkan *noise*, filter yang digunakan adalah *IIR Butterworth* tipe *bandpass* dengan *range* frekuensi 1-6 Hz digunakan untuk menghilangkan efek *drift* dan gangguan gelombang panjang. *Event* yang sudah di *filter* tersebut dicuplik dengan cara memplotkan awal waktu tiba dari gelombang P dan gelombang S berdasarkan kriteria dari masing – masing gelombang. Gelombang P merupakan gelombang dengan waktu tiba paling cepat jadi plotting pada *event* adalah yang pertama, sedangkan gelombang S merupakan gelombang dengan waktu tiba kedua setelah gelombang P. Selain perbedaan dari waktu tibanya, amplitudo dari gelombang P lebih kecil dibandingkan amplitudo gelombang S seperti yang terlihat pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3. 2 Tampilan proses pencuplikan gelombang

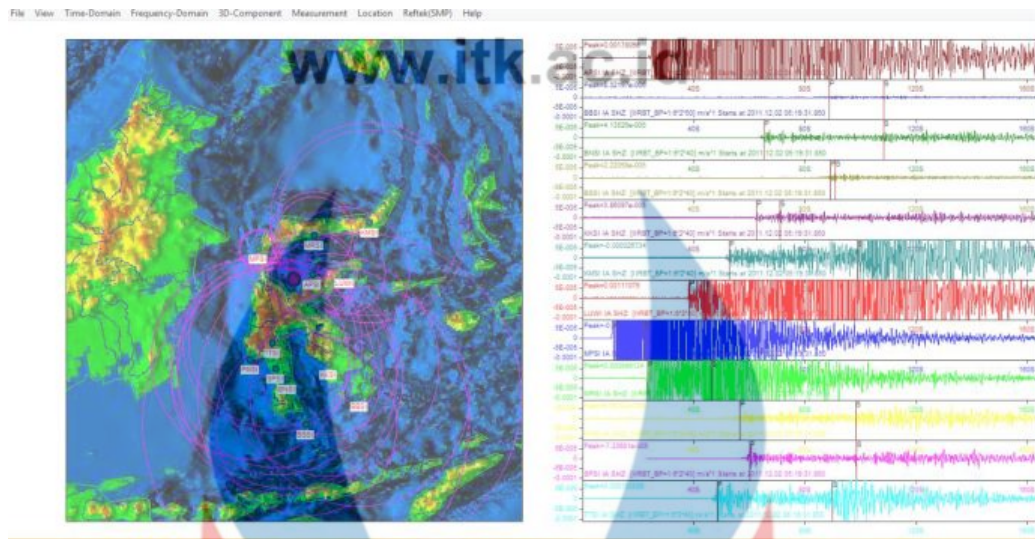
Tujuan dari *picking* atau pencuplikan data ini adalah untuk mendapatkan selisih waktu tiba gelombang P dan gelombang S. Dari selisih waktu tiba ini kita bisa mendapatkan perhitungan untuk menentukan titik episenter dan kedalaman gempa yang terjadi. Dalam proses pencuplikan ini perlu ketelitian serta kemahiran untuk

mendapatkan plot awal dari masing-masing jenis gelombang. Hasil dari pencuplikan ini bisa disimpan agar hasil plotting tidak berubah.

2. Penentuan Hiposenter Dengan Metode Lingkaran

Pada proses penentuan hiposenter ini masih menggunakan aplikasi DIMAS diman harus dipastikan data memiliki tiga atau lebih stasiun peangkap sinyal. Setelah pencuplikan gelombang, buka bar *Location* dan pilih *Hypo Location*. Kemudian hasil penentuan hiposenter bisa didapatkan. *Hypo Location* bertujuan untuk mempermudah perhitungan titik episenter dan kedalam gempa dengan metode lingkaran dari banyaknya stasiun. Proses penentuan hiposenter ini dilakukan dengan metode lingkaran kemudian direlokasi dengan *Single Event Determination* (SED) menggunakan metoda *Geiger's method with Adaptive Damping* (GAD). Dasar perhitungan dalam metode lingkaran adalah selisih waktu tiba gelombang S dan gelombang P ($t_s - t_p$) yang kita dapatkan saat melakukan *picking* atau pencuplikan sebelumnya. Setelah waktu terjadinya gempa ditentukan, jarak episenter dari setiap stasiun dapat dihitung dengan mengalikan waktu tiba gelombang P dengan kecepatan gelombang rata-ratanya. Episenter bisa ditentukan dengan membuat garis-garis perpotongan antar lingkaran – lingkaran. Pusat lingkaran ini merupakan stasiun perekam sinyal dan jari – jari lingkaran tersebut adalah jarak stasiun. Stasiun penangkap sinyal gempa akan memberikan titik potong – titik potong yang secara teoritis melewati hiposenter. Pada daerah yang dibatasi oleh perpotongan lingkaran ditarik garis dari titik – titik perpotongan tersebut sehingga diperoleh suatu daerah pusat yaitu letak episenternya. Seperti yang terlihat pada gambar 3.3 berikut

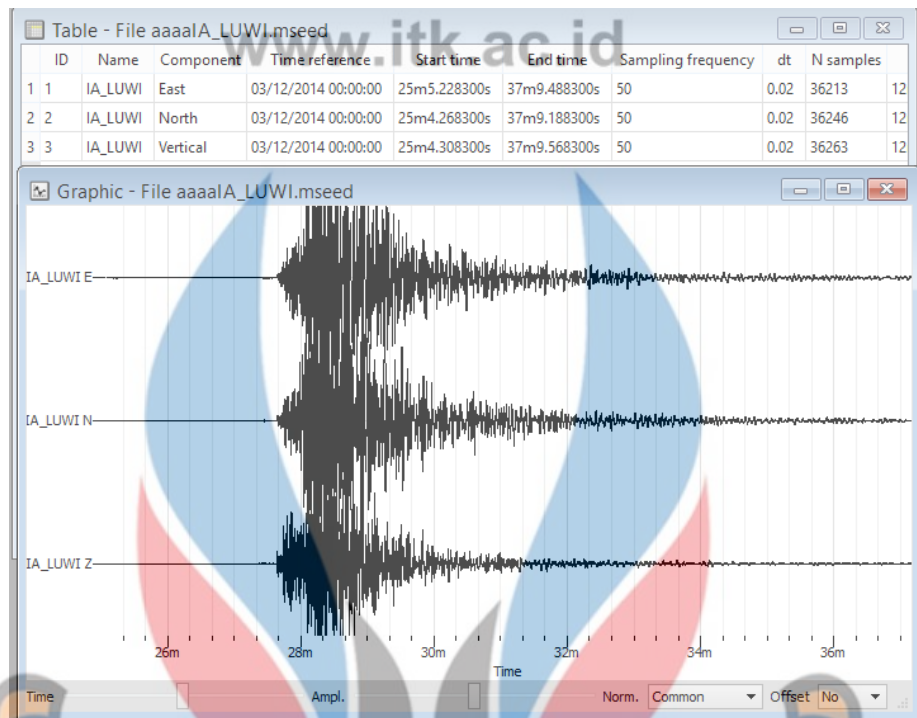




Gambar 3. 3 *Picking* gelombang dan penentuan hiposenter menggunakan DIMAS.

3. Pencuplikan Citra *Time Frequency Analysis* untuk Penggambaran Spektrogram

Pada tahap ini, data dipisahkan berdasarkan stasiun perekamnya. Setiap *event* memiliki lebih dari 3 stasiun yang merekam gelombang gempa yang terjadi dengan tempat yang berbeda. Pemisahan ini dilakukan untuk mengklasifikasi hasil spektrogram berdasarkan stasiun dan tempatnya. Hasil pemisahan data disimpan dalam bentuk SAC menggunakan aplikasi Geopsy. Setelah melakukan pemisahan data akan dipaparkan gambar spektrogram dari hasil gelombang yang telah melalui tahap *picking* atau pencuplikan dan penentuan titik hiposenternya. Gambar 3.4 menunjukkan sinyal gempa bumi, dari sinyal ini bisa dilakukan analisis spektrogram gempa bumi.



Gambar 3. 4 Sinyal per stasiun yang digunakan untuk menentukan spektral menggunakan Geopsy.

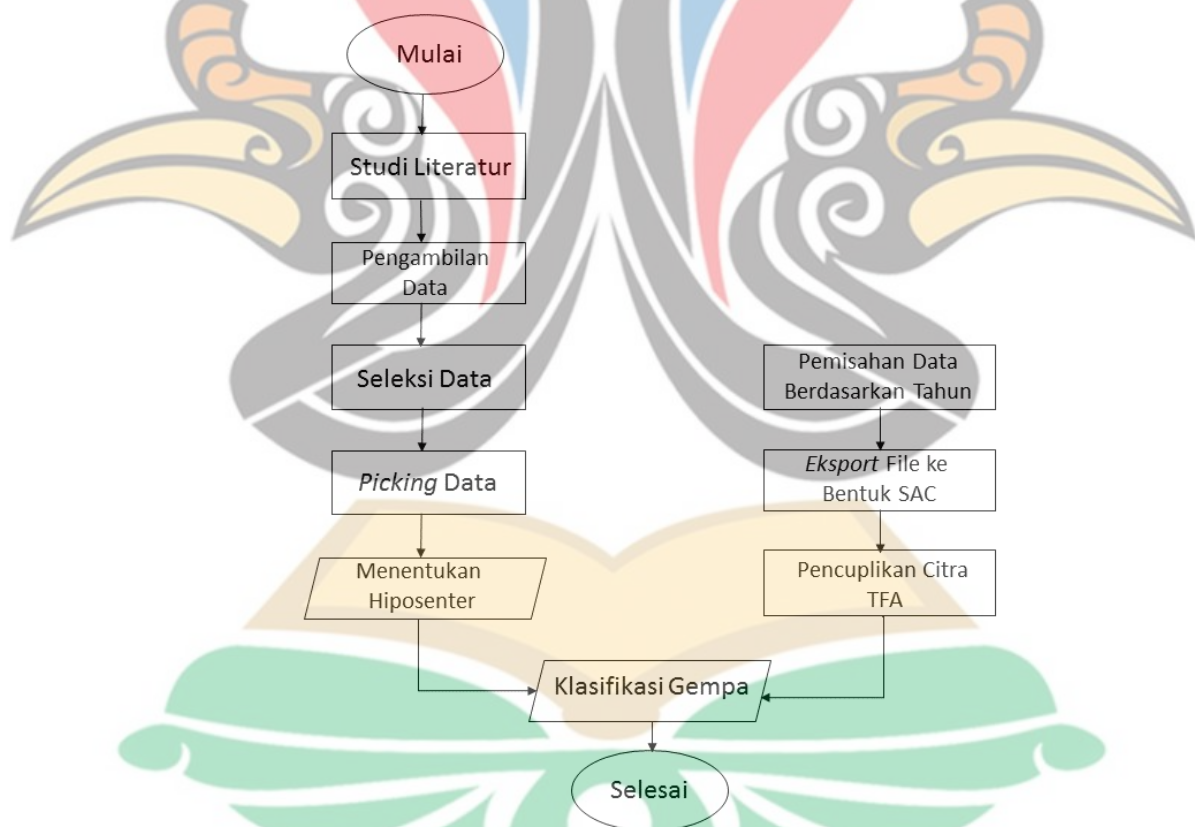
3.2.4 Karakterisasi Berdasarkan Analisis Spektrogram

Tahapan analisis spektral dilakukan untuk mendapatkan frekuensi dari sinyal – sinya gempa tektonik Sulawesi. Untuk proses analisis spektrogram digunakan *software* Geopsy. Selanjutnya data hasil pemisahan stasiun dan waktu kejadian dibuat dalam satu folder. Saat memulai Geopsy buka bar *File* dan pilih *event* yang akan diproses. Pastikan bahwa sinyal dari stasiun yang dipilih tidak memiliki eror karena akan mempegaruhi hasil spektrogramnya. Setelah itu pilih bar *Time Frequency Analysisi* untuk memulai perubahan domain waktu ke domain frekuensi. Dari pengolahan *Time Frequency Analysisi* ini dihasilkan gambar spektrogram yang kemudian disimpan dan diinterpretasikan. Analisis spektrogram menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dimana sebelum dilakukan analisis spektrogram terlebih dahulu dilakukan *filtering* data yang bertujuan untuk memperoleh spektrum sinyal yang diinginkan. Dimana dalam proses *filtering* datanya adalah 1-10 Hz. Sedangkan pada tahapan *Running* Spektrogram dilakukan

untuk melihat dominasi frekuensi-frekuensi dari gempa tektonik terhadap waktu terjadinya. Analisis spektral dalam seismologi menggunakan algoritma Transformasi Fourier. Transformasi Fourier adalah transformasi dari domain waktu ke domain frekuensi. Dari proses di atas didapatkan *range* frekuensi gempa yang terkumpul. *Range* frekuensi ini digunakan untuk menambah klasifikasi karakteristik gempa yang diperoleh dari penentuan hiposenter sebelumnya. Dari hasil klasifikasi dapat diketahui apakah gempa-gempa yang terjadi di Sulawesi memiliki keterkaitan antar waktu kejadiannya. Ini merupakan tahap akhir dan hasil yang penulis inginkan.

3.3 Diagram Alir Penelitian Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan dalam beberapa tahap-tahap penelitian seperti yang tertera pada Gambar 3. 2



Gambar 3. 5 Diagram alir penelitian