
Dampak Gempa Regional di Pulau Bali, NTB dan NTT

Ivanna Dewi Putri Dharyuuni^{1*}, Dian Octavianin Nurlatifah¹, Erwinda Ayu Septi Ani¹,
Mu'adz Azaki¹, Novita Permata Sari¹, Panji Wibowo¹, Nugroho Budi Wibowo²

¹ Program studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Jl. Marsda Adisucipto
519739, Indonesia

² Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Yogyakarta, Jl. Wates Km. 8, Dusun
Jitengan, Kel. Balecat, Kec. Gamping, Pereng Kembang, Balecat, Sleman, Kabupaten
Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55294

*Email: ivannadewipd1614@gmail.com

INTISARI

Indonesia merupakan negara kepulauan, dengan tingkat kegempaan paling tinggi, karena terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng Eurasia. Kondisi lingkungan alam ini membuat Indonesia sering dilanda bencana gempa bumi yang semakin meningkat. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui sebaran tingkat resiko gempa bumi berdasarkan kedalaman dan magnitudo gempa bumi menggunakan EXCEL sehingga dapat diketahui nilai indeks seismisitas. Tahapan yang dilakukan pada metode ini adalah menggabungkan data magnitudo dan kedalaman. Selanjutnya menentukan zona kerentanannya menggunakan aplikasi QGIS. Tahap yang terakhir yaitu menghitung nilai IBSRR. Berdasarkan nilai IBSRR ini diharapkan dapat memberikan gambaran langsung maupun tidak langsung terhadap dampak dari setiap gempa bumi di suatu lokasi, disertai dengan peta IBSRR / resiko tinggi rendahnya seismisitas dengan indeks warna di daerah tersebut sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengembangan pemukiman maupun industri.

Kata kunci : Gempa bumi, IBSRR, QGIS

ABSTRACT

Indonesia is an archipelagic country, with the highest level of seismicity, because it lies at the confluence of three tectonic plates. These are the Indo-Australian plate, the Pacific plate, and the Eurasian plate. The condition of this natural environment makes Indonesia often hit by earthquakes that are increasing every day. This analysis was conducted to determine the distribution of earthquake risk levels based on the depth and magnitude of the earthquake so that the seismicity index value can be determined. The steps taken in this method are to combine the magnitude and depth data. Next determine the vulnerability zone using in the QGIS application. The last step is calculating the value of IBSRR. Based on the IBSRR value, it is expected to provide a direct or indirect picture of the impact of each earthquake in a location, so that it can be used as a material for consideration in the planning and development of settlements and industry.

Keywords : earthquake, IBSRR, QGIS

Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan yang secara geografis memiliki tingkat kegempaan yang sangat tinggi. Wilayah Indonesia sendiri sangat sempurna dan lengkap guna mempelajari gejala-gejala tektonik yang dimana masih banyak sekali teka teki mengenai teori tektonik lempeng, pergerakan lempeng, dan interaksi antar lempengnya. Situasi inilah yang menjadikan Indonesia memiliki tingkat seismisitas yang sangat tinggi.

Letak daerah geologi Indonesia sendiri tepat berada pada pertemuan tiga lempeng bumi yaitu Eurasia, Samudra Pasifik, dan Indo-Australia yang dimana ketiga lempeng tersebut merupakan lempeng gerak aktif. Pergerakan dengan kecepatan dan arah yang berbeda ini menimbulkan pergeseran lempeng tektonik pada batas lempeng yang berada di Pulau bagian selatan Jawa, khususnya daerah Bali dan Nusa Tenggara. Daerah tersebut sangat rawan dan beresiko terjadinya gempa karena letaknya berada langsung pada lempeng benua, yaitu Eurasia dan Indo-Australia yang seringkali menimbulkan gempa.

Indonesia dengan batas bujur 94° - 141° BT dan 6° LU- 11° LS ini memiliki karakteristik gempabumi yang beruntun, dimulai dengan gempa pendahuluan, gempa utama dan selanjutnya diikuti oleh gempa-gempa susulan (Sulaiman, dkk., 2002).

Indonesia termasuk daerah kegempaan aktif dimana selama tahun 1976-2006 sudah terjadi 3.486 gempabumi dengan magnitudo lebih dari 6,0 SR. Penelitian Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sejak tahun 1991-2009 (19 tahun) telah terjadi 27 kali gempabumi merusak dan 13 kali gempabumi menimbulkan tsunami. Kalau dirataratakan dan pembulatan, Indonesia mengalami kejadian gempabumi sebanyak 2 kali dan tsunami 1 kali setiap tahunnya (Daz Edwiza, 2008).

Dari fenomena yang terjadi diatas, penulis ingin kajian geologis tentang dampak gempa bumi regional pada daerah Bali, Nusa Tenggara dan sekitarnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan Indeks Bahaya Seismik Kumulatif dan Indeks Bahaya Seismik Regional Rata-Rata. Berdasarkan Indeks Bahaya Seismik Regional Rata-Rata ini diadakan pembagian daerah gempa di Bali, Nusa Tenggara dan sekitarnya, sehingga dapat diketahui daerah-daerah rawan gempa di daerah Nusa Tenggara Barat dan Sekitarnya.

Metode Penelitian

Data Dan Metode Pengolahan

Data yang digunakan yaitu data sekunder berupa data parameter-parameter gempa yaitu episenter yang diperoleh dari stasiun BMKG (Badan Meteorologi klimatologi dan Geofisika). Kedalaman dan magnitudo gempa yang tercatat dari tahun 1911 Sampai 2006 Sebanyak 3844 Data gempa dibagian Indonesia bagian timur. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

1. Pengumpulan Data Gempa
2. Pengolahan Data Gempa
 - Tahap tahap pengolahan data gempa adalah:
 - a. Menentukan daerah dengan cara membatasi data gempa yang episenternya terletak pada bujur dan lintang daerah Indonesia bagian timur dan sekitarnya.
 - b. Mengumpulkan data gempa dengan magnitudo ≥ 3
 - c. Input data ke QGIS
 - d. Penentuan Parameter
3. Perhitungan
4. Pembuatan PETA
 - a. Penentuan IBSK
 - b. Penentuan IBSRR

Metode Analisis Data

Data yang digunakan dalam tugas ini adalah data katalog gempa. Gempa yang dikaji pada tugas ini terbatas pada data gempa dangkal ($h < 60$ km) dan menengah ($60 - 300$ km) yang terjadi wilayah Indonesia bagian timur, dengan magnitudo 3 sampai 8. Data dari katalog gempa berupa posisi episenter, kedalaman dan magnitudo gempa untuk daerah Indonesia bagian timur.

Data katalog gempa diperoleh dari katalog BMKG dalam kurun waktu dari tahun 1911 sampai tahun 2006. Energi kumulatif gempa yang diperoleh merupakan hasil akumulasi energi seluruh kejadian gempa yang tercatat dalam periode pengamatan 95 tahun dengan magnitudo ≥ 3 dan kedalaman ≥ 60 km. Hubungan antara energi gempa difokuskan dengan besarnya magnitudo gempa dihitung menggunakan rumus Bath (1958)

$$\log E = 5,78 + 2,48 M_b \quad (1)$$

Dengan memakai rumus tersebut dihitung besarnya energi total yang telah dilepaskan dalam daerah setiap luas dalam Erg.

Indeks Bahaya Seismik Kumulatif (IBSK)

Indeks bahaya seismik kumulatif adalah logaritma dari jumlah energi seismik yang pernah terjadi disuatu tempat. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$IBSK = \log \sum_{n=1}^N E_n \quad (2)$$

Dengan E_n = Energi dari suatu gempa bumi. Harga IBSK dihitung untuk tiap bujur sangkar $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ dengan menggunakan data gempa bumi yang terjadi dari tahun 1911 Sampai tahun 2006. Untuk satu gempa bumi, maka harga IBSK pada suatu tempat sama dengan harga intensitas MMI di tempat tersebut.

Indeks Bahaya Seismik Regional Rata-Rata (IBSRR)

Indeks Bahaya Seismik Regional Rata-Rata (IBSRR) adalah harga rata-rata dari IBSK disuatu daerah dalam selang pengamatan tertentu:

$$IBSRR = \frac{1}{A} \sum_{a=1}^A \frac{IBSK_a}{T} \quad (3)$$

Dengan

A : Jumlah IBSK di daerah tersebut

$IBSK_a$: Harga IBSK ditempat a

T : Interval waktu pengamatan

Untuk mendapatkan gambaran kegiatan seismik yang baik, idealnya diperlukan interval waktu pengamatan yang sesuai dengan periode ulang gempa. Harga IBSRR ini berhubungan dengan keadaan tanah setempat, karena perhitungannya berdasarkan kerusakan yang dialami ditempat tersebut.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil

Berdasarkan data-data yang kita peroleh gempa bumi ini terjadi di Provinsi Bali, Nusa Tenggara, dan sebagian wilayah. Berdasarkan data yang kita peroleh kita dapat menentukan Indeks Bahaya Seismik Kumulatif (IBSK) dan Indeks Bahaya Seismik Rata-rata (IBSRR) dimana daerah ini berada pada posisi -2 LU sampai -17 LS 113 BT sampai 130 BT.

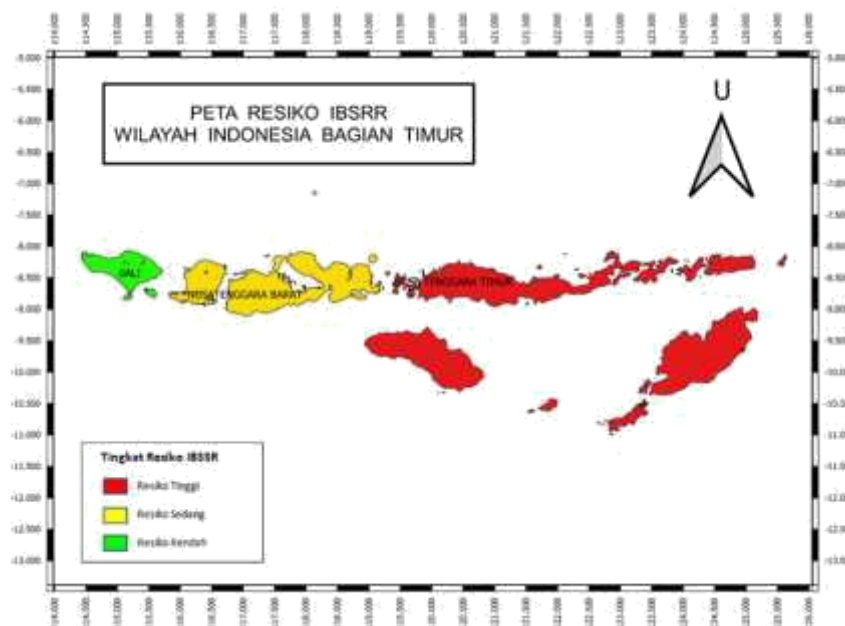
Tabel 4.1.1 Harga IBSK di Bali, Nusa Tenggara dan Sekitarnya

NO	PROVINSI	Jumlah IBSK	Terdiri dari Blok	Σ IBSK
1	Bali	6	0, 1, 1A, 2, 3, 4	81,55516207
2	NTB	17	4, 5, 6, 7, 8, 8A, 9, 10, 10A, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	340,881380137411
3	NTT	46	16A, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 40A, 41, 43, 44, 47, 48, 52, 53, 54, 55, 51A, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70	811,036375

Tabel 4.1.2 Harga IBSRR di Bali, Nusa Tenggara dan Sekitarnya

NO	PROVINSI	IBSRR	Standar Deviasi
1	Bali	0,143079232	0,028713876
2	NTB	0,224264066	0,028713876
3	NTT	0,185591848	0,028713876

Selanjutnya didapatkan peta IBSRR dan pembagian wilayah gempa berdasarkan harga IBSRR di daerah Bali, Nusa Tenggara dan sekitarnya



Gambar 4.1.1 Peta IBSRR di daerah Bali, Nusa Tenggara dan sekitarnya

Pembahasan

Di Indonesia bagian timur terdapat pulau-pulau kecil. Pulau-pulau ini merupakan batuan sedimen yang terangkat akibat peristiwa tektonik serta subduksi (tumbukan) lempeng India-Australia dengan Eurasia. Karena pulau-pulau ini dekat dengan sumber gempa, sehingga gempa-gempa yang bersumber di dekat pulau-pulau ini biasanya kedalamannya sangat dangkal. Jadi risiko kerusakan akibat gempa sangatlah besar. Ditambah dengan adanya patahan/patahan/ sesar naik (thrust) dibawah pulau-pulau sampai ke batas lempeng, yaitu palung (trench).

Data gempa bumi ini terjadi kisaran tahun 1911 sampai dengan 2006. Berdasarkan data tersebut dapat kita ketahui peta data persebaran terjadinya gempa di daerah Bali dan Nusa Tenggara. Frekuensi gempa bumi disekitar wilayah Indonesia bagian timur tergolong cukup tinggi, dalam kurun waktu 95 tahun terakhir yaitu periode tahun 1911 sampai dengan 2006 tercatat sebanyak 3844 kejadian dengan kekuatan 3M sampai dengan 8M dapat dilihat pada gambar diatas. Dari data gempa bumi antara tahun 1911 sampai dengan tahun 2006 diperoleh gambaran mengenai peta persebaran gempa bumi atau seismisitas di Provinsi Bali, NTT, NTB berdasarkan IBSRR. Persebaran daerah gempa tersebut antara lain:

1. Provinsi Bali (IBSRR= $0,143079232 \pm 0,028713876$) gempa bumi yang terjadi di Provinsi Bali sebagian besar terjadi di laut pada permukaan dangkal dan gempabumi yang terjadi di Provinsi Bali memiliki harga IBSRR yang rendah dan disimbolkan dengan warna hijau akan tetapi pada Provinsi Bali memiliki resiko kerusakan yang lumayan tinggi apalagi jika kita lihat adanya aktivitas gunung berapi yang juga dapat menyebabkan tingkat seismisitas.
2. Provinsi Nusa Tenggara Barat (IBSRR= $0,224264066 \pm 0,028713876$). Pada Provinsi Nusa Tenggara Barat terjadi gempabumi dengan intensitas yang tinggi dan terjadi pada area perairan laut dangkal oleh sebab itu mengakibatkan resiko kerusakan yang tinggi. Jika dibandingkan dengan provinsi lain pada data ini Nusa Tenggara Barat memiliki nilai IBSRR yang paling tinggi dan memiliki resiko kerusakan yang tinggi.
3. Provinsi Nusa Tenggara Timur (IBSRR $0,185591848 \pm 0,028713876$). Pada Provinsi Nusa Tenggara Timur terjadi gempabumi dengan intensitas yang menengah dan sebagian besar gempabuminya terjadi di area laut dengan permukaan dangkal.

Gempa yang telah terjadi di beberapa provinsi tersebut selain diakibatkan oleh pergeseran lapisan bumi (tektonik) juga dapat terjadi karena pergerakan magma yang keluar dari letusan gunung berapi (vulkanik). Berdasarkan data dapat kita ketahui bahwa nilai IBSK tertinggi terjadi pada Provinsi Nusa Tenggara Barat dan terendah terjadi di Provinsi Bali sedangkan nilai IBSRR yang telah kita peroleh dapat kita ketahui bahwa IBSRR tertinggi terjadi pada Provinsi Nusa Tenggara Barat sedangkan IBSRR terendah terjadi pada Provinsi Bali. Berdasarkan nilai IBSK dan IBSRR yang kita peroleh dari analisis data dapat kita ketahui bahwa seismisitas yang paling tinggi terjadi pada Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang kita peroleh dan analisis data yang telah kita lakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Harga IBSK tertinggi terjadi di Provinsi Nusa Tenggara Timur sedangkan IBSK terendah terjadi di Provinsi Bali.
2. Harga IBSRR tertinggi terjadi di Provinsi Nusa Tenggara Barat sedangkan IBSRR terendah terjadi pada Provinsi Bali. Berdasarkan data IBSRR yang kita peroleh dapat diketahui bahwa daerah yang mempunyai seismisitas tertinggi yaitu Provinsi Nusa Tenggara Barat.
3. Berdasarkan peta persebaran seismisitas yang kita analisis dapat disimpulkan bahwa gempabumi sebagian besar terjadi di area laut dengan permukaan dangkal dimana gempa yang terjadi di perairan dengan kedalaman yang dangkal sehingga mempunyai resiko kerusakan yang tinggi.

Saran

Kami sebagai penulis menyadari bahwa tulisan ini masih terdapat kekurangan adapun beberapa saran dari penulis diantaranya:

1. Untuk warga di sekitar daerah terdampak setelah mengetahui bahaya seismik di area tersebut maka dapat menyesuaikan kekuatan konstruksinya dengan besarnya nilai seismik di area tersebut.
2. Perlu diadakannya sosialisasi preventif mengenai bahaya dan resiko gempabumi guna mengurangi korban dan kerugian.

Daftar Rujukan

- [1] Alzwar, M., Samodra, H., & Tarigan, J.J., 1987, *Pengantar Ilmu Gunungapi*, Penerbit Nova, 226 hal.
- [2] Bath, M., *Introduction to Seismology*, Willey & Sons, Inc., ISBN 13:9780470991282, 1978.
- [3] Budiarta. 2006. *Analisis Resiko Gempa Untuk Mitigasi Bencana Daerah Bali*, Skripsi, Universitas Indonesia, Jakarta, 2006.
- [4] Christopher, J. O., Becker, J. J., Sandwell, D. T. (2006). *SRTM15_PLUS: Data fusion of Shuttle Radar Topography Mission (SRMT) land topography with measured and estimated seafloor topography (NCEI Accession 015037). Version 1.1. NOAA National Centers for Environment Information. Dataset.*
- [5] Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesian Region*. Geol. Surv. Proff. Paper 1078, US Government. Printing Office, Washington, p.114-156
- [6] Shiddiqi, H. A., Widianoro, S., Nugraha, A. D., Ramadhan, M., Wandono, Sutyono, & Nugroho, H. (2015, April). *Preliminari result of Teleseismic Double-Difference Relocation of Eartquakes in The Molucca Collicsion zone with a 3D velocity model*. In *AIP Coference Proceedings (vol. 1658, No. 1,p.030011)*. AIP Publishing.
- [7] Sunarjo, dkk. 2012. *GEMPABUMI EDISI POPULER*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika : Jakarta
- [8] Tim Pusat Studi Gempa Nasional. 2017. *PETA SUMBER DAN BAHYA GEMPA INDONESIA TAHUN 2017*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat : Bandung