

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Nilai *B Value* Dan *A Value*

Secara teori nilai *b value* merupakan salah satu parameter keadaan tektonik di suatu daerah yang sedang diamati dan tergantung dengan sifat batuan setempat serta tingkat kerapuhan batumannya. Menurut Gutenberg dan Richter (1956), *b-value* bervariasi antara 0,45-1,50. Parameter *b value* yang diperoleh menunjukkan indikator kerapuhan suatu batuan relatif tinggi sehingga berkolerasi dengan tekanan relatif rendah. Dengan kata lain, daerah yang memiliki karakteristik batuan yang besar, maka akan mudah mengalami keretakan dan relatif tidak mampu menahan akumulasi *stress* yang tinggi. Sedangkan parameter *b value* yang relatif rendah berkolerasi dengan tekanan yang relatif tinggi pula, karena adanya energi yang tersimpan dalam batuan permukaan sehingga potensi terjadi gempa bumi dengan magnitudo besar relatif tinggi.

Nilai *a value* merupakan salah satu parameter seismik yang menunjukkan tingkat keaktifan seismik pada suatu daerah. Keaktifan seismik ini juga dipengaruhi oleh tingkat kerapuhan batuan. Nilai *a value* berkisar antara 0,1-10 dengan menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai *a value* maka daerah tersebut memiliki aktivitas seismik yang tinggi atau sering terjadi gempa bumi, sedangkan wilayah dengan nilai *a value* yang rendah menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki aktivitas seismik yang rendah.

Parameter nilai *b value* dan *a value* dianalisis bersamaan karena dapat menunjukkan potensi terjadinya gempa bumi yang signifikan pada suatu daerah. Dimana nilai *b value* yang merupakan konstanta distribusi tegangan yang nilainya berbanding lurus dengan nilai *a value* yang merupakan konstanta seismisitas.

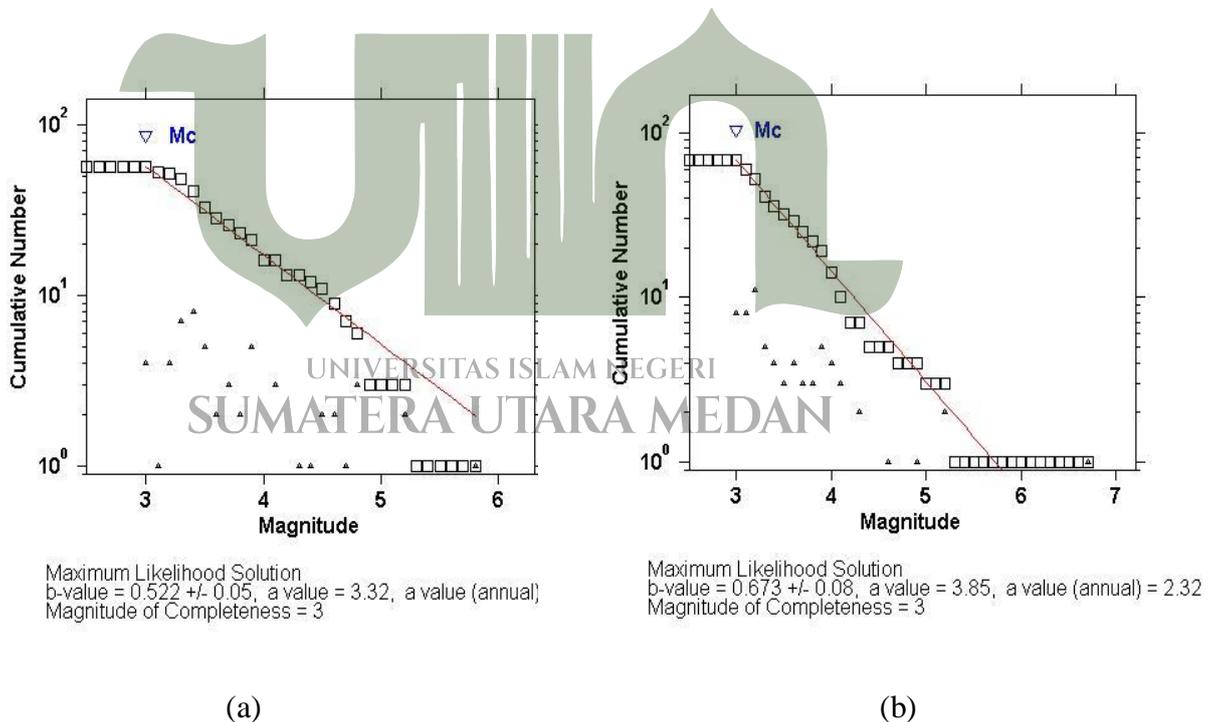
Untuk mengetahui distribusi frekuensi dan magnitudo dari penelitian maka dilakukan pembagian lima daerah dan masing - masing daerah dilakukan peng *inputan* data ke dalam *software* Z-Map maka akan di dapatkan grafik hubungan antara mgnitudo dan frekuensi kejadian gempa (*Cumulative Number*), didalam grafik terdapat nilai *b value* dan *a value*. Distribusi frekuensi dan magnitudo

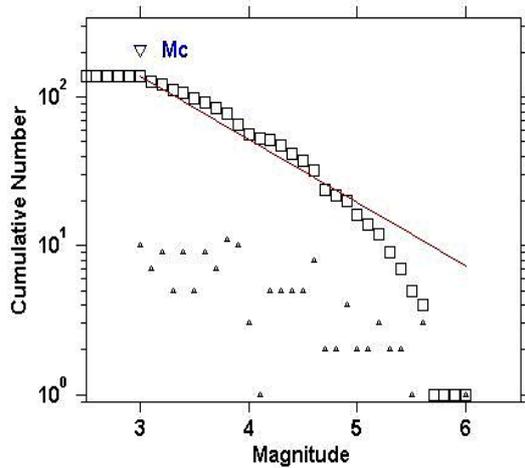
menggambarkan hubungan antara jumlah gempa bumi yang terjadi dalam suatu wilayah tersebut.

Agar lebih spesifik, akurat dan terperinci wilayah penelitian tersebut dibagi menjadi lima daerah penelitian berdasarkan kabupaten yang ada di kepulauan Nias dan sekitarnya pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pembagian wilayah kepulauan Nias berdasarkan Kabupaten.

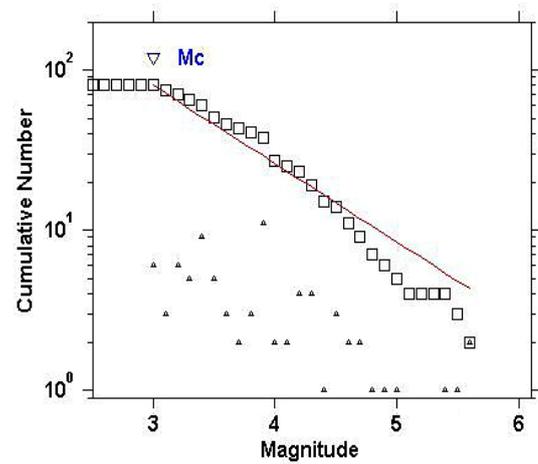
| No. | Wilayah | Titik Koordinat |
|-----|------------------------|---|
| 1. | Kabupaten Nias | 97°29'0"- 97°56'0"BT 0°53'0"-1°17'0"LU |
| 2. | Kabupaten Nias Selatan | 97°32'0"- 97°54'0"BT 0°33'0"-1°2'0"LU |
| 3. | Kabupaten Nias Utara | 97°3'0"- 97°33'0"BT 0°5'0"-1°31'0"LU |
| 4. | Kabupaten Nias Barat | 97°19'0"- 97°40'12"BT 0°48'36"-1°9'36"LU |
| 5. | Gunungsitoli | 97°31'48"- 97°37'48" BT 1°12'0" - 1°20'24" LU |





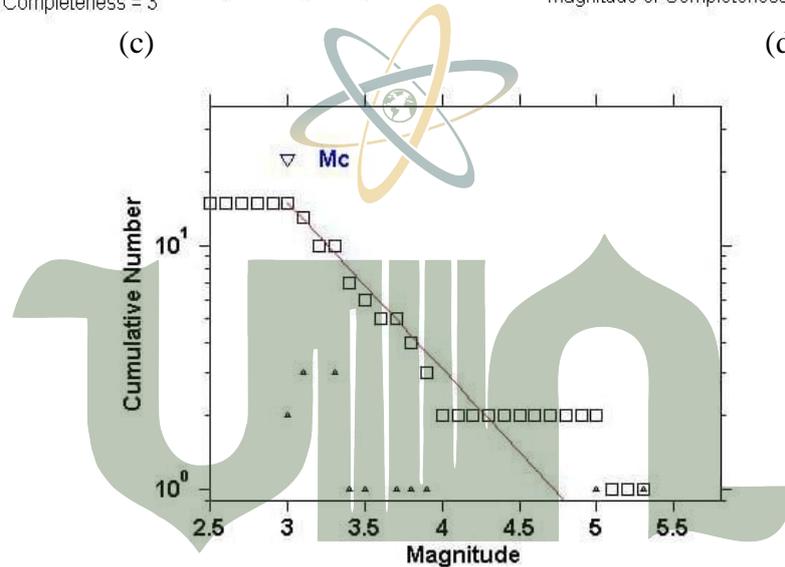
Maximum Likelihood Solution
 b -value = 0.425 ± 0.03 , a value = 3.14, a value (annual) = 1.82
 Magnitude of Completeness = 3

(c)



Maximum Likelihood Solution
 b -value = 0.489 ± 0.04 , a value = 3.27, a value (annual) = 1.94
 Magnitude of Completeness = 3

(d)



Maximum Likelihood Solution
 b -value = 0.652 ± 0.2 , a value = 3.62, a value (annual) = 1.8
 Magnitude of Completeness = 3

(e)

Gambar 4.1. Distribusi frekuensi-magnitudo wilayah penelitian Kepulauan Nias dan sekitarnya berdasarkan kejadian gempa bumi tahun 1980-2021 (a) Kabupaten Nias (b) kabupaten Nias Selatan (c) Kabupaten Nias utara (d) Kabupaten Nias Barat (e) Gunung Sitoli.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan *software* Z-Map, kemudian diperoleh nilai b value dengan membagi lima daerah penelitian berdasarkan kabupaten yang ada di kepulauan Nias dan sekitarnya berkisar antara 0,425-0,673. Sedangkan nilai a value yang diperoleh berkisar antara 3,14-3,85.

Berdasarkan Gambar 4.1. diperoleh nilai MC (*Magnitude Completeness*) adalah 3. Secara Matematis MC (*Magnitude Completeness*) merupakan magnitudo terendah yang memenuhi persamaan Guttenberg-Richter. Sementara secara fisis nilai MC adalah magnitudo terendah dimana 100% data gempa yang terjadi pada suatu daerah dan periode tertentu telah terdeteksi dan tercatat sempurna oleh stasiun pencatat gempa. Nilai *b value* yang tertinggi adalah 0,673 yaitu pada daerah kabupaten Nias Selatan, sedangkan nilai *b value* terendah yaitu pada daerah Nias Utara 0,425. Nilai *a value* tertinggi yaitu pada daerah kabupaten Nias Selatan sebesar 3,85 yang meliputi kecamatan Teluk Dalam, Amandraya, Lahusa, Gomo, Lolomatua, dan Lolowa'u. Sedangkan nilai *a value* terendah terdapat di Nias Utara dengan nilai 3,14. yang meliputi kecamatan Lotu, Namo Halu Esw, Tuhemberua, Afulu, dan Lahewa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Nilai *b value* dan *a value* berdasarkan lima kabupaten yang ada di Kepulauan Nias.

| No. | Daerah penelitian | Nilai b-value | Nilai a- value |
|-----|------------------------|---------------|----------------|
| 1 | Kabupaten Nias | 0,522 | 3,32 |
| 2 | Kabupaten Nias Selatan | 0,673 | 3,85 |
| 3 | Kabupaten Nias Utara | 0,425 | 3,14 |
| 4 | Kabupaten Nias Barat | 0,489 | 3,27 |
| 5 | Gunungsitoli | 0,652 | 3,62 |

Sedangkan untuk perhitungan secara manual dilakukan dengan menggunakan *microsoft excel* selama 41 tahun periode 1980-2021. Berdasarkan hasil perhitungan secara manual diperoleh hasil *b value* tertinggi terdapat pada kabupaten Nias Selatan sebesar 0,791. Sedangkan *b value* terendah sebesar 0,446 terdapat pada kabupaten Nias Utara. Hasil nilai *a value* tertinggi terdapat pada wilayah kabupaten Nias Selatan sebesar 3,97. Sedangkan nilai *a value* terendah pada kabupaten Nias Utara dengan nilai 2,67 dan hasil yang didapatkan dari cara perhitungan menggunakan *software Z-Map* tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan secara manual dengan menggunakan *excel*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Nilai *a value* dan *b value* berdasarkan lima kabupaten yang ada di Kepulauan Nias Secara Perhitungan Manual.

| No. | Daerah penelitian | Nilai <i>b-value</i> | Nilai <i>a- value</i> |
|-----|------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Kabupaten Nias | 0,555 | 2,83 |
| 2 | Kabupaten Nias Selatan | 0,791 | 3,97 |
| 3 | Kabupaten Nias Utara | 0,446 | 2,67 |
| 4 | Kabupaten Nias Barat | 0,517 | 2,79 |
| 5 | Gunungsitoli | 0,740 | 3,09 |

Berdasarkan nilai pada Tabel 4.3 mengartikan bahwa tingkat kerapuhan batuan dan tingkat keaktifan seismik di suatu wilayah. (Nuannin, Kulhanek, & persson, 2005). Wilayah yang memiliki Tingkat kerapuhan batuan yang tinggi maka akan mudah mengalami keretakan dan relatif tidak mampu untuk menahan tingkat kerapuhan batuan yang lemah. Sedangkan tingkat kerapuhan batuan yang rendah maka berkolerasi dengan tekanan yang relatif tinggi pula. Dimana daerah dengan tingkat kerapuhan batuan yang tinggi yaitu kabupaten Nias Selatan sebesar 0,791. Dimana daerah ini secara geologi didominasi oleh batuan kompleks bancuh (Tomm) yang disusun oleh morfologi daratan pantai, lembah, dan perbukitan. Kondisi batuan ini berumur pra-tercier yang telah mengalami pelapukan serta endapan kuartar yang bersifat urai, lepas, dan belum kompak sehingga memperkuat efek guncangan yang ada di daerah Nias Selatan (Robby, 2015).

Selain tingkat kerapuhan batuan, tingkat keaktifan seismik juga mempengaruhi daerah Nias Selatan dimana gelombang seismik yang terkumpul pada batuan secara terus-menerus akan menekan batuan yang dilaluinya, sehingga batuan tersebut akan menyimpan energi potensial yang besar, pada batas elastisitas batuan tidak dapat lagi menahan tekanan gelombang seismik sehingga terakumulasi menjadi gempa bumi besar dimana nilai keaktifan gempa pada daerah ini sebesar 3,97 dengan magnitudo 6.7 SR. Secara tektonik daerah ini berada dekat dengan jalur pertemuan antara dua lempeng bumi yaitu lempeng India-Australia bergerak dari arah barat laut dan menunjam ke dalam lempeng Eurasia yang berada di sebelah timur laut (Robby, 2015). Dari penyebab terjadinya gempa bumi di Nias Selatan mengakibatkan tingginya potensi gempa bumi yang juga dapat mengakibatkan bencana seperti tsunami maupun bencana pergerakan tanah (longsor).

4.2. Nilai indeks Seismisitas

Indeks seismisitas merupakan sebuah parameter fisis yang menggambarkan jumlah total kejadian gempabumi yang berlangsung dalam periode 41 tahun dengan magnitudo lebih besar dari magnitudo terkecil gempabumi pada masing-masing daerah yang ada di kepulauan Nias dan Sekitarnya. Dari hubungan frekuensi dan magnitudo gempabumi diperoleh nilai indeks seismisitas untuk distribusi kumulatif gempabumi menggunakan persamaan dari metode likelihood dan perhitungan secara manual dengan memperkirakan jumlah gempabumi rata-rata dalam 41 tahun dengan menggunakan *microsoft excel*. Secara perhitungan dihasilkan nilai indeks seismisitas pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Perhitungan indeks seismisitas.

| No. | Daerah penelitian | Nilai a-value | a_1 | a' | a'_1 | $N_1(M \geq 3SR)$ |
|-----|------------------------|---------------|---------|---------|---------|-------------------|
| 1 | Kabupaten Nias | 2,83 | 1,21953 | 1,80823 | 0,19544 | 0,09677 |
| 2 | Kabupaten Nias Selatan | 3,97 | 2,36147 | 2,59498 | 0,98220 | 7,22319 |
| 3 | Kabupaten Nias Utara | 2,67 | 1,06079 | 1,86688 | 0,25410 | 0,45536 |
| 4 | Kabupaten Nias Barat | 2,79 | 1,18551 | 1,84366 | 0,23090 | 0,14840 |
| 5 | Gunung sitoli | 3,09 | 1,48344 | 1,78417 | 0,17138 | 0,73701 |

Indeks seismisitas merupakan normalisasi (pengelompokan data) dari jumlah gempabumi pertahun. Daerah dengan periode ulang atau indeks seismisitasnya tinggi merupakan rawan bencana alam. Hasil perhitungan indeks seismisitas untuk lima daerah di wilayah kepulauan Nias dan sekitarnya dengan $M \geq 3 SR$ berkisar antara 0,09677 s/d 7,22319.

Daerah Kabupaten Nias Selatan memiliki indeks seismisitas lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya yaitu sebesar 7,22319. Dengan kata lain untuk daerah Nias Selatan mempunyai tingkat aktifitas gempa yang tinggi dan wilayah tersebut rawan terhadap bencana gempabumi. Hal ini dapat dibuktikan dengan data kejadian gempa pada daerah Kabupaten Nias Selatan lebih besar dibandingkan daerah lainnya. Sedangkan untuk daerah Kabupaten Nias memiliki indeks seimisisitas yang paling kecil dibandingkan nilai lainnya yaitu sebesar 0,09677.

Menurut penelitian sebelumnya (Hilmi.L, 2019) pada daerah dengan indeks seismisitas tinggi dapat dikatakan sebagai daerah paling rawan untuk terjadinya bencana alam. Dengan demikian data-data gempa yang dipilih sangat bermanfaat dalam berbagai kegiatan seperti perencanaan bangunan tahan gempa atau perkembangan suatu daerah terhadap kemungkinan terjadinya gempabumi.

4.3. Periode Ulang Gempabumi

Periode ulang gempabumi adalah prediksi terjadinya gempabumi merusak dengan magnitudo terbesar pada lima daerah yang ada di Kepulauan Nias dan Sekitarnya. Parameter yang dihitung akan memudahkan bagi kita mengetahui kemungkinan terjadinya gempabumi merusak di suatu daerah dalam jangka waktu tertentu. Nilai rata-rata periode ulang gempa (θ) dari gempa yang merusak untuk tiap-tiap daerah dapat di hitung secara manual dengan menggunakan *excel*.

Tabel 4.5. Nilai indeks gempa merusak dan periode ulang.

| Daerah | Nilai Indeks gempa Merusak | Nilai Periode Ulang |
|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Kabupaten Nias | 0,0005 | 1861 tahun |
| Kabupaten Nias Selatan | 0,0571 | 14 tahun |
| Kabupaten Nias Utara | 0,0020 | 491 tahun |
| Kabupaten Nias Barat | 0,0007 | 1301 tahun |
| Gunungsitoli | 0,0054 | 183 tahun |

Berdasarkan penjelasan Tabel 4.5. Kabupaten Nias dengan nilai indeks merusak sebesar 0,0005 dengan prediksi terjadinya gempa bumi merusak pada daerah ini yang bermagnitudo ($M \geq 5.8 SR$) Selama 1861 tahun, kabupaten Nias selatan sebesar 0.0571 dengan prediksi terjadinya gempa bumi merusak pada daerah ini yang bermagnitudo ($M \geq 6.7 SR$) selama 14 tahun, kabupaten Nias utara sebesar 0.0020 dengan prediksi terjadinya gempa bumi merusak pada daerah ini yang bermagnitudo ($M \geq 6 SR$) selama 491, kabupaten Nias Barat sebesar 0.0007 dengan prediksi terjadinya gempa bumi merusak pada daerah ini yang bermagnitudo ($M \geq 5.6 SR$) selama 1301 tahun, Gunungsitoli sebesar 0.0054 dengan prediksi terjadinya gempa bumi merusak pada daerah ini yang bermagnitudo ($M \geq 5.3 SR$) selama 183 tahun.

Indeks gempabumi merusak adalah jumlah data dari banyaknya gempabumi dengan magnitudo tertinggi pada masing-masing daerah yang ada di Kepulauan Nias dan Sekitarnya. Pada daerah nilai indeks gempabumi merusak tertinggi maka nilai periode ulangnya rendah dapat dikatakan sebagai daerah paling rawan untuk terjadi bencana alam.

Hal ini bersesuaian dengan kondisi data nilai *a value* (tingkat keaktifan gempabumi) pada daerah kabupaten Nias Selatan dengan berkekuatan 7.6 SR. Dimana daerah tersebut akan mengidentifikasi bahwa peluang terjadi gempa besar di waktu yang akan datang lebih cepat dibandingkan daerah yang lain.

4.4. Seismisitas Kepulauan Nias dan Sekitarnya

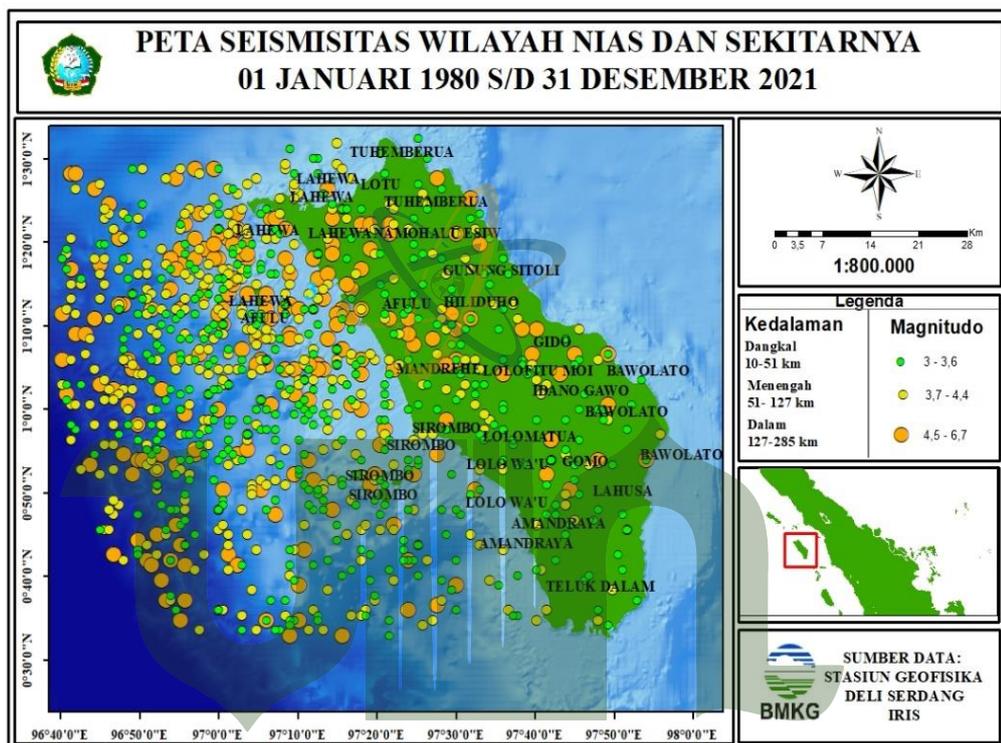
Wilayah kepulauan Nias dan sekitarnya merupakan salah satu wilayah yang memiliki tingkat aktivitas kegempaan yang relatif tinggi. Kegempaan di wilayah ini diakibatkan oleh pertemuan antara dua lempeng tektonik yaitu lempeng Eurasia yang bergerak ke arah tenggara dengan kecepatan sekitar 0,4 cm/tahun dan lempeng Indo-Australia yang bergerak ke arah utara dengan kecepatan 7 cm/tahun. Zona tumbukan tersebut terletak di sebelah barat Pulau Nias yang berjarak sekitar 80 hingga 96 km dari garis pantai barat pulau Nias.

Di pulau Sumatera dan laut sebelah baratnya, tumbukan tersebut mengakibatkan terbentuknya palung laut, zona subduksi, zona prismatic akresi (*accretionary prism zone*), cekungan muka, jalur magmatik, cekungan belakang, pegunungan bukit barisan, dan pola struktur geologi. Salah satu struktur geologi tersebut adalah sesar sumatera yang membentang sepanjang pegunungan bukit barisan, dari Aceh hingga Lampung. Zona subduksi dan prismatic kresi merupakan sumber gempabumi yang terletak di laut, sedangkan sesar Sumatera merupakan sumber gempabumi yang terletak di darat.

Dilihat dari aspek geologinya, kepulauan Nias dan sekitarnya berada pada posisi tektonik yang labil, yaitu dataran yang berpotensi besar untuk selalu bergoyang. Hasil survei geofisika menunjukkan kondisi yang disebabkan oleh perbedaan masa rapat batuan (berat jenis) antara Pulau Nias dengan Pulau Sumatera. Dimana berat jenis batuan di kepulauan Nias dan sekitarnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis batuan di Pulau Sumatera. Untuk keseimbangan gaya berat bumi antara Pulau Nias dengan Pulau Sumatera. Dalam

proses pengangkatan tersebut akan menyebabkan guncangan-guncangan gempa dengan kekuatan getaran yang dapat atau tidak dirasakan oleh manusia.

Banyaknya data yang sudah di sortir pada wilayah Kepulauan Nias dan Sekitarnya di dapatkan melalui situs IRIS dan BMKG yaitu sekitar 358 *event* gempabumi dengan wilayah daratan. Data tersebut kemudian diinput ke dalam *software* ArcGis 10.8 sehingga didapatkan hasil yaitu peta sebaran gempa bumi yang ada di kepulauan Nias dan sekitarnya dapat kita lihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.2. Titik sebaran gempabumi di Wilayah Kepulauan Nias dan Sekitarnya.

Pada katalog gempabumi daerah kepulauan Nias, daerah tersebut memiliki intensitas gempabumi yang cukup tinggi dilihat dari titik-titik yang terdapat dalam peta seismisitas gempabumi. Nilai persebaran gempabumi cukup bervariasi pada setiap daerah yang ada di kepulauan Nias dan Sekitarnya. Sebaran gempabumi dengan magnitudo 3-3,6 SR dengan kode warna hijau paling banyak terjadi gempa yaitu pada daerah Kabupaten Nias Utara pada kedalaman 10-300 km, Nias Selatan pada kedalaman 10-220 km dan Nias Barat dengan kedalaman 10-160 km. Untuk klasifikasi gempa dengan kekuatan 3,7-4,4 SR dengan kode warna kuning di dominasi oleh mayoritas kabupaten Nias Utara dengan kedalaman 10-120 km, Nias Barat pada kedalaman 10-125 km dan Nias Selatan dengan kedalaman gempa 10-

91 km. Sedangkan pada klasifikasi gempa dengan kekuatan 4,5-6,7 SR dengan kode warna merah didominasi oleh mayoritas kabupaten Nias Utara dengan kedalaman gempa 10-300 km , Kabupaten Nias pada kedalaman 15-218 km , dan daerah Nias barat dengan kedalaman gempa 10-52 km.

Dimana daerah yang sering terjadi gempa dengan kekuatan kecil sampai besar di dominasi oleh mayoritas kabupaten Nias Utara, Nias Selatan dan Nias Barat dimana daerah ini merupakan daerah dengan kondisi topografi daerah berbukit-bukit, sempit dan terjal serta dikelilingi oleh pegunungan dengan ketinggian di atas permukaan laut. Sehingga mengakibatkan tingginya potensi gempabumi pada daerah ini. Selain itu dapat mengakibatkan bencana lainnya juga seperti bencana tsunami maupun bencana tanah longsor.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN