

---

---

## Kajian Indeks Bahaya Seismik Regional Menggunakan Data Seismik Pulau Sulawesi Tahun 1905-2005

Izaghi Imam Alfiansyah<sup>1\*</sup>, Bella Rahmadhaniyah<sup>1</sup>, Nur Khikmah<sup>1</sup>, Fani  
Rohmiasih<sup>1</sup>, Walhasbi Praditiya<sup>1</sup>

*Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Jl. Marsda Adisucipto  
519739, Indonesia*

*\*E-mail: [izaghi99@gmail.com](mailto:izaghi99@gmail.com)*

### INTISARI

Kajian terhadap kegempaan suatu wilayah sangat diperlukan terutama di daerah rawan gempa seperti di Pulau Sulawesi. Untuk itu telah dilakukan penelitian mengenai bahaya gempa pada wilayah pulau Sulawesi dan sekitarnya. Penelitian ini dilakukan menggunakan 3449 data gempa yang tercatat dari tahun 1905 sampai dengan 2005 di daerah Sulawesi dan sekitarnya. Data gempa yang digunakan merupakan data dengan magnitudo  $\geq 5$  serta kedalaman  $\leq 65$  km, yang pengolahannya menggunakan rumus Bath. Harga deviasi standar menunjukkan pergeseran harga Indeks Bahaya Seismik Regional Rata-Rata (IBSRR) di setiap daerah. Daerah dengan harga IBSRR yang tinggi yaitu 0,196174127 terdapat di daerah Sulawesi Tengah, merupakan daerah yang mempunyai tingkat seismisitas yang tinggi. Sedangkan daerah dengan harga IBSRR yang rendah yaitu 0,146877344 terdapat di daerah Sulawesi Selatan, merupakan daerah yang mempunyai seismisitas rendah.

**Kata Kunci :** Gempa bumi, IBSRR, seismisitas

### ABSTRACT

The study of seismicity of an area is needed especially in earthquake prone areas such as in Sulawesi island. So, this research has been conducted on earthquake hazards in the Sulawesi islands surrounding. This research was conducted using 3449 earthquake data recorded from 1905 to 2005 in the Sulawesi and surrounding areas. Earthquake data used are data with a magnitude of  $\geq 5$  and a depth of  $\leq 65$  km, which are processed using the Bath formula. The standard deviation value indicate a shift in IBSRR value in each region. Regions with a high IBSRR price of 0,196174127 are found in Central Sulawesi, an area that has a high level of seismicity. While regions with low IBSRR prices, namely 0,146877344, are found in the area of South Sulawesi, which has low seismicity.

**Keywords :** earthquake, IBSRR, seismicity

---

## Pendahuluan

Gempabumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi dan dirasakan dipermukaan bumi yang berasal dari dalam struktur bumi. Pergeseran tersebut terjadi sebagai akibat adanya peristiwa pelepasan energi gelombang seismik secara tiba-tiba yang diakibatkan atas adanya deformasi lempeng tektonik yang terjadi pada kerak bumi (Joko Christanto, 2011).

Gempabumi merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia. Indonesia terletak pada  $94^{\circ}$  - $141^{\circ}$  BT dan  $6^{\circ}$  LU- $11^{\circ}$  LS merupakan negara kepulauan dengan tingkat kegempaan tinggi karena terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik yang bergerak satu sama lainnya. Sebagian besar pulau di Indonesia berpotensi terjadi gempa bumi salah satunya Pulau Sulawesi. Sulawesi terletak pada pertemuan 3 lempeng besar, yang menyebabkan kondisi tektoniknya sangat kompleks, dimana kumpulan batuan dari busur kepulauan, batuan bancuh, ofiolit, dan bongkah dari mikrokontinen terbawa bersama proses penunjangan, tubrukan, serta proses tektonik lainnya. Ketiga lempeng besar tersebut yakni lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat, lempeng Eurasia yang bergerak ke arah selatan-tenggara, dan lempeng yang lebih kecil yaitu lempeng Filipina. Hal ini menyebabkan Pulau Sulawesi memiliki empat buah lengan dengan proses tektonik yang berbeda-beda dan membentuk satu kesatuan mosaik geologi.

Indeks Bahaya Seismik Regional (IBSR) merupakan gambaran seismisitas yang dihitung berdasarkan frekuensi dan energi yang dikeluarkan oleh gempa bumi. Pada umumnya setiap tempat mempunyai kekuatan gempa yang tidak sama, jadi diperlukan ukuran seismisitas dari tempat tersebut sebelum dilakukan perencanaan bangunan. Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang pembagian daerah gempa berdasarkan IBSR di Pulau Sulawesi. Berdasarkan harga IBSR ini diharapkan dapat memberikan gambaran langsung maupun tidak langsung terhadap dampak dari setiap gempa bumi di suatu lokasi, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengembangan pemukiman maupun industri, juga dalam menentukan jalur evakuasi dan penanggulangan bencana alam khususnya gempa bumi.

Tujuan dalam penelitian ini untuk menentukan nilai Indeks Bahaya Seismik Kumulatif dan Indeks Bahaya Seismik Rata-Rata Regional.

## Metode Penelitian

### Data dan metode penelitian

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data parameter-parameter gempa yaitu lokasi episenter, kedalaman gempa dan magnitudo gempa yang tercatat dari tahun 1905 sampai dengan 2005 sebanyak 3449 data gempa di daerah Sulawesi dan sekitarnya pada posisi  $2^{\circ}08'$  LU dan  $170^{\circ}17'$  BT.

Digunakan untuk melakukan pemetaan daerah rawan gempa berdasarkan sebaran episenter, magnitudo, dan akumulasi energi daerah Sulawesi dan sekitarnya.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

1. Pengumpulan data gempa. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data parameter-parameter gempa yaitu lokasi episenter, kedalaman gempa dan magnitudo gempa yang tercatat dari tahun 1905 sampai dengan 2005 sebanyak 3449 data gempa di daerah Sulawesi dan sekitarnya pada posisi  $2^{\circ}08'$  LU dan  $170^{\circ}17'$  BT. Data ini diperoleh dari hasil rekaman *broadband* seismograf.

2. Pengolahan data gempa.

Tahap-tahap pengolahan data gempa adalah sebagai berikut:

- a) Menentukan daerah penelitian dengan cara membatasi data gempa yang episenternya terletak pada bujur dan lintang di Pulau Sulawesi.
  - b) Mengumpulkan data gempa dengan magnitudo  $M \geq 5$  SR.
3. Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan antara lain: perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Perangkat keras yang digunakan yaitu Personal Computer dengan sistem operasi Windows 10. Perangkat lunak yang digunakan yaitu ArcView Gis 3.3, Google Earth dan Microsoft Office Excel 2007.

Penelitian tentang indeks bahaya seismik regional juga pernah dilakukan di pulau Jawa (Sulistiyani, *et al*, 2013). Oleh karena nya penelitian ini akan sangat berguna bagi masyarakat pulau Sulawesi dan sekitarnya. Terlebih belum ada penelitian tentang indeks bahaya seismik regional pulau Sulawesi. Terutama untuk mitigasi bencana dan pembangunan infrastruktur bagi masyarakat Sulawesi.

### Metode Analisis Data

Data yang digunakan adalah data seismisitas gempabumi Pulau Sulawesi tahun 1905-2005. Gempa - gempa yang dikaji merupakan gempa-gempa dangkal ( $h < 60$ km) dan menengah (60- 300km) yang terjadi di Pulau Sulawesi. Data dari katalog gempa berupa posisi episenter, kedalaman dan magnitudo gempa untuk daerah Sulawesi dan sekitarnya. Data katalog gempa diperoleh dalam kurun waktu dari 1955- 2005, untuk daerah pada koordinat  $2^{\circ}08'$  LU dan  $170^{\circ}17'$  BT

Energi kumulatif gempa yang diperoleh merupakan hasil akumulasi energi seluruh kejadian gempa yang tercatat dalam periode pengamatan 100 tahun dengan magnitudo  $\geq 5$  serta kedalaman  $\leq 65$  km. Dari data ini akan terlihat kecenderungan kejadian gempa dalam kurun waktu tertentu. Hubungan antara energi gempa di fokusnya dengan besarnya magnitudo gempa dihitung dengan rumus Bath (1958):

$$\log E = 12,24 + 1,44 M \quad (E \text{ dalam erg}) \quad (1)$$

Dengan memakai rumus tersebut dihitung besarnya energi total yang telah dilepaskan dalam daerah setiap luas  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  dalam Erg.

### Indeks Bahaya Seismik Kumulatif (IBSK)

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

$$IBSK = \log \sum^n E_n \quad (2)$$

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 1965 sampai tahun 2005. 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 di suatu daerah dalam selang pengamatan tertentu.

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

Dengan  $A$  : jumlah IBSK di daerah tersebut

$IBSK_a$  : harga IBSK ditempat ke 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.

Dapat dilihat hasil perhitungan harga IBSRR dan deviasi standarnya untuk tiap daerah gempa. panjang garis merupakan dua kali harga deviasi standar, yang merupakan pergeseran dari harga IBSRR untuk tiap daerah tersebut. Berdasarkan harga IBSRR ini lalu diadakan pembagian daerah gempa di wilayah Pulau Sulawesi, kemudian membandingkan harga IBSRR pada tiap-tiap daerah. Daerah dengan harga IBSRR yang besar, merupakan daerah yang mempunyai tingkat seismisitas yang tinggi. Karakteristik dari IBSRR memungkinkan untuk memperkirakan bahaya seismik secara langsung karena dibuat dengan pengambilan harga rata-rata dari jumlah energi seismik, dan besarnya dinyatakan dengan satuan yang sama dengan intensitas (MMI).

### Hasil dan Pembahasan

Daerah yang akan ditentukan nilai Indeks Bahaya Seismik Kumulatif (IBSK) dan Indeks Bahaya Seismik Regional Rata-rata (IBSRR) adalah Pulau Sulawesi yang terletak pada  $2^{\circ}08'$  LU dan  $170^{\circ}17'$  BT. Berdasarkan penelitian, diperoleh data-data koordinat episenter Pulau Sulawesi, kedalaman sumber gempa (h), magnitudo (Mag) dan magnitudo permukaan (Ms). Data-data tersebut dapat ditentukan harga IBSK dan IBSRR seperti yang terdapat dalam tabel berikut ini:

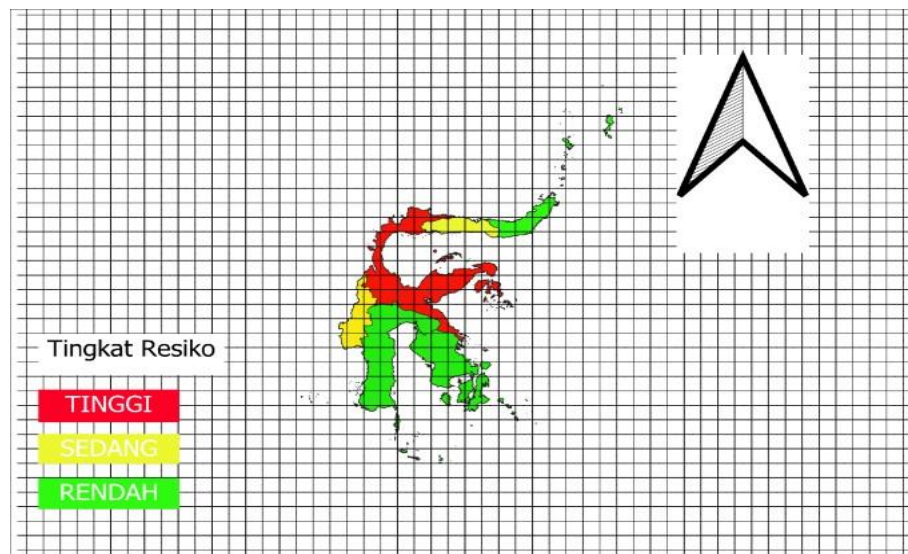
**Tabel 1.** Harga IBSK di Pulau Sulawesi

PROVINSI	IBSK
SULSEL	381,8810952
SULTRA	407,7084377
SULBAR	236,879165
SULUT	312,9257517
GORONTALO	128,0771592
SULTENG	1000,488047

**Tabel 2.** Harga IBSRR di Pulau Sulawesi

No	Provinsi	Nilai IBSRR
1	Sulawesi Selatan	0,146877344
2	Sulawesi Tenggara	0,151003125
3	Sulawesi Barat	0,18221474
4	Sulawesi Utara	0,156462876
5	Gorontalo	0,18296737
6	Sulawesi Tengah	0,196174127
	Rata-rata IBSRR	0,169283264

Didapatkan peta IBSRR dan pembagian daerah gempa berdasarkan harga IBSRR di Pulau Sulawesi, sebagai berikut.



**Gambar 1.** Peta lokasi pusat gempa dan IBSSR Pulau Sulawesi dan sekitarnya

Data gempa bumi tahun 1905 sampai dengan tahun 2005 yang diperoleh digunakan untuk menunjukkan seismisitas di Pulau Sulawesi berdasarkan IBSSR. Pembagian daerah gempa tersebut adalah :

1. Provinsi Sulawesi Selatan (IBSRR =  $0,146877344 \pm 0,010020232$ )  
Gempa Bumi di kawasan Sulawesi Selatan masuk kedalam kategori resiko rendah. Harga IBSRR pada Sulsel termasuk yang paling terendah pada Pulau Sulawesi.
2. Provinsi Sulawesi Tenggara (IBSRR =  $0,151003125 \pm 0,008175127$ )  
Harga IBSRR pada Provinsi Sulawesi Tenggara termasuk resiko rendah.
3. Provinsi Sulawesi Barat (IBSRR=  $0,18221474 \pm 0,00578313$ )  
Pada Provinsi Sulawesi Barat sumber gempa berasal dari darat dan termasuk ke dalam resiko sedang.
4. Provinsi Sulawesi Utara (IBSRR=  $0,156462876 \pm 0,005733452$ )  
Propinsi Sulawesi Utara termasuk kedalam resiko rendah.
5. Provinsi Gorontalo (IBSRR=  $0,18296737 \pm 0,006119718$ )  
Pada peta IBSRR Propinsi Gorontalo berwarna kuning yang mana termasuk kedalam kategori sedang tetapi tetap harus diwaspadai.
6. Provinsi Sulawesi Tengah (IBSRR=  $0,196174127 \pm 0,012025959$ )  
Provinsi dengan resiko gempa paling tinggi disebabkan karena sumber gempa dilewati oleh zona subduksi menyebabkan kedalaman yang cukup besar pada gempa nya.

Berdasarkan peta seismik Pulau Sulawesi, dilakukan beberapa analisa dan terlihat bahwa pusat-pusat gempa sebagian besar ditunjukkan oleh daerah yang berwarna merah pada peta IBSSR yaitu daerah Sulawesi Tengah, daerah tersebut memiliki tingkat resiko gempa yang tinggi sedangkan pada daerah yang berwarna kuning memiliki resiko yang sedang yaitu Sulawesi Barat dan Gorontalo dan terakhir daerah yang memiliki resiko rendah ditunjukkan oleh warna hijau yaitu daerah Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara.

Secara garis besar gempa yang ada di sekitar pulau Sulawesi terjadi karena pergeseran lempeng tektonik, memang ada gunung berapi tetapi lebih sering terjadi karena pergeseran lempeng tektonik.

---

## Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan data-data yang sudah di olah, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan nilai IBSK dan IBSRR yang diperoleh menyatakan hampir seluruh pulau Sulawesi bagian tengah menuju utara yaitu Provinsi Sulawesi Tengah merupakan daerah yang rawan gempa, karena memiliki nilai IBSK yang tinggi yaitu 1000,488047 dan juga nilai resiko IBSRR yang tinggi yaitu 0,146877344. Provinsi Gorontalo termasuk kedalam resiko sedang, tetapi pada Prov. Gorontalo meskipun harga IBSRR lebih rendah dari Sulawesi Tengah tetap harus diwaspadai akan rawan gempa. Sedangkan daerah yang cukup rendah resiko IBSRR nya adalah Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara.

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan adalah dengan mengetahui besarnya bahaya seismik di suatu tempat, maka bagi perencana bangunan dapat lebih menyesuaikan kekuatan bangunan yang akan dibangun terhadap kekuatan gempa bumi yang terjadi di daerah tersebut. Untuk mendapatkan gambaran kegiatan seismik yang lebih baik, idealnya diperlukan interval waktu pengamatan yang lebih besar.

## Daftar Rujukan

- [1] Andrew Newman. 2006. *Characteristic and Uncharacteristic of Earthquake a Possible Artifacts*. Wabash : Madrid.
- [2] Bath M. 1973. *Introduction to Seismology John Willey & Sons*. New York.
- [3] Christanto, Joko. 2011. *Gempa Bumi Kerusakan Lingkungan, Kebijakan dan Strategi Pengelolaan*. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta
- [4] Edwiza D. 1998. *Studi Mikroseismik dan Parameter Seismotektonik Gempa Regional Sumbar, Laporan Penelitian dan Lembaga Penelitian*. Universitas Andalas: Padang
- [5] Gunawan Ibrahim, DR dkk. 2000. *Pengantar Seismologi*. BMG Pusat: Jakarta. Suhardjo, Pengantar Seismologi (2004)