



**PEMANFAATAN DATA SEISMISITAS UNTUK MEMETAKAN TINGKAT
RESIKO BENCANA GEMPABUMI DI KAWASAN
EKS-KARESIDENAN BANYUMAS JAWA TENGAH**

Sehah¹, Sukmaji A. Raharjo¹, dan Rose Dewi²

¹Program Studi Fisika; ²Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED
Jalan Dr. Suparno No. 61 Karangwangkal Purwokerto

Email: sehahallasimy@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian dengan judul "Pemanfaatan Data Seismisitas untuk Memetakan Tingkat Resiko Bencana Gempabumi di Kawasan Eks-Karesidenan Banyumas Jawa Tengah" telah dilakukan dengan tujuan untuk memetakan kondisi seismotektonik dan membuat peta tingkat resiko gempabumi tektonik di wilayah Eks-Karesidenan Banyumas. Penelitian ini dilakukan secara bertahap dimulai dari pengaksesan data seismisitas gempabumi tektonik periode tahun 1903 – 2006 hingga pembuatan peta percepatan getaran tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) berdasarkan formulasi dari Fukushima dan Tanaka. Peta PGA tersebut, selanjutnya dibagi menjadi beberapa zona tingkat resiko gempabumi tektonik. Berdasarkan peta tersebut diketahui bahwa tingkat resiko gempabumi tektonik wilayah Eks-Karesidenan Banyumas terbagi atas empat zona, yang terdiri atas resiko kecil dengan nilai PGA 25 – 50 gal, resiko sedang I dengan nilai PGA 50 – 75 gal, resiko sedang II dengan nilai PGA 75 – 100 gal, serta resiko sedang III dengan nilai PGA 100 – 125 gal. Kecenderungan tingkat resiko bencana gempabumi tektonik di wilayah Eks-Karesidenan Banyumas adalah semakin ke arah tenggara, maka tingkat resikonya semakin besar.

Kata Kunci: *Data seismisitas, tingkat resiko, bencana, gempabumi tektonik, kawasan Eks-Karesidenan Banyumas*

ABSTRACT

The research with title "Using of Seismicity Data for Mapping Earthquake Disaster Risk Level in Ex-Residency of Banyumas zone in Central Java" has been carried out in order to map the seismotectonic and create a map of the level of risk of tectonic earthquakes in the Ex-Residency of Banyumas. This research was carried out in some stages, that starting from access to tectonic earthquake seismicity data in period 1903 – 2006 up to creating the map of Peak Ground Acceleration (PGA) based on the Fukushima and Tanaka formulation. The PGA contour map, further divided into several zones of tectonic earthquake risk level. Based on that map is known that the tectonic earthquake risk level in Ex-Residency of Banyumas region is divided into four zones, which consists of a small risk that have PGA value of 25 – 50 gal, the intermediate risk stage I with PGA value is 50 – 75 gal, the intermediate risk stage II with PGA values 75 – 100 gal, and the intermediate risk stage III with value PGA 100 – 125 gal. The trend rate of the tectonic earthquake disaster risk in the Ex-Residency of Banyumas region is more to the southeast, the greater the level of risk.

Keynote: *Seismicity data, the risk level, disaster, tectonic earthquake, the Ex-Residency of Banyumas region*

PENDAHULUAN

Pulau Jawa merupakan salah satu pulau di Indonesia yang terletak pada zona pertemuan dua lempeng tektonik besar; yaitu Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia. Lempeng Indo-Australia yang merupakan lempeng samudera senantiasa bergerak relatif ke utara dengan kelajuan kurang lebih 7 cm per tahun menunjam di bawah Lempeng Eurasia. Suatu saat



Lempeng Indo-Australia ini mengalami gesekan atau benturan sehingga sebagian tubuh Lempeng Eurasia retak atau patah. Akibatnya terjadi gempabumi yang sering disertai tsunami, serta naiknya magma ke permukaan. Pulau-pulau yang terletak di zona tersebut, termasuk Pulau Jawa merupakan kawasan yang rawan terjadinya bencana gempabumi tektonik (Natawidjaya, 1995). Rekaman seismograf menunjukkan bahwa gempabumi sering terjadi di Pulau Jawa. Bahkan apabila gempabumi dengan intensitas kecil diperhitungkan, maka hampir setiap hari terjadi gempa. Salah satu contoh gempabumi besar adalah Gempa Yogyakarta yang berpusat di selatan wilayah ini yang terjadi pada hari Sabtu, 27 Mei 2006. Sebulan kemudian, terjadi gempabumi disertai tsunami yang berpusat di selatan Pangandaran Kabupaten Ciamis Jawa Barat, yang efek getaran dan kerusakannya dirasakan hingga wilayah Eks-Karesidenan Banyumas (Rovicky, 2006).

Wilayah Eks-Karesidenan Banyumas yang sering mengalami gempa tektonik adalah Cilacap. Gempabumi berkekuatan 7,1 SR pernah mengguncang Cilacap pada tanggal 4 April 2011 dengan jarak episenter 293 kilometer arah barat daya Cilacap (Syurkani, 2011). Gempabumi berkekuatan 6,3 SR juga mengguncang Cilacap pada tanggal 26 April 2011 berkedalaman 24 kilometer dan jarak episenter 120 kilometer pada arah yang sama (Wirasatria, 2011). Gempabumi ini diikuti oleh gempa susulan berkekuatan 5,0 SR dan kedalaman 70 kilometer serta jarak episenter 108 kilometer. Selanjutnya pada tanggal 1 Juli 2011, wilayah Cilacap kembali dilanda gempabumi berkekuatan 5,3 SR dengan lokasi episenter pada posisi $08,73^{\circ}$ LS dan $108,66^{\circ}$ BT (Huda, 2011). Berdasarkan kenyataan ini apabila suatu wilayah pernah mengalami gempabumi tektonik sekali atau beberapa kali, maka kemungkinan wilayah tersebut dapat mengalami kejadian gempa serupa dengan kekuatan yang bervariasi pada masa berikutnya. Hal ini merupakan konsekuensi bahwa terjadinya gempabumi tektonik di suatu wilayah terkait dengan aktivitas patahan atau sesar di sekitarnya, sehingga wilayah tersebut dikategorikan sebagai kawasan rawan gempabumi (Najoan, 2004).

Berdasarkan kondisi seismotektonik dengan tingkat resiko gempabumi yang cukup tinggi, usaha mitigasi bencana gempabumi sangat dibutuhkan. Bagaimanapun juga bencana gempabumi tidak dapat diprediksi, ditolak, atau dihindari, tetapi resiko bencananya diusahakan bisa diminimalkan melalui usaha mitigasi. Mitigasi bencana gempabumi mencakup berbagai usaha maupun persiapan sedemikian rupa, sehingga jika suatu saat terjadi bencana gempabumi di wilayah tersebut maka korban jiwa dan kerusakan materi dapat dikurangi sekecil mungkin (Anonim, 2007). Salah satu upaya mitigasi yang dapat dilakukan adalah pembuatan peta yang menggambarkan tingkat kerawanan ataupun resiko suatu wilayah terhadap bencana gempabumi. Peta tersebut disusun berdasarkan data gempabumi atau data seismisitas selama beberapa puluh tahun, bahkan ratusan tahun. Data tersebut diolah melalui beberapa tahap sehingga diperoleh nilai percepatan getaran tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration*, PGA). Berdasarkan data PGA ini, maka dapat dihitung dan dipetakan sebaran tingkat resiko bencana gempabumi tektonik di suatu kawasan (Kirbani *dkk.*, 2006).

Percepatan getaran tanah (*ground acceleration*) merupakan nilai percepatan bergetarnya tanah akibat bencana gempabumi. Nilai percepatan getaran tanah sering digunakan untuk menggambarkan tingkat resiko suatu kawasan terhadap gempabumi yang terjadi. Namun yang lazim digunakan adalah **Percepatan Tanah Maksimum** (*Peak Ground Acceleration*, PGA), yaitu percepatan getaran tanah yang tertinggi yang pernah terjadi pada suatu kawasan akibat gempabumi. Satuan yang digunakan dalam pengukuran PGA adalah centimeter per detik² atau disebut *gal* (Kirbani *dkk.*, 2006). Para ahli Geofisika sering menggunakan nilai percepatan tanah maksimum sebagai parameter untuk menentukan dan memetakan tingkat resiko suatu kawasan terhadap bencana gempabumi (Supriatna *dkk.*, 2010). Getaran tanah akibat gempa bisa diasumsikan sebagai gerak harmonik sederhana, dengan nilai percepatan getaran tanah sebanding dengan amplitudo dan berbanding terbalik dengan kuadrat periode getaran tanah, atau dapat dituliskan:

$$a = A \frac{4\pi^2}{T_0^2} \quad (1)$$



dimana a menyatakan nilai percepatan getaran tanah (gal), A menyatakan amplitudo (cm), dan T_0 menyatakan periode getaran tanah (detik).

Kenyataannya getaran tanah akibat gempa bumi tidaklah sesuai dengan gerak harmonik sederhana, karena setiap kejadian gempa bumi menunjukkan sifat getaran yang random dengan karakteristik yang berbeda. Oleh karena itu, untuk mengetahui nilai percepatan getaran tanah maksimum digunakan peralatan yang dapat merekam getaran tanah secara akurat. Peralatan yang umum digunakan untuk mengetahui nilai percepatan getaran tanah maksimum adalah *accelerograph*, namun di Indonesia peralatan ini sangat terbatas. Mengingat pentingnya data percepatan getaran tanah, maka ahli Geofisika mengembangkan persamaan empiris yang dapat dimanfaatkan untuk memperoleh nilai percepatan getaran tanah, tanpa melalui pengukuran dengan peralatan *accelerograph*. Salah satunya adalah persamaan empiris yang disusun oleh Fukushima dan Tanaka (1990), yaitu:

$$\log a = 0,41MS - \log \left[R + 0,033 \times 10^{0,41MS} \right] - 0,0034R + 1,28 \quad (2)$$

dimana a adalah percepatan tanah, MS adalah *magnitude* gelombang permukaan, dan R adalah jarak hiposenter. MS diperoleh dari konversi *magnitude* gelombang *body* (MB), sedangkan R diperoleh dari penjumlahan secara pythagoras antara kedalaman gempa (h) dan jarak episenter gempa (Δ).

METODE ANALISIS

Pelaksanaan penelitian dilakukan selama 4 (empat) bulan, yaitu Maret – Juni 2012. Data seismisitas gempa bumi tektonik diakses dari BMKG Pusat Jakarta dan BMKG Daerah Banjarnegara. Proses pengolahan data dan interpretasi data dilakukan pada Laboratorium Elektronika, Instrumentasi dan Geofisika, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED, Purwokerto. Data seismisitas yang diakses dibatasi untuk kejadian gempa tektonik di Pulau Jawa dan sekitarnya pada tahun 1903 – 2006. Adapun daerah yang menjadi target penelitian adalah kawasan Eks-Karesidenan Banyumas, yang meliputi Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Purbalingga, dan Kabupaten Banjarnegara, serta Kabupaten Kebumen sebagai tambahan.

Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengaksesan dan pengestrakan data seismisitas gempa bumi tektonik tahun 1903 – 2006 sesuai dengan posisi geografis daerah penelitian, pembuatan peta seismotektonik, membagi daerah penelitian dalam satuan grid, menghitung jarak episenter terhadap setiap titik grid, mengkonversi nilai *magnitude* gempa bumi dari besaran *magnitude body* (M_b) menjadi *magnitude surface* (M_s), menghitung nilai percepatan getaran tanah di setiap titik grid dari seluruh sumber gempa berdasarkan perumusan Fukushima dan Tanaka, menentukan nilai percepatan tanah maksimum pada setiap titik grid, membuat peta percepatan tanah maksimum, membagi zona pada peta percepatan tanah maksimum menjadi beberapa tingkat resiko bencana gempa bumi tektonik, serta membuat peta tingkat resiko bencana gempa bumi tektonik untuk seluruh daerah penelitian.

Secara lengkap, bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Daftar bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian

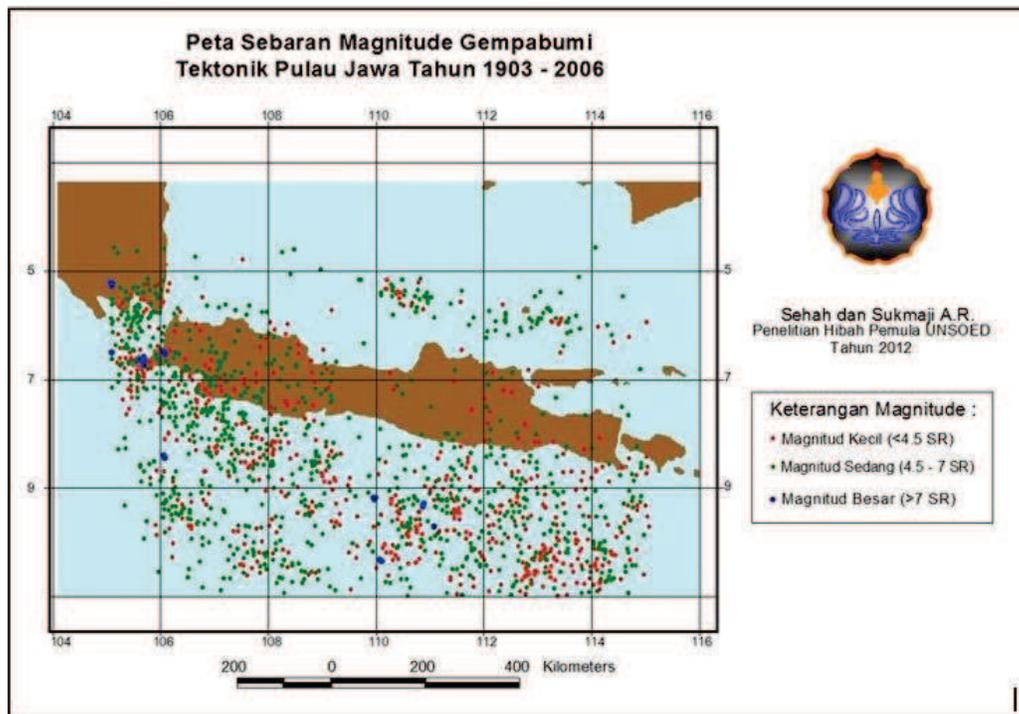
No.	Nama Alat	Jumlah
1	Data gempa bumi hasil rekaman <i>seismograph</i> di berbagai <i>station</i> yang merekam kejadian gempa di pesisir selatan Jawa Tengah kurun waktu 1903 – 2006, yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> • Data <i>origine time</i> kejadian gempa bumi • Data posisi lintang dan bujur (episenter) • Data kedalaman gempa (hiposenter) • Data <i>magnitude</i> gempa dalam bentuk <i>Magnitude Body Waves</i> (MB) 	1 set



No.	Nama Alat	Jumlah
2	Peta topografi dan geologi lengkap daerah penelitian	2 set
3	Perangkat lunak Microsoft Excel 2007	1 paket
4	Perangkat lunak Arc-View GIS 3.3	1 paket
5	Perangkat lunak Spatial Analyst 2.0	1 paket
6	Perangkat lunak Surfer versi 7	1 paket
7	Perangkat lunak Paint in Window 7	1 paket
8	Laptop atau PC dan Printer	1 set

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data seismisitas gempabumi tektonik telah diakses dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) untuk kejadian gempa tahun 1903 – 2006. Data yang diperoleh terdiri atas lintang dan bujur geografis, kedalaman pusat gempa, serta kekuatan gempa atau *Magnitude Body* (MB). Data gempabumi yang diakses terletak pada posisi 5°LS – 10°LS dan 105°BT – 115°BT. Sedangkan jumlah kejadian gempa yang tercatat adalah 1.898 kali; terdiri atas gempabumi kecil 547 kali, gempabumi sedang 1.342 kali, dan gempabumi besar 9 kali. Peta seismotektonik atau sebaran gempabumi tektonik berdasarkan kekuatannya ditunjukkan pada **Gambar 1**. Jumlah kejadian gempabumi tektonik berdasarkan kekuatan atau magnitudenya didominasi oleh gempabumi sedang sejumlah 1.342 kali.



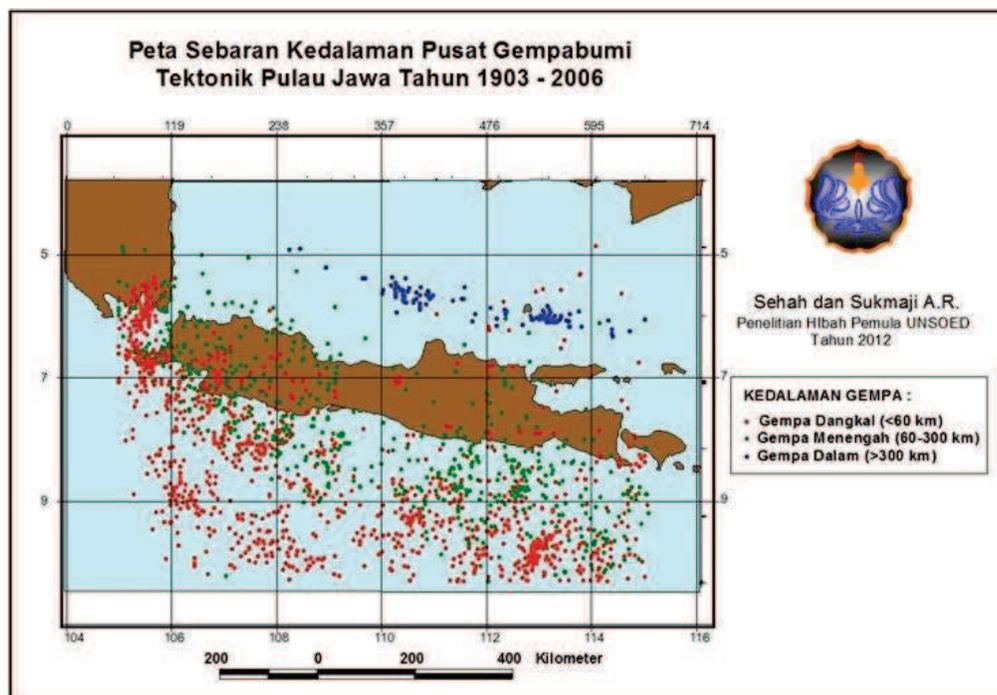
Gambar 1. Peta sebaran pusat gempabumi tektonik berdasarkan kekuatan atau *magnitude* periode tahun 1903 – 2006 di Pulau Jawa dan sekitarnya.

Sebagian besar gempabumi terjadi di selatan Pulau Jawa akibat aktivitas Lempeng Indo-Australia yang bergerak menjam di bawah Lempeng Eurasia. Lempeng Indo-Australia senantiasa bergerak relatif ke utara mendesak Lempeng Eurasia, sehingga bagian ujung Lempeng Eurasia mengalami deformasi, sekaligus penimbunan energi secara perlahan. Suatu



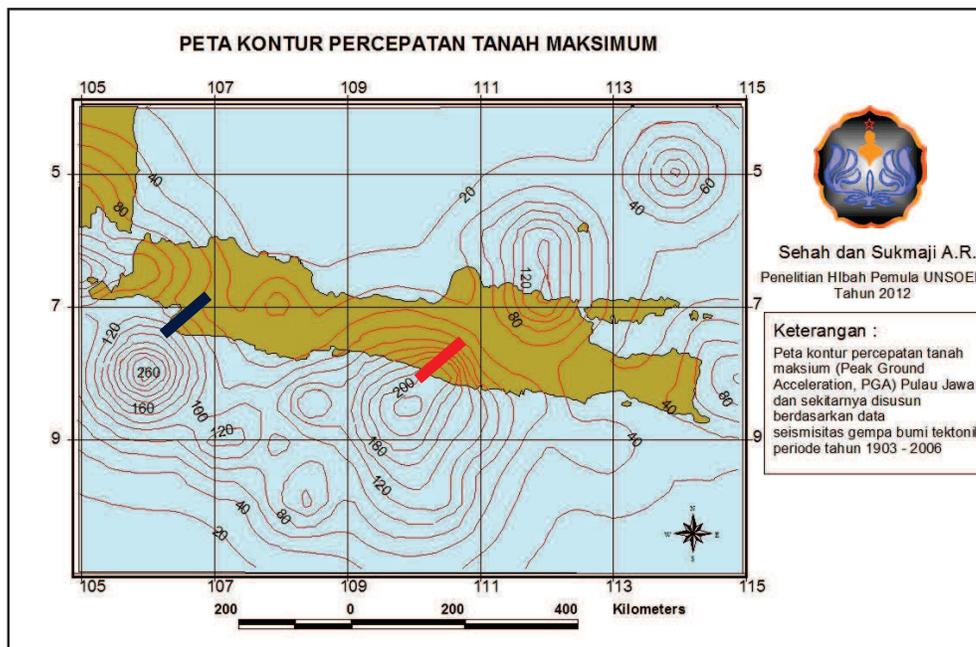
saat deformasi yang dialami bagian Lempeng Eurasia dapat melampaui batas elastisitasnya, sehingga terjadi patahan (*fracture*). Gejala tersebut ditandai dengan getaran gempa yang merupakan upaya untuk melepaskan timbunan energi deformasi melalui patahan.

Sebaran pusat gempabumi tektonik berdasarkan kedalamannya dapat dilihat pada **Gambar 2**. Jumlah kejadian gempabumi tektonik berdasarkan kedalamannya didominasi gempa dangkal sejumlah 987 kali, kemudian disusul gempa menengah 793 kali, serta gempa dalam 118 kali. Sebagian besar gempabumi dangkal terjadi di selatan Pulau Jawa, karena umumnya gempa jenis ini terjadi akibat pelepasan energi deformasi di sepanjang zona tumbukan (*subduction zone*) di dekat permukaan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Selanjutnya semakin ke arah utara, kedalaman pusat gempabumi semakin bertambah, karena lokasi pusat gempabumi mengikuti arah penunjaman Lempeng Indo-Australia ke bawah Lempeng Eurasia. Berdasarkan fenomena ini, apabila gempabumi menengah banyak terjadi di selatan hingga tengah Pulau Jawa adalah wajar. Adapun gempa dalam, hampir semuanya terjadi di utara Pulau Jawa.



Gambar 2. Peta sebaran pusat gempabumi tektonik berdasarkan kedalaman periode tahun 1903 – 2006 di Pulau Jawa dan sekitarnya

Peta sebaran *magnitude* dan sebaran kedalaman gempabumi tektonik seperti ditunjukkan pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**, belum dapat digunakan sebagai dasar untuk menggambarkan dampak gempabumi yang terjadi di wilayah daratan. Untuk memperoleh gambaran mengenai resiko gempabumi tektonik di wilayah Pulau Jawa, perlu dihitung nilai percepatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration*, PGA) pada setiap titik grid yang tersebar di permukaan Pulau Jawa. Perhitungan nilai PGA dilakukan menggunakan persamaan empiris yang ditulis oleh Fukushima dan Tanaka (1990), seperti persamaan (6). Nilai PGA yang diperoleh pada setiap titik grid di atas Pulau Jawa, selanjutnya dipetakan menggunakan perangkat lunak Surfer versi 7 atau Spatial Analyst versi 2.0, serta Arc-View versi 3.3 menjadi sebuah peta kontur PGA sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Peta percepatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration*, PGA) Pulau Jawa dan sekitarnya.

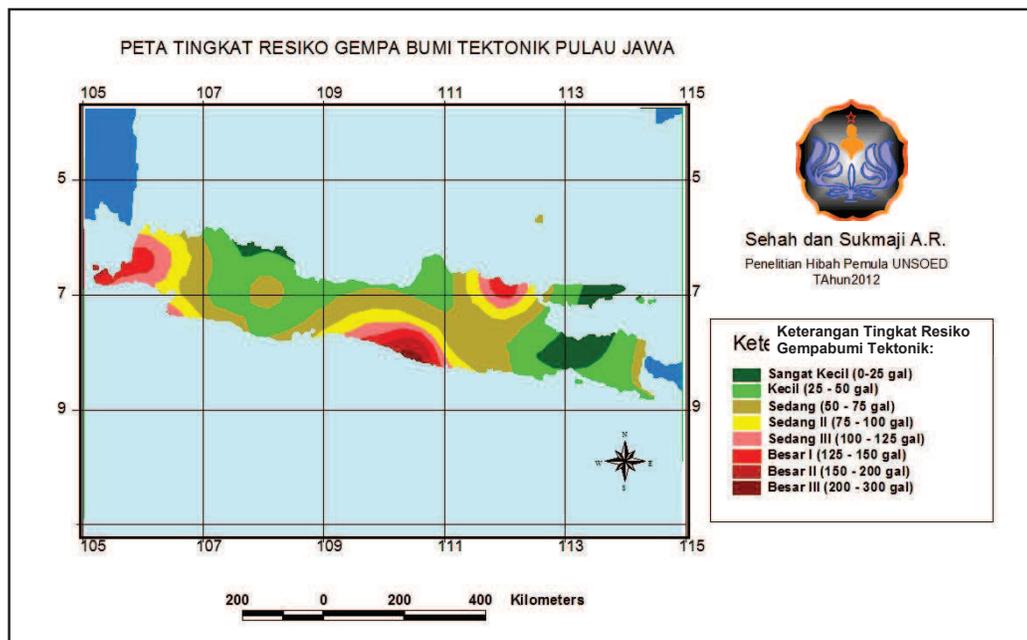
Berdasarkan **Gambar 3**, nilai PGA tertinggi di Pulau Jawa adalah 243,699 gal yang terjadi di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), dengan posisi titik lokasi 8°LS dan 110,5°BT. Tingginya nilai PGA di titik lokasi tersebut diduga akibat getaran dari berbagai gempabumi tektonik besar. Salah satunya adalah gempabumi yang terjadi tanggal 27 Mei 2006 dengan posisi episenter 7,96°LS dan 110,46°BT serta kedalaman 10 km dan kekuatan 6,3 Skala Richter (SR). Kejadian gempabumi tektonik di wilayah Yogyakarta dan sekitarnya sering terkait dengan aktivitas Sesar Kali Opak seperti ditunjukkan dengan garis warna merah pada **Gambar 3**. Sesar ini dapat menjadi jalur pelepasan energi deformasi akibat aktivitas tumbukan Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia atau aktivitas blok batuan di dalam sesar. Selain di Yogyakarta, nilai PGA tertinggi juga dijumpai di wilayah batas pantai barat Pulau Jawa akibat aktivitas tumbukan Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia. Wilayah lain yang memiliki nilai PGA relatif tinggi adalah Sumedang Jawa Barat yang diduga terkait dengan aktivitas Sesar Cimandiri sebagai jalur pelepasan energi deformasi, seperti ditunjukkan dengan garis biru pada **Gambar 3**.

Berdasarkan **Gambar 3**, sebaran nilai PGA untuk kawasan Eks-Karesidenan Banyumas dan sekitarnya hanya berkisar 60-an hingga 120-an gal. Hal ini dapat kita pahami karena jumlah gempabumi tektonik yang lokasi episenternya di kawasan ini sangat sedikit. Getaran yang dirasakan adalah hasil perambatan gelombang gempa dari lokasi lain, misalnya bersumber dari gempabumi tektonik di selatan dan barat daya pesisir Cilacap. Kecenderungan umum nilai PGA di kawasan Eks-Karesidenan Banyumas adalah semakin ke arah tenggara, nilai PGA-nya semakin besar. Kondisi ini diduga akibat efek perambatan getaran gempabumi dari kawasan Yogyakarta dan sekitarnya. Nilai PGA ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat resiko gempabumi tektonik suatu kawasan. Berdasarkan sebaran nilai PGA, tingkat resiko gempabumi tektonik diklasifikasikan menjadi 10 tingkat, berkisar dari resiko sangat kecil (< 25 gal) hingga resiko sangat besar II (> 600 gal) (Fauzi, 2001). Untuk Pulau Jawa, tingkat resiko gempa bumi tektonik tertinggi adalah resiko besar III (200 – 300 gal) yang terjadi di Yogyakarta bagian selatan dan pantai barat Banten seperti dapat dilihat pada **Gambar 4**. Adapun kawasan Eks-Karesidenan Banyumas yang meliputi Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Purbalingga, dan Kabupaten Banjarnegara, serta Kabupaten Kebumen sebagai tambahan, sebagian besar memiliki tingkat resiko gempabumi sedang. Kondisi ini dapat



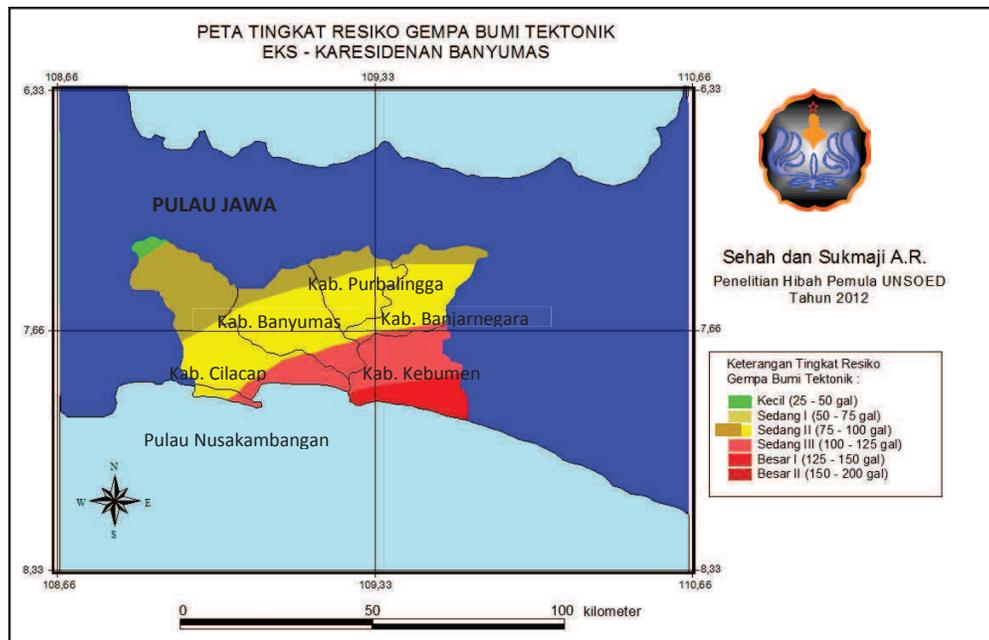
dipahami karena di kawasan ini tidak ditemui episenter gempa bumi tektonik dan tidak ada gempa bumi berskala besar khususnya di selatan pantai Cilacap.

Berdasarkan **Gambar 4**, tingkat resiko gempa bumi tektonik rata-rata kawasan Eks-Karesidenan Banyumas adalah sedang. Sedangkan secara keseluruhan, daerah penelitian memiliki lima tingkat resiko gempa bumi tektonik, yang terdiri atas resiko kecil (25 – 50 gal), resiko sedang I (50 – 75 gal), resiko sedang II (75 – 100 gal), resiko sedang III (100 – 125 gal) dan resiko besar I (125 – 150 gal). Resiko terkecil terdapat di kawasan utara Kabupaten Cilacap yang berbatasan dengan Kabupaten Brebes. Adapun resiko besar I terdapat di Kabupaten Kebumen bagian timur hingga selatan. Besarnya resiko gempa bumi di wilayah tersebut diperkirakan akibat kawasan ini relatif dekat dengan sumber-sumber gempa bumi tektonik di sekitar Yogyakarta. Pembagian tingkat resiko gempa bumi tektonik kawasan Eks-Karesidenan Banyumas yang didasarkan atas sebaran nilai PGA dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 4. Peta tingkat resiko gempa bumi tektonik Pulau Jawa berdasarkan data seismisitas gempa bumi tahun 1903 – 2006.

Sebagian besar getaran gempa bumi yang terasa di wilayah Eks-Karesidenan Banyumas berasal dari gempa tektonik yang jarak episenternya relatif jauh. Sebagian besar episenter gempa bumi berada di Samudera Indonesia, sebagian di Jawa Barat, serta sebagian kecil di Jawa Timur dan Laut Jawa. Sedikitnya jumlah gempa bumi tektonik yang lokasi episenternya di Jawa Tengah diperkirakan akibat tidak terdapat aktivitas sesar atau patahan yang signifikan untuk memicu kejadian gempa bumi. Komplek patahan besar Kebumen – Muria – Meratus serta Cilacap – Pamanukan – Lematang yang membelah Jawa Tengah diperkirakan sudah tidak aktif (Huda dan Ngaziz, 2012). Hal ini berbeda dengan Jawa Barat yang memiliki titik episenter gempa bumi tektonik relatif banyak. Kondisi ini akibat aktivitas sesar geser di dalam zona patahan Jawa Barat, yang terdiri atas Sesar Lembang, Sesar Cimandiri, dan Sesar Baribis. Ketiga sesar ini pertama kali diperkenalkan oleh Van Bammelen (1970) dan diperkirakan seluruhnya masih aktif.



Gambar 5. Peta tingkat resiko gempabumi tektonik Eks-Karesidenan Banyumas (plus Kabupaten Kebumen) berdasarkan data seismisitas gempabumi tektonik tahun 1903 – 2006.

KESIMPULAN

Berdasarkan data percepatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration*, PGA), wilayah Eks-Karesidenan Banyumas terbagi atas empat tingkat resiko bencana gempabumi tektonik, yang terdiri atas: resiko kecil (25 – 50 gal), sedang I (50 – 75 gal), sedang II (75 – 100 gal), dan sedang III (100 – 125 gal). Sedangkan khusus Kabupaten Kebumen terdapat sebagian kawasan di bagian timur hingga selatan yang memiliki tingkat resiko besar I (125 – 150 gal). Kecenderungan perubahan tingkat resiko bencana gempabumi tektonik di kawasan Eks-Karesidenan Banyumas adalah semakin ke tenggara semakin besar

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih secara tulus disampaikan kepada Rektor UNSOED dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) UNSOED atas dana yang disediakan. Terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Laboratorium Elektronika Instrumentasi dan Geofisika Jurusan MIPA atas sarana yang disediakan, serta kepada Saudara Wahid Nurrahman alumnus Program Studi Fisika UNSOED angkatan 2005 yang telah membantu pembuatan peta menggunakan perangkat lunak Arc-View 3.3.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007. *Peta Zona Gempa Indonesia Sebagai Acuan Dasar Perencanaan dan Perancangan Bangunan*. Puslitbang Sumberdaya Air. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Bemmelen, RW. Van., 1970. *The Geology of Indonesia*, Vol. IA, Martinus Nijhoff The Hague, The Netherlands.



- Fauzi, 2001. Aplikasi Peta Bencana Alam di Indonesia. *Peluncuran Peta Gempabumi dan Seminar Sehari: Earthquake, Apridectable Event 2001*.
- Fukushima Y. and T. Tanaka, 1990. A New Attenuation Relation for Peak Horizontal Acceleration of Strong Motion in Japan. *Seismological Society of America Bulletin* 80 (4): 757-783
- Giancolli, Douglas, S., 1991. *Physics: Principle with Applications*. 3th. Prentice-Hall International Edition. USA.
- Huda, E. 2011. Cilacap Digoyang Gempa 5,3 Skala Richter, Gempa Tak Berpotensi Menimbulkan Gelombang Tsunami. *Berita*. Vivanews.com. Edisi Jumat 1 Juli 2011.
- Huda, E. dan A.N. Ngaziz, 2012. 12 Sumber Gempabumi Kepung Jakarta: Sumber Gempa yang Mengepung Ibukota itu Berupa Sesar dan Subduksi di Darat Maupun di Laut. *Artikel Sains dan Teknologi*. Vivanews.com. Edisi Selasa 17 April 2012.
- Kirbani S.B., T.Prasetya, dan F.M. Widigdo, 2006. Percepatan Getaran Tanah Maksimum Daerah Istimewa Yogyakarta 1943 – 2006. *Jurnal Geofisika* 2006/1.
- Najoan Th.F., 2004. Frekuensi Kejadian Gempa di Indonesia sebagai Acuan untuk Analisis Resiko Gempa. *Seminar Nasional Hari Air Sedunia*. Maret 2004. Jakarta.
- Natawidjaya D.H., 1995. *Evaluasi Bahaya Patahan Aktif, Tsunami, dan Goncangan Gempa*. Laboratorium Riset Bencana Alam Geoteknologi. LIPI. Jakarta.
- Rovicky, 2006. Empat Patahan dalam Gempa Yogya. *Blog*. WordPress.com.
- Supriatna, J.M. Semedi, and C. Nurmala, 2010. Peak Ground Acceleration (PGA) of Destructive Earthquake in Cimandiri Fault, Sukabumi West Java. *International Symposium and Exhibition*. 26 – 28 July 2010. Kualalumpur.
- Syurkani P., 2011. Pasca Gempa, Sebagian Warga Cilacap Sudah Kembali ke Rumah. *Tempo Interaktif*. Edisi Senin, 04 April 2011.
- Wirasatria, 2011. Gempa 6,3 SR Guncang Cilacap. *Berita Nasional*. Inilah.com. Edisi Selasa, 26 April 2011.