

**ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI BERDASARKAN
METODE *GLOBAL GEOSPATIAL MODEL* DI
KECAMATAN SANDEN KABUPATEN BANTUL
YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



diajukan oleh :

Mohamad Chairul Annas

16620008

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2020

ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI BERDASARKAN METODE *GLOBAL GEOSPATIAL MODEL* DI KECAMATAN SANDEN KABUPATEN BANTUL YOGYAKARTA

MOHAMAD CHAIRUL ANNAS

16620008

INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh fenomena likuefaksi yang pernah terjadi di daerah Yogyakarta akibat gempa 2006. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui probabilitas likuefaksi berdasarkan metode *Global Geospatial Model (GGM)* dan membuat peta persebaran pemukiman rawan likuefaksi. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sanden di bagian selatan Kabupaten Bantul. Metode *GGM* memanfaatkan tiga parameter utama yaitu kecepatan gelombang geser di kedalaman 30 meter (*V_{s30}*), percepatan getaran tanah (*PGA*) dan indeks kebasahan tanah (*CTI*). *V_{s30}* diperoleh dari metode inversi hasil pengukuran mikrotremor, *PGA* diperoleh dari situs PUSKIM dan nilai *CTI* diperoleh dari situs *Centre for Ecology and Hydrology's (CEH)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *V_{s30}* berkisar antara 154,66 m/s s.d 260,80 m/s, nilai *CTI* berkisar antara 5,45 s.d 9,28 dan nilai *PGA* berkisar antara 0,52 g s.d 0,67 g. Potensi likuefaksi terjadi di seluruh Kecamatan Sanden dengan nilai probabilitas > 0,99 dan persebaran pemukiman rawan likuefaksi tertinggi di sebelah timur daerah penelitian.

Kata Kunci : likuefaksi, *Global Geospatial Model (GGM)*, *V_{s30}*, indeks kebasahan (*CTI*), percepatan getaran tanah (*PGA*)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

***ANALYSIS OF THE POTENTIAL FOR LIQUEFACTION BASED ON THE
"GLOBAL GEOSPATIAL MODEL" METHOD IN SANDEN DISTRICT,
BANTUL REGENCY, YOGYAKARTA.***

MOHAMAD CHAIRUL ANNAS

16620008

ABSTRACT

This research is motivated by the liquefaction phenomenon that has occurred in Yogyakarta area due to the 2006 earthquake. This study aims to find out the probability of liquefaction based on the Global Geospatial Model (GGM) method and create a map of the distribution of liquefaction-prone settlements. This research was conducted in Sanden Subdistrict in the southern part of Bantul Regency. The GGM method utilizes three main parameters: shear wave speed at a depth of 30 meters (V_{s30}), acceleration of ground vibration (PGA) and ground wetness index (CTI). V_{s30} is derived from the inverse method of microtremor measurement results, PGA is obtained from the PUSKIM website and the CTI value is obtained from the Centre for Ecology and Hydrology's (CEH) website. The results showed that V_{s30} values ranged from 154.66 m / s to 260.80 m / s, CTI values ranged from 5.45 to 9.28 and PGA values ranged from 0.52 g to 0.67 g. The potential for liquefaction occurred throughout Sanden Subdistrict with a probability value of > 0.99 and the highest distribution of liquefaction-prone settlements in the east of the research area.

Key words: *Liquefaction, Global Geospatial Model (GGM), V_{s30} , wetness index (CTI), accelerated ground vibration (PGA).*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY

SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohamad Chairul Annas

NIM : 16620008

Progam Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Metode *Global Geospatial Model* di Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul Yogyakarta" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 30 November 2020

Penulis,



Mohamad Chairul Annas
NIM. 16620008



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Peretujuan skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains
dan Teknologi UIN Sunan
Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : MOHAMAD CHAIRUL ANNAS

NIM : 16620008

Judul Skripsi : ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI BERDASARKAN METODE *GLOBAL GEOSPATIAL MODEL* DI KECAMATAN SANDEN KABUPATEN BANTUL YOGYAKARTA

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 30 November 2020

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Taqhibul Fikri Niyartama M, S.Si

NIP. 19771025 200501 1 004

Nugroho Budi Wibowo, M.Si

NIP. 19840223 200801 1 011



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2888/Un.02/DST/PP.00.9/12/2020

Tugas Akhir dengan judul : ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI BERDASARKAN METODE GLOBAL GEOSPATIAL MODEL DI KECAMATAN SANDEN KABUPATEN BANTUL YOGYAKARTA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MOHAMAD CHAIRUL ANNAS
Nomor Induk Mahasiswa : 16620008
Telah diujikan pada : Kamis, 17 Desember 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 5fe16ae4e9d6a



Penguji I

Nugroho Budi Wibowo, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 5fea83826a278



Penguji II

Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si
SIGNED

Valid ID: 5fe17ef63229f



Yogyakarta, 17 Desember 2020
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 5feafedd64fe4

MOTTO

***“Terkadang hidup ini memang tidak adil, maka
biasakanlah dirimu kawan”***

(Patrick Star)

“Apapun yang terjadi kerjakanlah skripsimu!!!”

(penulis)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT

Karya ini penulis persembahkan kepada orangtua dan keluarga
tercinta,

Juga kepada Almamater tercinta UIN Sunan Kalijaga Fakultas Sains
dan Teknologi Program Studi Fisika.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang tidak pernah berhenti memberikan segala nikmat dan hidayah sehingga dengan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI BERDASARKAN METODE *GLOBAL GEOSPATIAL MODEL* DI KECAMATAN SANDEN KABUPATEN BANTUL YOGYAKARTA”** dengan segala kemudahannya. Shalawat serta salam tidak lupa tercurahkan selalu kepada nabi Muhammad SAW dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Keberhasilan dalam menyusun laporan ini tidak lepas dari segala semangat, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak yang dengan keikhlasannya mendukung terselesaikannya penulisan ini. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tulus kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. Kedua orangtua, bapak Subroto dan ibu Siti Khotijah yang selalu memberikan doa dan semangat dalam setiap langkah.
3. Bapak Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati M.Si selaku Dekan Fakultas dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Klijaga Yogyakarta.

5. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Progam Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi.
6. Bapak Dr. Thoqibul Fikri Nirtamaya, M.Si selaku dosen pembimbing 1 yang senantiasa memberikan pengarahan dalam pelaksanaan tugas akhir.
7. Bapak Nughroho Budi Wibowo, M.Sc. selaku pembimbing 2 yang selalu sabar dan bersedia meluangkan waktu membimbing dan membantu penulis.
8. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Kelas 1 Yogyakarta, instansi yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan tugas akhir.
9. Seluruh Dosen Fisika UIN Sunan Kalijaga yang telah sabar mendidik saya dan memberikan ilmunya kepada saya.
10. Teman-teman Fisika UIN Sunan Kalijaga semua angkatan.
11. Serta semua pihak yang memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak disebutkan satu persatu.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna oleh karena itu diharapkan kritik dan saran demi kemanjuan dan peningkatan tugas akhir ini. Penulis berharap penyusunan tugas akhir ini menambah insprirasi sekaligus wawasan bagi para pembaca. *Amiin.*

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta, 17 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

INTISARI	2
ABSTRACT	3
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	4
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	5
PENGESAHAN	6
MOTTO	i
PERSEMBAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Batasan Masalah	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
BAB II	10
TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Studi Pustaka	10
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Gempa bumi.....	12
2.2.2 Gelombang.....	16
2.2.3 Mikrotremor.....	22
2.2.4 Metode <i>Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)</i>	23
2.2.5 Transformasi <i>Fourier</i>	28
2.2.6 <i>Global Geopatial Model (GGM)</i>	31
2.2.7 <i>PGA Metode Probabilistik Seismic Hazard Analysis (PSHA)</i>	32
2.2.8 <i>Velocity Shear (Vs30) Metode Inversi</i>	34
2.2.9 <i>Coumpound Topographic Index (CTI)</i>	35
2.2.10 Likuefaksi	36

2.2.11 Kondisi Geologi Daerah Penelitian	39
BAB III.....	41
METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	41
3.2 Instrumen Penelitian	41
3.3 Prosedur kerja.....	42
3.3.1 Pra Survei.....	44
3.3.2 Survei Lapangan	45
3.3.3 Pengambilan Data	45
3.3.4 Teknik analisis data	47
3.3.5 Analisis likuefaksi.....	48
BAB IV	50
HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil Penelitian.....	50
4.1.1 Data Hasil Perhitungan	50
4.1.2 Peta Hasil Penelitian	52
4.2 Pembahasan.....	57
4.2.1 <i>Peak Ground Acceleration (PGA)</i>	57
4.2.2 Kecepatan Gelombang Geser di Kedalaman 30 meter (<i>V_{s30}</i>).....	59
4.2.3 <i>Compound Topographic Index (CTI)</i>	65
4.2.4 Potensi Likuefaksi.....	67
4.2.5 Persebaran Zona Rawan Likuefaksi di Kecamatan Sanden.....	70
4.3 Integrasi dan Interkoneksi	73
BAB V	75
KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN A.....	81
LAMPIRAN B.....	83
LAMPIRAN C.....	90
LAMPIRAN D.....	92
LAMPIRAN E.....	98
LAMPIRAN F	101

LAMPIRAN G	104
LAMPIRAN H	106
LAMPIRAN I	110
LAMPIRAN J	111
LAMPIRAN K	112



DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Skala Intensitas Mercalli menurut Wald (Wald, 1999).....	15
Tabel 2.3 Klasifikasi nilai faktor amplifikasi (Setiawan, 2009).....	26
Tabel 2.4 Kalisifikasi Tanah Berdasarkan Nilai Frekuensi Dominan Mikrotremor Oleh Kanai (Buletin Meteorologi dan Geofisika, 1998).....	27
Tabel 2.5 Klasifikasi situs berdasarkan nilai Vs (BSN, 2012).....	35
Tabel 2.6 Hubungan kedalaman air tanah dengan kerentanan likuefaksi (Youd dan Perkins, 1971).....	38
Tabel 3.1 Syarat pengukuran mikrotremor (SESAME, 2004)	46
Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta persebaran lempeng tektonik Indonesia (Sumber BMKG, 2009)	2
Gambar 1.2 peta persebaran daerah rawan Likuefaksi Yogyakarta (Badan Geologi, 2019)	5
Gambar 2.1 komponen gaya-gaya pada medium berbentuk kubus (Telford, 1990)	17
Gambar 2.2 Gelombang Primer (Aster, 2011)	21
Gambar 2.3 gelombang sekunder (Aster, 2011).....	21
Gambar 2.4 gelombang Rayleigh (Aster, 2011).....	22
Gambar 2.5 gelombang Love (Aster, 2011).....	22
Gambar 2.6 Model Cekungan yang Berisi Material Sedimen Halus (Slob, 2007)	24
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	43
Gambar 3.2 Peta daerah penelitian	44
Gambar 3.3 Titik pengukuran mikrotremor di Kecamatan Sanden	45
Gambar 3.4 proses pemilahan sinyal di titik 16	47
Gambar 4.1 Peta persebaran nilai PGA	53
Gambar 4.2 Peta persebaran nilai frekuensi dominan	53
Gambar 4.3 peta persebaran faktor amplifikasi (A0)	54
Gambar 4.4 Peta persebaran nilai Vs30.....	54
Gambar 4.5 Peta persebaran nilai CTI.....	55
Gambar 4.6 Peta persebaran nilai CTI (google earth)	55
Gambar 4.7 Peta persebaran nilai X	56
Gambar 4.8 Peta persebaran nilai potensi likuefaksi.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	81
LAMPIRAN B	83
LAMPIRAN C	90
LAMPIRAN D	92
LAMPIRAN E	98
LAMPIRAN F	101
LAMPIRAN G	104
LAMPIRAN H	106
LAMPIRAN I	110
LAMPIRAN J	111
LAMPIRAN K	112



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana merupakan peristiwa alam yang sering terjadi, dimanapun dan kapanpun. Bencana sebagai fakta kehidupan yang tidak dapat dihindari ketika muncul secara tiba-tiba serta menimbulkan kerusakan dan dampak negatif seperti kematian, kehilangan harta benda juga kehancuran alam. Kerusakan alam dan bencana yang dirasakan oleh manusia tersebut, seringkali dikonotasikan dengan kehendak Allah. Gambaran maupun jawaban seseorang mengenai suatu fakta atau kejadian sangat mewakili cara pandang dan sikap yang akan dilakukannya saat peristiwa bersangkutan terjadi.

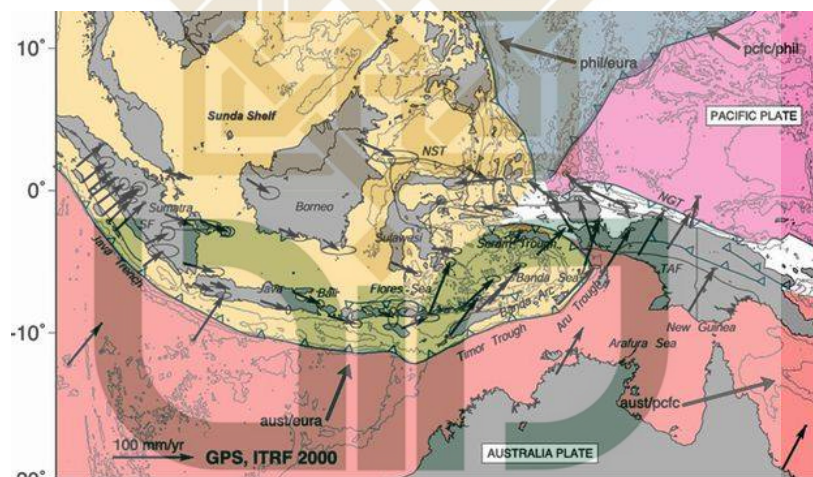
Indonesia memiliki daerah yang rawan terjadi bencana seperti gempa bumi, tanah longsor, banjir dan gunung meletus, banyak bencana yang disebabkan oleh tangan manusia sendiri. Dalam Al Quran juga dijelaskan mengenai terjadinya suatu bencana yang terjadi karena ulah manusia itu sendiri salah satunya di jelaskan pada surat Al Qasas 81:

فَحَسَفْنَا بِهِ وَبِدَارِهِ الْأَرْضَ فَمَا كَانَ لَهُ مِنْ فِئَةٍ يَنْصُرُونَهُ مِنْ دُونِ
اللَّهِ وَمَا كَانَ مِنَ الْمُنتَصِرِينَ

Artinya : *Maka Kami benamkanlah Karun beserta rumahnya ke dalam bumi. Maka tidak ada baginya suatu golonganpun yang menolongnya terhadap azab Allah. Dan tiadalah ia termasuk orang-orang (yang dapat) membela (dirinya).*

Menurut tafsir Ath-Thabari dari Al Qasim menceritakan kepada kami, ia berkata: Al Husain menceritakan kepada kami, ia berkata: Hajjaj menceritakan

kepadaku dari Ibnu Juraij, ia berkata : telah sampai riwayat kepadaku bahwa setiap hari Karun dibenamkan ke dalam tanah sejauh seratus qamah (1 qamah = 6 kaki atau 1,8 meter) sehingga Karun terus terbenam ke dalam tanah hingga hari kiamat. Ketamakan manusia akan kembali ke manusia itu sendiri dan dapat menyebabkan terjadinya bencana misalnya longsor, gempa bumi dan bencana geologi lain, hal tersebut sudah dijelaskan dalam surat yang ada di dalam Al Quran dan hadist, sehingga manusia dituntut untuk belajar dari kesalahan-kesalahan yang telah dilakukan pada masa lalu.



Gambar 1.1 Peta persebaran lempeng tektonik Indonesia (Sumber BMKG, 2009)

Berdasarkan Gambar 1.1 Indonesia terletak di kawasan cincin api (*Ring of Fire*) dan berada di lintasan dua jalur pegunungan yaitu pegunungan Sirkum Pasifik dan pegunungan Sirkum Mediterania sehingga Indonesia memiliki potensi terjadinya gempa vulkanik dan gempa tektonik, bencana di Indonesia sangat dipengaruhi oleh interaksi antara lempeng Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik (Kertapati, 2006). Salah satu daerah Indonesia yang rawan terjadi gempa bumi adalah Yogyakarta, dikarenakan daerah Yogyakarta terletak dekat zona subduksi

lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Lempeng Indo-Australia setiap tahunnya bergerak ke arah utara mendesak lempeng Eurasia sehingga mengakibatkan terdapat banyak patahan dan sesar yang masih aktif di daerah Yogyakarta (Daryono, 2010). Terdapat 4 sesar besar yang masih aktif di daerah Yogyakarta antara lain Sesar Opak, Sesar Oyo, Sesar Dengkeng, Sesar Progo serta terdapat pula sesar mikro lainnya. Berdasarkan kondisi geologi tersebut daerah Yogyakarta memiliki tingkat kerawanan gempa bumi yang tinggi.

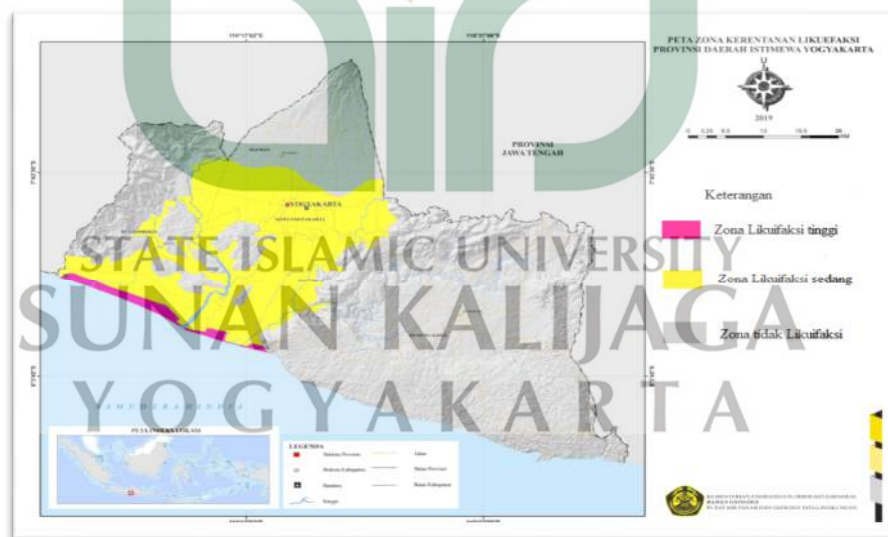
Berdasarkan sejarah kegempaan Jawa antara tahun 1840 hingga 2010 daerah Yogyakarta pernah mengalami gempa bumi besar dan merusak sebanyak lebih dari 13 kali, salah satunya adalah gempa bumi besar pada tanggal 10 Juni 1867 yang menyebabkan 372 rumah roboh dan 5 orang meninggal (Newcomb dan McCann, 1987). Getaran gempa bumi ini sampai dirasakan hingga Klaten, Salatiga, Sragen dan Purworejo. Gempa bumi besar juga terjadi pada tanggal 23 Juli 1943 sebanyak 312 orang meninggal dan menyebabkan lebih dari 2000 orang mengalami luka-luka daerah terdampak oleh gempa bumi ini antara lain Cilacap, Kebumen, Purworejo, Bantul dan Pacitan (Daryono, 2010). Gempa bumi besar terakhir yang terjadi di Daerah Yogyakarta adalah gempa bumi Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006. Gempa bumi dengan kekuatan 6.2 SR ini berpusat di Samudera Hindia sekitar 33 km arah selatan dari Kabupaten Bantul (BMKG.go.id). Gempa ini menewaskan 4.121 jiwa, 12.026 korban luka-luka, dan menghancurkan lebih dari 240 ribu rumah dan mata pencaharian warga di Bantul (BAPPENAS, 2006). Gempa itu berdampak langsung terhadap seluruh kecamatan

di Bantul serta beberapa daerah di Kabupaten Gunung Kidul, Kulon Progo, Sleman, Yogyakarta dan sebagian Jawa Tengah.

Terjadinya gempa bumi pada suatu daerah juga menyebabkan bencana sekunder seperti longsor, kebakaran, tsunami dan likuefaksi. Likuefaksi merupakan salah satu bencana sekunder yang jarang didengar oleh masyarakat, padahal sebagian daerah di Yogyakarta berpotensi mengalami bencana likuefaksi. Peristiwa likuefaksi ini adalah fenomena hilangnya kekuatan tanah akibat getaran gempa bumi, likuefaksi sendiri terjadi pada tanah yang berpasir lepas (tidak padat) dan jenuh air (Tohari, 2015). Peristiwa likuefaksi tidak terjadi di semua kondisi tanah namun hanya terjadi di daerah yang memiliki kondisi tanah tertentu sehingga batuan penyusun dan kejenuhan atau kedalaman muka air tanah yang dangkal ($<9,0\text{m}$) sangat mempengaruhi peristiwa likuefaksi (Jefferies, 2015 dalam Tohari, 2018). Indonesia sendiri pernah mengalami peristiwa likuefaksi yang mengakibatkan kerusakan material dan korban jiwa, salah satu peristiwa yang pernah terjadi adalah likuefaksi Palu yang diakibatkan oleh gempa 7,5 Mw pada 28 September 2018. Secara geologi daerah yang mengalami likuefaksi tersusun oleh endapan Alluvial pantai berumur holosen, sedangkan kedalaman muka air tanah bebas di dataran Alluvial berkisar antara 1,4 s.d. 2,7 meter (Tohari, 2018). Dengan demikian kerentanan daerah Palu, Donggala dan Sigi disebabkan oleh kondisi geologi dan hidrologi daerah ini.

Menurut peta persebaran likuefaksi Badan Geologi, daerah Yogyakarta pernah mengalami kejadian likuefaksi tepatnya setelah gempa 27 Mei 2006, yaitu di daerah candi Prambanan dimana salah satu candi mengalami penurunan

permukaan tanah. Penurunan terjadi di Candi Ciwa yang telah berubah dari posisi semula dan miring ke sebelah candi utama (Suryolelono, 2007). Peristiwa likuefaksi juga terjadi di daerah Patalan Bantul. Daerah tersebut memiliki kondisi lingkungan geologi berupa endapan Aluvium, juga dilewati jalur zona patahan opak aktif pada cekungan Bantul (*Bantul Graben*) (Soebowo, 2009). Peristiwa likuefaksi juga terjadi di daerah pesisir Pantai Pandansimo setelah ahli geoteknik gabungan Indonesia dan Jepang melakukan investigasi kejadian gempa bumi Yogyakarta 2006. Bukti yang ditemukan berupa pipa sumur yang bengkok dan naik 70 cm dan sumur keruh yang meluap naik 1,3 m dari sumur (Restu, 2017). Badan Geologi pada tahun 2019 telah merilis peta persebaran daerah yang rawan likuefaksi di seluruh daerah Indonesia, salah satunya di daerah Yogyakarta pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 peta persebaran daerah rawan Likuefaksi Yogyakarta (Badan Geologi, 2019)

Berdasarkan gambar 1.2 daerah Bantul dan Sleman yang sebagian berwarna kuning memiliki zona likuefaksi sedang atau rawan terkena bencana likuefaksi.

Sedangkan pada daerah pesisir Bantul sampai pesisir Kulon Progo yang berwarna merah merupakan zona likuefaksi tinggi. Apabila daerah dengan zona merah terjadi gempa dengan syarat intensitas tertentu dan durasi guncangan besar kemungkinan akan mengalami peristiwa likuefaksi (Jefferies, 2015 dalam Tohari, 2018). Daerah Yogyakarta yang rawan terkena likuefaksi terjadi karena menurut peta geologi daerah tersebut memiliki formasi endapan vulkanik Merapi Muda dan endapan Alluvium yang telah tersedimentasi (Wartono dkk, 1977). Peta yang dirilis oleh Badan Geologi masih bersifat umum yaitu hanya menjelaskan kerawanan likuefaksi tanpa memberitahukan metode analisisnya. Peta tersebut menjelaskan dalam skala regional, sehingga dibutuhkan penelitian analisis likuefaksi namun dalam skala lokal atau kecamatan untuk mempermudah pembacaan persebaran potensi likuefaksi di tingkat lokal atau kecamatan. Penelitian dalam skala lokal bisa menggunakan metode yang berbeda dari peta yang dirilis oleh Badan Geologi yang bertujuan untuk menjelaskan secara spesifik metode yang digunakan dalam pemetaan potensi daerah rawan likuefaksi.

Penentuan bahaya likuefaksi ini dapat menggunakan pendekatan *GSS* (*Ground Shear Strain*), *CPT* (*Cone Penetration Test*) dan *N-SPT* (*Standar Penetration Test*) dan *GGM* (*Global Geospatial Model*) (Nugroho, 2019). Penelitian ini menggunakan *Global Geospatial Model* sebagai analisis kerawanan likuefaksi. Kelebihan metode ini adalah dapat mengetahui informasi litologi bawah permukaan secara cepat dan dapat mengetahui karakteristik hidrologi suatu lapisan tanah, metode ini dikembangkan oleh Zhu dengan memanfaatkan data geospasial. Pendekatan *GGM* ini menggunakan nilai *PGA* (*Peak Ground*

Acceleration) yang diperoleh dari data menggunakan metode *Probability Seismic Hazard Analysis (PSHA)*. Penentuan nilai *PGA* berdasarkan periode ulang gempa dan nilai *PGA* maksimum 50 tahun. Sumber gempa bumi ditentukan dari ketidakpastian dari lokasi gempa bumi, magnitudo gempa bumi dan *ground motion*. Parameter *Vs30* untuk mengetahui nilai kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter yang diperoleh dari data mikrotremor dengan melakukan pemodelan inversi kurva *HVSR*. Sedangkan *CTI (Compound Topography Index)* merupakan parameter utama yang menunjukkan kondisi hidrologi atau kebasahan suatu tanah (Zhu, 2014).

Daerah yang dikaji dalam penelitian ini difokuskan pada daerah Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul karena terletak di daerah pesisir dan juga ikut terdampak dari gempa bumi yang melanda Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006. Gempa bumi ini juga mengakibatkan 97 bangunan roboh, 2.052 rusak berat dan 4065 kerusakan ringan di Kecamatan Sanden (Raharjo, 2007). Lokasi Kecamatan Sanden terletak di daerah pesisir selatan Yogyakarta dan dekat dengan pergerakan lempeng dan pergerakan sesar Opak.

Penelitian yang berkaitan dengan proses terjadinya likuefaksi dengan metode *GGLM (Global Geospatial Liquefaction Model)* pernah dikemukakan oleh Zhu pada tahun 2015 dengan judul *A Geospatial Liquefaction Model for Rapid Response and Loss Estimation* di daerah Christchurch yang berada di pesisir timur pulau selatan Selandia Baru. Penelitian lain dari Zhu pada tahun 2017 tentang *Geospatial* berjudul *An Update Geospatial Liquefaction Model for Global Application* di daerah San Francisco yang bertujuan untuk mempertegas

penelitian-penelitian dengan metode Geospacial yang sebelumnya. Selain itu penelitian dengan metode *Global Geospacial Model* di daerah Kabupaten Bantul pernah dilakukan oleh Harjuna (2019) dengan daerah yang dikaji adalah Kecamatan Kretek dan Nugroho (2019) dengan daerah kajian seluruh Kabupaten Bantul. Penelitian potensi likuefaksi dengan metode *Global Geospacial Model* belum pernah dilakukan di Kecamatan Sanden dalam skala lokal. Perbedaan penelitian ini dengan Harjuna (2019) dan Nugroho (2019) terletak pada penentuan parameter *PGA* (*Peak Ground Acceleration*) yang menggunakan metode *PSHA* (*Probability Seismic Hazard Analysis*) dan parameter *Vs30* yang menggunakan metode inerversi kurva H/V pada data mikrotremor. Berdasarkan paparan tersebut perlu diadakan penelitian analisis potensi likuefaksi di keseluruhan Kecamatan Sanden untuk tujuan mitigasi bencana sehingga bermanfaat untuk mengurangi resiko dan akibat yang ditimbulkan oleh bencana tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa nilai *PGA*, *Vs30* dan *CTI* di Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul?
2. Bagaimana persebaran potensi likuefaksi di Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul?
3. Bagaimana kerentanan pemukiman terhadap potensi likuefaksi di Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan nilai *PGA*, *Vs30* dan *CTI* di Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul.

2. Menentukan persebaran potensi likuefaksi di kecamatan Sanden Kabupaten Bantul.
3. Memetakan kerentanan pemukiman terhadap potensi likuefaksi di Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul.

1.4 Batasan Masalah

1. Pengambilan data menggunakan metode mikroseismik dengan data mikrotremor diolah menggunakan aturan *SESAME European Research Project* (SESAME, 2004).
2. Data mikrotremor digunakan untuk menentukan $Vs30$ model inversi dan membuat model litologi atau lapisan sedimen daerah penelitian.
3. Parameter *PGA* menggunakan periode ulang gempa dan didapatkan dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman (PUSKIM).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada masyarakat terhadap bahaya potensi likuefaksi di Kecamatan Sanden.
2. Diharapkan menjadi referensi untuk pemerintah daerah setempat sebagai bahan pertimbangan dalam upaya mitigasi bencana, sehingga mengurangi resiko korban jiwa dan kerusakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai *Compound Topographic Index (CTI)* di Kecamatan Sanden berada pada kisaran 5,45 s.d 9,28. Nilai kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter (V_{s30}) berada pada kisaran 154,66 m/s s.d 260,80 m/s. Nilai percepatan getaran tanah (*PGA*) berapa pada kisaran 0,52 g s.d 0,67 g.
2. Berdasarkan metode *global geospatial model* di Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul daerah dengan potensi likuefaksi tinggi mendominasi daerah penelitian. nilai potensi likuefaksi tertinggi berada di bagian timur daerah penelitian di Desa Srigading dengan nilai $> 0,99$.
3. Berdasarkan hasil analisis metode *global geospatial model* di Kecamatan Sanden, memiliki tingkat kerentanan pemukiman 100%. Tingkat kerentanan daerah yang tinggi terhadap bencana likuefaksi berada di bagian timur daerah penelitian di Desa Srigading. Luas pemukiman di Desa Srigading adalah 119,22 ha atau 51% dari keseluruhan peta pemukiman di Kecamatan Sanden.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki pada pengembangan penelitian yang akan dilakukan peneliti selanjutnya, diantaranya sebagai berikut:

1. Perlunya penelitian dengan jarak antar titik penelitian yang lebih dekat agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu memperluas batasan penelitian yaitu dilakukannya penelitian di kecamatan lain, terutama yang memiliki tingkat resiko seismik yang lebih tinggi.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan menyertakan data kedalaman muka air tanah atau kedalaman sumur di setiap daerah penelitian, sebagai data pendukung untuk menentukan potensi likuefaksi.
4. Perlunya penambahan peta persebaran jalan, lahan dan fasilitas-fasilitas umum guna mempermudah sebaran mitigasi di daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnimar. 2009. *Seismologi*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Aster, R. 2011. *The Seismic Wave Equation*. New Mexico: New Mexico Institute of Mining and Technology.
- Muhammad, A. J. 2004. *Tafsir Ath-Thabari*. Penerjemah Muhammad Abdul Lathif Khalaf. Penerbit Pustaka Azzam: Jakarta Selatan.
- Aziz, R., dan Rasimeng, S. 2019. *Analisis Bahaya Zona Gempa Bumi berdasarkan Metode Deterministik dan Pendekatan Geomorfologi Kota Padang Sumatera Barat*. Bandar Lampung, *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, **Vol. 5 No. 2 Juli 2019**: 15-29.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2019. *Tentang Gempabumi*. Diakses 9 Desember 2019 dari www.bmkg.go.id.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 1998. *Sumber Daya Geologi Buletin Meteorologi dan Geofisika No. 4* BMKG: Jakarta.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2006. *Penilaian Awal dan Kerusakan Bencana Alam di Yogyakarta dan Jawa Tengah*. Public Disclosure Authorized: Jakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2012. *Peraturan Kepala Badan nasional Penanggulangan Bencana No. 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana*. BNPB: Jakarta.
- Buana, T. R., Hermawan, W., Rahdiyana, R.N., dan Hasibuan, G. 2019. *Atlas Zona Kerawanan Likuifkasi Indonesia*. Badan Geologi: Bandung.
- Buanawati, S.G. 2018. *Analisis Mikroseismik Pada Kawasan Jalur Sesar Kecamatan Begelen Kabupaten Purworejo (Tugas Akhir)*. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Wibowo, N. B. 2019. *Analisi Global Geopatial Model (GGM) untuk Mengidentifikasi Potensi Likuefaksi di Kabupaten Bantul D. I Yogyakarta*. *Buletin Meteorologi dan Geofisika*, **Vol 9 No. 7**.
- Day, R.W. 2012. *Geotechnical Earthquake Engineering Handbook*. Mc Graw-Hill: New York.
- Daryono. 2010. *Aktifitas Gempabumi Tektonik di Yogyakarta Menjelang Erupsi Merapi 2010*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika: Yogyakarta.
- Harjuna. 2019. *Analisis Zona Likuefaksi Berdasarkan Model Geospacial di Kecamatan Kretek Kabupaten Bantul (Tugas Akhir)*. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Hartati, L. 2014. *Pemetaan Tingkat Resiko Gempabumi Daerah Liwa dan Sekitarnya Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor*, Thesis. UGM, Yogyakarta.
- Ihsan, M. 2008. *Analisa Ketahanan Gempa Pada Struktur Rumah Tradisional Sumatra*. (Tugas Akhir). Jakarta: Universitas Indonesia.

- Kanai, K. 1966. *Improved Empirical Formula For Characteristic Of Stray (Sic) Earthquake Motions*. Page 1-4 of: Proceedings of the Japanese Earthquake Symposium.
- Kanai, K., dan Tanaka, T. 1961. On Microtremors VIII. *Bulletin of The Seismological Society of Americ.*, **Vol. 88, 97-114.**
- Kanai, K. 1983. *Seismology and Engineering*. University of Tokyo Press Japan. Page 251.
- Kertapati, E. K. 2006. *Aktivitas Gempa Bumi di Indonesia: Perspektif Regional pada Karakteristik Gempabumi Merusak*, Bandung Pusat :Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Pusat Survei Geologi.
- Lermo, J., García, C., dan Francisco, J. 1993. *Site Effect Evaluation Using Spectral Ratios with Only One Station*. America: Bulletin of Seismological Society of America, **Vol. 83, No. 5**. Page 1574-1594.
- Lowrie, W. 2007. *Fundamentals of Geophysics*. New York: Cambridge University Press.
- Mirzaoglu, M., dan Dykmen, U. 2003. Application of microtremors to seismic microzoning procedure. Balkan: *Journal of the Balkan Geophysical*, **Vol. 6 No. 3.**
- Motazedian, D., Hunter, J. A., Pugin, A., dan Crow, H. 2010. *Development of a Vs30 (NEHRP) map for the city of Ottawa, Ontario, Canada*, NRS Research Press, Canada, **Vol 43**. Page: 458-472.
- Musfida, A., Santosa, B. J., dan Warmana, D. D. 2013. Inversi Mikrotremor Spektrum H/V untuk Profiling Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Lapisan Bawah Permukaan dan Mikrozonasi Wilayah Surabaya. Surabaya, *Jurnal Teknik Pomits*, **Vol. 1, No. 1, 2013** : 1-8.
- Nakamura, Y. 1989. A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface. *Japan Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI)*, **Vol. 30 No.1.**
- Nakamura, Y. 2000. Real-Time Information System for Hazards Mitigation. Japan: Tokyo University. *Quarterly Report of RTRI*, **Vol. 37 No. 3.**
- Newcomb, K., dan McCann, W. 1987. Seismic History and Seismotectonics of the Sunda Arc. *Journal of Geophysical Research*, American Geophysical Union **Vol 92 No. 11**, Page 421-439.
- Raharjo, W., dan Sukandarrumidi, R. H. M. 1995. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*. Direktorat Geologi: Departemen Pertambangan Republik Indonesia.
- Raharjo, F., Arfiandi., Yoyong., dan Lisantono. 2007. *Pelajaran dari Gempa Bumi di Yogyakarta 27 Mei 2006*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Reiter, L. 1990. *Earthquake Hazard Analysis-Issues and Insight*. New York: Columbia University Press.

- Santoso, E., Sukantana, I. N., dan Widyanoro, S. 2011. *Studi Hazard Seismik dan Hubungannya dengan Intensitas Seismik di Pulau Sumatera dan Sekitarnya*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Setiawan, J. R. 2009. *Mikrozonasi Seismitas Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya*. (Tesis). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- SESAME. 2004. *Guidelines For The Implementation of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*. Europe: SESAME European research project.
- Slob, S. 2007. *Micro Seismic Hazard Analysis*. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.
- Sunarjo, G. T., dan Pribadi, S. 2012. *Buku Gempabumi Indonesia*, Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika <http://puslitbang.bmkg.go.id/litbang/wp-content/uploads/2018/01/buku-gempabumi.pdf>.
- Suryolelono, K. B. 2007. *Candi Prambanan Pasca Gempa Bumi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. Forum Teknik Sipil No. XVII/3-September 2007.
- Susilawati. 2008. *Penerapan Penjalaran Gelombang Seismik Pada Penelaahan Struktur Bagian Dalam Bumi*. (Tugas Akhir). USU.
- Tandirerung, R. 2017. *Kajian Potensi Likuefaksi di Daerah Pantai Pandansimo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta*. (Tesis). Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sheiff, R. E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*, New York : Cambridge University Press.
- Tohari, A., Sugianti, K., Syahbana, A. J., dan Soebowo, E. 2015. Kerentanan Likuefaksi Wilayah Kota Banda Aceh Berdasarkan Metode Uji Penetrasi Konus. *Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI*, Vol.25 No.2 Desember 2015: 99-110.
- Tohari, A., Syahbana, A. J., Satriyo, N. A., dan Soebowo, E. 2013. Karakteristik likuefaksi Tanah Pasiran di kota Padang Berdasarkan Metode Microtremor. *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi LIPI*, Desember 2013.
- Tohari, A. 2018. Kajian Fenomena Likuefaksi (Nalodo) di Kota Palu dan Kabupaten Sigi Akibat Gempa Donggala 28 September 2018. *Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI*. Page: 152-160.
- Tuladhar, R., Cuong, N. N. H., dan Yamasaki, F . 2004. *Seismic microzonation of Hanoi, Vietnam using microtremor observation, paper no 2539, 13th world conference on earthquake engineering*, Vancouver, B, C. Canada.
- Wald D. J., Quintoriano V., Heaton T.H., and Kanamori H. 1999. Relationships between Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Modified Mercalli Intensity in California. *Earthquake Spectra* Vol 15, No.3, Agustus 2009

- Wartono, R., Sukandarrumidi., dan Rosidi. 1977. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*, Bandung: Direktorat Geologi.
- Wangsadinata, W. 2006. *Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2002*. Shortcourse HAKI 2006. Jakarta.
- Wilson, J. P., dan Gallant, J. C. 2000. *Terrain analysis Principles and Applications*. John Wiley & Sons. New York.
- Windu, P., Masyhur, I., Prabandiyani, R.W. S., dan Maarif, S. 2015. Aplikasi Metode HVSR pada Perhitungan Faktor Amplifikasi Tanah di Kota Semarang. *Unnes Physics Journal* **Vol. 11 No 2 Juli 2015**.
- Youd, T. L., dan Perkins, M. 1978. Mapping Liquefaction-Induced Ground Failure Potential. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*, **Vol. 104 (4)** Page: 433-446.
- Zhu, J., Baise, L. G., Thompson, E. M., dan Magistrale, H. 2014. Testing National and Regional Geospatial Liquefaction Models in the United States, *10th U.S. National Conference on Earthquake Engineering*, Anchorage, Alaska, 21-25 July 2014.
- Zhu, J., Daley, D., Baise, L. G., Thompson, E. M., Wald, D. J., dan Knudsen K. L. 2015. A Geospatial Liquefaction Model for Rapid Response and Loss Estimation. *Earthquake Spectra*, **Vol. 31 (3)**: 1813-1837.
- Zhu, J., Baise, L. G., dan Thompson, E. M. 2017. An Updated Geospatial Liquefaction Model for Global Application. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **Vol. 107 No. 3** Juni 2017, <https://doi.org/10.1785/0120160198>.