

PEMBUATAN DAN PENGGUNAAN ALAT DETEKTOR GEMPA UNTUK PENDIDIKAN KEBENCANAAN BAGI ANAK SANTRI DI PONDOK PESANTREN AL MUYAMMAN, GIWANGAN, YOGYAKARTA

Arie Noor Rakhman¹⁾, Fivry Wellda Maulana²⁾

^{1,2}Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, IST AKPRIND Yogyakarta

Email: arie_rakhman@akprind.ac.id

ABSTRACT

People who live in the Giwangan area, Umbulharjo District, Yogyakarta have public awareness in response to earthquake conditions. However, this is not the case for the migrant communities who lived after the earthquake in 2006. They are still inexperienced in dealing with earthquake situations. Some of them have not even interacted with local wisdom culture, especially in recognizing vibrations at the beginning of the earthquake. This is also the case in the neighborhood of education in Pondok Pesantren Al Muyamman Giwangan. This community service aims to introduce ways of being responsive to the initial situation of the earthquake. The service method that has been carried out is through training in the manufacture and use of earthquake detectors for students. The results of the training showed that the participants were able to make an earthquake detector. This tool uses the sensitivity of the pendulum swing in a bottle against earthquake vibrations. Physically, the magnitude of the detected earthquake vibrations is like the ground surface vibration propagation when a truck is passed. Based on the approach to the magnitude of the Mercalli earthquake, the vibration is of magnitude 3 MMI (Modified Mercalli Intensity). This earthquake is equivalent to 4.3 on the Richter scale, still allowing people to save themselves. After the initial response to earthquake vibrations, it is necessary to be responsive when an earthquake occurs. This responsiveness is as understanding the existence of the assembly point location.

Keywords: *detector, earthquake, pendulum, Richter scale, local wisdom.*

ABSTRAK

Masyarakat yang bertempat tinggal di daerah Giwangan, Kecamatan Umbulharjo, Yogyakarta mempunyai kesadaran masyarakat dalam tanggap kondisi gempa. Namun tidak demikian halnya bagi masyarakat pendatang yang menghuni pasca gempa tahun 2006. Mereka masih belum berpengalaman dalam menghadapi situasi gempa. Bahkan di antaranya belum berinteraksi dengan budaya kearifan lokal, terutama dalam mengenali getaran gempa di awal kejadian gempa. Hal demikian juga terjadi di lingkungan sekitar pendidikan santri Pondok Pesantren Al Muyamman Giwangan. Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengenalkan cara sikap tanggap situasi awal kejadian gempa. Metode pengabdian yang telah dilakukan melalui pelatihan pembuatan dan penggunaan alat detektor gempa kepada anak santri Pondok Pesantren Al Muyamman. Hasil pelatihan menunjukkan peserta telah mampu membuat alat detektor gempa. Alat ini memanfaatkan sensitivitas ayunan bandul dalam botol terhadap getaran gempa. Secara fisik, besar getaran gempa yang terdeteksi menyerupai rambatan getaran permukaan tanah oleh laluan kendaraan truk. Berdasarkan pendekatan skala kekuatan gempa Mercalli, getaran tersebut berkekuatan 3 MMI (*Modified Mercalli Intensity*). Gempa ini setara 4,3 skala Richter, masih memungkinkan orang untuk

menyelamatkan diri. Setelah sikap tanggap awal getaran gempa, diperlukan sikap tanggap saat kejadian gempa, yaitu pemahaman keberadaan lokasi titik kumpul.

Kata kunci: detektor, gempa, bandul, skala Richter, kearifan lokal,

PENDAHULUAN

Lokasi pengabdian berada di Dusun Malangan UH7/476B, Kelurahan Giwangan, Kecamatan Umbulharjo, Yogyakarta (Gambar 1). Lokasi ini merupakan daerah yang ikut terdampak gempa pada tahun 2006. Seiring dengan perkembangan lahan pemukiman maka penduduk bertambah terutama penduduk pendatang atau penduduk berusia muda (anak-anak). Pemahaman mereka tentang cara mengenali dan menyikapi ketika menghadapi gempa masih terbatas. Aktivitas penduduk pendatang sebagai pekerja harian membuat mereka kurang saling berinteraksi sehingga tidak mengenal budaya kearifan lokal yang ada di lingkungan sekitar. Hal demikian juga terjadi di lingkungan sekitar pendidikan santri Pondok Pesantren Al Muyamman Giwangan, Yogyakarta. Budaya kearifan lokal dalam menghadapi bencana gempa telah ada di kehidupan masyarakat setempat (pendahulu) sehingga masyarakat mampu bertahan terhadap perubahan kondisi lingkungan sekitar (Imron & Hidayat, 2013; Mercer et al., 2012). Seiring dengan perkembangan kehidupan sosial yang terjadi, membuat masyarakat terlena, lambat laun nilai-nilai kearifan lokal semakin ditinggalkan dan dilupakan (Hiryanto & Fathiyah, 2013).

Gempa bumi tidak dapat diramal atau diprediksi kapan, di mana dan seberapa kekuatannya. Gempa yang terjadi di Yogyakarta dan sekitarnya pada 27 Mei 2006, diramalkan akan segera disusul dengan gempa yang lebih besar, dan ternyata tidak terjadi (Seeberg & Padmawati, 2015). Hingga saat ini, belum ada alat yang dapat memprediksi gempa bumi. Teknologi yang ada berupa alat atau sistem peringatan dini untuk memperkecil kerugian yang ditimbulkan gempa bumi (Kumalasari et al., 2017). Dengan mengenali sistem peringatan dini di lingkungan sekitar, memungkinkan orang-orang dalam waktu yang pendek dan terbatas pada detik-detik pertama antara 5-20 detik untuk menyelamatkan nyawa serta harta benda masyarakat yang tertimpa bencana gempa bumi. Alat detektor getaran gempa dapat dibuat secara sederhana menggunakan ayunan bandul dengan pendekatan skala kekuatan gempa model Mercalli derajat III atau setara 4,3 skala Richter (Rakhman, 2012). Pada saat getaran gempa dengan kekuatan gempa tersebut, masih memungkinkan orang untuk menyelamatkan diri. Gempa bumi ringan diukur antara 4 dan 4,9 pada skala Richter,

dapat dirasakan tetapi umumnya tidak menimbulkan kerusakan. Sebagai contoh, gempa berkekuatan 4,5 skala Richter melanda Hawaii pada 11 Maret 2011, saat penduduk bersiap menghadapi tsunami setelah gempa besar di Jepang (Abd El-Aal, 2011).



Gambar 1. Peta lokasi pengabdian kepada masyarakat

Budaya tutur dengan penyampaian bahasa yang sederhana, mudah dipahami dan “gaul” lebih disukai masyarakat generasi muda terkini. Bagi anak-anak berusia sekolah, pemahaman konsep gempa dan cara menyikapi bencana gempa dapat dikemas dalam bentuk kegiatan pelatihan. Melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, peserta pengabdian dilatih untuk membuat dan menggunakan alat yang dapat mendeteksi getaran gempa dalam situasi awal kejadian gempa.

METODE

Pelatihan pembuatan dan penggunaan alat detektor gempa kepada anak santri Pondok Pesantren Al Muyamman telah dilakukan di Mushola Margo Mulyo, Dusun Malangan UH7/476B, Kelurahan Giwangan, Kecamatan Umbulharjo, Yogyakarta pada tanggal 27 Desember 2019. Peserta pelatihan berusia anak-anak dengan latar pendidikan sekolah dasar hingga menengah, dimana beberapa santri juga didampingi oleh orang tua. Penyampaian materi penyuluhan dilakukan dengan menggunakan metode ceramah, diskusi, kuis dan diakhiri dengan kegiatan praktek pembuatan dan penggunaan alat detektor getaran gempa.

Pengabdian kepada masyarakat ini bermaksud memberikan pemahaman pengetahuan tentang gempa berikut cara mengenali dan menyikapinya. Lebih lanjut tujuan pengabdian ini menjadikan masyarakat yang tanggap bencana gempa dengan mengenal kearifan lokal lingkungan sekitar. Kearifan lokal yang telah ada di masyarakat pendahulu dapat dikenali kembali dengan pendekatan perkembangan ilmu kebumihan terkini.

Secara sederhana, getaran gempa dapat dikenali orang awam dengan metode ayunan bandul. Secara fisik, besar getaran gempa dengan rambatan getaran permukaan tanah oleh laluan kendaraan truk dapat disesuaikan dengan kesetaraan gempa skala *Modified Mercalli Intensity*/ (MMI) dan Richter. Peserta pengabdian diajarkan praktek pembuatan alat detector getaran gempa untuk mengidentifikasi getaran gempa pada situasi awal kejadian gempa. Bahan dan alat yang diperlukan berupa botol aqua, tali dan bandul pemberat besi mur. Rangkaian bahan-bahan tersebut didesain untuk memperoleh sensitivitas ayunan bandul. Sensitivitas ayunan bandul dalam botol dapat dicapai dengan panjang tali ayunan antara $\frac{1}{2}$ hingga $\frac{3}{4}$ tinggi botol (Rakhman, 2012). Untuk mempermudah pemahaman peserta kegiatan pengabdian disajikan aplikasi virtual kenampakan tiga dimensi pergerakan rotasi bumi dengan kejadian fenomena gempa yang terjadi berurutan sejak tahun 1900 hingga 2000 (Gambar 2).



Gambar 2. Botol dengan ayunan bandul yang dikreasi menjadi alat detektor gempa dan tampilan aplikasi virtual tiga dimensi lokasi fenomena gempa dan besaran skala kekuatannya mulai tahun 1900 hingga 2000.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peserta santri umumnya merupakan generasi yang lahir setelah tahun 2006 (paska gempa) sehingga belum merasakan dampak gempa yang besar secara langsung. Mereka belum mengenal getaran gempa. Beberapa generasi muda berpendidikan menengah masih mengingat kejadian gempa 2006 namun belum mengetahui cara menyikapinya. Peserta dari

orang tua wali berasal dari luar lingkungan Yogyakarta (pendatang) bisa mengenali getaran gempa dan cara menyikapinya namun belum mengetahui sikap tanggap yang benar dan tepat atas kondisi kearifan lokal lingkungan sekitar. Dalam lingkup pendidikan anak, lingkungan pendidikan atau sekolah mempunyai peran signifikan dalam mitigasi bencana gempabumi mulai dari dalam komunitas mereka sebelum gempa bumi; peran sekolah dalam penyelamatan dan tanggap darurat; sekolah dalam bantuan jangka pendek; dan peran sekolah dalam pemulihan jangka panjang (Mutch, 2018).

Melalui kegiatan pengabdian, peserta dikenalkan tentang pemahaman jenis gempa di lokasi pengabdian. Berdasarkan cara terjadinya dan letak sumbernya, gempa bumi dibedakan menjadi: gempa tektonik, gempa vulkanik, dan gempa runtuh. Gempa bumi tektonik merupakan gangguan dari dalam bumi jauh di bawah permukaan. Gangguan tersebut merupakan akumulasi gaya pergerakan kerak bumi (lempeng). Lempeng yang saling beinteraksi merupakan bagian lapisan batuan (litosfer). Gempa vulkanik merupakan gempa akibat letusan gunungapi. Gempa bumi tersebut terjadi akibat tekanan gas dan batuan yang telah menjadi cair dan panas (magma) yang berusaha keluar dari perut bumi. Sebaran getarannya terasa di sekitar lereng gunung atau di sekitar kaki gunung saja. Kejadian gempa vulkanik dapat terjadi sebelum, selama, dan sesudah terjadi erupsi atau letusan gunungapi, Gempa runtuh merupakan gempa yang terjadi akibat getaran yang ditimbulkan oleh runtuh goa/terowongan. Getaran gempa bumi dapat memicu longsor, serta material longsorannya dapat mengakibatkan pendangkalan sungai sehingga berpotensi bencana banjir (Rakhman & Maulana, 2021). Gempa yang terjadi di lokasi pengabdian pada tahun 2006 merupakan gempa tektonik akibat pertemuan Lempeng Australia dan Lempeng Sunda atau Eurasia (Seeberg & Padmawati, 2015). Gaya yang ditimbulkan interaksi lempeng tersebut merambat ke permukaan melalui sistem patahan Opak dan cekungan (*graben*) Bantul (Saputra et al., 2018). Pecahnya sesar baru atau reaktivasi sesar aktif lama dapat menyebabkan guncangan tanah, deformasi tanah, penurunan tanah, longsor, dan longsor massal. Lokasi yang relevan dari pusat risiko utama sudah dikenal luas. Namun, parameter seperti tren, pola, frekuensi dan magnitudo sangat bervariasi dan sangat sulit untuk ditentukan dan diprediksi. Salah satu akibatnya adalah bahwa banyak pencapaian ilmiah mendasar dan universal untuk mengurangi bahaya gempa bumi sering gagal dalam melindungi dan mengamankan kehidupan dan harta benda manusia (Khan, 2018).

Alat detektor gempa yang dibuat oleh peserta mempunyai sensitivitas getaran untuk pendekatan skala kekuatan gempa model Mercalli derajat III. Kekuatan gempa ini yaitu getaran seolah-olah seperti ada truk lewat, sehingga getaran tersebut dapat dideteksi dengan ayunan bandul. Agar ayunan bandul lebih sensitif terhadap getaran gempa tanpa gangguan udara yang bergerak, maka ayunan bandul dilakukan dalam wadah yang tertutup (botol). Sensivitas ayunan bandul dalam botol telah dapat ditentukan atau dihitung bahwa panjang tali ayunan antara $\frac{1}{2}$ hingga $\frac{3}{4}$ tinggi botol (Rakhman, 2012). Semakin panjang tali ayunan, ayunan bandul terhadap getaran gempa semakin sensitif (peka) dan teramati. Pengamatan sensitivitas ayunan bandul dapat ideal dilakukan dengan menggunakan botol aqua plastik 1,5 liter. Bandul yang dipergunakan dapat berupa mur besi. Dengan menggunakan pendekatan skala kekuatan gempa Mercalli sebesar 3 MMI maka dapat diketahui adanya getaran gempa dalam skala kekuatan gempa Richter setara 4,3 SR. Berdasarkan pengamatan langsung di lokasi pengabdian, pembuatan alat deteksi getaran gempa ini mudah dibuat. Dengan memahami konsep getaran gempa yang sederhana dan dimengerti oleh peserta di lokasi pengabdian, pengetahuan ini mudah ditularkan kepada masyarakat sekitar, minimal di lingkup keluarga peserta (anak). Dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian, para orang tua wali saling berinteraksi dengan anak dalam membuat alat deteksi getaran gempa sehingga tercipta suasana kegiatan keluarga (*family gathering*) dalam lingkup jamaah dan santri Pondok Pesantren Al Muyamman, Giwangan, Yogyakarta. Pelaksanaan kegiatan pengabdian diikuti peserta secara antusias baik dengan dalam berdiskusi maupun pelatihan pembuatan alat detektor gempa sebagaimana nampak pada dokumentasi sebagai berikut.



Gambar 3. Minat dan antusias peserta pengabdian dalam berdiskusi dan aktivitas peserta dalam praktik pembuatan alat di lokasi pengabdian.

Setelah mengikuti kegiatan pengabdian masyarakat, peserta telah dapat membuat alat yang sederhana untuk mengidentifikasi getaran gempa. Setelah peserta dapat

mengidentifikasi getaran gempa, peserta mengenal sikap tanggap gempa yang benar dan tepat. Tanggap gempa yang dikenali baik saat detik-detik awal getaran gempa maupun paska kejadian gempa. Secara umum ada 3 tahapan dalam kesiapsiagaan menghadapi bencana gempa (Kumalasari et al., 2017). Tiga tahapan tersebut terdiri dari tahap persiapan sebelum gempa, tahap saat atau bila terjadi gempa dan terakhir tahap kegiatan setelah (paska) gempa. Tahap persiapan sebelum gempa, meliputi: 1) pencatatan nomor telepon penting pada telepon genggam, seperti Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), Palang Merah Indonesia (PMI), Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan (dikenal dengan BASARNAS) dan *Search and Rescue* (SAR) setempat; 2) pengumpulan informasi potensi bencana alam di lingkungan sekitar kita dan informasi pendidikan kesiapsiagaan bencana; 3) penentuan jalur-jalur evakuasi masing-masing keluarga serta titik pertemuan yang telah disepakati; 4) penempatan orang tua atau anggota keluarga dengan keterbatasan fisik di kamar dekat pintu keluar; 5) sangat membantu bila ada alat detektor sederhana buatan sendiri; dan 6) mempersiapkan tas siaga bencana, dimana tas ini berisi antara lain: makanan ringan siap saji, makanan bayi, air minum seperlunya, kotak P3K dan obat-obat penting sesuai dengan keperluan keluarga, senter, lampu darurat, baterai cadangan, korek api, radio kecil, uang secukupnya, telepon genggam, *charger*, pakaian, jas hujan, perlengkapan bayi, peralatan mandi, pembalut, surat-surat penting dan berharga seperti kartu keluarga, akta kelahiran dan ijasah.

Tahap saat atau bila terjadi gempa, peserta disarankan untuk: 1) mengenali apa dan seperti apa peringatan gempa (sirine); 2) tetap tenang dan jangan panik; 3) melindungi kepala dan sembunyi di bawah meja, di bawah tempat tidur atau benda-benda lain yang kuat dan kokoh menahan benda-benda yang jatuh, jika tidak merapat ke sudut ruangan atau sudut ruang depan; 4) menghindari benda-benda yang mudah pecah dan jatuh seperti kaca, pajangan dinding dan lemari; 5) jika gempa sudah mereda segera ke lapangan terbuka, tidak disarankan untuk berlindung di dekat pohon, tiang listrik, tiang lampu dan bangunan yang mungkin runtuh.

Pada tahap kegiatan setelah (paska) gempa, kesiapsiagaan difokuskan pada kewaspadaan dan tanggap akan bencana gempa susulan. Kegiatan yang disarankan yaitu melakukan pemantauan perkembangan informasi, hindari pulang kembali ke rumah yang rawan rusak bangunan dan mengikuti arahan yang diberikan aparat pemerintah setempat.

Kegiatan beribadah, berdoa (tahlil) atau gotong royong membangun kembali merupakan cara yang paling tepat dan cepat dalam upaya pemulihan trauma paska gempa Yogyakarta (Rakhman & Kuswardani, 2012).

Setelah sikap tanggap awal getaran gempa, diperlukan sikap tanggap saat kejadian gempa, yaitu pemahaman keberadaan lokasi titik kumpul. Saat kegiatan pengabdian, pelaksanaan simulasi gempa tidak dilakukan mengingat cuaca hujan deras, beresiko bahaya rawan kecelakaan dalam kegiatan. Sementara waktu, dari hasil pengamatan situasi bersama pengurus Pondok Pesantren **Al Muyamman**, peserta pengabdian dipahamkan titik lokasi kumpul saat gempa, yaitu di pintu pagar luar Mushola Margo Mulyo. Lebih lanjut, penentuan titik lokasi kumpul tersebut perlu dikoordinasikan dengan pengurus kampung baik rukun tetangga ataupun rukun warga. Para pengurus lebih mengenal kondisi masyarakat, lingkungan dan nilai-nilai budaya kearifan lokal sehingga memudahkan upaya evakuasi, mulai dari akses eksit, eksit pelepasan hingga sarana pendukungnya.

KESIMPULAN

Peserta pengabdian memahami bahwa bencana gempa pada tahun 2006 di daerah pengabdian merupakan gempa tektonik. Gempa tektonik tersebut merupakan hasil interaksi pertemuan Lempeng Eurasia (Jawa) dan Lempeng Australia. Gempa tersebut dapat sewaktu-waktu terjadi. Getaran gempa dapat dikenali dan secara umum ukuran kekuatan gempa dikenal dalam skala Mercalli dan Richter.

Getaran gempa dapat dideteksi melalui alat detektor yang dibuat peserta pengabdian dengan pendekatan media ayunan bandul. Alat dibuat dengan menggunakan ayunan bandul dalam botol aqua. Panjang tali ayunan antara $\frac{1}{2}$ hingga $\frac{3}{4}$ tinggi botol merupakan bagian dari fungsi sensitivitas alat dalam mendeteksi getaran gempa. Kreasi modifikasi alat berkemampuan untuk mendeteksi getaran gempa berskala kekuatan gempa Mercalli sebesar 3 MMI (setara 4,3 SR) dan memungkinkan orang untuk menyelamatkan diri.

Kemampuan mengidentifikasi getaran gempa sangat penting pada detik-detik awal kejadian gempa untuk penyelamatan diri menuju tempat evakuasi. Pemahaman keberadaan lokasi titik kumpul perlu dilakukan sebagai bagian dari upaya evakuasi. Lokasi tersebut mempunyai akses eksit, eksit pelepasan dan sarana pendukungnya yang bersesuaian dengan kondisi lingkungan dan budaya kearifan lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian IST AKPRIND, atas bantuan dana kegiatan pengabdian yang telah diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pengurus Pondok Pesantren **Al Muyamman, Giwangan, Kecamatan Umbulharjo, Yogyakarta** yang telah bersedia menjadi mitra kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Aal, A. E. K. (2011). *Japan Earthquake of March 11-2011 and Associated Effects*. National Research Institute of Astronomy and Geophysics, Cairo. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11436.87682>
- Hiryanto, & Fathiyah, K. N. (2013). Identifikasi Kearifan Lokal dalam Memahami Tanda-tanda Bencana Alam pada Insan Usia Lanjut di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Media Informasi Penelitian Kesejahteraan Sosial*, 37(1), 453–462.
- Imron, A., & Hidayat, A. (2013). Kekuatan Agama dan Kearifan Lokal dalam Proses Kebangkitan Masyarakat Yogyakarta Pascagempa. *ESENSIA*, 14(1), 103–129.
- Khan, A. A. (2018). The Geo-Genetic Status of Earthquake-Related Hazards and the Role of Human and Policy Dimensions in Impact Mitigation. *Environmental Hazards*, 17(4), 276–291. <https://doi.org/10.1080/17477891.2018.1498763>
- Kumalasari, N., Susilastuti, Tarigan, J., & Mulyadi, T. (2017). *Buku Pedoman Latihan Kesiapsiagaan Bencana: Membangun Kesadaran, Kewaspadaan dan Kesiapsiagaan Dalam Menghadapi Bencana* (2nd ed.). Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Jakarta.
- Mercer, J., Gaillard, J. C., Crowley, K., Shannon, R., Alexander, B., Day, S., & Becker, J. (2012). Culture and Disaster Risk Reduction: Lessons and Opportunities. *Environmental Hazards*, 11(2), 74–95. <https://doi.org/10.1080/17477891.2011.609876>
- Mutch, C. (2018). The Role of Schools in Helping Communities Copes with Earthquake Disasters: The Case of the 2010–2011 New Zealand Earthquakes. *Environmental Hazards*, 17(4), 331–351. <https://doi.org/10.1080/17477891.2018.1485547>
- Rakhman, A. N. (2012). Rekayasa Alat Pemindai Energi Gempa yang Sederhana dan Aplikatif, Studi Kasus: Daerah Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi Ke-7*, 431–

436.

- Rakhman, A. N., & Kuswardani, I. (2012). Studi Kasus Gempa Bumi Yogyakarta 2006: Pemberdayaan Kearifan Lokal Sebagai Modal Masyarakat Tangguh Menghadapi Bencana. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*, 185–193.
- Rakhman, A. N., & Maulana, F. W. (2021). Edukasi Pendekatan Selidik Sifat Fisik Batuan Lapuk untuk Penanganan Bencana Longsor dalam Masa Pandemi Covid-19 di RT 02 Pedukuhan Cengkehan, Wukirsari, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul. *Jurnal Pengabdian Masyarakat As-Salam*, 1(2), 99–108. <https://doi.org/10.37249/jpma.v1i2.319>
- Saputra, A., Gomez, C., Delikostidis, I., Zawar-Reza, P., Hadmoko, D. S., Sartohadi, J., & Setiawan, M. A. (2018). Determining Earthquake Susceptible Areas Southeast of Yogyakarta, Indonesia—Outcrop Analysis from Structure from Motion (SfM) and Geographic Information System (GIS). *Geosciences*, 8(4), 132. <https://doi.org/10.3390/geosciences8040132>
- Seeberg, J., & Padmawati, R. S. (2015). Redistributing Vulnerabilities: House Reconstruction Following the 2006 Central Java Earthquake. *Environmental Hazards*, 14(3), 193–209. <https://doi.org/10.1080/17477891.2015.1042959>