



POTENSI LIKUIFAKSI DI KABUPATEN BANTUL PROVINSI D.I. YOGYAKARTA

Yohana Noradika Maharani^{1*)}, Bambang Sunardi²⁾, Ikhsan²⁾, Tissia Ayu Algary³⁾

¹⁾ Program Studi Magister Manajemen Bencana, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

²⁾ Stasiun Geofisika Sleman, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

³⁾ Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

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

ABSTRAK

Kabupaten Bantul sangat rawan gempa karena aktivitas sesar lokal di darat. Kejadian likuifaksi ditemukan juga di Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta saat gempa bumi besar pada tanggal 27 Mei 2006. Salah satu unsur kerusakan bangunan di Bantul saat terjadi gempa adalah akibat likuifaksi hal ini berdasarkan adanya suatu korelasi yang positif antara potensi likuifaksi dengan perhitungan, penurunan muka tanah dan sebaran kerusakan bangunan. Berdasarkan struktur geologi wilayah Bantul memiliki potensi akan likuifaksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemungkinan terjadinya likuifaksi di daerah penelitian. Dalam penelitian ini, metode GGLM (*Global Geospatial Liquefaction Model*) digunakan sebagai model likuifaksi geospasial untuk analisis probabilitas likuifaksi berdasarkan data geospasial sifat-sifat tanah yang terkait dengan manifestasi likuifaksi, menggunakan kombinasi geologi dan seismisitas sehingga menjadi peta probabilitas likuifaksi. dan *Liquefaction Spatial Extent* (LSE) dapat diproduksi. Selain itu, penelitian tentang probabilitas likuifaksi dapat digunakan sebagai informasi dasar tentang kerentanan likuifaksi berdasarkan kondisi geologis sehingga dapat menjadi dukungan praktis bagi pengambil kebijakan dalam mendukung perencanaan kontinjensi.

Kata Kunci: Bahaya Likuifaksi, Pemetaan, *Global Geospatial Liquefaction Model*, *Liquefaction Spatial Extent*, Kabupaten Bantul.

ABSTRACT

Bantul Regency is highly earthquake prone due to local fault activity on land. Liquefaction was also found in Bantul, Yogyakarta during the major earthquake on May 27, 2006. One of the elements of building damage in Bantul during the earthquake was due to the phenomenon of liquefaction, this is based on the existence of a positive correlation between liquefaction potential and calculations, land subsidence and the distribution of building damage. According to the geological structure of the Bantul area, it has the potential for liquefaction. This research aims to analyze the possibility of liquefaction in the study area. In this research, the GGLM (Global Geospatial Liquefaction Model) method is used as a geospatial liquefaction model for liquefaction probability analysis based on geospatial data of soil properties associated with liquefaction manifestations, using a combination of geology and seismicity so that a liquefaction probability map and Liquefaction Spatial Extent (LSE) can be produced. In addition, research on liquefaction probability can be used as basic information on liquefaction susceptibility based on geological conditions so that it can be a practical support for policy makers in supporting contingency planning.

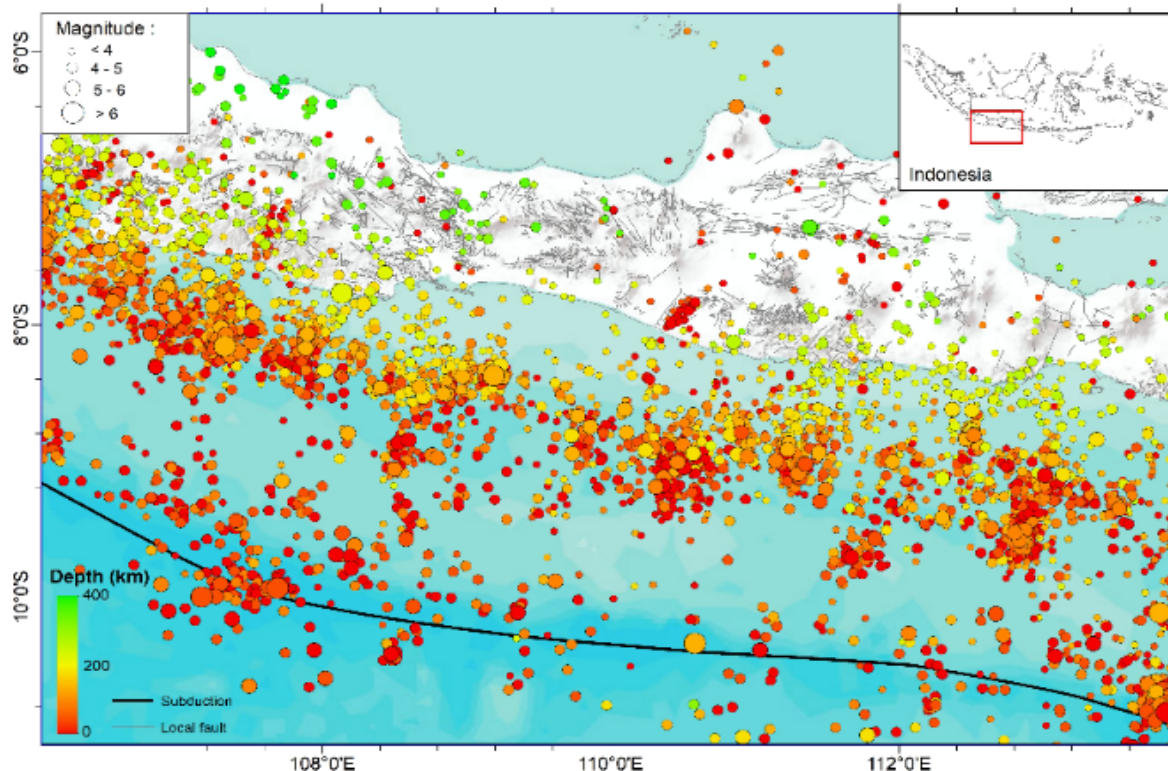
Keywords: *Liquefaction hazard, Mapping, Global Geospatial Liquefaction Model, Liquefaction Spatial Extent, Bantul Regency.*

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Bantul, terletak di wilayah selatan Daerah Istimewa Yogyakarta, merupakan salah satu daerah dengan tektonik yang aktif di Indonesia. Letaknya yang sangat berdekatan dengan zona tumbukan lempeng aktif Indo-Australia yang menyusup ke bagian bawah lempeng Eurasia di Samudera Hindia sebelah selatan Pulau Jawa menyebabkan wilayahnya memiliki potensi bahaya gempabumi akibat aktifitas pertemuan dua lempeng aktif dunia tersebut. Selain itu, Kabupaten Bantul juga sangat rawan terhadap gempa bumi akibat aktivitas sesar lokal di darat (Bock, dkk., 2003). Seismisitas di Kabupaten Bantul dan sekitarnya periode 2009-2020 menunjukkan aktivitas kegempaan di wilayah tersebut relatif tinggi (Gambar 1).

Berdasarkan sejarah gempa bumi di Jawa, beberapa kejadian gempa bumi menimbulkan kerusakan dan korban jiwa. Salah satunya adalah gempa bumi Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006, dengan kekuatan gempa M 5.9 yang mengakibatkan 5716 korban jiwa, dan kerugian perekonomian lebih dari US\$ 3134 juta (Bappenas, 2006). Pada gempa bumi 27 Mei

2006 likuifaksi merupakan salah satu unsur penyebab kerusakan bangunan hal ini berdasarkan korelasi yang positif antara potensi likuifaksi dengan perhitungan penurunan tanah akibat likuifaksi dengan sebaran kerusakan pada bangunan (Buana, dkk., 2016).



Gambar 1. Kegempaan wilayah Bantul dan sekitarnya periode 2009–2020

Sumber: BMKG Earthquake Catalog 2019.

Likuifaksi merupakan hilangnya kerigitan lapisan tanah yang dapat disebabkan oleh guncangan yang sangat kuat seperti gempa bumi, dan likuifaksi terjadi saat lapisan tanah berpasir berubah menjadi cairan sehingga tidak dapat menahan bangunan di dalam atau di bagian atasnya (Jayanih, 2011). Likuefaksi mengakibatkan turunnya tanah lahan, runtuh, tilting pada bangunan, keretakan tanah, longsoran kerusakan sarana umum (Tohari, 2015). Bencana likuifaksi yang terjadi dapat menyebabkan kerugian materil dan jiwa manusia.

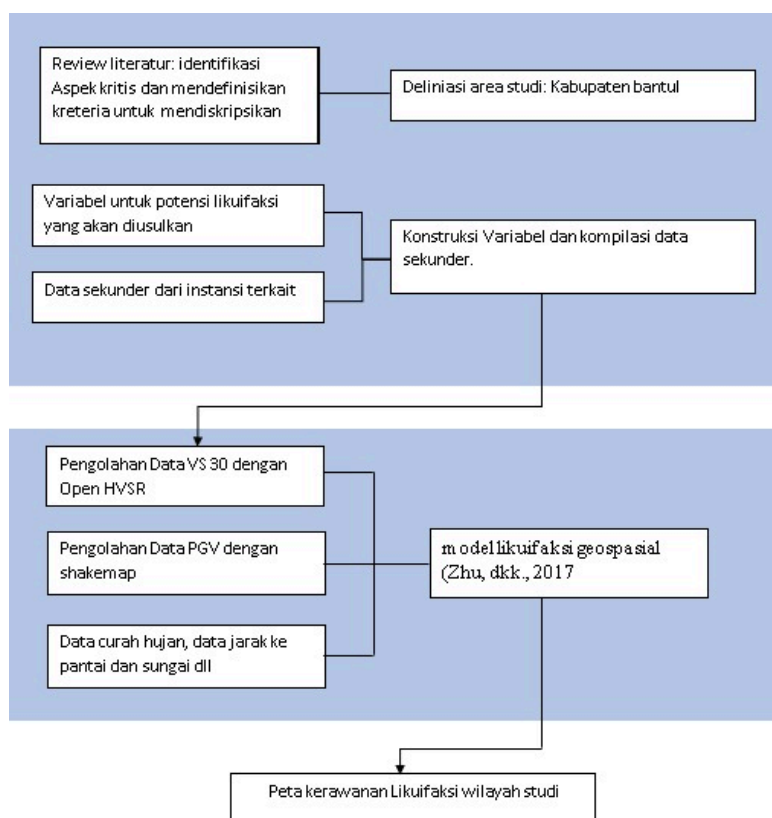
Bencana likuifaksi ditemukan terjadi di Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta pada saat gempa bumi merusak pada 27 Mei 2006. Gempa bumi yang terjadi pada pagi hari jam 05:53:57 WIB. Sumber gempa bumi pada koordinat 8.26 LS dan 100.31 BT dengan pusat gempa pada kedalaman 33 km dan kekuatan M 5.9. Tim gabungan geoteknik dari Indonesia dan Jepang (Konagai, dkk., 2006), melakukan survei pasca gempa bumi Yogyakarta dan ditemukan adanya beberapa bukti gejala likuifaksi di daerah Bantul diantaranya batang pipa pada dua sumur yang bengkok dan posisinya naik 70 cm serta air sumur meluap naik 1.3 m yang menyebabkan air sumur menjadi keruh. Likuefaksi ini berpotensi dapat terjadi kembali karena kondisi geologi dan seismik di Bantul yang mendukung terjadinya likuifaksi. Beberapa metode telah dikembangkan guna mengidentifikasi potensi likuifaksi antara lain metode *Standard Penetration Test* (SPT), *Cone Penetration Test* (CPT), *Ground Shear Strain* (GSS), *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR).

Penelitian ini bertujuan melakukan analisis probabilitas likuifaksi di wilayah Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Probabilitas likuefaksi di DIY dibuat berdasarkan data geospasial sifat-sifat tanah yang berhubungan dengan manifestasi likuifaksi (Zhu, dkk., 2017), dengan menggunakan kombinasi geologi dan seismik antara lain data kecepatan tanah maksimum (PGV), data rata-rata kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter (V_{s30}), rata-rata curah hujan tahunan, kedalaman muka air tanah (*water table depth*), dan jarak terdekat ke bidang air (*water body*).

II. METODE

Studi kasus pada penelitian ini adalah di wilayah Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan mempertimbangkan kondisi geologi dan seismik yang ada di wilayah ini yang berpotensi mengalami bahaya likuifaksi. Kasus gempa bumi Yogyakarta 27 Mei 2006 menunjukkan terjadinya likuifaksi saat gempa bumi tersebut. Tahapan penelitian secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. **Persiapan**
 Pada Persiapan awal dilakukan deliniasi area studi kasus, mengumpulkan beberapa data awal berupa data Vs30, dan data spasial antara lain data curah hujan, data jarak ke pantai dan sungai, dan data PGV yang digunakan untuk proses pengolahan dan analisa;
2. **Pengolahan Data**
 Pengolahan data Vs30 dilakukan dengan melakukan inversi data mikrotremor. Sementara itu, pengolahan data PGV untuk memperkirakan tingkat guncangan tanah dilakukan dengan menggunakan skenario berbasis *shakemap*. data lainya seperti curah hujan, data jarak kepantai dan sungai semua didigabungkan dan dianalisis menggunakan rumusan model likuifaksi geospasial (Zhu, dkk., 2017).
3. **Hasil Pengolahan dan Pemodelan**
 Berdasarkan hasil analis dan pengolahan menggunakan model likuifaksi geospasial maka dapat dihasilkan wilayah yang berpotensi likuifaksi untuk wilayah Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data mikrotremor yang diakuisisi Stasiun Geofisika Sleman. Adapun data sekunder yang digunakan adalah data inisial kecepatan gelombang geser (V_s), *Peak Ground Velocity* (PGV), data spasial, dan hidrologi.

Pengolahan data dilakukan dengan mengolah data Vs30 dengan melakukan Inversi mikrotremor menggunakan perangkat lunak OpenHVSR dan Matlab. Microsoft Excel dipergunakan untuk menghitung potensi likuifaksi data mikrotremor. Data mikrotremor diolah menggunakan perangkat lunak geopsy. Sementara itu, pengolahan data PGV untuk memperkirakan tingkat guncangan tanah dengan menggunakan skenario berbasis *shakemap*. Ketinggian muka air tanah

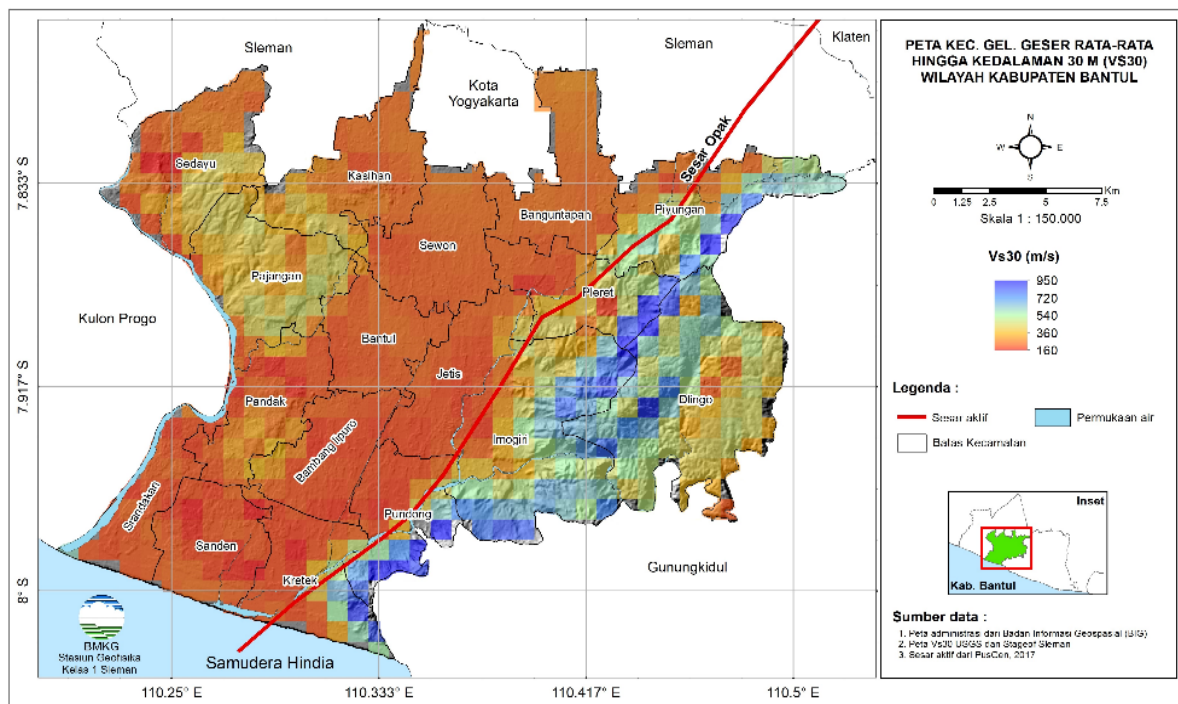
dan jarak terdekat ke bidang air didekati menggunakan pengolahan data curah hujan, jarak ke sungai, dan jarak ke pantai. Semua data tersebut digabungkan dan dianalisis menggunakan rumusan model likuifaksi geospasial (Zhu, dkk., 2017).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Vs30

Data Vs30 merupakan kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter dari permukaan. Nilai Vs30 ini dapat digunakan sebagai karakterisasi site. Nilai Vs 30 dalam penelitian ini diperoleh melalui inversi data mikrotremor yang dikumpulkan dari lapangan. Proses inversi dilakukan menggunakan perangkat lunak OpenHVSr di berbasis Matlab yang memberikan output nilai kecepatan gelombang primer, kecepatan gelombang geser (Vs), ketebalan lapisan, densitas lapisan, faktor kuasi gelombang primer (Qp) dan gelombang sekunder (Qs). Nilai Vs tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan nilai Vs30.

Gambar 3 menunjukkan distribusi nilai Vs30 di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Nilai Vs30 bervariasi dari 160 – 950 m/s. Distribusi nilai tinggi dicirikan dengan warna kuning hingga biru meliputi bagian timur Kecamatan Kretek, Pundong, Imogiri, dan Piyungan, sebagian Kecamatan Pajangan, serta sebagian besar Kecamatan Dlingo. Sementara distribusi Vs30 yang relatif lebih rendah berwarna merah berada di Kecamatan Srandakan, Sanden, Bambanglipuro, Jetis, Bantul, Sewon, Banguntapan, dan bagian barat Kecamatan Kretek, Pundong, Imogiri, Piyungan, Pleret, serta sebagian Kecamatan Piyungan, Kasihan, dan Sedayu.



Gambar 3. Distribusi Vs30 di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

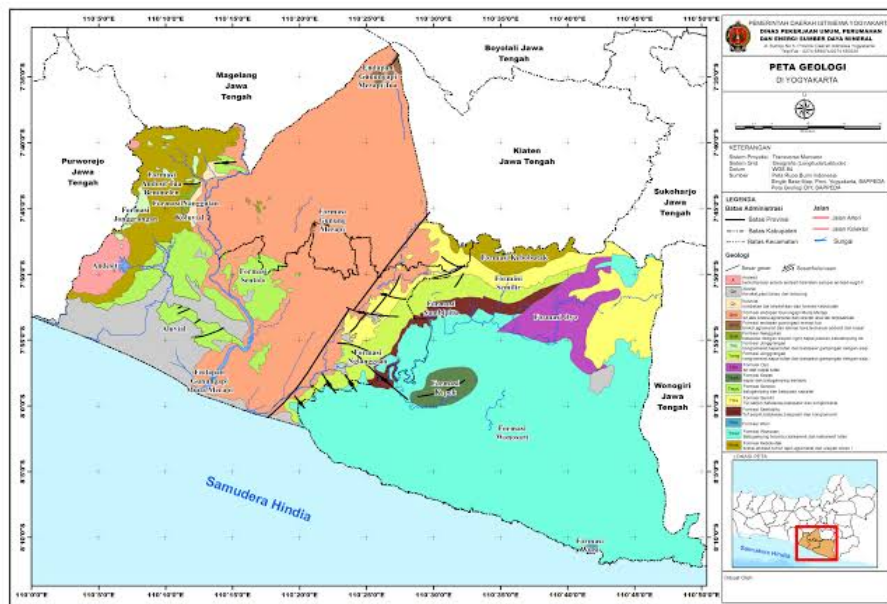
Nilai Vs30 digunakan secara luas sebagai proksi untuk amplifikasi suatu lokasi yang terindikasi sebagai lokasi rawan bencana dan merupakan nilai yang penting untuk dipertimbangkan dalam melakukan upaya mitigasi bencana (Wald dkk., 2011). Nilai Vs30 dapat dipergunakan untuk klasifikasi jenis tanah. Klasifikasi jenis tanah berdasarkan nilai Vs30 diatur oleh Badan Standarisasi Nasional (SNI) 1726-2019 seperti yang ditampilkan oleh Tabel 1. Berdasarkan klasifikasi tersebut, Jenis tanah di Kabupaten Bantul bervariasi dari jenis tanah lunak (SE) hingga Batuan (SB). Daerah dengan nilai Vs30 350 – 750 merupakan daerah dengan jenis tanah keras, sangat padat, dan batuan lunak sedangkan daerah yang mempunyai Vs30 175 – 350 merupakan daerah dengan jenis tanah sedang (SD). Klasifikasi jenis tanah menurut SNI 1726-2019 juga mencantumkan jenis tanah khusus (SF). Tanah khusus memiliki karakteristik yang membutuhkan kajian geoteknik lanjutan. Tinjauan profil lapisan tanah yang tergolong dalam jenis tanah ini merupakan lapisan tanah yang rawan runtuh akibat guncangan gempa bumi atau mampu terlikuifaksi.

3.1. Analisa Kerawanan Likuefaksi

Likuefaksi merupakan kejadian hilangnya kerapatan lapisan tanah akibat kenaikan tingkat tegangan air pori yang disebabkan oleh beban dinamik berupa guncangan gempa bumi. Umumnya likuifaksi terjadi bila magnitudo gempa bumi lebih dari 4 SR. Faktor yang mempengaruhi likuifaksi antara lain intensitas dan lama gempa bumi, kemiringan muka air tanah, jenis tanah, kerapatan relatif tanah, gradasi ukuran butiran, kondisi penempatan lapisan tanah pada lingkungan, drainase, bentuk partikel, faktor umur dan sementasi, kondisi lingkungan masa lampau, dan berat bangunan. Kawasan berpeluang likuefaksi tinggi berada pada 90 % kawasan dengan tingkat seismisitas yang tinggi dengan kondisi geologi berupa endapan akhir Holosen, 73% pada kawasan yang dekat zona aliran sungai dan 67% berada pada kawasan dengan muka air tanah di bawah dari 10 m (Zhu, 2015).

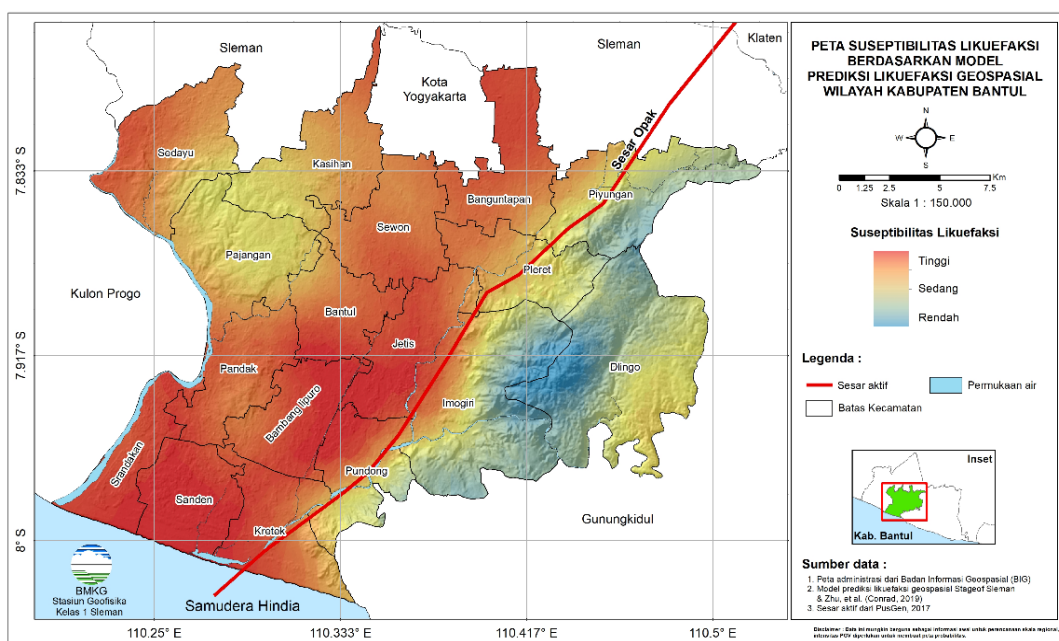
Kerawanan likuefaksi di Kabupaten Bantul dibuat berdasarkan model geospasial (Zhu, 2017) dengan menggunakan parameter input kecepatan tanah maksimum (PGV), nilai kecepatan rata-rata gelombang geser hingga kedalaman 30 meter (Vs30), rata-rata curah hujan tahunan (presipitasi), jarak ke pantai, dan jarak sungai. Kelas kerawanan likuefaksi terbagi dalam lima klasifikasi, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.

Kawasan – kawasan dengan tingkat kerawanan tinggi di wilayah Bantul didominasi pada kawasan dengan material penyusun endapan atau material hasil proses sedimentasi. Tingkat kerawanan yang relatif tinggi berada pada formasi (Formasi Batuan Vulkanik Muda), dan formasi Qa (Formasi Alluvium), seperti yang ditunjukkan di Gambar 4. Kerawanan likuefaksi dengan model geospasial Zhu, 2017 di Kabupaten Bantul ditunjukkan pada Gambar 5. Kerawanan likuifaksi yang relatif tinggi berada pada Kabupaten Bantul bagian tengah dan selatan, yaitu pada Kecamatan Srandakan, Sanden, Bambanglipuro, Jetis, sebagian Kecamatan Bantul, Sewon, Banguntapan, serta wilayah bagian barat Kecamatan Kretek, Pundong, Imogiri, dan Pleret.



Gambar 4. Peta Geologi Yogyakarta

Sumber: Bappeda DIY.



Gambar 5. Kerawanan likuifaksi di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

IV. KESIMPULAN

Peta kerawanan likuifaksi di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan tingkat kerawanan yang relatif tinggi berada pada formasi batuan vulkanik muda, dan formasi alluvium. Daerah endapan alluvium, dimana sifat endapan ini yang berukuran pasir cenderung memiliki kepadatan lepas sampai sedang. Material yang rentan terhadap likuifaksi umumnya terdapat pada daerah endapan pasir atau tanah yang lepas. Nilai Vs30 di wilayah Kabupaten Bantul berkisar dari 160 – 950 m/s. Berdasarkan klasifikasi jenis tanah di SNI 1726 2019, jenis tanah di Kabupaten Bantul bervariasi dari jenis tanah lunak (SE) hingga batuan (SB). Berdasarkan model likuifaksi geospasial, kerawanan likuifaksi yang relatif tinggi berada pada Kabupaten Bantul bagian tengah dan selatan, yaitu berada di Kecamatan Srandakan, Sanden, Bambanglipuro, Jetis, sebagian Kecamatan Bantul, Sewon, Banguntapan, serta wilayah bagian barat Kecamatan Kretek, Pundong, Imogiri, dan Pleret. Peta kerawanan likuifaksi ini bermanfaat sebagai informasi awal untuk perencanaan skala regional, dan untuk mendapatkan tingkat keakuratan kajian potensi likuifaksi perlu dilakukan metode analisa lain sebagai pembandingan dan kontrol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didukung oleh pendanaan hibah dari 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 BMKG Stasiun Geofisika Kelas I Sleman Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional Indonesia 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung sebagai revisi dari Standar Nasional Indonesia 1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung
- BAPPENAS, Preliminary Assessment of Damage and Loss of Natural Disasters in Yogyakarta and Central Java, 15th Meeting of the Consultative Group for Indonesia, 2006.
- BMKG Earthquake Catalog: http://repogempa.bmkg.go.id/repo_new/2021
- Bock Y., Prawirodirdjo L., Genrich J.F., Stevens C.W., McCaffrey R., Subarya C., Calais E. 2003. Crustal motion in Indonesia from Global Positioning System Measurements. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108, No. B8, 2367.

- Buana, T., Wafid, M., Sadisun, I. 2016. Hubungan Potensi Likuifaksi Pada Endapan Gunungapi Merapi Muda Dengan Kerusakan Bangunan Di Kabupaten Bantul Pada Kasus Gempabumi 27 Mei 2006. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol. 7, No. 2, 89 – 102.
- Jarayanih, 2011. *Geologi dan Studi Potensi Likuifaksi Daerah Srihardono dan Sekitarnya, Kecamatan Pundong Kabupaten Bantul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Skripsi. UPN Veteran Yogyakarta
- Konagai, K., Nakano, Y., Teshigawara, M., Suziku, T., Ikeda Takaaki., Ogushi Tetsuya. 2006. Important Features of Damages Cause by The May 27, 2006, Mid Java Earthquake, Indonesia., JSCE/AIJ/EWBJ Report.
- Wald, D. J., McWhirter, L., Thompson, E. M., Hering, A. S., 2011. A New Strategy For Developing Vs30 Maps. 4th IASPEI/IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion. August 23-26, Santa Barbara, USA.
- Zhu, J., Baise, L.G., Thompson, E.M. 2017. An updated geospatial liquefaction model for global application. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 107(3), 1365-1385. <https://doi.org/10.1785/0120160198>.
- Zhu, J., Daley, D., Baise, L.G., Thompson, E.M., Wald, D.J., Knudsen, K.L. 2015. A geospatial liquefaction model for rapid response and loss Estimation. *Earthquake Spectra*, 31(3), 1813-1837. <https://doi.org/10.1193/121912eqs353m>.