

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September – Desember 2017 yang bertempat di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Klas I di Jalan Cemara No. 66 Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia.

3.2 Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskripsi analitik data *event* gempa. Pada tahun 1944, Gutenberg-Richter (dalam Sunardi, 2013) menyatakan bahwa distribusi gempa pada suatu daerah rentang kejadian yang diamati akan mengikuti sebuah rumusan yang dikenal dengan relasi Gutenberg-Richter yang dan biasa dinyatakan dalam rumus:

$$\log n(M) = a - bM \text{ atau } \log N(M) = a - bM \quad (3.1)$$

Dengan $a' = a - \log(b \ln 10)$, $n(M)$ adalah jumlah gempa dengan magnitudo lebih besar atau sama dengan M dan $N(M)$ adalah jumlah kumulatif gempabumi dengan magnitudo lebih basar atau sama dengan M . nilai a dan b merupakan parameter model regresi.

Jika fungsi distribusi probabilitas yang tergantung pada parameter b adalah $f(M, b)$, maka fungsi *likelihood* didefinisikan sebaagai (Wandono dkk., 2004):

$$P(M, b) = f(M_1, b)f(M_2, b)f(M_3, b) \dots \dots f(M_N, b) \quad (3.2)$$

M_i dan b merupakan magnitudo dan parameter *gradient* dari persamaan (3.1). Estimasi *maximum likelihood* nilai b dapat ditentukan dengan rumus:

$$\frac{\partial \ln P}{\partial b} = 0 \quad (3.3)$$

Fungsi distribusi probabilitas M_i pada distribusi frekuensi-magnitudo adalah:

$$f(M_i, b) = be^{-b(M_i - M_0)}, M_i > M_0 \quad (3.4)$$

Dengan $b' = b \ln 10$. Dengan demikian fungsi *likelihood* sampel adalah:

$$P = (b)^N \exp[-b(\sum_i^N M_i - NM_0)] \quad (3.5)$$

Berdasarkan persamaan 5, Utsu (1965) mengestimasi *maximum likelihood b-value* sebagai berikut:

$$\hat{b} = \frac{\log e}{\bar{M} - M_0} \quad \text{dengan} \quad \bar{M} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (3.6)$$

Dengan \bar{M} adalah rata - rata magnitudo, M_0 adalah nilai minimum magnitudo dan besar $\log e$ adalah 0,4343.

Bila diberikan probabilitas untuk 95%, batas atas dan batas bawah dari nilai b yang didapatkan menggunakan metode ini adalah menurut Utsu (1965), untuk batas atas:

$$b_{atas} = \hat{b} \left(1 + \frac{1,960}{\sqrt{N}} \right) \quad (3.7)$$

Dan batas bawah:

$$b_{bawah} = \hat{b} \left(1 - \frac{1,960}{\sqrt{N}} \right) \quad (3.8)$$

Standar deviasi dari *b-value* dapat ditentukan menggunakan formula dari Shi dan Bolt (1982) sebagai berikut:

$$\delta b = 2.30b^2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2}{n(n-1)}} \quad (3.9)$$

Selanjutnya *a - value* dapat diestimasi dengan rumus:

$$a = \log N(M \geq M_0) + \log(b \ln 10) + M_0 b \quad (3.10)$$

Atau untuk distribusi kumulatif:

$$a' = a - \log(b \ln 10) \quad (3.11)$$

Jumlah gempabumi pertahun secara teoritis dihitung dengan membagi *a - value* dengan periode observasi T (Rohadi, 2007):

$$a_1 = \frac{a}{\log T} \quad (3.12)$$

Metode ini yang kemudian digunakan dalam pengolahan data. Data yang diperoleh berasal dari katalog Pusat Studi Gempabumi Nasional pada periode 1963-2016. Data memuat informasi kejadian gempa yaitu letak koordinat gempabumi dalam lintang dan bujur, waktu terjadinya gempabumi, kedalaman titik hiposenter gempabumi, besar magnitudo gempabumi, jenis dan magnitudo gempabumi. Data ini menjadi input dalam menentukan variasi *b-value* dan *a-value*

Kania Galih Hafsari, 2018

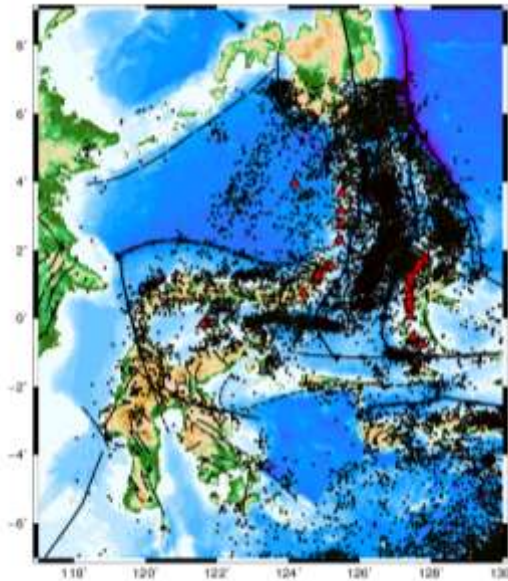
ANALISIS VARIASI SPASIAL DAN TEMPORAL *b-VALUE* SEBAGAI INDIKASI TINGKAT AKTIVITAS KEGEMPAAN DI DAERAH SULAWESI DAN ZONA TUMBUKAN LAUT MALUKU

Universitas Pendidikan Indonesia | \.upi.edu perpustakaan.upi.edu

gempabumi di daerah tersebut. *b-value* dan *a-value* diperoleh dengan menggunakan metode perhitungan maksimum *likelihood* dari persamaan Gutenberg-Richter. Nilai tersebut kemudian dianalisis dan dicocokkan dengan kondisi geologi pada daerah tersebut.

3.3 Data dan Ruang Lingkup Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder dari katalog Pusat Studi Gempabumi Nasional (PuSGeN) tahun 1963-2016 yang telah di relokasi pada rentang magnitudo M_w 4,5-8,2 dengan lokasi objek penelitian berada di daerah Sulawesi dan zona tumbukan Laut Maluku pada koordinat $7^{\circ}LS - 9^{\circ}LU$ dan $117^{\circ}BT - 130^{\circ}BT$ (Gambar 3.1). Data tersebut memuat informasi *longitude*, *latitude*, tahun, bulan, tanggal, jam, menit, kedalaman dan magnitudo *event* gempabumi.



Gambar 3.1. Peta Persebaran Gempabumi daerah Sulawesi dan Zona Tumbukan Laut Maluku tahun 1963 – 2016.

Kania Galih Hafsari, 2018

ANALISIS VARIASI SPASIAL DAN TEMPORAL *b-VALUE* SEBAGAI INDIKASI TINGKAT AKTIVITAS KEGEMPAAN DI DAERAH SULAWESI DAN ZONA TUMBUKAN LAUT MALUKU

Universitas Pendidikan Indonesia | \.upi.edu perpustakaan.upi.edu

3.4 Tahapan Penelitian

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan *software* ZMAP yang ditemukan oleh Wiemer (2009). ZMAP adalah seperangkat alat yang digerakkan oleh antarmuka pengguna grafis (GUI), yang dirancang untuk membantu ahli seismologi menganalisis data katalog gempa bumi. Metode yang digunakan merupakan metode perhitungan maksimum *likelihood*. Tahapan awal dalam penelitian ini adalah data gempa bumi yang telah di peroleh dari katalog Pusat Studi Gempabumi Nasional di seleksi terlebih dahulu, setiap *event* memuat data *longitude* dan *latitude* yang menunjukkan informasi letak koordinat gempa bumi, *year*, *month*, *date* *hour* dan *minute* menunjukkan waktu terjadinya gempa bumi, kemudian *magnitude*, dan *depth* yang menunjukkan informasi besar magnitudo dan kedalaman gempa bumi.

Proses selanjutnya adalah *Declustering*, yaitu proses pemisahan gempa utama dengan gempa susulan menggunakan metode Gardner dan Knopoff. Gardner dan Knopoff (dalam Stiphout, dkk., 2012) memperkenalkan sebuah prosedur untuk mengidentifikasi gempa susulan dalam katalog seismisitas dengan menggunakan jarak antar-acara dalam ruang dan waktu. Mereka juga menyatakan ruang jarak waktu tertentu sebagai fungsi dari besarnya mainshock untuk mengidentifikasi gempa susulan. Metode ini dikenal sebagai metode *window* dan merupakan salah satu bentuk identifikasi gempa susulan yang paling sederhana. Mereka mengabaikan gempa susulan sekunder dan yang gempa bumi susulan yang lebih tinggi, misalkan jika gempa C terletak di *trigger window* dari dua potensial gempa utama A dan B, maka hanya *event* gempa bumi terbesar A atau B yang disimpan sebagai gempa utama C. Terlepas dari kemungkinan bahwa C mungkin lebih dekat dalam ruang dan waktu terhadap gempa bumi lainnya. Mereka juga tidak mempertimbangkan perluasan kesalahan untuk gempa berskala lebih besar dengan mengasumsikan jendela spasial melingkar. Pada penentuan variasi spasial *b-value*, langkah-langkah yang dilakukan adalah proses *gridding* untuk membagi daerah menjadi bentuk kotak atau persegi dengan luasan per *grid* yaitu $0,1^\circ \times 0,1^\circ$. Tujuan dari proses ini adalah mengetahui jumlah *event* gempa bumi dalam satu *grid*, setelah itu ditentukan jumlah *minimum event* pada satu *grid* yaitu minimum 50

Kania Galih Hafsari, 2018

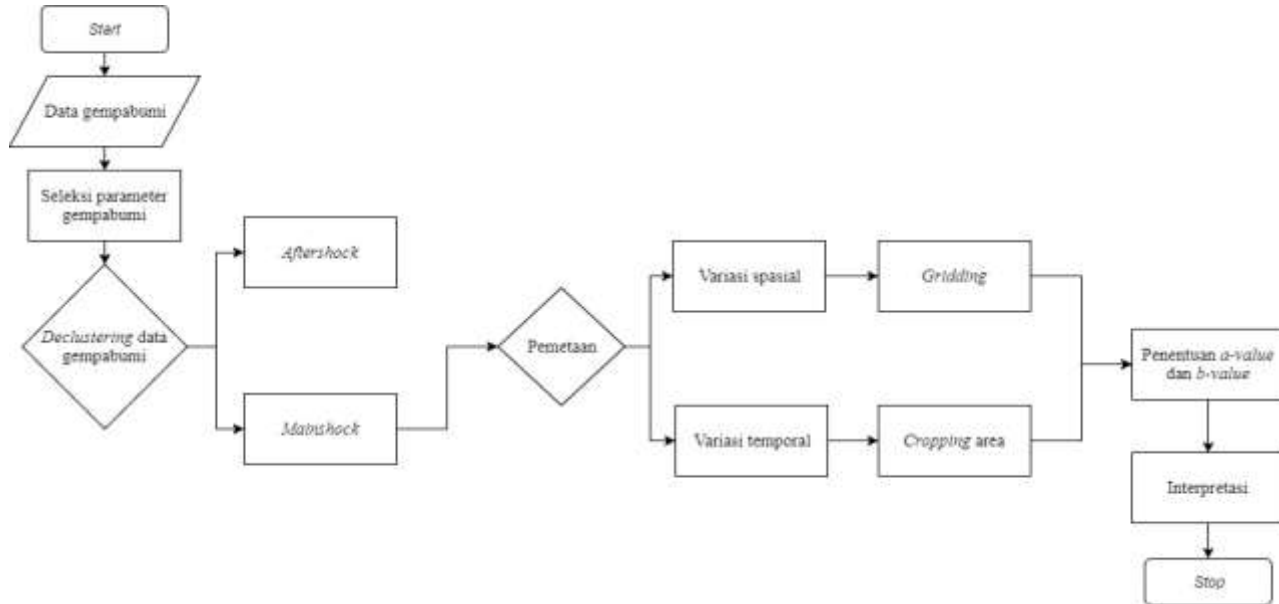
**ANALISIS VARIASI SPASIAL DAN TEMPORAL *b-VALUE* SEBAGAI INDIKASI
TINGKAT AKTIVITAS KEGEMPAAN DI DAERAH SULAWESI DAN ZONA
TUMBUKAN LAUT MALUKU**

Universitas Pendidikan Indonesia | \.upi.edu perpustakaan.upi.edu

event, dan *Mc correction event* sebesar 2,2. Kemudian akan diperoleh variasi spasial *b-value* dan *a-value* pada daerah tersebut.

Pada analisis variasi temporal *b-value* dilakukan proses *cropping area* untuk menentukan daerah yang akan diteliti. Daerah yang menjadi objek penelitian ini adalah daerah tumbukan Laut Maluku dan Sulawesi Utara. Proses selanjutnya adalah membuat grafik *b-value* terhadap waktu yang akan digunakan untuk analisis temporal *b-value* dengan gempa bumi besar yang telah terjadi di kedua daerah tersebut. Semua tahapan penelitian digambarkan diagram alur penelitian yang ditunjukkan oleh Gambar 3.2.

3.5 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alur Penelitian

