

Kajian Indeks Bahaya Seismik Regional Menggunakan Data Seismik Pulau Jawa Tahun 1900-2006

Sulistiyani¹, Sorja Koesuma¹, Nugroho Budi W²

¹Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret

²BMKG Yogyakarta

culis_tiyani@ymail.com

Received 01-01-2013, Revised 10-01-2013, Accepted 17-01-2013, Published 25-04-2013

ABSTRACT

It has been conducted a research about Regional Seismic Disaster Index (RSDI) in Java Island by using seismic data from 1900 – 2006. RSDI is a index showing vulnerability seismic disaster in an area. The high risk area is the highest risk, the low area is the lowest risk. The highest RSDI areas were Banten, Jawa Barat, and D.I Yogyakarta Provinces. While the lowest RSDI areas were DKI Jakarta and Jawa Tengah Province. Deviations standard value showed the moving RSDI value each region. Region with big RSDI value had high Seismic level were Banten , Jawa Barat, and D.I. Yogyakarta Province.

Keyword: regional seismic disaster indeks, seismic, java island, index, deviations standard

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang Indeks Bahaya Seismik Regional (*regional seismic disaster index*) di Pulau Jawa menggunakan data seismik dari tahun 1900 – 2006. IBSR merupakan indeks yang menunjukkan kerentanan bahaya seismik di suatu daerah. Daerah yang bernilai tinggi memiliki tingkat risiko tinggi, dan daerah yang bernilai rendah memiliki tingkat rendah. Nilai IBSR tertinggi terdapat di Propinsi Banten, Propinsi Jawa Barat, dan Propinsi D.I.Yogyakarta. Dan terendah terdapat di Propinsi DKI Jakarta dan Propinsi Jawa Tengah. Nilai deviasi standarnya menunjukkan pergeseran harga IBSR di tiap daerah. Daerah dengan nilai IBSR yang besar merupakan daerah yang mempunyai tingkat seismisitas yang tinggi, dalam hal ini adalah Propinsi Banten, Propinsi Jawa Barat, dan Propinsi D.I.Yogyakarta.

Kata Kunci: indeks bahaya seismik regional, seismik, pulau jawa, indeks, deviasi standart

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk pada wilayah yang memiliki zona dengan tingkat kegempaan yang relatif cukup tinggi, karena terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik yang bergerak satu sama lainnya, yaitu; 1) lempeng Indo-Australia yang bergeser ke utara, 2) lempeng Pasifik yang bergerak ke barat, 3) lempeng Asia Tenggara yang bergerak relatif ke selatan. Lokasi aktif gempa secara sepintas sudah dapat dipastikan berada di perbatasan antar lempeng tektonik tersebut, namun efeknya bisa dirasakan pada jarak tertentu bergantung pada atenuasi energi dan geologi setempat. Kondisi lingkungan alam ini membuat Indonesia sering dilanda bencana gempa bumi yang semakin hari semakin meningkat kuantitasnya^[1].

Zona seismik atau jalur gempa bumi merupakan sesuatu yang dapat terjadi dan dapat menimbulkan kerusakan yang luas pada bangunan dan sarana infrastruktur di wilayah perkotaan di Indonesia^[2]. Penelitian mengenai energi gempa telah dilakukan dengan berbagai metode yang berbeda, seperti yang telah dilakukan oleh Penelitian Prajuto (1983) menggunakan metode statistik untuk daerah Irian Jaya, perhitungan dan analisisnya dengan menggunakan rumus Gutenberg-Ritcher, dan tidak meninjau faktor resiko gempa. Sedangkan Ibrahim (1983) meninjau pelepasan energi dengan menggunakan rumus Bath, sekaligus dikaitkan dengan Indeks Bahaya untuk daerah Jawa, Bali dan Madura. Sedangkan Daz Edwiza (2008) meninjau pelepasan energi dengan menggunakan rumusan Gutenberg-Ritcher maupun Bath, yang kemudian juga dilanjutkan dengan meninjau Indeks Bahayanya, hasil dari kedua metode kemudian dibandingkan, sehingga dapat ditentukan metode mana yang sesuai untuk daerah Sumatera Barat. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan rumus Bath, sekaligus dikaitkan dengan Indeks Bahaya untuk pulau Jawa pada tahun 1900-2006 menurut unit geologi per-administrasi^[3].

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 Jawa. Berdasarkan nilai IBSR ini diharapkan dapat memberikan gambaran langsung maupun tidak langsung terhadap dampak dari setiap gempa bumi di suatu lokasi^[4].

Hubungan Magnitudo Dan Energi Secara Empiris

Magnitudo adalah suatu besaran gempa bumi yang menyatakan besarnya energi yang dilepas suatu gempa di pusatnya^[5]. Berdasarkan bentuk energi yang dilepaskan saat terjadinya gempa bumi antara lain energi deformasi gelombang. Energi deformasi dapat dilihat pada perubahan bentuk volume sesudah terjadinya gempa bumi. Sedangkan energi gelombang akan menggetarkan medium elastis di sekitarnya dan akan menjalar ke seluruh arah^[6,7].

Nilai magnitudo gempa bumi tidak melewati tahap perhitungan karena nilai ini sudah didapatkan dari *database* gempa bumi BMKG Yogyakarta. Kemudian menghitung energi dengan persamaan^[3]:

$$\log E = 5,78 + 2,48 \tag{1}$$

Indeks Bahaya Seismik Kumulatif (IBSK)

IBSK adalah logaritma dari jumlah energi seismik yang pernah terjadi di suatu tempat. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut^[3]:

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

Dengan,

E_n = energi dari suatu gempa bumi

Indeks Bahaya Seismik Regional (IBSR)

IBSR merupakan gambaran seismisitas yang dihitung berdasarkan frekuensi dan energi yang dikeluarkan oleh gempa bumi. Indeks Bahaya Seismik Regional merupakan cara yang simpel untuk memperkirakan bahaya seismik pada suatu tempat/daerah tertentu. Besarnya IBSR di suatu daerah dapat langsung diinterpretasikan dengan besaran yang sama dengan satuan skala intensitas MMI (*Modified Mercalli Intensity*), ketidaktepatan dari taksiran (*range*) dinyatakan oleh harga deviasi standarnya^[3].

Perhitungan nilai IBSR adalah nilai dari IBSK di suatu daerah dalam selang pengamatan tertentu. Dengan persamaan^[3] :

$$IBSR = \frac{1}{A} \sum \frac{IBSK_a}{T} \quad (3)$$

Dengan,

A : jumlah IBSK di daerah tersebut

$IBSK_a$: harga IBSK ditempat ke-a

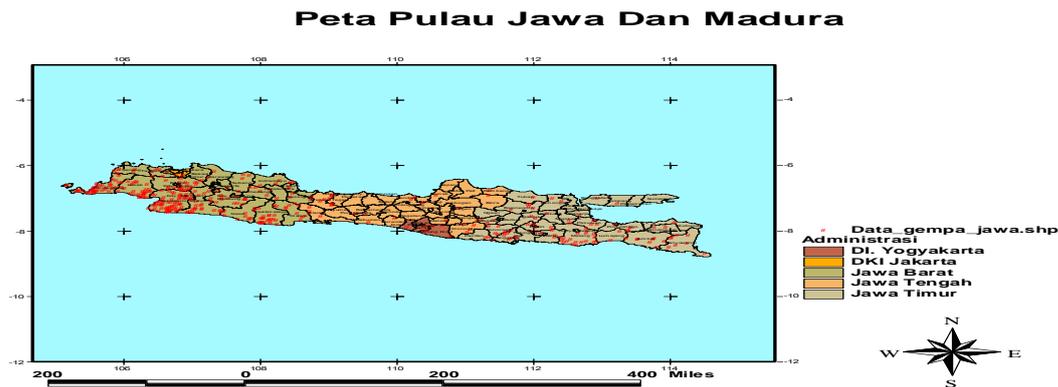
T : interval waktu pengamatan

Untuk mendapatkan gambaran seismik yang baik, idealnya diperlukan interval waktu pengamatan yang sesuai dengan periode ulang. IBSR ada hubungannya dengan keadaan tanah setempat karena perhitungannya berdasarkan pada kerusakan yang dialami di tempat tersebut (intensitas)^[8,9]. Dengan mengetahui bahaya seismik di suatu tempat, maka dapat disesuaikan kekuatan bangunan yang akan dibangun terhadap kekuatan gempa bumi yang terjadi di daerah tersebut^[10].

METODE

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 7. Perangkat lunak yang digunakan yaitu ArcView Gis 3.3, Google Earth dan Microsoft Office Excel 2007.

Data gempa bumi yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari *data base* Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta berupa data parameter-parameter gempa yaitu lokasi episenter, kedalaman gempa, magnitudo gempa, *latitude*, dan *longitude*, yang tercatat dari tahun 1900 sampai dengan 2006 di Pulau Jawa. Dalam penelitian ini, daerah yang dijadikan objek penelitian adalah Pulau Jawa dan Pulau Madura. Area penelitian terletak pada koordinat 105°- 114° BT dan 6°- 8° LS.



Gambar 1 . (color online) Peta Pulau Jawa dan Pulau Madura

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah yang akan ditentukan nilai IBSK dan IBSR adalah Pulau Jawa dan Madura yang terletak terletak pada koordinat 105° - 114° BT dan 6° - 8° LS. Berdasarkan penelitian, diperoleh data-data koordinat episenter Pulau Jawa dan Pulau Madura, kedalaman sumber gempa dan magnitudo. Dari data-data tersebut dapat ditentukan nilai IBSK dan IBSR.

Perhitungan IBSK dan IBSR dihitung menurut batasan-batasan wilayah per- geologi unit Kabupaten. Nilai IBSK dan IBSR tersebut kemudian dikelompokkan dengan menggunakan perhitungan Gutenberg-Richter maupun Bath dengan metode statistika dan diolah dengan menggunakan *software* ArcView GIS 3.3 untuk dipetakan. Untuk hasil pengelompokan nilai IBSK dan IBSR terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

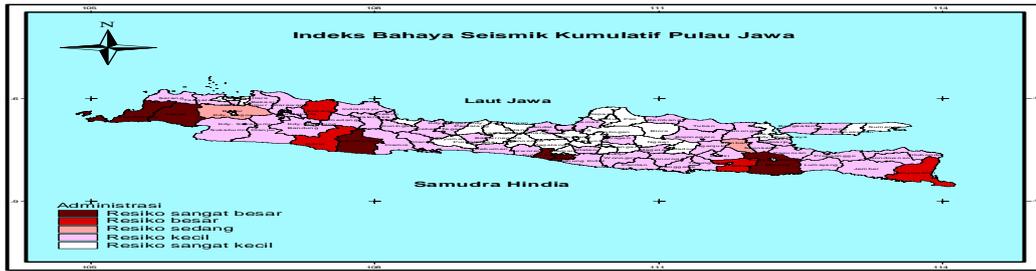
Tabel 1. Nilai IBSK

Nilai IBSK (erg)	Keterangan
21,9—22,8	Resiko sangat besar
20,0—21,8	Resiko besar
19,6—20,4	Resiko sedang
14,0—19,5	Resiko kecil
< 14	Resiko sangat kecil

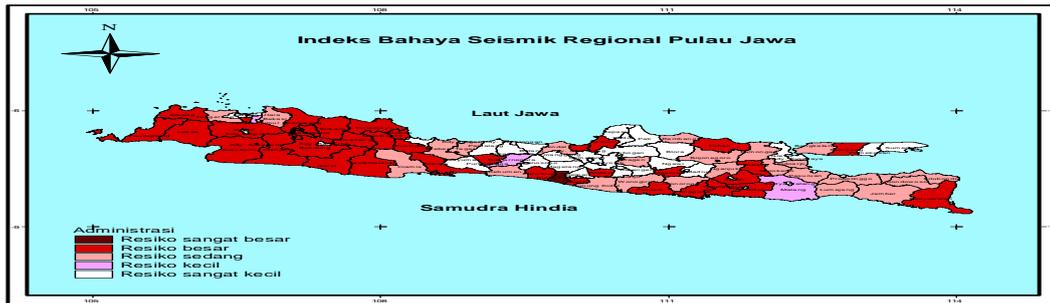
Tabel 2. Nilai IBSR

Nilai IBSR (erg/year)	Keterangan
<0,04	Resiko sangat kecil
0,05 — 0,09	Resiko kecil
0,10 — 0,14	Resiko sedang
0,15 — 0,19	Resiko besar
> 0,20	Resiko sangat besar

Hasil pemetaan terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



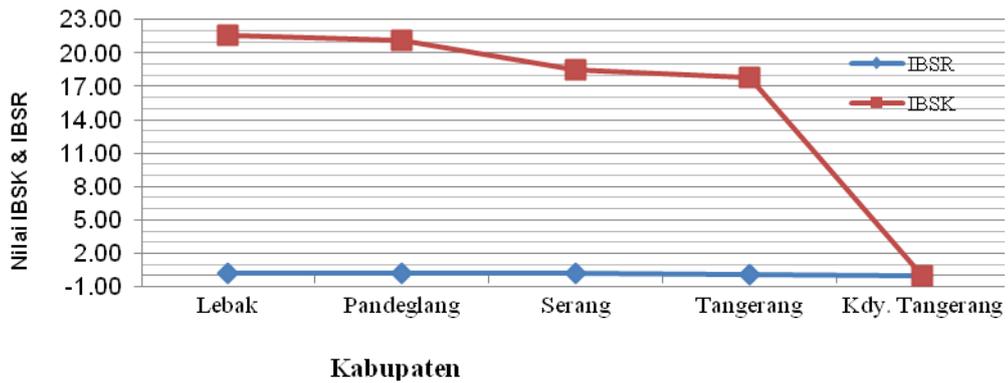
Gambar 2. (color online) Peta IBSK Pulau Jawa dan Pulau Madura



Gambar 3. (color online) Peta IBSR Pulau Jawa dan Pulau Madura

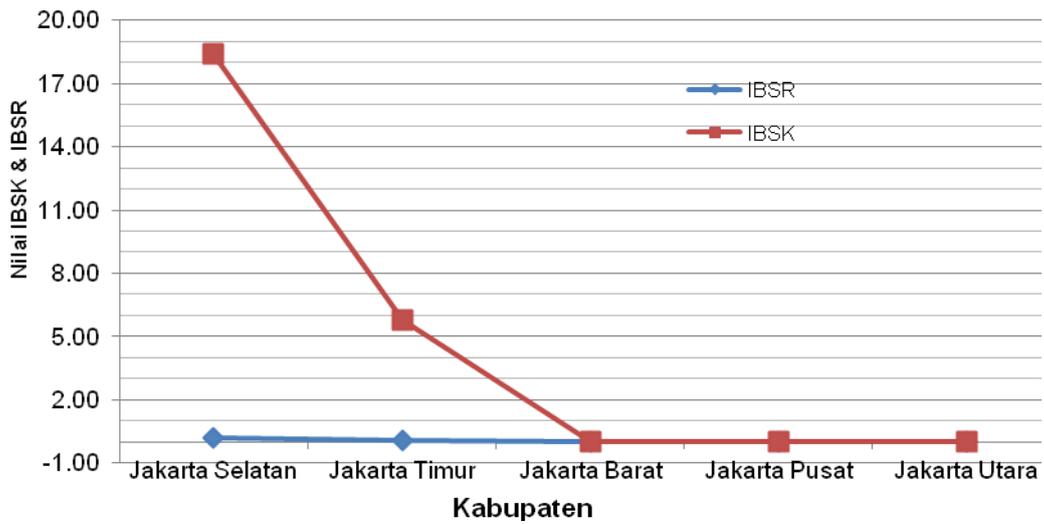
Untuk lebih mempermudah pembahasan dalam perhitungan unit administrasi, maka wilayah Pulau Jawa dibagi menjadi 6 provinsi yaitu: Provinsi Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, D.I.Yogyakarta, Jawa Tengah dan Jawa Timur.

Provinsi Banten



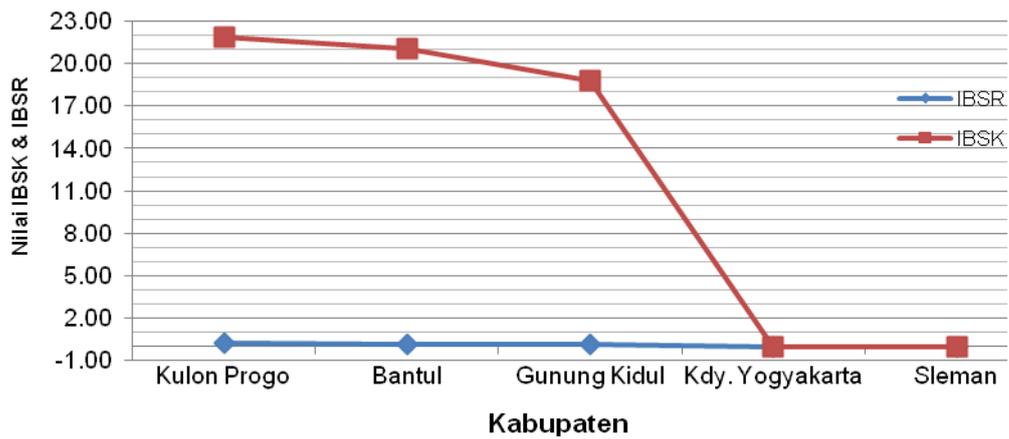
Gambar 4. (color online) Grafik Hubungan IBSK, IBSR dan Kabupaten/Kotamadya Provinsi Banten

Provinsi DKI Jakarta



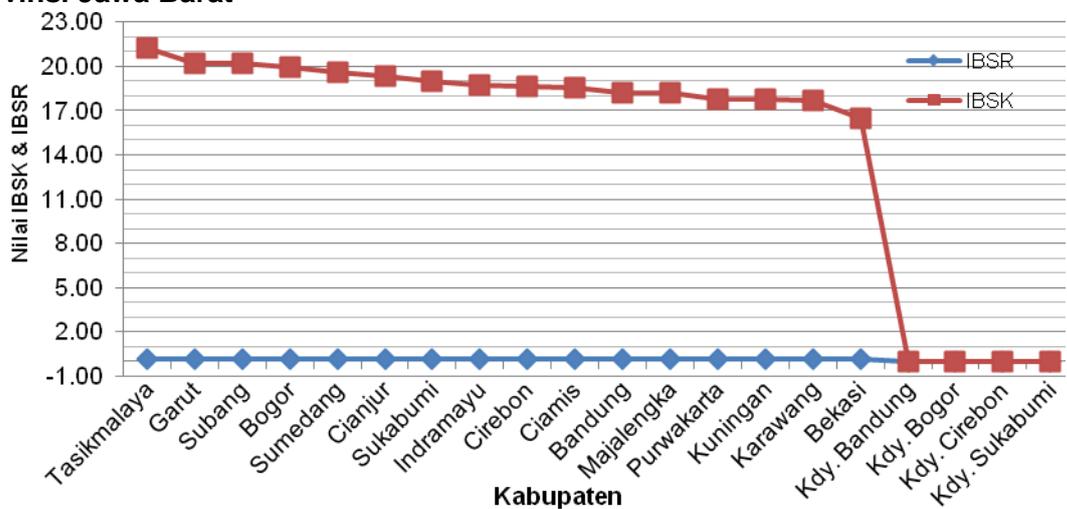
Gambar 5. (color online) Grafik Hubungan IBSK, IBSR dan Kabupaten/Kotamadya Provinsi DKI Jakarta

Provinsi D.I.Yogyakarta



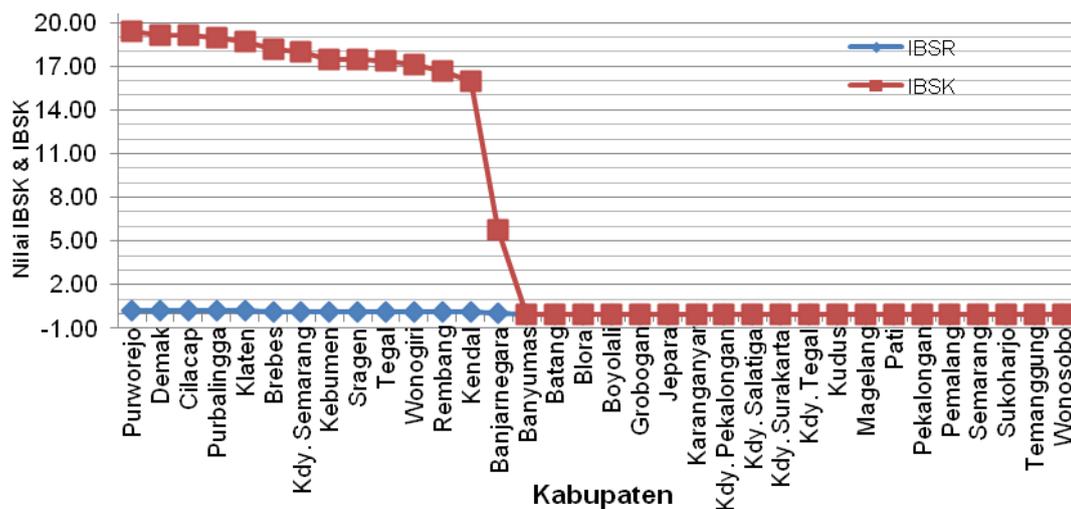
Gambar 6. (color online) Grafik Hubungan IBSK, IBSR dan Kabupaten/Kotamadya Provinsi D.I.Yogyakarta

Provinsi Jawa Barat



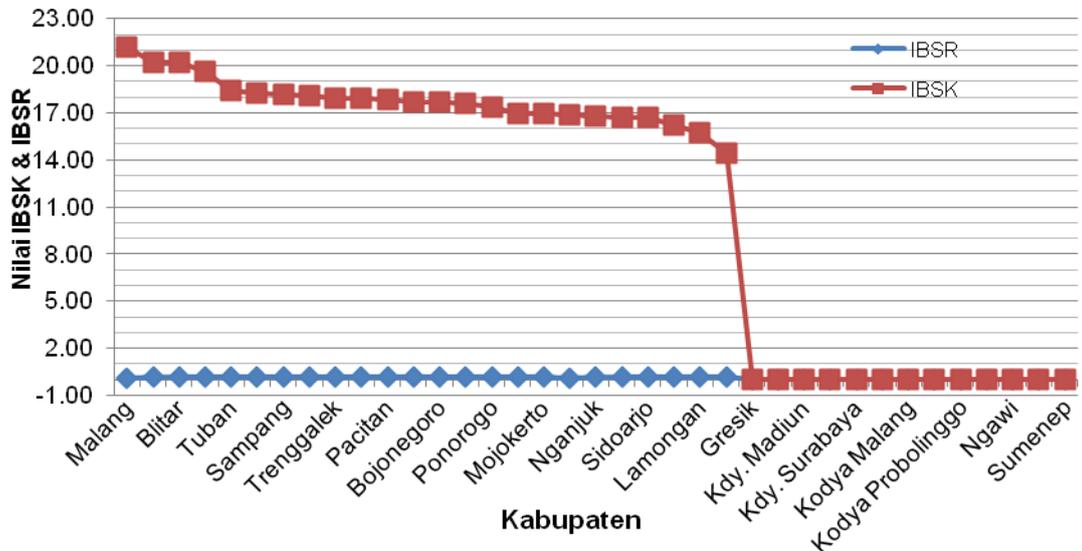
Gambar 7. (color online) Grafik Hubungan IBSK, IBSR dan Kabupaten/Kotamadya Provinsi Jawa Barat

Provinsi Jawa Tengah



Gambar 8. (color online) Grafik Hubungan IBSK, IBSR dan Kabupaten/Kotamadya Provinsi Jawa Tengah

Provinsi Jawa Timur



Gambar 9. (color online) Grafik Hubungan IBSK, IBSR dan Kabupaten/Kotamadya Provinsi Jawa Timur

Di lihat dari grafik diatas terlihat daerah-daerah rawan dan tidak rawan gempa bumi. Daerah yang termasuk kawasan rawan gempa bumi dengan tingkat resiko besar adalah Provinsi Banten, Provinsi Jawa Barat, dan Provinsi D.I.Yogyakarta. Sedangkan daerah yang termasuk kawasan kurang rawan gempa bumi dengan tingkat resiko sedang adalah Provinsi Jawa Timur. Dan untuk daerah yang termasuk kawasan aman terhadap gempa bumi dengan tingkat resiko kecil adalah Provinsi DKI. Jakarta dan Jawa Tengah.

Di katakan rawan karena termasuk gempa dangkal dengan kedalaman sekitar <60 km, dangkalnya sumber gempa terbukti dari daya rusak yang tinggi di permukaan bumi dan memicu terjadinya patahan ataupun mengaktifkan patahan-patahan yang lain. Hal ini berkaitan dengan sifat aktifitas seismik atau gempa yang bersumber dari palung Jawa bagian selatan. Dikatakan termasuk kawasan kurang rawan karena termasuk gempa menengah dengan kedalaman sekitar 60—300 km, kedalaman sumber gempa terbukti dari daya rusak yang ringan dan adanya getaran yang terasa di permukaan bumi. Dan dikatakan

termasuk kawasan rawan karena termasuk gempa dalam dengan kedalaman sekitar 300 km, sehingga tidak terlalu berbahaya.

Sehingga hasil peta IBSK dan IBSR dalam persamaan Gutenberg-Richter maupun Bath besarnya nilai IBSK dan IBSR dengan metode statistik, memiliki kontur nilai IBSK dan IBSR membentuk suatu pola menyebar per-Kabupaten tertentu yang memiliki nilai IBSK dan IBSR yang tinggi. Hal ini dikarenakan pada persamaan Gutenberg-Richter maupun Bath besarnya nilai IBSK dan IBSR dipengaruhi oleh kedalaman, parameter geologi, magnitudo, energi gempa bumi dan adanya sesar aktif.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data-data yang diperoleh pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa daerah – daerah di Pulau Jawa dalam unit administrasi yang termasuk kawasan rawan gempa bumi dengan tingkat resiko besar adalah Provinsi Banten, Provinsi Jawa Barat, dan Provinsi D.I.Yogyakarta. Sedangkan yang termasuk kawasan kurang rawan gempa bumi dengan tingkat resiko sedang adalah Provinsi Jawa Timur. Kemudian yang termasuk kawasan aman terhadap gempa bumi dengan tingkat resiko kecil adalah Provinsi DKI. Jakarta dan Jawa Tengah. Dengan mengetahui bahaya seismik di Pulau Jawa ini, maka dapat disesuaikan kekuatan bangunan yang akan dibangun terhadap kekuatan gempa bumi yang terjadi di Pulau Jawa.

DAFTAR PUSTKA

- 1 Subardjo, 2001. Intensitas Seismik Maksimum dan Percepatan Tanah untuk Beberapa Kota di Indonesia. *Jurnal Badan Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 2 No. 3
- 2 Geoffrey, A., Abers Steven, W., and Roecker. 1991. Deep structure of an arc-continent collision: Earthquake relocation and inversion for upper mantle P and S wave velocities beneath Papua New Guinea. *Journal of Geophysical*, Vol. 96, pp. 6379–6401.
- 3 Daz,E. 2008. Kajian Terhadap Indeks Bahaya Seismik Regional Rata-Rata Sumatra Barat. *Teknik A: 0854-8471*, Vol.1 No. 29. Laboratorium Geofisika Jurusan Teknik Sipil Unand.
- 4 Brune, JN., and Pomeroy, PW. 2009. Surface wave radiation patterns for underground nuclear explosions and small-magnitude earthquakes. *Journal of Geophysical Research (AS)*, Vol. 68, pp 500-528.
- 5 Razali. 2008. *Rekonturing Zona Percepatan Gempa di Permukaan Tanah Provinsi Sumatera Utara Dengan Program Aplikasi Shake 2000*. Universitas Sumatera Utara Medan.
- 6 Cluff, L.S., Hasen, W.R., Taylor, C.L., and Weaver, K. D. 1972. Site Evaluation in Seismically Active Regions-Interdisciplinary Approach, *Proseeding International Coverence on Microzonation*. Seattle. Vol. II, pp. 957-987.
- 7 Kasahara, K. 1969. *Earthquake Mechanics Meterologi and Geophysics*. New York: University Press Cambridge.
- 8 Housner, G. W. 1965. Intensity of Ground Shaking Near the Causative Foutl, *Proceeding of the 3rd World Conference on Earthquake Engineering*. Vol. 1, pp. 29-60.
- 9 Hutabarat, R.G. 2009. Integrasi Inversi Seismik Dengan Atribut Amplitudo Seismik Untuk Memetakan Distribusi Reservoar Pada Lapangan Blackfoot. *Makara, Sains*, Vol. 7, No. 3.
- 10 Malik, Yakub. 2010. Penentuan Tipologi Kawasan Rawan Gempabumi untuk Mitigasi Bencana Di Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung. *Jurnal Geografi GEA*, Vol.10 No.28. Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS UPI.