



PEMETAAN MIKROZONASI BAHAYA GEMPABUMI SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN RESIKO BENCANA DI YOGYAKARTA

Herry Riswandi¹⁾, Ikhsan²⁾, Yohana Noradika Maharani^{3*)}, Wijayanto²⁾, Bambang Sunardi²⁾, Ayu Krisno Ekarsti²⁾, Yody Rizkianto⁴⁾, Muhamad Syaifudin⁴⁾

¹⁾Teknik Geomatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

²⁾Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

³⁾Program Studi Magister Manajemen Bencana, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

⁴⁾Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

*E-mail: yohanam@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki tingkat risiko bencana gempa bumi yang tinggi, hal ini disebabkan karena wilayahnya yang berbatasan langsung dengan zona subduksi lempeng dunia yang sangat aktif yaitu lempeng Indo Australia yang menyusup ke bagian bawah lempeng Eurasia, selain itu terdapat sesar Opak yang sangat aktif di darat. Aktivitas sesar Opak inilah yang diduga menjadi penyebab gempa bumi besar yang terjadi pada 27 Mei 2006. Gempa 2006 ini menghancurkan Yogyakarta dan sekitarnya yang menyebabkan 5.782 korban jiwa, puluhan luka-luka, dan ratusan ribu rumah rusak. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya gempa bumi menggunakan metode mikrozonasi untuk mengevaluasi dan memetakan daerah di DIY yang memiliki risiko gempa tinggi berdasarkan perhitungan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) pada batuan dasar dan data Vs30 sebagai karakterisasi lokasi akibat pengaruh kondisi tanah setempat. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan menggunakan perhitungan Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA), metode inversi HVSr dan Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW). Hasilnya adalah peta percepatan tanah maksimum (PGA) di batuan dasar dan peta percepatan tanah maksimum di permukaan tanah di daerah istimewa Yogyakarta yang dapat digunakan sebagai informasi awal sebagai pertimbangan pertimbangan dalam menentukan aturan mengenai desain/standar gempa-bangunan tahan gempa sebagai upaya mitigasi gempa struktural.

Kata kunci: Gempa, Mikrozonasi, PSHA, PGA, PSHA, MAWS, Yogyakarta.

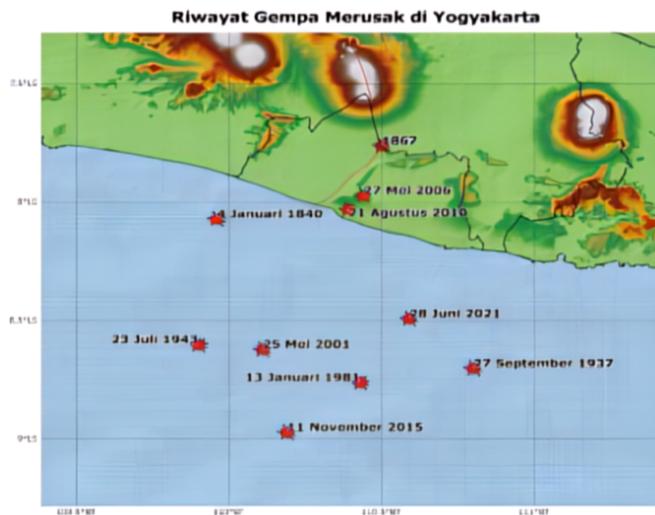
ABSTRACT

The Special Region of Yogyakarta (DIY) is one of the regions in Indonesia that has a high level of earthquake disaster risk, this is because its area is directly adjacent to the subduction zone of a very active world plate, namely the Indo-Australian plate which infiltrates the bottom of the Eurasian plate. There is a very active Opak fault on land. This Opak fault activity is suspected to be the cause of the great earthquake that occurred on May 27, 2006. The 2006 earthquake destroyed Yogyakarta and its surroundings, causing 5,782 fatalities, tens of injuries, and hundreds of thousands of houses damaged. This study aims to identify potential earthquake hazards using the microzonation method to evaluate and map areas in DIY that have a high earthquake risk based on the calculation of the maximum soil acceleration (PGA) value in bedrock and Vs30 data as a location characterization due to the influence of local soil conditions. In this study, the methods used are Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA), HVSr inversion and Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) calculations. The result is a map of the maximum ground acceleration (PGA) in bedrock and a map of the maximum ground acceleration at the ground surface in the special area of Yogyakarta which can be used as initial information as a consideration in determining rules regarding the design/standard of earthquake-resistant buildings as an effort to mitigate structural earthquake.

Keywords: Earthquake, Microzonation, PSHA, PGA, HVSr, Yogyakarta.

I. PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta secara tektonik merupakan salah satu daerah teraktif di Indonesia. Kondisi ini disebabkan oleh letak Yogyakarta yang lebih dekat dengan zona subduksi Lempeng Indo-Australia hingga Lempeng Eurasia di Samudera Hindia sebelah selatan Pulau Jawa. Selain sangat rawan gempa akibat aktivitas subduksi lempeng, Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya juga sangat rawan gempa akibat aktivitas sesar lokal. Sejarah gempa bumi merusak di Yogyakarta berdasarkan Katalog Data Gempa Merusak BMKG (Setiyono, dkk., 2019) terjadi pada tahun 2006, 1981, 1943, 1937, dan 1867 (Gambar 1). Gempa tahun 2006 terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 pada pagi hari pukul 05:53:57 WIB, sumber gempa pada koordinat 8,26 Lintang Selatan dan 100,31 Bujur Timur dengan kedalaman 33 km dan kekuatan 5,9 M, dirasakan di Bantul dan Klaten dengan intensitas MMI IX, Sleman dan Yogyakarta. VIII MMI, Surakarta V MMI, Salatiga dan Blitar IV MMI, Surabaya II MMI dan Denpasar. Gempa tersebut menyebabkan korban tewas di Bantul, Klaten, Yogyakarta dan Jawa Tengah mencapai 5.782 orang, puluhan orang luka-luka, dan ratusan ribu rumah rusak.



Gambar 1. Sejarah Gempa bumi merusak di DIY dan sekitarnya.

Sumber: Setiyono, dkk., 2019.

Sejarah gempa bumi destruktif yang pernah terjadi dan dirasakan di Yogyakarta disertai dengan datangnya tsunami yang mengakibatkan korban jiwa dan tidak sedikit harta benda yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sejarah gempa merusak di DIY dan sekitarnya.

Tanggal	Epicenter		Hipo (KM)	Mag	Description
	Latitude	Longitude			
04-01-1840	-	-	-	-	Followed by tsunami
20-10-1859	-	-	-	-	Followed by tsunami
10-06-1867	-	-	-	-	500 people died, thousand broken house
28-03-1875	-	-	-	-	Held to V-VII MMI
27-09-1937	8.88	110.65	-	7.2	VII-IX MMI, 2.200 collopse house
23-07-1943	8.60	109.90	90	8.1	213 Peopele died, 15.275
12-10-1957	8.30	110.30	-	6.4	Held to VI MMI
14-03-1981	7.20	109.30	33	6.0	Held to VII MMI

09-06-1992	8.47	111.10	56	6.5	Held to IV MMI
25-05-2001	8.62	110.10	50	6.2	Held to IV MMI
19-08-2004	9.22	109.50	55	6.3	Held to VIVMMI

Sumber: Newcomb and McCann (1987); Utsu (2002); Elnashi et al. (2006) and Walter et al. (2007).

Berdasarkan data historis gempa, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya gempa bumi berdasarkan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) pada batuan dasar, serta peta percepatan tanah maksimum di permukaan Daerah Istimewa Yogyakarta. Informasi tentang proses tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan aturan mengenai desain/standar bangunan tahan gempa dan memungkinkan pengambil keputusan atau perencana untuk mengidentifikasi intervensi penanggulangan bencana yang tepat.

Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki tingkat kerawanan bencana gempa bumi yang tinggi karena memiliki kepadatan penduduk yang relatif tinggi serta pembangunan infrastruktur publik dan perumahan yang berkembang pesat. Kondisi fisiografis mempengaruhi persebaran penduduk, ketersediaan sarana dan prasarana wilayah, dan kegiatan sosial ekonomi penduduk, serta kemajuan pembangunan antar wilayah. Pada daerah yang relatif datar, seperti dataran fluvial yang meliputi Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul merupakan daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi, dan memiliki aktivitas sosial ekonomi yang tinggi.

Ketika upaya prediksi gempa belum berhasil, upaya terbaik untuk mengantisipasi bencana adalah melalui mitigasi gempa. Mitigasi gempa dapat dilakukan dalam tiga tahap, yaitu sebelum, selama, dan setelah gempa. Langkah awal dalam upaya mitigasi sebelum gempa terjadi adalah dengan melakukan mikrozonasi bahaya gempa. Pemetaan ini diperlukan untuk mengidentifikasi daerah yang memiliki risiko gempa tinggi. Dengan mengetahui daerah yang memiliki risiko gempa yang tinggi, maka antisipasi untuk mengurangi dampak bencana yang mungkin timbul di daerah tersebut dapat dilakukan sedini mungkin. Oleh karena itu, upaya mitigasi melalui mikrozonasi bahaya gempa perlu dilakukan secara komprehensif. Mikrozonasi bahaya gempa adalah upaya untuk mengevaluasi dan menggambarkan potensi bencana gempa bumi di suatu daerah, yang umumnya disebabkan oleh getaran kuat saat terjadi gempa. Kegiatan mikrozonasi bahaya gempa meliputi antara lain karakterisasi lokasi akibat pengaruh kondisi tanah setempat, serta analisis mikrozonasi bahaya gempa dengan memperhatikan amplifikasi akibat pengaruh kondisi tanah setempat. Kegiatan mikrozonasi gempa dapat memberikan output berupa kajian, peta, dan berbagai informasi rinci tentang potensi bahaya gempa. Hal ini diperlukan sebagai masukan bagi otoritas baik di tingkat pusat maupun daerah dalam perencanaan tata ruang, praktisi dalam desain awal struktur dan infrastruktur tahan gempa, prioritas mitigasi gempa, dan rencana kontinjensi bencana gempa.

II. METODE

Data sekunder berupa data Vs30 dengan metode MASW di dapatkan dari BMKG (Muzli, dkk., 2016). Data sekunder Vs30 juga didapatkan dari USGS (Wald, dkk., 2007; Allen, dkk., 2009; Heath, dkk., 2020). Data sekunder lainnya adalah data PGA atau percepatan tanah maksimum di batuan dasar didapatkan dari Pusat Gempa Nasional (PusGen, 2017).

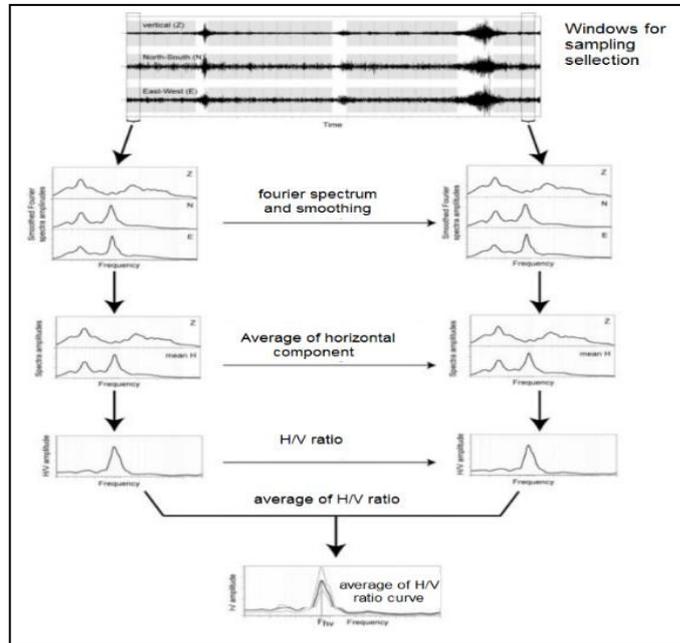
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menghitung kecepatan gelombang geser tanah dengan inversi kurva *Horizontal to Vertical Ratio* (HVSr) dari mikrotremor (Herak, 2008, Nakamura, 1989, 2000, 2008) dan menggunakan metode *Multichannel Analysis of Surface Waves* (MASW) dengan memanfaatkan prinsip perambatan gelombang permukaan Rayleigh atau biasa disebut dispersif *ground roll* (Park et al., 1999).

2.1. Proses Mikrotremor, Inversi HVSr, dan Vs30

Sinyal mikrotremor hasil pengukuran dianalisis menggunakan software Geopsy. Gambar 2 menunjukkan prosedur pengolahan data metode HVSr, yaitu proses windowing sebagai langkah awal. Pemilihan jendela dilakukan secara manual dengan panjang jendela 25-50 detik. Setiap jendela kemudian ditransformasikan fourier, sehingga setiap jendela yang semula dalam domain waktu diubah menjadi jendela dalam domain frekuensi. Setiap jendela kemudian dibandingkan dengan spektrum arah horizontal dengan spektrum arah vertikal untuk menghasilkan kurva HV untuk setiap jendela. Kurva tersebut kemudian ditumpuk sehingga diperoleh nilai rata-rata kurva HVSr dari satu data rekaman mikrotremor. Pada kurva HVSr, informasi diperoleh dari nilai frekuensi dominan dan amplitudo puncak HVSr.

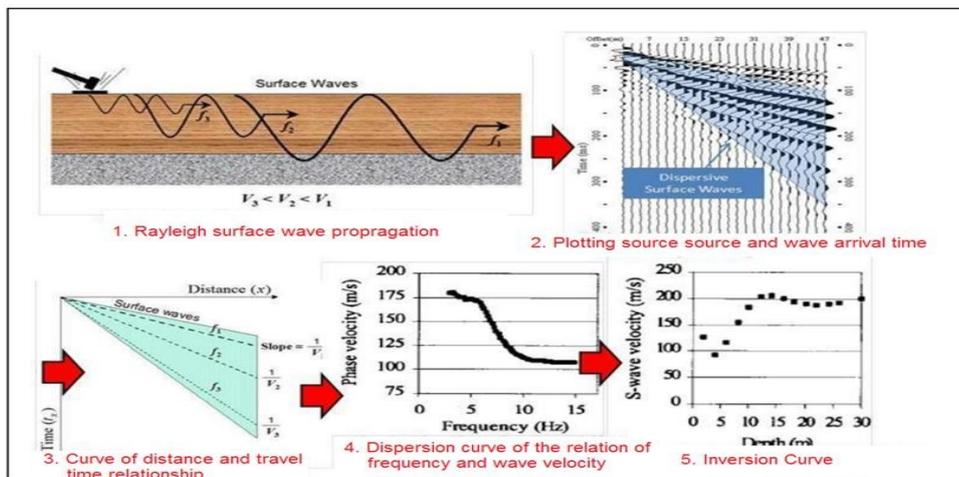
Hasil pengolahan mikrotremor kemudian disimpan dalam format .hv. Kurva HVSr kemudian dianalisis kembali menggunakan program OpenHVSr untuk mendapatkan profil 1D kecepatan gelombang geser (Vs). Data yang dibutuhkan dalam proses ini adalah kurva HVSr dalam format .hv dan model awal dalam format .txt berupa Vp, Vs, density, layer thickness, Qp, dan Qs. Pemrosesan inversi HVSr dilakukan dengan menggunakan program OpenHVSr. Hasil pengolahan selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai Vs30 dengan rumusan persamaan. Pada penelitian ini nilai Vs30 yang digunakan merupakan gabungan dari hasil pengolahan inversi HVSr, dan dari data sekunder yaitu nilai

Vs30 dari metode MASW (Gambar 3) dan Vs30 dari USGS.



Gambar 2. Prosedur pengolahan data dengan metode HVSR

Sumber: Sesame, 2004.



Gambar 3. Metode akuisisi dan analisis dengan MASW

Sumber: Permana et al., 2019.

2.2. Proses Mikrozonasi Percepatan Tanah

Mikrozonasi gempa dilakukan dengan memperkirakan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) pada batuan dasar. Dalam penelitian ini, nilai PGA pada batuan dasar yang digunakan mengacu pada hasil Peta Sumber dan Rawan Gempa Indonesia 2017 (Pusgen, 2017). Kondisi tanah setempat akan mempengaruhi jumlah PGA di permukaan tanah. Kondisi tanah setempat akan mempengaruhi amplifikasi gelombang gempa. Parameter dinamika tanah yang representatif yang dapat digunakan untuk mengestimasi PGA di permukaan adalah nilai Vs30. Nilai Vs30 digunakan untuk menentukan klasifikasi lokasi seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi situs batuan berdasarkan Vs

Site classification	Vs (m/sec)	N	Su (kPa)
SA(batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB(batuan)	750 to 1500	N/A	N/A
SC(tanah keras, sangat padat dan batuanlunak)	350 to 750	>50	>100
SD (tanah sedang)	175 to 350	15 to 50	50 to 100
SE(tanah lunak)	<175	<15	<50
SF(tanah spesifik)	memerlukan penyelidikan geoteknik spesifik dan analisisrespons spesifik lokasi		

Sumber: BSN, 2019.

Selanjutnya nilai amplifikasi akibat pengaruh kondisi tanah setempat diestimasi berdasarkan Tabel 2. Nilai estimasi PGA di permukaan ditentukan dengan menggunakan pendekatan empiris.

Tabel 3. Koefisien Situs F_{PGA} SNI 1726:2019

KlasifikasiSite	PGA≤0,1	PGA=0,2	PGA=0,3	PGA=0,4	PGA=0,5	PGA≥0,6
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
SE	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1
SF	SS					

Sumber: BSN, 2019.

2.3. Pemetaan Hasil Pengolahan dan Pemodelan

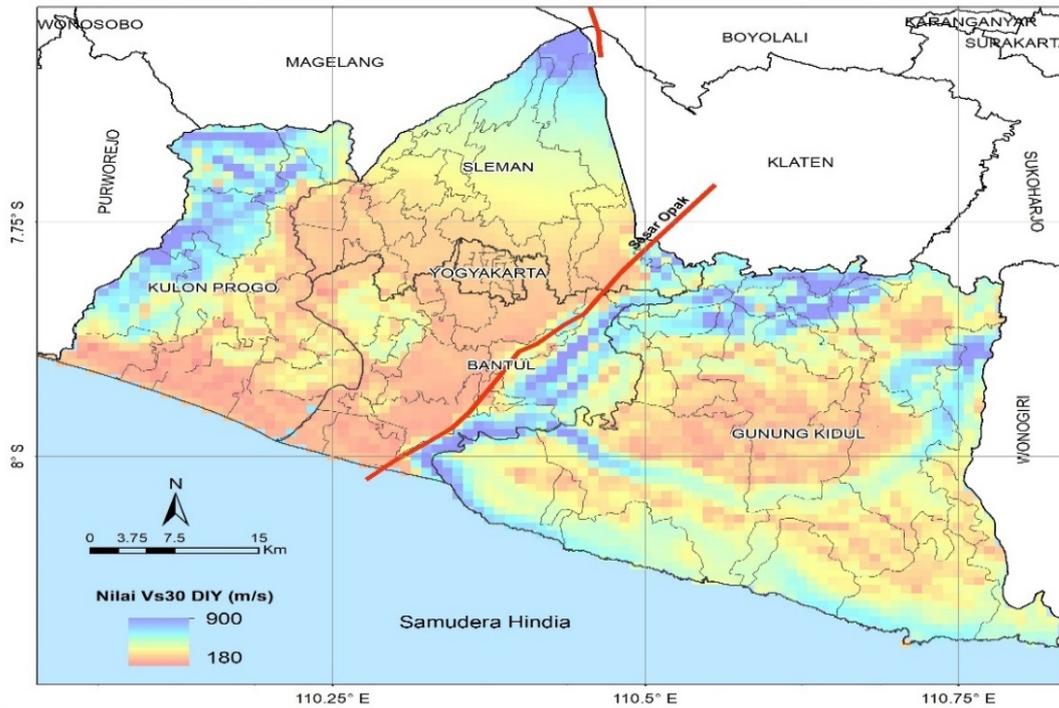
Setelah melalui proses pengolahan data, nilai parameter yang diperoleh kemudian dipetakan agar lebih mudah untuk diinterpretasikan. Hasil pengolahan data yang dipetakan adalah nilai Vs30, PGA di batuan dasar, dan PGA permukaan dengan probabilitas melebihi 2% dalam 50 tahun. Pada penelitian ini dilakukan pemetaan hasil pengolahan data menggunakan software ArcMap 10.8.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Karakterisasi Situs Daerah Istimewa Yogyakarta

Berdasarkan hasil pengolahan data gabungan inversi HVSR, data sekunder MASW, dan USGS Vs30, kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 m (Vs30) di Daerah Istimewa Yogyakarta ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai Vs30 pada Daerah Istimewa Yogyakarta bervariasi dengan nilai kurang dari 175 m/s sampai 900 m/s. Nilai Vs30 yang relatif rendah ditemukan di sebagian besar wilayah Kabupaten Bantul dan Kota Yogyakarta, Kulonprogo bagian selatan dan timur, Sleman bagian selatan dan sebagian Gunungkidul.

Karakterisasi situs di Daerah Istimewa Yogyakarta berdasarkan klasifikasi kelas situs dalam SNI 1726:2019 menunjukkan bahwa daerah ini memiliki empat jenis kelas situs, yaitu tanah lunak (SE), tanah sedang (SD), tanah keras, sangat padat dan batuan lunak. (SC), dan batuan (SB). Tanah lunak memiliki nilai Vs30 < 175 m/s, tanah sedang 175 - 350 m/s, tanah keras 350 - 750 m/s, dan batuan 750 - 1500 m/s.

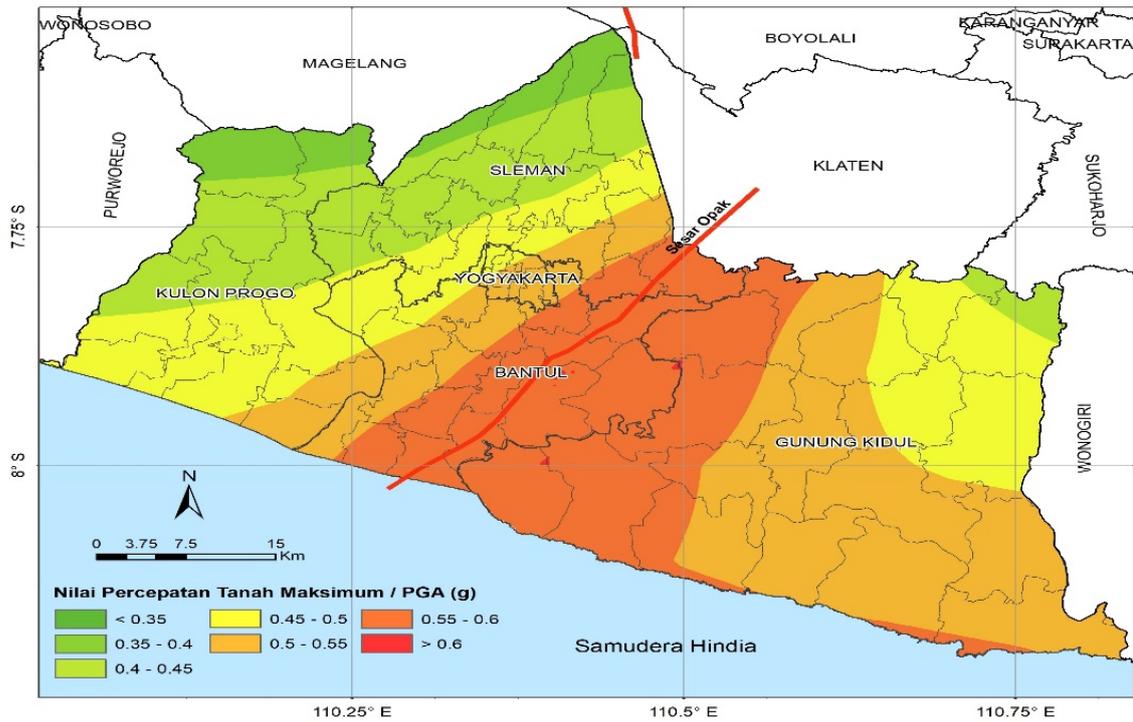


Gambar 4. Map Vs30 di Daerah Istimewa Yogyakarta.

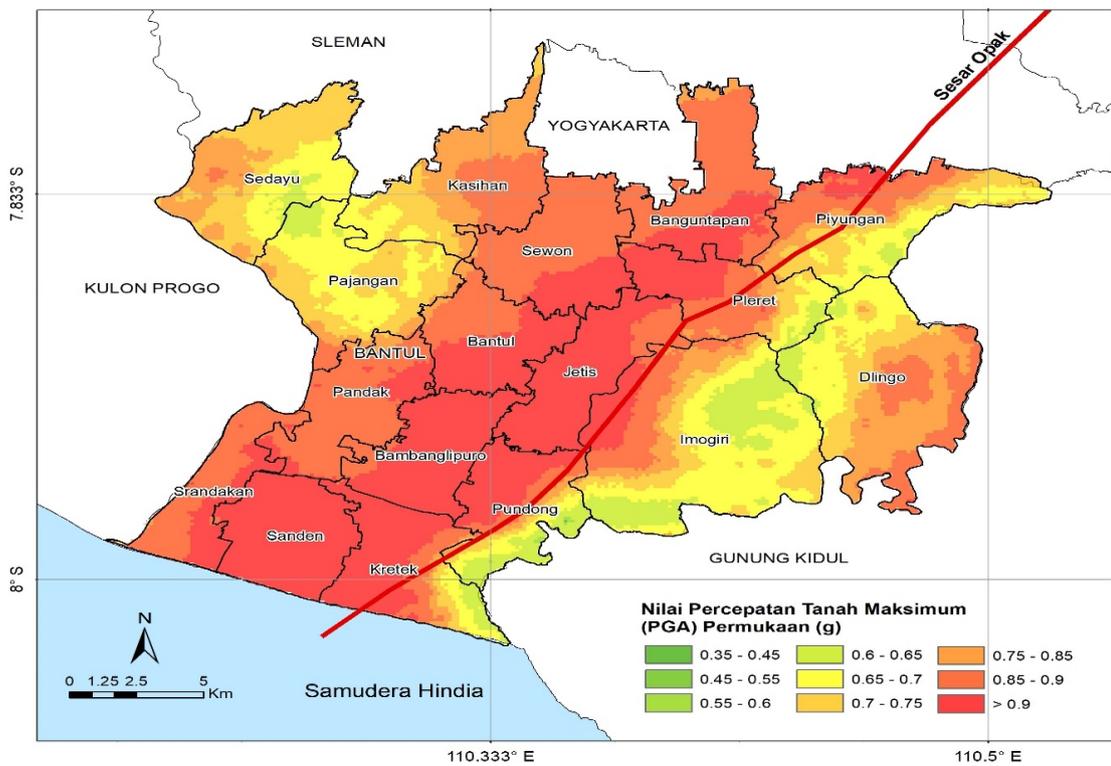
3.2. Potensi Bahaya Gempa di Batuan Dasar

Potensi kerawanan gempa pada batuan dasar di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) mengacu pada Sumber dan Peta Rawan Gempa Indonesia 2017 dari Pusat Studi Gempa Nasional (PuSGeN, 2017). Berdasarkan perhitungan Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA), peta percepatan tanah maksimum (PGA) untuk batuan dasar teknik dihasilkan dengan kecepatan gelombang geser Vs 760 m/s. Peta ini dapat digunakan untuk menentukan nilai percepatan tanah maksimum secara probabilistik atau untuk mengidentifikasi potensi bahaya seismik secara probabilistik. Peta ini menjadi peta referensi resmi untuk nilai PGA di batuan dasar untuk desain bangunan di kota atau koordinat tertentu. Peta PGA di batuan dasar Daerah Istimewa Yogyakarta ditunjukkan pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5, nilai PGA batuan dasar di Daerah Istimewa Yogyakarta bervariasi dari 0,35 sampai lebih dari 0,6 g. Daerah dengan nilai PGA batuan dasar tertinggi tersebar di sebagian besar Kabupaten Bantul, Kabupaten Gunungkidul bagian barat (yang berbatasan dengan jalur Sesar Opak), Kabupaten Sleman dengan orientasi terdekat dengan jalur Sesar Opak (Kecamatan Berbah dan Prambanan), Yogyakarta Kota dengan orientasi terdekat dengan jalur Sesar Opak (Kecamatan Kota Gede, Umbulharjo). Sedangkan nilai PGA batuan dasar terendah tersebar di Kabupaten Sleman (Cangkringan, Pakem, Turi, Tempel), dan Kabupaten Kulonprogo (Kabupaten Kalibawang, Samigaluh).



Gambar 5. Peta PGA Batuan Dasar di Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 6. Peta PGA Permukaan di Kabupaten Bantul.

Berdasarkan Gambar 6, kecamatan dengan nilai percepatan 0,75 g sampai > 0,9 g atau IX MMI tersebar di sekitar garis Sesar Opak yaitu Srandakan, Pandak, Kretek, Sanden, Pundong, Bambanglipuro, Jetis, Bantul, Pleret, Sewon, Kecamatan

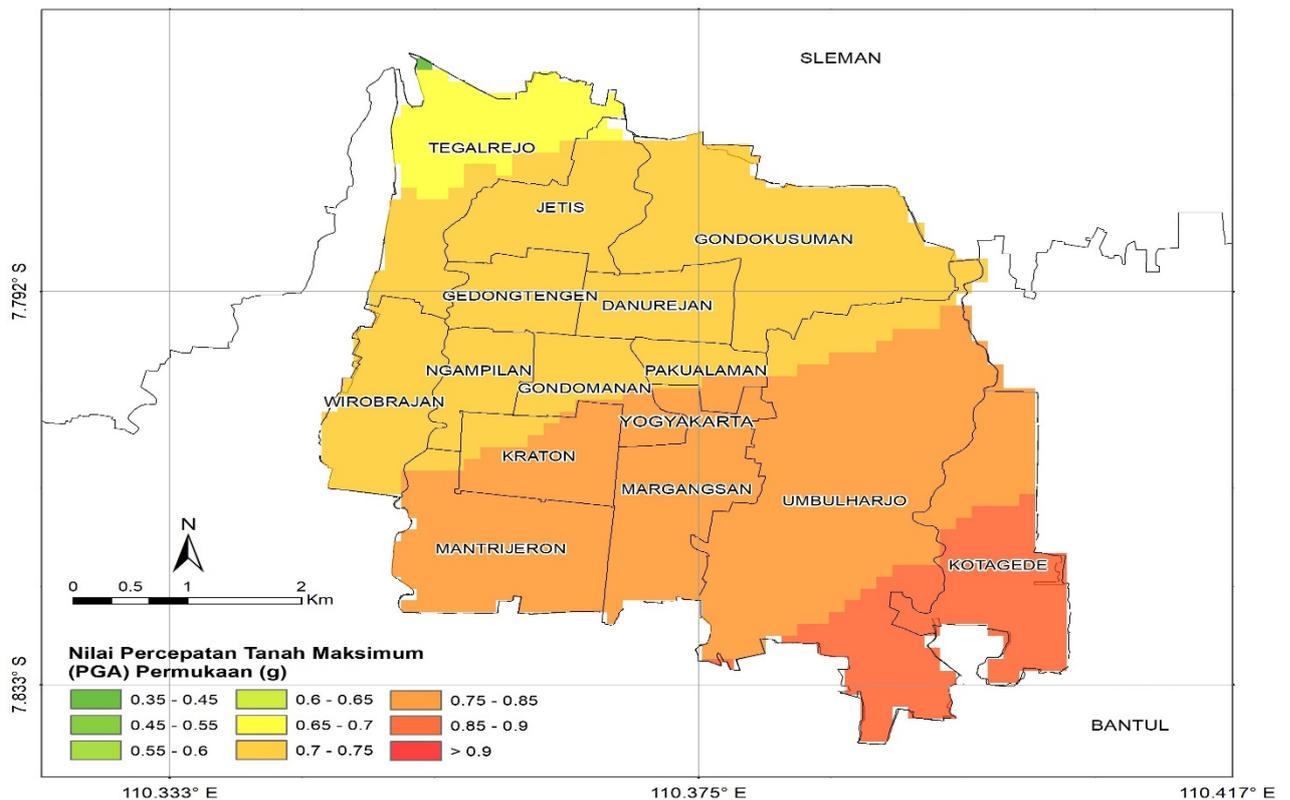
Piyungan dan Banguntapan. Daerah tersebut dominan berada di sisi timur Sesar Opak dengan dominasi material sedimen yang berasal dari Formasi Qmi (Gunung Merapi Muda Sediment) yang tersusun dari tuf, abu, breksi, aglomerat dan aliran lava. Daerah dengan PGA permukaan bervariasi dari 0,69 – 0,75 g atau VIII MMI terdapat di kecamatan Sedayu, Pajangan, Kasihan, Imogiri, dan Dlingo.

3.3. Daerah Kota Yogyakarta

Peta permukaan PGA di Kota Yogyakarta ditunjukkan pada Gambar 7. Peta-peta dalam penelitian ini merupakan informasi awal. Nilai PGA permukaan di Kota Yogyakarta bervariasi antara 0,65 – 0,85 g atau jika dikonversi dalam skala MMI bervariasi antara VIII – IX MMI.

Potensi kerusakan dan dampak yang ditimbulkan oleh gempa bumi berkisar dari kerusakan ringan pada bangunan dengan konstruksi kuat, retak pada bangunan dengan konstruksi yang buruk, dinding dapat terlepas dari rangka rumah hingga kerusakan pada bangunan kuat, rangka rumah tidak lurus dan banyak retak.

Berdasarkan Gambar 7, kecamatan dengan nilai percepatan 0,75 g sampai 0,85 g atau IX MMI terletak di sebelah tenggara Kota Yogyakarta dengan orientasi yang paling dekat dengan Jalur Sesar Opak yaitu Kota Gede, Umbulharjo, Mergangsan, Mantriweron, dan Kecamatan Kraton. Secara geologis, kawasan ini terletak pada Formasi Qmi (Sedimen Gunung Merapi Muda) yang tersusun oleh material sedimen berupa tuf, abu, breksi, aglomerat, dan aliran lava. Daerah dengan PGA permukaan bervariasi dari 0,65 – 0,7 g atau VIII MMI terdapat di Kecamatan Wirobrajan, Ngampilan, Gondomanan, Pakualaman, Danurejan, Gedongtengen, Jetis dan Tegalrejo.



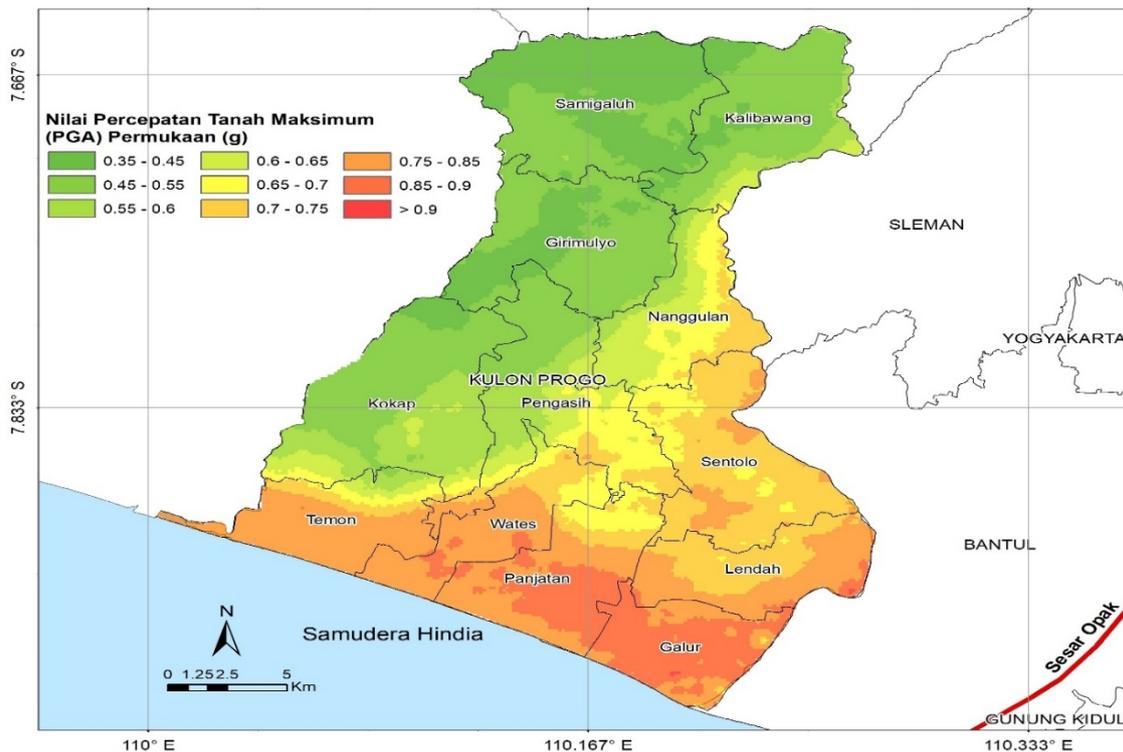
Gambar 7. Peta PGA permukaan di Kota Yogyakarta.

3.4. Wilayah Kabupaten Kulonprogo

Peta permukaan PGA di Kabupaten Kulonprogo ditunjukkan pada Gambar 8. Peta-peta dalam penelitian ini merupakan informasi awal. Nilai PGA permukaan di Kabupaten Kulonprogo bervariasi antara 0,35 - 0,85 g atau jika dikonversi dalam skala MMI bervariasi antara VII - IX MMI. Potensi kerusakan dan dampak yang ditimbulkan oleh gempa tersebut mulai dari getaran yang dirasakan oleh seluruh warga, warga yang meninggalkan rumahnya, kerusakan ringan pada bangunan dengan konstruksi yang baik hingga kerusakan pada bangunan yang kuat, rangka rumah yang tidak rata, dan banyak retakan. Berdasarkan Gambar 8, kecamatan dengan nilai percepatan 0,75 g sampai 0,85 g atau IX MMI terletak di sebelah Tenggara dan Selatan Kabupaten Kulonprogo dengan orientasi yang paling dekat dengan Garis Sesar Opak

yaitu Galur, Panjatan, Temon, Wates, Kecamatan Sentolo dan Lendah. Secara geologis wilayah ini terletak pada Formasi Qa (Aluvium) yang tersusun oleh material sedimen berupa pasir, krakal, lanau dan lempung, serta Formasi Tmps (Fromasi Sentolo) yang tersusun dari batu gamping dan batupasir napal.

Daerah dengan PGA Permukaan bervariasi dari 0,45 – 0,7 g atau VIII MMI terdapat di Kecamatan Kokap, Pengasih, Kalibawang dan Nanggulan. Kawasan ini terletak di perbukitan Menoreh yang tersusun dari formasi geologi yaitu Formasi Tmok (Kebobutak), Tmj (Jonggrangan) dan andesit. Formasi Tmok tersusun di bagian bawah berupa batupasir berlapis baik, batulanau, batulempung, serpih, tufa dan aglomerat, dengan ketebalan lebih dari 650 meter dengan bagian atas terdiri dari batupasir dan batulempung berselang-seling dengan sisipan tipis tuf, sedangkan Formasi Tmj (Jonggrangan) tersusun atas batuan konglomerat. , napal tufaan, batugamping berpasir dengan sisipan lignit dan batugamping berlapis koral. Daerah dengan PGA permukaan bervariasi dari 0,3 – 0,4 g atau VII MMI terdapat di Kecamatan Girimulyo dan Samigaluh. Daerah tersebut terletak di perbukitan Menoreh yang tersusun dari formasi geologi yaitu Formasi Tmok (Kebobutak), Tmj (Jonggrangan) dan andesit.

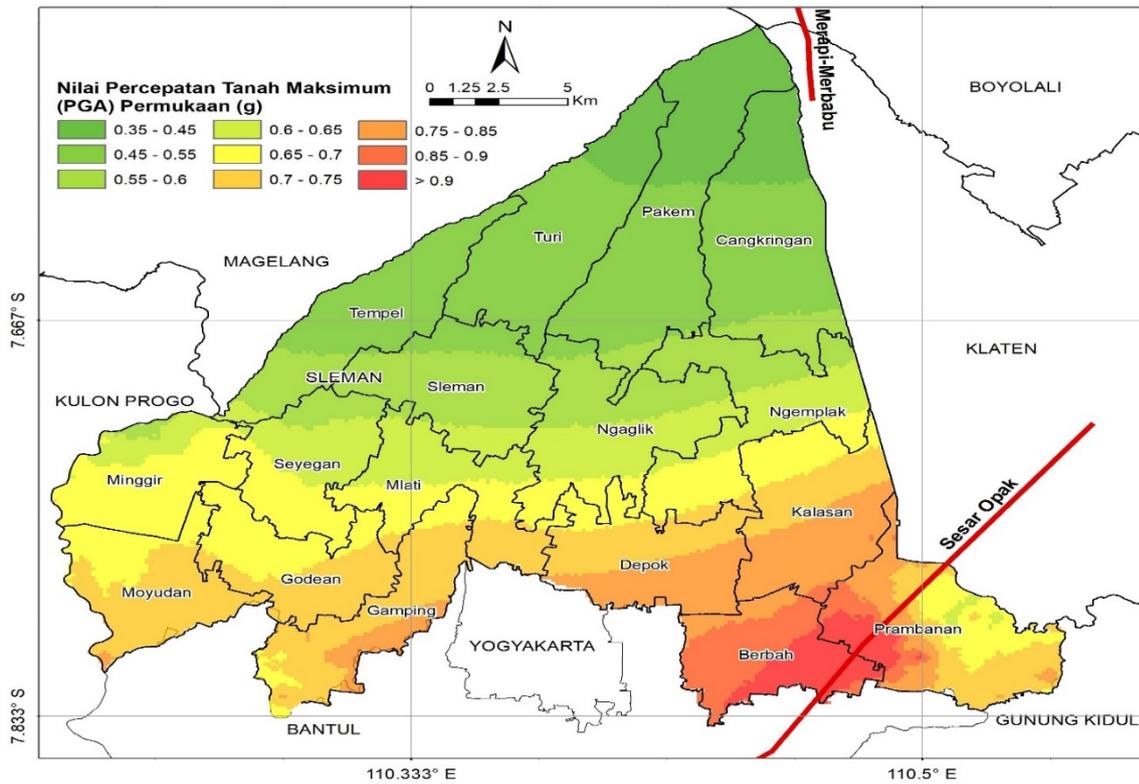


Gambar 8. Peta PGA Permukaan di Kabupaten Kulonprogo.

3.5. Wilayah Kabupaten Sleman

Peta permukaan PGA di Kabupaten Sleman ditunjukkan pada Gambar 9. Peta-peta dalam laporan ini merupakan informasi awal. Nilai PGA permukaan di Kabupaten Sleman bervariasi dari 0,35 g sampai > 0,9 g atau jika dikonversi dalam skala MMI bervariasi antara VII – IX MMI. Potensi kerusakan dan dampak yang ditimbulkan oleh gempa tersebut mulai dari getaran yang dirasakan oleh seluruh warga, warga yang meninggalkan rumahnya, kerusakan ringan pada bangunan dengan konstruksi yang baik hingga kerusakan pada bangunan yang kuat, rangka rumah yang tidak rata, dan banyak retakan. Berdasarkan Gambar 9, kecamatan dengan nilai percepatan 0,75 g sampai 0,9 g atau IX MMI terletak di sebelah Tenggara dan Selatan Kabupaten Sleman dengan orientasi yang paling dekat dengan Jalur Sesar Opak yaitu Prambanan, Berbah, Depok, dan Kalasan Kabupaten. Secara geologis, kawasan ini terletak pada Formasi Qmi (Sedimen Gunung Merapi Muda) yang tersusun oleh material sedimen berupa tuf, abu, breksi, aglomerat, dan aliran lava.

Daerah dengan PGA permukaan bervariasi dari 0,45 – 0,7 g atau VIII MMI terdapat di Kecamatan Gamping, Godean, Moyudan, Minggir, Seyegan, Mlati, Ngaglik, Ngemplak, Sleman, Tempel, Turi, Pakem, dan Cangkringan. Daerah tersebut terletak di Formasi Qmi (Sedimen Gunung Merapi Muda) dan Formasi Tmok (Kebobutak). Daerah dengan PGA permukaan bervariasi antara 0,35 – 0,4 g atau VII MMI terdapat di kawasan Gunung Merapi yaitu di Kecamatan Turi, Pakem dan Cangkringan dengan Formasi Qmi (endapan Gunung Merapi Muda).

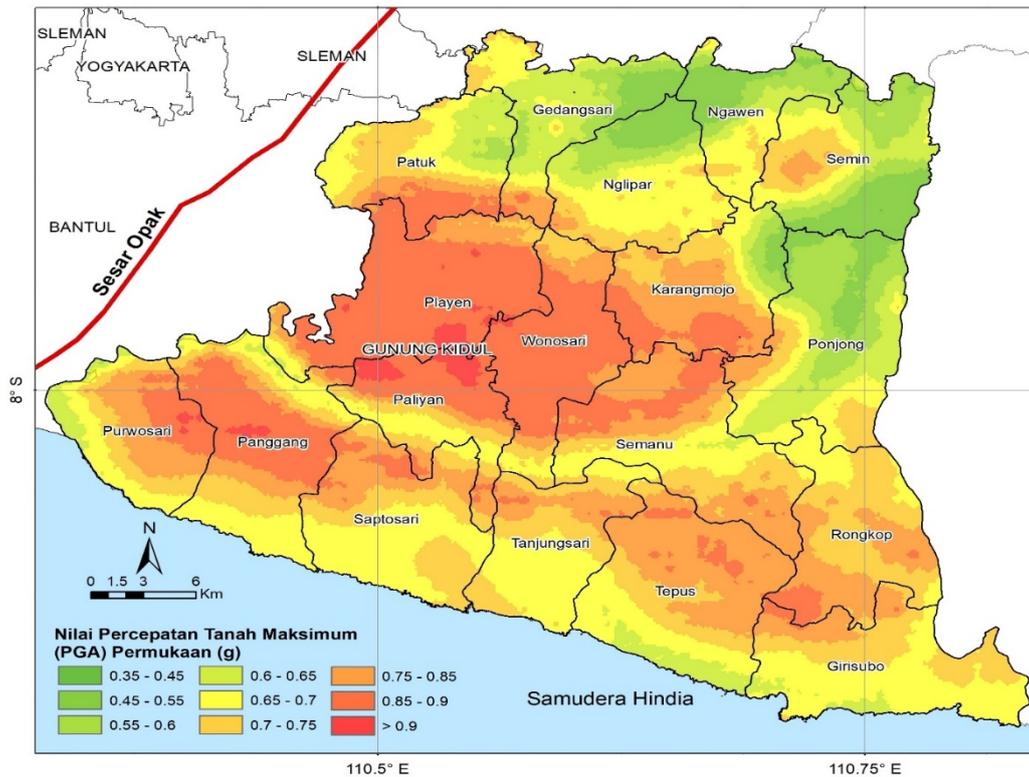


Gambar 9. Peta PGA Permukaan di Kabupaten Sleman.

3.6. Wilayah Kabupaten Gunungkidul

Peta permukaan PGA di Kabupaten Gunungkidul ditunjukkan pada Gambar 10. Peta-peta dalam laporan ini merupakan informasi awal. Nilai PGA permukaan di Kabupaten Gunungkidul bervariasi dari 0,45 g sampai 0,9 g atau jika dikonversi dalam skala MMI bervariasi antara VIII – IX MMI. Potensi kerusakan dan dampak yang ditimbulkan oleh gempa bumi berkisar dari kerusakan ringan pada bangunan dengan konstruksi kuat, retak pada bangunan dengan konstruksi yang buruk, dinding dapat terlepas dari rangka rumah hingga kerusakan pada bangunan kuat, rangka rumah tidak lurus dan banyak retak. Berdasarkan Gambar 10, kecamatan dengan nilai percepatan 0,75 g sampai 0,9 g atau IX MMI berada di tengah dan selatan Kabupaten Gunung Kidul dengan orientasi paling dekat dengan Jalur Sesar Opak yaitu Playen, Purwosari, Panggang, Wonosari, Kecamatan Paliyan, Karangmojo, Semanu, Tepus dan Rongkop. Daerah tersebut terletak pada Formasi Tmwl (Formasi Wonosari – Punung) dan Formasi Tmpk (Kepek). Daerah dengan PGA permukaan bervariasi dari 0,45 – 0,7 g atau VIII MMI ditemukan di Kecamatan Gedangsari, Nglipar, Ngawen, Semin, Ponjong, Girisubo, Tanjungsari dan Saptosari. Daerah ini terletak pada Formasi Tmwl (Formasi Wonosari - Punung).

Hasil PGA permukaan di Kabupaten Gunungkidul merupakan hasil awal karena nilai Vs30 yang digunakan masih menggunakan Vs30 dari USGS (berdasarkan kemiringan topografi). Perlu dilakukan pengkajian ulang menggunakan metode geoteknik dan metode geofisika untuk mendapatkan nilai Vs30 yang sebenarnya.



Gambar 10. Peta PGA Permukaan di Kabupaten Gunungkidul.

IV. KESIMPULAN

Karakterisasi tapak Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki kelas tapak tanah lunak (SE), tanah sedang (SD), tanah keras, batuan sangat padat dan lunak (SC), dan batuan (SB). Nilai PGA batuan dasar di Daerah Istimewa Yogyakarta bervariasi dari 0,35 sampai lebih dari 0,6 g. Daerah dengan nilai PGA batuan dasar tertinggi tersebar di sebagian besar Kabupaten Bantul, Kabupaten Gunungkidul bagian barat (yang berbatasan dengan jalur Sesar Opak), Kabupaten Sleman dengan orientasi terdekat dengan jalur Sesar Opak (Kecamatan Berbah dan Prambanan), Yogyakarta Kota dengan orientasi terdekat dengan jalur Sesar Opak (Kecamatan Kota Gede, Umbulharjo). Sedangkan nilai PGA batuan dasar terendah tersebar di Kabupaten Sleman (Cangkringan, Pakem, Turi, Tempel), dan Kabupaten Kulonprogo (Kabupaten Kalibawang, Samigaluh). Nilai PGA permukaan di Daerah Istimewa Yogyakarta bervariasi antara 0,35 – > 0,9 g atau setara dengan VII – IX MMI. Dengan PGA permukaan tertinggi di kabupaten Bantul dan Sleman 0,65 - > 0,9 g atau setara dengan intensitas gempa VII - IX MMI dan PGA permukaan terendah di kabupaten Kulonprogo 0,35 - 0,85 g atau setara dengan intensitas gempa VII - IX MMI. Penyusunan peta percepatan tanah maksimum (PGA) pada batuan dasar, serta peta percepatan tanah maksimum di permukaan Daerah Istimewa Yogyakarta telah dilakukan di lima kabupaten/kota, yaitu Kabupaten Bantul, Kota Yogyakarta, Kabupaten Kulonprogo, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Gunungkidul.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta melalui “Hibah Penelitian Dasar UPN Veteran Yogyakarta Tahun 2022”. Penelitian ini juga didukung dan bekerjasama dengan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.

REFERENSI

- Allen, T. I., and Wald, D. J., 2009, On the use of high-resolution topographic data as a proxy for seismic site conditions (V_{s30}), Bulletin of the Seismological Society of America, 99, no. 2A, 935-943.
- BSN. 2019. Standar Nasional Indonesia 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Tahan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).

- Heath, D., Wald, D. J., Worden, C. B., Thompson, E. M., and Scmocyk, G. (2020). A Global Hybrid VS30 Map with a Topographic-Slope-Based Default and Regional Map Insets”, *Earthquake Spectra*, vol. 36, 3: pp. 1570- 1584.
- Herak, M. (2008). ModelHVSR — A Matlab tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise. *Computer and Geosciences*, 34, 1514–1526.
- Muzli, Mahesworo, R. P., Madijono, R., Siswoyo, Pramono, S., Dewi, K. R., Budiarta, Sativa, O., Sulisty, B., Swastikarani, R., Oktavia, N., Moehajirin. 2016. Pengukuran Vs30 Menggunakan Metode MASW Untuk Wilayah Yogyakarta. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 17, No. 1, 25-32.
- Nakamura, Y. (1989). A Method for Dynamic Characteristics Estimation of \ubersurface using Microtremor on theGround Surface. *QR of RTRI*, 30(1), 25–33.
- Nakamura, Y. (2000). Clear identification of fundamental idea of Nakamura’s technique and its applications. Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering, (May), Paper no. 2656. Retrieved from http://www.sdr.co.jp/papers/n_tech_and_application.pdf
- Nakamura, Y. (2008). ON THE H/V SPECTRUM. *World Conference on Earthquake Engineering*, 14, 1–10.
- Park, C. B., Miller, R. D., and Xia, J. (1999). Multichannel analysis of surface waves. *Geophysics*, 64(3), 800–808.
- Permana, D., Pramono, S., Rahmatullah, F. S., Sakti, A. P., Moehajirin, Reza, D. T., Chelcea, A. (2019). *Penelitian Kegiatan Mikrozonasi Kota Besar (Pertama; B. S. Prayitno, Ed.)*. Jakarta: Seismologi Teknik BMKG.
- Pusgen, 2017, *Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman Badan Penelitian dan Pengembangan Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Bandung, ISBN 978-602-5489-01-3, 400 p.
- Sesame, 2004. *Guidelines For The Implementation Of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*. Europe: SESAME Europe research project.
- Setiyono, U., Gunawan, I., Priyobudi, Yatimantoro, T., Imananta, R. T., Ramdhan, M., Kriswinarso, T. (2019). *Katalog Gempabumi Sikonifikan dan Merusak 1821-2018 (Pertama; T. Prasetya and Daryono, Eds.)*. Jakarta: Pusat Gempabumi dan Tsunami BMKG.