STANDARDISASI KUESIONER SURVEI MAKROSEISMİK SEBAGAI INSTRUMEN PENGUMPULAN LAPORAN INTENSITAS GEMPA BUMI DARI MASYARAKAT

Standardization Macroseismic Survey Questionnaire as An Instrument For Gathering Reports on Earthquake Intensity From the Community

Hadi Nur Rohman¹, I Putu Pudja¹, Ariska Rudyanto²

¹Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Indonesia
Jalan Perhubungan I No.5 Pondok Betung, Bintaro, Kec. Pd. Aren, Kota Tangerang Selatan, Banten 15221

²Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Indonesia
Jl. Angkasa 1 No.2, RW.10, Gn. Sahari Sel., Kec. Kemayoran, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta 10610

e-mail: hadhinoer@gmail.com

Abstrak

Pengumpulan data intensitas gempa bumi di Indonesia telah dilakukan sejak tahun 1821 pada zaman pemerintahan kolonial Hindia-belanda hingga sekarang. Seiring kemajuan teknologi pengumpulan data intensitas telah berkembang menjadi sistem pelaporan intensitas gempa secara online yang telah dilakukan oleh beberapa negara maju seperti Amerika dan Eropa. Laporan bersumber dari masyarakat yang terdampak gempa bumi. Untuk memperoleh informasi intensitas yang dapat dipercaya dibutuhkan kuesioner survei makroseismik yang standar dan mudah diaplikasikan ke masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kuesioner survei makroseismik yang layak untuk digunakan dalam pengumpulan data intensitas gempa bumi. Uji validitas dan uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui kelayakan kuesioner. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuesioner valid dan reliabel. Dilakukan survei makroseismik menggunakan kuesioner yang dibuat untuk kejadian gempa bumi yang dipilih. Peta guncangan dibuat dengan menambahkan data MMI yang diperoleh dan membandingkan dengan peta guncangan BMKG. Hasil menunjukkan bahwa informasi MMI yang diperoleh cukup merepresentasikan peta guncangan BMKG.

Kata kunci: mmi, kuesioner, survei makroseismik, peta guncangan

Abstract

Data collection on earthquake intensity in Indonesia has been carried out since 1821 until now. along with technological advances, intensity data collection has developed into an earthquake intensity reporting system that is operated online as has been done by several developed countries such as America and Europe. Reports sourced from affected communities of the earthquake. To obtain reliable intensity information, a standardized and easily applied macroseismic survey questionnaire is needed for the community. This study aims to obtain a proper macroseismic survey questionnaire to be used in gathering earthquake intensity data. Validity and reliability tests were conducted to determine the feasibility of the questionnaire. The test results show that the questionnaire is valid and reliable. A macroseismic survey was carried out using a questionnaire created for the selected earthquake event. The shakemap was created by adding the MMI data obtained and comparing with the BMKG shakemap. The results show that the MMI information obtained is sufficient to represent the BMKG shakemap.

Keywords: mmi, questionnaire, macroseismic survey, shakemap

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya tanah di permukaan bumi karena adanya pergerakan lapisan batuan yang terjadi secara tiba-tiba akibat adanya pergerakan lempeng-lempeng bumi (Sunarjo, dkk., 2010). Ketika gempa bumi terjadi energi gelombang seismik akan dipancarkan ke segala arah dan

terekam oleh sensor seismik (seismograf dan akselerograf) sehingga dapat ditentukan parameter gempa bumi serta diperoleh nilai gerakan tanah kuat (PGA dan PGV). Dari nilai PGA yang diketahui bisa dipetakan menjadi peta guncangan gempa bumi (Destrayanti, 2017). Sensor seismik tidak selalu tersedia di setiap daerah sehingga diperlukan survei intensitas gempa bumi pada daerah yang tidak terdapat

sensor seismik untuk memperoleh gambaran tingkat guncangan akibat gempa bumi.

Indonesia terletak di zona pertemuan antara tiga lempeng tektonik besar dunia yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik. Zona ini memberikan kontribusi sebesar hampir 90% dari kejadian gempa di bumi dan hampir semuanya merupakan gempa besar di dunia (Kramer, 1996). Selain pada zona pertemuan lempeng, gempa bumi juga sering terjadi pada daerah sesar aktif di Indonesia. Tercatat dalam rentang waktu 1900-2009 terdapat lebih dari 8.000 kejadian gempa utama dengan magnitudo $M > 5.0$ (Amri, dkk., 2016). Survei intensitas gempa bumi di Indonesia telah dilakukan sejak tahun 1821 pada zaman pemerintahan kolonial Hindia-Belanda hingga sekarang. Informasi intensitas gempa bumi diperoleh dari hasil survei langsung ke lokasi maupun dari laporan masyarakat terdampak. Metode pengumpulan data intensitas gempa bumi telah mengalami perkembangan mulai dari penyebaran kuesioner yang dikirimkan lewat pos, kemudian melalui *email*, hingga menggunakan telepon. Hal tersebut memiliki beberapa kelemahan seperti subjektivitas dalam penentuan skala intensitas, membutuhkan waktu yang lama dan sumber data yang diperoleh terbatas.

Seiring dengan kemajuan teknologi pengumpulan data intensitas global telah menggunakan sistem survei berbasis online. U.S. Geological Survey (USGS) telah membangun sistem survei berbasis web yang diberi nama "*Did You Feel It?*" (DYFI). DYFI telah mengumpulkan laporan guncangan dan kerusakan dari pengguna internet secara otomatis segera setelah gempa bumi. DYFI sekarang menjadi sumber data makroseismik cepat dan besar yang memberikan informasi kuantitatif dan kualitatif tentang intensitas guncangan untuk gempa bumi di Amerika Serikat dan di seluruh dunia (Wald, dkk., 2011). Oleh sebab itu untuk membangun sistem survei intensitas di Indonesia secara online diperlukan kuesioner yang standar dan mudah dipahami oleh masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan rancangan kuesioner survei makroseismik pada sistem pelaporan gempa bumi dirasakan di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Wald, dkk., (2011) menulis tentang pembuatan peta intensitas berbasis internet yang diperoleh dari survei DYFI yang diberi nama Community Internet Intensity Maps (CIIM). DYFI telah dirancang dan dioperasikan sebagai sistem Survei Geologi AS (USGS) sejak tahun 1999 yang merupakan sebuah pendekatan otomatis untuk mengumpulkan data intensitas makroseismik

dengan cepat dari laporan guncangan dan kerusakan yg dialami pengguna internet untuk membangun peta intensitas segera setelah terjadi gempa bumi. CIIM memberikan deskripsi kerusakan yang sebenarnya, bukan kerusakan yang disimpulkan dari catatan getaran instrumental. Jumlah respon masyarakat berpotensi jauh melebihi jumlah jaringan instrumen seismik yang tersedia sehingga sampel dan perincian dampak kerusakan yang diperoleh lebih padat dan tidak mungkin dilakukan dengan instrumen seismik.

Intensitas

Intensitas adalah ukuran kualitatif dari kekuatan getaran tanah di lokasi tertentu. Kramer (1996) mengatakan bahwa konsep intensitas dapat diaplikasikan untuk memperkirakan lokasi dan kekuatan gempa bumi untuk mengembangkan instrumental seismik yang modern, karena intensitas merupakan penjabaran kualitatif dari efek gempa bumi yang tersedia pada rekaman historis gempa bumi. Intensitas gempa bumi menggambarkan perubahan struktur geologi, bangunan, vegetasi, dan makhluk hidup diwilayah terdampak gempa bumi.

Survei Makroseismik

Survei makroseismik merupakan survei pengumpulan data guncangan gempa bumi yang diperoleh berdasarkan skala intensitas. Musson (2002) menyatakan bahwa pengumpulan data makroseismik dari sebuah kejadian gempa bumi dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu dengan menyebarkan kuesioner untuk skala MMI (modified mercalli intensity) $I \pm VI$ dan investigasi langsung untuk skala $VII \pm XII$.

Kuesioner

Kuesioner adalah suatu teknik pengumpulan informasi yang membantu peneliti untuk mempelajari sikap-sikap, keyakinan, perilaku, karakteristik, data, dan fakta tertentu dari suatu kejadian. Untuk menyusun kuesioner yang baik maka pertanyaan-pertanyaan harus benar-benar jelas, masuk akal, dan mudah dipahami oleh responden. Kuesioner dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan tujuan perolehan informasi dan berdasarkan jawabannya. Menurut Arikunto (2010) kuesioner diklasifikasi menjadi dua yaitu kuesioner langsung dan tidak langsung.

3. METODE PENELITIAN

Penyusunan kuesioner survei makroseismik dilakukan dengan mengacu pada tabel MMI yang digunakan oleh BMKG dan dengan mengumpulkan informasi terkait

kerusakan akibat gempa bumi di Indonesia yang kemudian disusun dalam bentuk tabel indikasi respon dan kerusakan akibat gempa bumi berdasarkan skala *MMI* yang dirasakan untuk mempermudah penyusunan kuesioner.

Uji Kuesioner

Untuk mengetahui kehandalan dari kuesioner yang dibuat dilakukan uji validitas dengan menghitung nilai *r* menggunakan rumus teknik korelasi product moment:

$$r = \frac{n \cdot \sum(xy) - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{(n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Validitas dalam penelitian menyatakan derajat ketepatan alat ukur penelitian terhadap isi sebenarnya yang diukur Ghazali, (2009). Sebuah item kuesioner dapat dinyatakan valid apabila memenuhi ketentuan *r* hitung > *r* table (SPSSStatistik.com, 2017).

Untuk mengetahui derajat stabilitas, konsistensi, daya prediksi, dan akurasi dari kuesioner dilakukan uji reliabilitas. Salah satu cara melihat apakah suatu item atau instrumen reliabel atau tidak dapat dilihat dari koefisien Cronbach's alpha. Nilai koefisien reliabilitas Cronbach's alpha dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$\alpha = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(\frac{S_r^2 - \sum S_i^2}{S_x^2} \right)$$

Dimana :

a : koefisien reliabilitas Alfa Cronbach

K : jumlah item pertanyaan yang diuji

$\sum S_i^2$: jumlah varian skor item

S_x^2 : varian skor-skor tes (seluruh item *K*)

Menurut Sugiyono (2009) syarat agar suatu konstruk atau variabel kuesioner dapat dikatakan reliabel atau konsisten harus memiliki nilai Cronbach's alpha $\geq 0,50$.

Pengujian kuesioner ke masyarakat dilakukan dengan pengambilan data *MMI* menggunakan kuesioner survei makroseismik untuk kejadian gempa bumi 11 Oktober 2018 01:44:57 WIB Magnitudo 6.4, 61 km Timur Laut Situbondo, Jawa Timur. dilakukan plot data intensitas dengan interpolasi sederhana. Untuk mengetahui kesesuaian pola interpolasi dilakukan identifikasi hubungan intensitas dengan jarak hiposenter yang menunjukkan bahwa semakin jauh jarak hiposenter dengan stasiun pencatat maka semakin kecil intensitas yang dirasakan.

Gambar 1 Korelasi, Histogram, dan Plot *MMI*-*logRHIPO*

Data *MMI* hasil observasi dimasukkan ke dalam program *shakemap* sebagai data penunjang sehingga diperoleh *shakemap* terkoreksi. Peta tersebut kemudian dibandingkan dengan *shakemap* keluaran *BMKG* yang diambil dari situs web (<http://www.bmkg.go.id/gempabumi/gempabumi-dirasakan.bmkg>). Tahapan pengolahan dan analisis data seperti yang ditampilkan oleh diagram alir pada Gambar 2.

Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji validitas dan realibilitas Kusioner Survei Makroseismik

Uji validitas kusioner dilakukan dengan melakukan analisis faktor menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Uji validitas digunakan untuk mengukur sah atau valid tidaknya suatu kusioner. Uji validitas dilakukan kepada ± 53 responden yang memiliki dasar pengetahuan bencana gempa bumi dan sebagian memiliki pengalaman merasakan kejadian gempa bumi.

Analisis dilakukan dengan melakukan perbandingan nilai r -hitung dengan nilai r -tabel. Kusioner dinyatakan valid atau layak digunakan apabila r -hitung lebih besar dari r -tabel (SPSSStatistik.com, 2017). Hasil SPSS akan menandai signifikansi dari setiap item pertanyaan apakah valid atau tidak bila nilai signifikansinya tidak lebih dari 0.05 (Hidayat, R., 2013). Hasil uji validitas setiap tipe kusioner disajikan dalam grafik berikut :

Gambar 3 Hasil uji validitas 6 tipe kusioner

Hasil uji reliabilitas terhadap kusioner yang telah diujicobakan kepada responden yang dianggap memenuhi kriteria ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1 Uji realibilitas

Kuesioner	Cronbach's alpha	N	r Tabel 5%	Keterangan
1	0.746	47	0.2429	Reliabel
2	0.568	51	0.2329	Reliabel

3	0.68	49	0.2377	Reliabel
4	0.763	48	0.2403	Reliabel
5	0.697	49	0.2377	Reliabel
6	0.62	49	0.2377	Reliabel

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa uji reliabilitas terhadap kusioner menunjukkan hasil nilai cronbach's alpha lebih besar dari nilai r tabel sehingga bisa dikatakan reliabel. Jika menganut syarat yang ditetapkan menurut Sugiyono (2009) maka dapat dilihat bahwa nilai cronbach's alpha dari masing masing tipe atau variabel kusioner lebih dari 0.50. Hal ini dapat disimpulkan bahwa seluruh kusioner yang dibuat reliabel dan layak untuk digunakan dalam keperluan penelitian.

Hasil Survei Makroseismik dari Uji Kusioner Gempa Bumi Situbondo 11 Oktober 2018

Dilakukan survei makroseismik kepada masyarakat menggunakan instrumen kusioner survei makroseismik pada kasus gempa bumi Situbondo 11 Oktober 2018 pukul 01:44:57 WIB magnitudo 6,4 dengan koordinat episenter 7.46 LS dan 114.44 BT. Terdapat 433 laporan masuk kemudian dilakukan seleksi dan pengelompokan data sehingga diperoleh 141 titik data MMI berdasarkan kecamatan. Data tersebut kemudian diinterpolasi untuk mendapatkan peta isoseismal yang ditunjukkan Gambar 4.

Gambar 4 Peta isoseismal gempa bumi Situbondo 11 oktober 2018

Gambar diatas menunjukkan pola intensitas dirasakan menguat seiring semakin dekat dengan sumber gempa bumi dan melemah seiring menjauhi sumber gempa bumi. Hal tersebut sesuai dengan hubungan antara intensitas dengan jarak hiposenter yang menunjukkan korelasi negatif.

Selanjutnya hasil survei makroseismik dimasukkan sebagai data input kedalam perangkat lunak *shakemap* untuk memperoleh *shakemap* koreksi dan dibandingkan dengan *shakemap* BMKG. *Shakemap* yang dikeluarkan BMKG dibuat menggunakan data rekaman

instrumen seismik kemudian dikonversi ke Intensitas. Gambar 5 menunjukkan perbandingan peta *shakemap* koreksi dengan *shakemap* BMKG.

Gambar 5 (a) *Shakemap* yang ditambah data MMI dan (b) *shakemap* BMKG gempa bumi Situbondo 11 Oktober 2018

Pada daerah Banyuwangi *Shakemap* BMKG menunjukkan intensitas dirasakan IV MMI yang ditandai dengan warna biru muda sedangkan pada *shakemap* yang telah diinput data MMI menunjukkan intensitas dirasakan IV-V MMI yang ditandai dengan warna hijau. Perubahan tersebut terjadi karena terdapat laporan intensitas dirasakan V MMI oleh masyarakat yang berada di Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur. Perubahan juga terjadi pada wilayah Kabupaten Jembrana Provinsi Bali. *Shakemap* BMKG menunjukkan intensitas gempa dirasakan IV MMI sedangkan pada *shakemap* yang telah diinput data MMI menunjukkan intensitas dirasakan V MMI. Perubahan tersebut dikarenakan terdapat laporan intensitas dirasakan V MMI oleh masyarakat wilayah Kabupaten Jembrana Provinsi Bali. Wilayah Kabupaten Nganjuk, Kediri, Tulung Agung, Madiun dan sekitarnya pada *shakemap* BMKG menunjukkan intensitas skala IV MMI sedangkan hasil penelitian ini menunjukkan intensitas skala I-II.

5. KESIMPULAN

Kuesioner survei makroseismik dinyatakan layak digunakan sebagai instrumen pengumpulan data MMI dirasakan berdasarkan uji validitas dan uji reliabilitas. Hasil survei makroseismik menggunakan kuesioner untuk kasus gempa bumi Situbondo 11 Oktober 2018 menunjukkan kesesuaian pola dengan meningkatnya intensitas MMI pada lokasi yang semakin dekat dengan sumber gempa bumi. Perbandingan *shakemap* penelitian ini dengan *shakemap* BMKG menunjukkan selisih I-II MMI pada beberapa daerah terdampak gempa bumi.

DAFTAR PUSTAKA

Amri, M.R., Yulianti, G., Yunus, R., Wiguna, S., Adi, A.W., Ichwana, A.N., Randongkir, R.E., Septian, R.T., 2016, Risiko Bencana Indonesia, http://inarisk.bnpb.go.id/pdf/Buku%20RBI_

- Final_low.pdf, diakses tanggal 30 oktober 2018.
- Arikunto, Suharsimi, 2010, *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: Rineke Cipta.
- BMKG, 2019, *Peta shakemap (gempabumi dirasakan)* [online], Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, <http://www.bmkg.go.id/gempabumi/gempa-bumi-dirasakan.bmkg>, diakses tanggal 18 Juli 2019.
- Destrayanti, I., 2017, Studi Korelasi Antara Intensitas Observasi dan Nilai Gerakan Tanah Kuat untuk Gempa Bumi Signifikan di Indonesia (Periode Tahun 2008-2017), *Skripsi*, Program Studi Geofisika, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Tangerang Selatan.
- Ghozali, Imam, (2009). *Aplikasi analisis multivariate dengan program spss, Edisi Keempat*, Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hidayat, R., 2013, *Analisis Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Kuesioner*, <https://www.slideshare.net/rachmatstatistika/uji-validitas-dan-reliabilitas>, diakses tanggal 5 Juni 2019
- Kramer, S.L., 1996, *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice-Hall, Inc, New Jersey.
- Musson, R.M.W., 2002, *Intensity and Intensity Scales, Chapter 12 in New Manual of Seismological Observatory Practice NMSOP*, Potsdam Jerman.
- Sugiyono, 2009, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta.
- Sunarjo, M.T. Gunawan, dan Pribadi, S., 2010, *Gempabumi Edisi Populer*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- Wald, D. J., Quitoriano, V., Worden, C. B., Hopper, M., & Dewey, J. W. (2011). USGS "Did You Feel It?" internet-based macroseismic intensity maps. *Annals of Geophysics*, 54(6).