

PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DI PERMUKAAN PADA WILAYAH DKI JAKARTA MENGGUNAKAN METODE PSHA

PEAK GROUND ACCELERATION AT SURFACE FOR DKI JAKARTA AREA USING PSHA METHOD

Tio Azhar Prakoso Setiadi^{1*}, Rian Mahendra Taruna², Pupung Susilanto¹, Arif Rachman Hakim¹, Supriyanto Rohadi¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan, BMKG, Jl. Angkasa No 1 Jakarta Pusat, 10620

²Stasiun Geofisika Kelas III Mataram, BMKG, Jl. Adi Sucipto No.10, Rembiga, Nusa Tenggara Barat, 83124

*E-mail: tio.prakoso08@gmail.com

Naskah masuk: 16 Desember 2018

Naskah diperbaiki: 03 Juli 2020

Naskah diterima: 19 Januari 2021

ABSTRAK

Gempa bumi Banten berkekuatan 6,2 Mw pada tanggal 23 Januari 2018 menarik perhatian para ahli tentang pentingnya pengetahuan mengenai percepatan tanah maksimum dan spektra percepatan di permukaan untuk wilayah DKI Jakarta. Hasil PGA_M , S_{MS} , dan S_{M1} memegang peranan penting dalam peraturan desain seismik. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan PGA_M , S_{MS} , dan S_{M1} untuk wilayah DKI Jakarta menggunakan *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). Data yang digunakan adalah katalog gempa bumi BMKG, ISC, dan USGS dari tahun 1900 – 2018. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai PGA_M untuk untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun di wilayah DKI Jakarta bervariasi dari 0,35 – 0,5 g. Sementara itu nilai S_{MS} dan S_{M1} untuk untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun di wilayah DKI Jakarta bervariasi dari 0,65 – 1g dan 0,8 – 1g. Nilai PGA_M , S_{MS} , dan S_{M1} relatif lebih tinggi di wilayah Kota Jakarta Selatan, Kota Jakarta Barat, dan Kota Jakarta Utara.

Kata kunci: PSHA, PGA_M , Spektra Percepatan, Wilayah DKI Jakarta

ABSTRACT

The Mw 6.2 Banten earthquake on January 23, 2018, draws researchers' attention to the importance of information about Peak Ground Acceleration and spectral acceleration on the surface for the DKI Jakarta area. The results of PGA_M , S_{MS} , and S_{M1} play an important role in the rules of seismic design. The purpose of this study was to determine PGA_M , S_{MS} , and S_{M1} for the DKI Jakarta area using *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). The data used are the earthquake catalog BMKG, ISC, and USGS from 1900 - 2018. The analysis shows that the value of PGA_M for DKI Jakarta varies from 0.35 – 0.5 g. Meanwhile, the value of S_{MS} , and S_{M1} varies from 0.50 - 0.1 g and 0.8 - 1 g. The values of PGA_M , S_{MS} , and S_{M1} are relatively higher in the area of South Jakarta City, West Jakarta City, and North Jakarta City.

Keywords: PSHA, PGA_M , Spectra Acceleration, DKI Jakarta Area

1. Pendahuluan

Sebagai ibukota negara, wilayah DKI Jakarta memiliki pertumbuhan penduduk dan pembangunan infrastruktur yang sangat signifikan [1]. Seiring perkembangannya yang pesat, semakin tinggi tingkat risiko bencana salah satunya gempa bumi. Kondisi Seismotektonik wilayah DKI Jakarta dipengaruhi oleh gempa bumi *Megathrust Sumatera*, *Megathrust Jawa*, *Benioff Sumatera*, *Benioff Jawa*, *Shallow Background Sunda*, Patahan di bagian selatan Sumatera, Patahan Cimandiri, Patahan Lembang, dan

Patahan Baribis [2]. Salah satu kejadian gempa bumi kuat terjadi pada tanggal 23 Januari 2018 dengan kekuatan 6,2 Mw. Pusat gempa berada di kedalaman 61 km dan terletak 43 km arah selatan Kota Muarabinuangeun, Kabupaten Lebak, Banten. Dampak gempa bumi yang digambarkan oleh peta tingkat guncangan (shakemap) BMKG menunjukkan bahwa guncangan yang dirasakan di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya mencapai skala IV-V MMI [3]. Beberapa penelitian sebelumnya memperlihatkan nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) untuk wilayah DKI Jakarta dengan probabilitas terlampaui 10%

dalam 50 tahun sebesar 0,25 g [4], penelitian berikutnya didapatkan nilai PGA untuk wilayah DKI Jakarta dengan probabilitas terlampaui 10 % dalam 50 tahun berkisar 0,20 g – 0,25 g [5]. Penelitian analisis bahaya kegempaan di permukaan untuk wilayah DKI Jakarta akan dilakukan dengan probabilitas terlampaui 2 % dalam 50 tahun dengan periode ulang gempa bumi 2475 tahun.

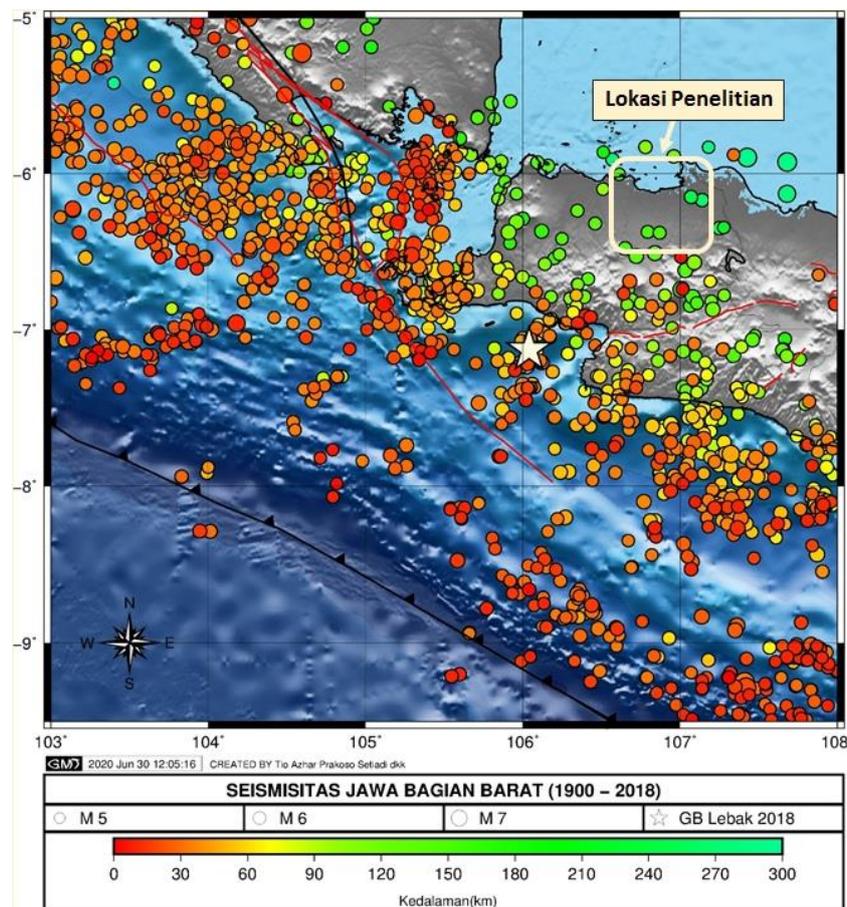
Salah satu upaya untuk meminimalkan dampak gempa bumi adalah menyediakan informasi percepatan tanah di permukaan (PGA_M) dan spektra percepatan di permukaan (S_{MS} , dan S_{M1}). Hasil PGA_M , S_{MS} , dan S_{M1} memainkan peran penting dalam peraturan desain seismik. Peta PGA_M dan spektra percepatan di permukaan masih belum tersedia untuk skala lokal di Indonesia, meskipun, sebuah studi tentang bahaya seismik telah dilakukan oleh Tim Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 [6].

Tujuan utama dari makalah ini adalah untuk menyajikan hasil perhitungan PGA_M , S_{MS} , dan S_{M1} di

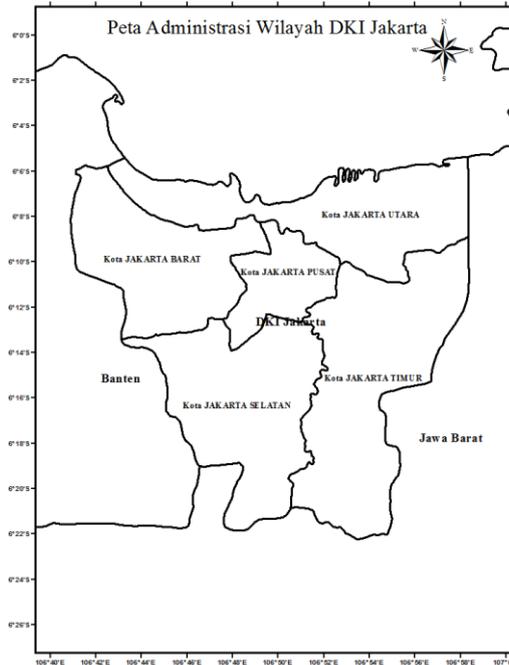
permukaan untuk wilayah DKI Jakarta menggunakan metode probablistik. Penelitian mengenai PGA_M , S_{MS} , dan S_{M1} di permukaan dapat menjadi masukan dalam perencanaan bangunan dan infrastruktur tahan gempa bumi di wilayah DKI Jakarta sesuai Standar Bangunan Tahan Gempa yang ada [7].

2. Metode Penelitian

Data. Penelitian ini menggunakan data katalog gempa bumi dari beberapa sumber yaitu International Seismological Centre (ISC), United States Geological Survey (USGS) dari tahun 1900 - 2008 dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dari tahun 2009 – 2018 [8]. Daerah yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya dengan pusat koordinat $6,155^\circ$ LS – $106,806^\circ$ BT dengan radius 500 km., dengan batasan kedalaman 1 - 300 km dan magnitudo M 5,0 – 8,0. Jumlah data yang diperoleh adalah 2816 event yang tercatat di beberapa stasiun pencatat BMKG. Hasil pemetaan seismisitas gempa bumi di Jawa bagian Barat dapat dilihat pada Gambar 1 dan peta administrasi wilayah DKI Jakarta [9].



Gambar 1. Peta seismisitas wilayah Jawa bagian Barat.



Gambar 2. Peta Administrasi Wilayah DKI Jakarta.

Metode Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA). Penelitian PSHA digunakan untuk menghitung analisis risiko tingkat guncangan tanah di lokasi tertentu secara probabilistik, artinya dilakukan perhitungan semua sumber gempa bumi yang mungkin akan terjadi di lokasi yang ditinjau. Konsep probabilitas juga mempertimbangkan ukuran, lokasi serta periode ulang kejadian gempa bumi guna evaluasi bahaya seismik. Metode ini tetap digunakan hingga sekarang, namun dengan analisis dan teknik perhitungan yang terus dikembangkan [6;10]. Metode ini memiliki beberapa tahapan, yaitu:

1. Penyeragaman skala magnitudo. Data katalog gempa bumi yang terkumpul dari berbagai sumber menggunakan skala magnitudo yang berbeda-beda. Skala magnitudo tersebut dikonversi terlebih dahulu menjadi satu skala magnitudo yang sama. Pada penelitian ini digunakan skala magnitudo momen (M_w) (tabel 1),
2. Pemisahan gempa bumi utama dan susulan menggunakan kriteria rentang waktu dan jarak berdasarkan metode empiris dengan *software* ZMAP [11;12],
3. Identifikasi dan pemodelan sumber gempa bumi merujuk pada *software* PSHA-USGS 2007 [13] dan diklasifikasikan dalam tiga jenis zona sumber gempa bumi yaitu sumber gempa bumi patahan (*fault*), sumber gempa bumi subduksi, sumber gempa bumi *background*,

4. Penentuan fungsi atenuasi dan *logic-tree*. Pada penelitian ini, rumus atenuasi dikelompokkan berdasarkan mekanisme sumber gempa bumi dapat dilihat pada tabel 2, dan pemakaian *logic-tree* dalam PSHA sangat diperlukan akibat adanya faktor ketidakpastian dalam pengelolaan data untuk analisis bahaya kegempaan. Model *logic tree* yang dipakai disesuaikan dengan model sumber gempa yang digunakan. Contoh pada gambar 3 *logic tree* yang digunakan untuk sumber gempa patahan,
5. Analisis bahaya gempa bumi. Teori probabilitas total digunakan untuk mengetahui risiko gempa bumi terhadap suatu wilayah telah dikembangkan oleh beberapa peneliti [14;15], yang mengembangkan teori probabilitas total dengan mengasumsikan bahwa besar magnitudo gempa bumi M dan jarak hiposenter R sebagai variabel acak bebas yang menerus. Dalam bentuk umum, teorema probabilitas total dapat dinyatakan dalam persamaan 1.

$$P[I \geq i] = \iint P[I \geq i|M, R]f_M(m)f_R(r).dm.dr \quad (1)$$

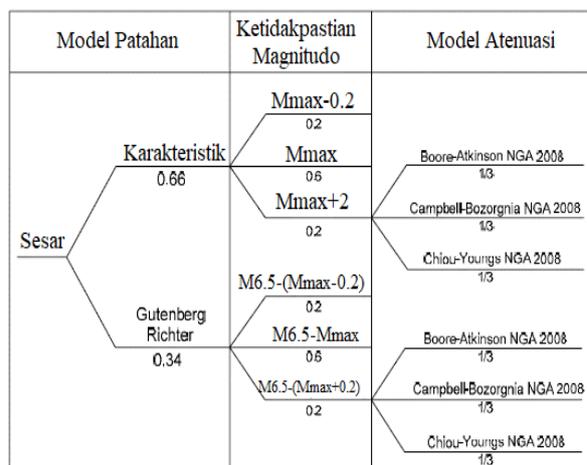
Dimana, f_M adalah fungsi probabilitas dari Magnitudo (M), f_R adalah fungsi probabilitas dari jarak (R), dan $P[I \geq i|M, R]$ adalah probabilitas berkondisi dari intensitas I yang melampaui nilai i pada lokasi yang diteliti untuk kejadian gempa bumi dengan magnitudo M dan jarak hiposenter R .

Tabel 1. Korelasi konversi beberapa skala magnitudo untuk wilayah Indonesia [16].

Korelasi Konversi	Jumlah Data (events)	Range Data	Kesesuaian (R ²)
$M_w = 0,143 M_s^2 - 1,05 M_s + 7,285$	3,173	$4,5 \leq M_s \leq 8,6$	93,9 %
$M_w = 0,114 m_b^2 - 0,556 m_b + 5,560$	978	$4,9 \leq m_b \leq 8,2$	72,0 %
$M_w = 0,787 M_g + 1,537$	154	$5,2 \leq M_g \leq 7,3$	71,2 %
$m_b = 0,125 M_L^2 - 0,389 M_L + 3,513$	722	$3,0 \leq M_L \leq 6,2$	56,1 %
$M_L = 0,717 M_D + 1,003$	384	$3,0 \leq M_D \leq 5,8$	29,1 %

Tabel 2. Fungsi atenuasi yang digunakan dalam penelitian [17;18;19;20;21].

Model Sumber Gempa Bumi	Rumus Atenuasi
<i>Shallow crustal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Boore-Atkinson NGA (Boore dan Atkinson, 2008) 2. Campbell-Bozorgnia NGA (Campbell dan Bozorgnia, 2008) 3. Chiou-Young NGA (Chiou ND Youngs, 2008)
<i>Deep Intralab</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atkinson-Boore <i>intraslab seismicity Cascadia region BC-rock condition</i> (Atkinson dan Boore, 2003) 2. <i>Geometrix Slab Seismicity Rock</i> (Youngs dkk, 1997) 3. <i>Atkinson-Boore intraslab seismicity world data region BC-Rock Condition</i> (Atkinson dan Boore, 2003)
<i>Subduction</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Geometrix Subduction</i> (Youngs dkk, 1997) 2. <i>Atkinson-Boore BC Rock & Global Source</i> (Atkinson dan Boore, 2003) 3. <i>Zhao et al., with variable Vs-30</i> (Zhao dkk, 2006)

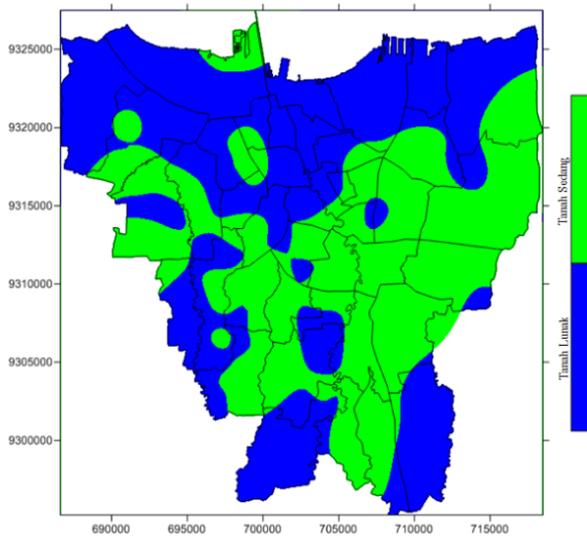


Gambar 3. logic tree untuk sumber gempa bumi patahan (fault) [16].

Klasifikasi Tanah. Dalam penelitian ini, perhitungan beban gempa bumi di permukaan untuk desain bangunan menggunakan data percepatan tanah yang sudah memperhitungkan faktor amplifikasi sesuai jenis tanah di wilayah penelitian. Penelitian mengenai site classification di Jepang dengan menggunakan periode dominan untuk merepresentasikan struktur lapisan sedimen teratas dari lapisan tanah yang diselidiki [21]. Di samping itu, penelitian ini juga mengklasifikasikan karakteristik tanah lokal suatu wilayah berdasarkan data pengeboran pada 30 m lapisan tanah teratas (N-SPT) yang dilakukan Asrurifak, dkk (2013) di Jakarta [22]. Klasifikasi tersebut terbagi atas dua kategori site yaitu lunak dan sedang. Berdasarkan klasifikasi pada Tabel 3, maka jenis tanah di wilayah DKI Jakarta dapat dilihat per kelas situs seperti disajikan pada Gambar 4.

Tabel 3. Klasifikasi tanah (SNI 1726-2012)

Klasifikasi Situs	Deskripsi Umum	$\bar{V}_s(m. dt)$	\bar{N}	$\bar{S}_u(KPa)$
SA	Batuan Keras	$\bar{V}_s \geq 1500$	N/A	N/A
SB	Batuan	$750 < \bar{V}_s \leq 1500$	N/A	N/A
SC	Tanah sangat padat dan Batuan Lunak	$350 < \bar{V}_s \leq 700$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
SD	Tanah Sedang	$175 < \bar{V}_s \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{S}_u \leq 100$
SE	Tanah Lunak	$\bar{V}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$
		Setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3m dengan karakteristik sebagai berikut: 1. $PI > 20$ 2. Kadar air $\geq 40\%$ 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 24 KPa$		
SF	Tanah Khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon spesifikasi situs yang mengikuti	Membutuhkan evaluasi khusus di setiap lokasi		



Gambar 4. Peta klasifikasi tanah wilayah DKI Jakarta dari 218 data titik bor. [22]

Percepatan Tanah Maksimum di Permukaan.

Percepatan tanah maksimum pada periode 0 s (PGA), percepatan tanah maksimum pada periode pendek 0,2s (Ss), dan percepatan tanah maksimum pada periode 1s (S1) di permukaan dapat dihitung dengan mengalikan nilai PGA, Ss, dan S1 di bedrock dengan koefisien amplifikasi dari site class. Persamaan yang digunakan dalam menghitung PGA, Ss, dan S1 di permukaan disajikan dalam Persamaan 2 sampai dengan 4 :

$$PGA_M = PGA \times F_{PGA} \quad (2)$$

$$S_{MS} = F_S \times S_S \quad (3)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad (4)$$

Dimana PGA_M adalah percepatan tanah maksimum yang sudah dikoreksi oleh efek klasifikasi tanah. *Peak Ground Acceleration* (PGA) adalah percepatan

tanah maksimum di bedrock (g) dan F faktor koefisien PGA untuk suatu situs. *Spectral Acceleration* pada $T=0,2$ s (S_s) merupakan percepatan spectral bedrock untuk periode pendek $T = 0.2$ s dan *Spectral Acceleration* pada $T=1,0$ s (S_1) merupakan percepatan spectral bedrock untuk periode $T = 1$ s. S_{ms} adalah parameter percepatan pada periode pendek $T = 0.2$ s dan S_{m1} merupakan percepatan spektral pada periode $T = 1$ s. F_s dan F_v merupakan faktor amplifikasi dari S_s dan S_1 .

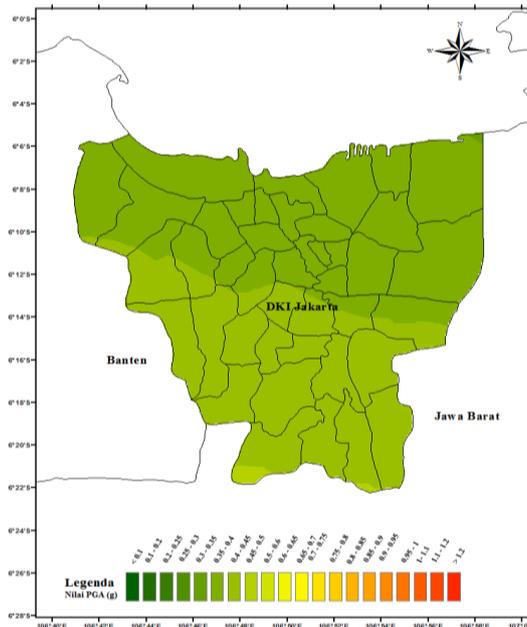
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang didapatkan berupa nilai PGA, Ss, dan S1 di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun. Analisis PSHA difokuskan pada wilayah DKI Jakarta dan satuan yang dipergunakan adalah satuan “g” (gravitasi). Peta kontur PGA wilayah Jakarta di batuan dasar pada gambar 5. Artinya terdapat kemungkinan 2% nilai PGA di wilayah tersebut akan lebih besar dari yang terdapat pada peta selama 50 tahun. Berdasarkan pola sebaran kontur nilai PGA, wilayah dengan bahaya gempa bumi rendah hingga tinggi direpresentasikan dengan kontur berwarna hijau tua hingga merah. Hasil PGA untuk wilayah kota Jakarta Selatan, Jakarta Timur, dan Jakarta Barat dengan rentang nilai PGA yang didapatkan sebesar 0,25 – 0,4 g (Gambar 5). Ss yang didapatkan memiliki rentang nilai berkisar antara 0,7 – 0,9 g. Wilayah dengan bahaya gempa bumi terbesar direpresentasikan dengan kontur berwarna jingga yang meliputi kota administrasi Jakarta Barat, Jakarta Selatan, dan Jakarta Timur (Gambar 6).

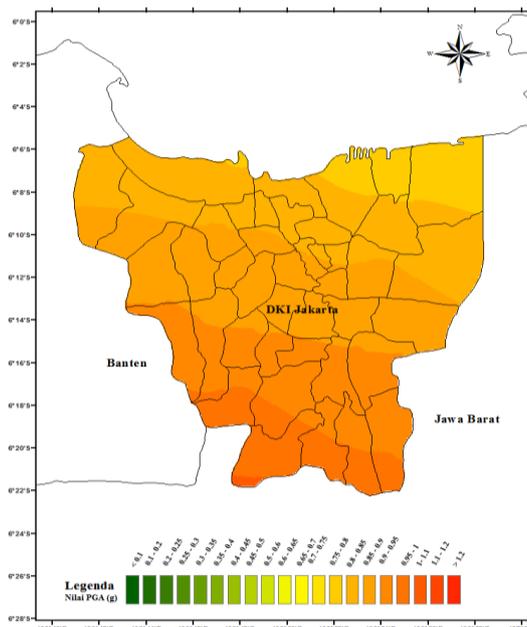
S1 yang didapatkan memiliki rentang nilai antara 0,35 – 0,5 g. Pada penelitian ini, nilai Ss memiliki nilai yang paling besar daripada PGA dan S1. Pola dan sebaran konturnya dapat dilihat bahwa untuk Ss dan S1 mirip dengan kontur PGA dimana nilai tertingginya berada di bagian selatan wilayah DKI Jakarta (Gambar 7).

Pada wilayah administrasi Jakarta Barat, Jakarta Timur, Jakarta Utara, dan Jakarta Pusat memiliki nilai

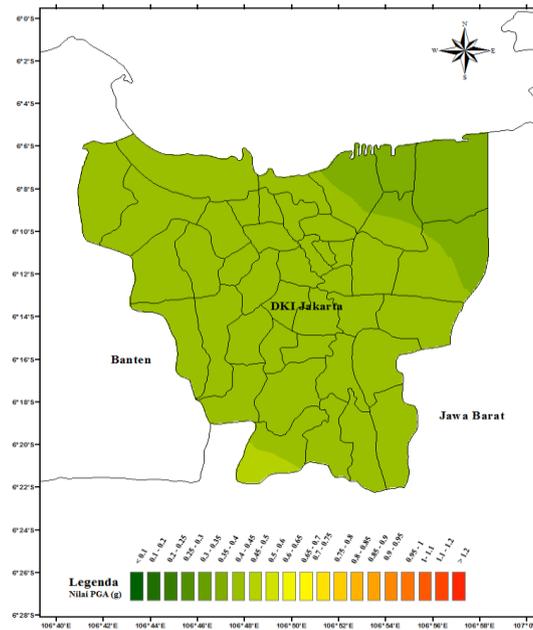
percepatan tanah yang relatif lebih kecil daripada wilayah administrasi Jakarta Selatan. Secara probabilitas dapat dijelaskan bahwa bahaya gempa bumi untuk wilayah DKI Jakarta paling tinggi dipengaruhi oleh adanya aktifitas subduksi lempeng di selatan Jawa dan aktifitas patahan di daratan. Guncangan gempa bumi di suatu daerah akan lebih besar di area-area yang berdekatan dengan daerah zona penunjaman dan patahan aktif .



Gambar 5. Peta PGA pada T = 0 s di batuan dasar dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun untuk wilayah DKI Jakarta.



Gambar 6. Peta *Spectral Acceleration* pada T = 0,2 s di batuan dasar dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun untuk wilayah DKI Jakarta.



Gambar 7. Peta Spectral Acceleration pada T = 1,0 s di batuan dasar dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun untuk wilayah DKI Jakarta.

PGA dan Spektra Percepatan di permukaan. Hasil analisis jenis tanah digunakan dalam penentuan faktor amplifikasi untuk PGA, Ss, dan S1. PGA, Ss, dan S1 di permukaan dapat diperoleh dengan mengalikan nilai PGA di bedrock dengan faktor amplifikasi. Secara umum nilai PGA, Ss, dan S1 di bedrock mengalami kenaikan setelah dikalikan dengan faktor amplifikasi..

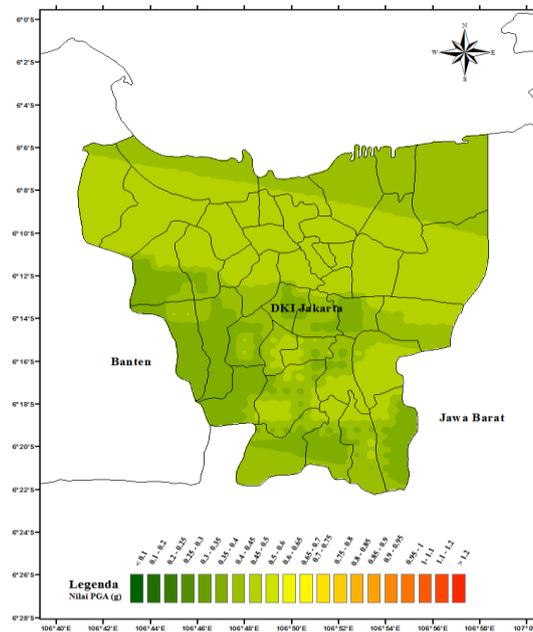
PGA_M pada wilayah DKI Jakarta ditunjukkan pada gambar 8. Nilai PGA_M untuk wilayah DKI Jakarta berkisar 0,35 hingga 0,5 g atau lebih besar dari pada nilai PGA di batuan dasar. Nilai PGA_M yang lebih besar dibandingkan PGA di batuan dasar menunjukkan adanya amplifikasi gelombang karena DKI Jakarta berada pada jenis tanah D ataupun E. Nilai PGA_M di Kota Jakarta Selatan dan Kota Jakarta Barat relatif lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah lainnya yang memiliki PGA_M terbesar berkisar antara 0,4 hingga 0,5 g. Namun, hal yang berbeda terjadi di bagian selatan DKI Jakarta. Pada bagian selatan DKI Jakarta wilayah yang memiliki jenis tanah lunak memiliki nilai PGA_M relatif lebih kecil dibanding wilayah dengan jenis tanah sedang, kondisi ini dapat terjadi karena bagian selatan DKI Jakarta memiliki nilai PGA di batuan dasar sekitar 0,4 g. Mengacu pada SNI 1726:2012, pada nilai PGA ≥ 0,4 g amplifikasi tanah lunak lebih kecil dibandingkan tanah sedang.

Nilai S_{MS} bervariasi dari 0,65 hingga 1 g. Nilai S_{MS} relatif lebih tinggi di wilayah Kota Jakarta Utara, dan relatif lebih rendah di wilayah Kota Jakarta Pusat ditunjukkan pada gambar 9. Hasil S_{M1} bervariasi dari 0,8 hingga 1 g dan dapat dilihat pada gambar 10. Hasil S_{M1} bersesuaian dengan nilai PGA_M dan nilai S_{MS} yang didapatkan. Nilai S_{M1} tertinggi berada pada wilayah Kota Jakarta Selatan, Kota Jakarta Barat, dan Kota Jakarta Utara. Hal ini menunjukkan adanya kenaikan signifikan dibandingkan nilai S1 di batuan dasar. Kondisi ini terjadi akibat faktor amplifikasi kelas tanah lunak relatif besar untuk percepatan spektral di periode 1,0 s, bahkan mencapai lebih dari 2 kali lipat. Kandungan frekuensi rendah (1 Hz) menyebabkan tanah lunak bergetar, sedangkan tanah keras tidak dapat bergetar dengan frekuensi rendah. Oleh karena itu pada kondisi tersebut percepatan di tanah lunak lebih besar daripada percepatan di tanah keras. Kebalikan dari kondisi sebaliknya, karena percepatan tanah relatif kecil maka respons tanah masih bersifat elastik, akibatnya redaman material tanah masih relatif kecil. Sebagai konsekuensinya adalah percepatan dipermukaan tanah relatif jauh lebih besar daripada percepatan di bedrock, sehingga amplifikasi menjadi relatif besar [23].

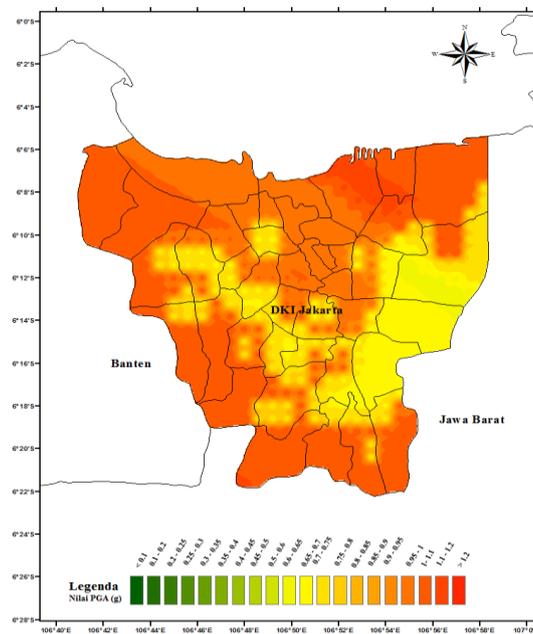
Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai PGA_M, S_{MS}, dan S_{M1} relatif lebih tinggi di wilayah Kota Jakarta Selatan, Kota Jakarta Barat, dan Kota Jakarta Utara. Dengan mempertimbangkan sebagian besar wilayah DKI Jakarta yang didominasi tanah lunak (SE), dan faktor wilayah yang relatif lebih dekat dengan sumber

gempa bumi (subduksi Indo-Australia dan patahan - patahan lokal) menyebabkan PGA_M , S_{MS} , dan S_{M1} menjadi relatif lebih tinggi di beberapa wilayah Kota di DKI Jakarta. Sebaran jumlah kerusakan yang

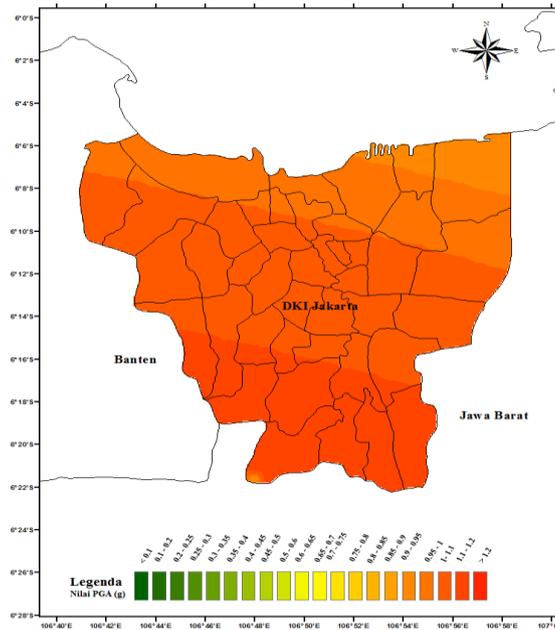
diteliti sudah berdasarkan berbagai sumber gempa bumi yang diterapkan dan berbagai tingkat kerusakan bangunan.



Gambar 8. Peta bahaya gempa bumi DKI Jakarta di permukaan pada kondisi PGA $T = 0$ detik untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.



Gambar 9. Peta bahaya gempa bumi DKI Jakarta di permukaan pada kondisi spektra percepatan $T = 0,2$ detik untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.



Gambar 10. Peta bahaya gempa bumi DKI Jakarta di permukaan pada kondisi spektra percepatan $T = 1$ detik untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi PSHA mengindikasikan wilayah DKI Jakarta relatif rawan terhadap bahaya gempa bumi. Hal ini ditunjukkan dari nilai PGA di permukaan (PGA_M) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun di wilayah DKI Jakarta (periode ulang 2475 tahun) sebesar 0,35 - 0,5 g_{MS} sebesar 0,65 - 1g dan S_{M1} sebesar 0,8 - 1g. Potensi guncangan terbesar akan dirasakan di wilayah kota administrasi Jakarta Selatan dan Jakarta Timur yang dipengaruhi oleh aktifitas gempa bumi pada zona subduksi dan patahan aktif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG dan Pusat Seismologi Teknik BMKG yang telah membantu dan menyediakan data gempa bumi, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik

Pernyataan Kontribusi Penulis

Tio Azhar Prakoso Setiadi merupakan kontributor utama dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini. Rian Mahendra Taruna, Pupung Susilanto, Arif Rachman Hakim, dan Supriyanto Rohadi, masing-masing sebagai kontributor anggota.

Daftar Pustaka

- [1] BPS. “Pertumbuhan Penduduk Dan Pembangunan Infrastruktur 2017.” Internet: <https://Jakarta.Bps.go.id/>., diakses 15 April 2018
- [2] Hutapea, M. Bigman, Mangape, and Imanuel. 2009. “Analisis Hazard Gempa Dan Usulan Ground Motion Pada Batuan Dasar Untuk Kota Jakarta.” Jurnal Teknik Sipil 16 No 3.
- [3] BMKG. “Query Data.” Internet: <http://repogempa.bmkg.go.id/>., diakses 15 Februari 2018.
- [4] M. Petersen, S. Harmsen, C. Mueller, K. Haller, J. Dewey, N. Luco, A. Crone, D. Lidke, and K. Rukstales, “Documentation for the Southeast Asia Seismic Hazard Maps.”, 2007.
- [5] M. Irsyam, D.T. Dangku, D. Hendriawan, D. Hoedajanto, B M Hutapea, E.K. Kertapati, T. Boen, and M. Petersen, “Proposed Seismic Hazard Maps of Sumatera and Java Islands and Microzonation Study of Jakarta City.” Journal Earth Syst, Sci, 865–78, 2008.
- [6] PUSGEN. “Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017.” Jakarta, 2017.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 3-1726-2012, Standar Nasional Indonesia, 2012.
- [8] BMKG. “Query Data.” Internet: <http://repogempa.bmkg.go.id/>” 2019, diakses 10 Maret 2019.

- [9] P. Wessel, W.H.F. Smith, R. Scharroo, J. Luis, and F. Wobbe, "Generic Mapping Tools: Improved Version Released." *Eos*. <https://doi.org/10.1002/2013EO450001>, 2013.
- [10] L. Reiter, "Earthquake Hazard Analysis-Issues and Insights." New York: Columbia University Press, 1990.
- [11] J. K. Gardner, and L. Knopoff, "Is the Sequence of Earthquakes in Southern California, With Aftershocks Removed, Poissonian?" *Bulletin of the Seismological Society of America* 64: 1363–67, 1974.
- [12] S. Wiemer, "A Software Package to Analyze Seismicity: ZMAP." *Seismological Research Letters* 72 (2): 373–82, 2001.
- [13] S. Harmsen, "USGS Software for Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA).", 2010.
- [14] C.A. Cornell, "Engineering Seismic Risk Analysis." *Bulletin of the Seismological Society of America*, 1583–1606, 1968.
- [15] R.K. McGuire, "Computations of Seismic Hazards." *Annali Di Geofisica* XXXVI, 1993.
- [16] Tim Revisi Studi Peta Gempa Indonesia. 2010. "Ringkasan Hasil Sudi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010."
- [17] D.M. Boore, and G.M. Atkinson, "GroundMotion Prediction Equations for The Average Horizontal Component of PGA, PGV, and 5%-Damped PSA at Spectral Periods Between 0.01 s and 10.0 s," *Earthquake Spectra*, v. 24, No. 1, 2008.
- [18] K.W. Campbell and Y. Bozorgnia, "Ground Motion Model for The Geometric Mean Horizontal Component of PGA, PGV, PGD and 5% Damped Linear Elastic Response Spectra for Periods Ranging from 0.01 to 10.0s," *Earthquake Spectra*, v. 24, No. 1, 2008.
- [19] G.M. Atkinson, dan D.M. Boore, "Empirical Ground-Motion Relations for Subduction Zone Earthquakes and Their Application to Cascadia and Other Regions," *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 93, No. 4, pp 1703-1729, 2003.
- [20] R.R. Youngs, S.J. Chiou, W.J. Silva, and J.R. Humphrey, "Strong Ground Motion Attenuation Relationships for Subduction Zone Earthquakes," *Seismol. Res. Lett.*, 68, 58–73, 1997.
- [21] J.X. Zhao, J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. Thio, dan P. Somerville, "Attenuation Relations of Strong Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period," *Bull. Seismol.Soc. Am.*, 96, 898, 2006.
- [22] M. Asrurifak, M. Irsyam, B.M. Hutapea, M. Ridwan, Aldiar Vidi Prammatya, Dedy Dharmawansyah, "Pengembangan Peta Klasifikasi Tanah dan Kedalaman Batuan Dasar untuk Menunjang Pembuatan Peta Mikrozonasi Jakarta Dengan Menggunakan Mikrotremor Array", *The 17th Annual Scientific Meeting of HATTI*, 2013.
- [23] Pawirodikromo, W., 2012, *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.