

## **PEMODELAN AMBLASAN TANAH DI WILAYAH DKI JAKARTA BERDASARKAN KECEPATAN GELOMBANG GESER RATA-RATA HINGGA KEDALAMAN 30 METER ( $V_{s30}$ ) USGS**

### **LAND SUBSIDENCE MODELING IN THE JAKARTA METROPOLITAN AREA BASED ON AVERAGE SHEAR WAVE VELOCITY TO A DEPTH OF 30 METERS ( $V_{s30}$ ) FROM USGS**

**Sutiyono<sup>1</sup>, Aditya Setyo Rahman<sup>2</sup>, Rendinis<sup>1</sup> dan Maria Jovanka  
Mayske Agatha<sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah II Tangerang Selatan

<sup>2)</sup> Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta Pusat, DKI Jakarta, 10610

<sup>3)</sup> Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat, 16426

\*Email: aditya.rahman@bmet.go.id

#### **ABSTRAK**

Amblesan tanah merupakan salah satu fenomena geologi yang dapat menimbulkan kerusakan infrastruktur dan bangunan. Faktor-faktor yang mempengaruhi amblesan tanah antara lain sifat tanah, kondisi geologi, dan aktivitas manusia. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan amblesan tanah di wilayah DKI Jakarta berdasarkan kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter ( $V_{s30}$ ) USGS. Data  $V_{s30}$  diperoleh dari situs web USGS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa  $V_{s30}$  DKI Jakarta bervariasi mulai dari 188.303 m/s hingga 512.184 m/s. Wilayah yang memiliki  $V_{s30}$  terendah tersebar di Jakarta Utara (Koja dan Cilincing), Jakarta Pusat (Gambir), dan Jakarta Barat (Grogol, Petamburan, Cengkareng dan sebagian kecil wilayah Kalideres). Nilai  $V_{s30}$  tertinggi berada di daerah Penjaringan Utara dan Pademangan Utara. Berdasarkan nilai  $V_{s30}$ , wilayah DKI Jakarta dapat dibagi menjadi dua zona amblesan, yaitu zona amblesan rendah dan zona amblesan tinggi. Zona amblesan rendah meliputi wilayah Jakarta Utara (Koja dan Cilincing), Jakarta Pusat (Gambir), dan Jakarta Barat (Grogol, Tambora, Petamburan, Cengkareng dan sebagian kecil wilayah Kalideres). Nilai amblesan di zona ini berkisar antara 0.892 - 1.071 cm/tahun. Zona amblesan tinggi meliputi daerah Penjaringan Utara dan Pademangan Utara. Nilai amblesan di zona ini berkisar antara 4.018 - 6.94 cm/tahun.

Kata kunci: amblesan tanah,  $V_{s30}$  USGS, DKI Jakarta

#### **ABSTRACT**

Land subsidence is one of the geological phenomena that can cause damage to infrastructure and buildings. Factors that affect land subsidence include soil properties, geological conditions, and human activities. This study aims to model land subsidence in the DKI Jakarta area based on the average shear wave velocity up to a depth of 30 meters ( $V_{s30}$ ) from the USGS.  $V_{s30}$  data was obtained from the USGS website. The results of the study showed that  $V_{s30}$  in DKI Jakarta varies from 188.303 m/s to 512.184 m/s. The areas with the lowest  $V_{s30}$  are scattered in North Jakarta (Koja and Cilincing), Central Jakarta (Gambir), and West Jakarta (Grogol, Petamburan, Cengkareng, and a small part of Kalideres). The highest  $V_{s30}$  value is in the Penjaringan Utara and Pademangan Utara areas. Based on the  $V_{s30}$  value, the DKI Jakarta area can be divided into two subsidence zones, namely the low subsidence zone and the high subsidence

zone. The low subsidence zone includes the areas of North Jakarta (Koja and Cilincing), Central Jakarta (Gambir), and West Jakarta (Grogol, Tambora, Petamburan, Cengkareng, and a small part of Kalideres). The subsidence value in this zone ranges from 0.892 - 1.071 cm/year. The high subsidence zone includes the Penjaringan Utara and Pademangan Utara areas. The subsidence value in this zone ranges from 4.018 - 6.94 cm/year.

Keywords: *land subsidence, Vs30 USGS, DKI Jakarta*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia, negara yang terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik, merupakan salah satu negara yang paling rawan gempa bumi di dunia. Gempa bumi besar dapat menyebabkan kerusakan yang sangat parah, termasuk amblasnya tanah. Amblas tanah adalah penurunan permukaan tanah secara tiba-tiba yang disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah gempa bumi [1]. Amblas tanah dapat terjadi di berbagai jenis tanah, termasuk tanah keras dan tanah lunak [2]. Namun, tanah lunak lebih rentan terhadap amblas tanah akibat gempa bumi [3].

Kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ) adalah salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengestimasi kerentanan tanah terhadap amblas tanah [4].  $V_s$  adalah kecepatan perambatan gelombang geser di dalam tanah [5]. Tanah dengan  $V_s$  yang rendah lebih rentan terhadap amblas tanah akibat gempa bumi [6].

$V_{s30}$  adalah kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter [7].  $V_{s30}$  merupakan parameter yang digunakan secara luas untuk menilai kerentanan tanah terhadap amblas tanah.[8]

Wilayah DKI Jakarta merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang rawan terhadap gempa bumi. Penelitian ini menggunakan data kecepatan gelombang geser rata-rata

hingga kedalaman 30 meter ( $V_{s30}$ ) dari *United States Geological Survey* (USGS) untuk memodelkan amblasnya tanah di wilayah DKI Jakarta.  $V_{s30}$  di wilayah DKI Jakarta berkisar antara 100 hingga 600 m/s [9]. Nilai  $V_{s30}$  yang rendah menunjukkan bahwa tanah di wilayah DKI Jakarta rentan terhadap amblas tanah akibat gempa bumi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji potensi amblas tanah di wilayah DKI Jakarta berdasarkan nilai  $V_{s30}$ . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi spasial potensi amblas tanah di wilayah DKI Jakarta berdasarkan nilai  $V_{s30}$ .

### 1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu:

- Mengetahui sebaran nilai  $V_{s30}$  di wilayah DKI Jakarta.
- Menganalisis potensi amblas tanah di wilayah DKI Jakarta.

### 1.3 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam mengidentifikasi daerah rawan amblas tanah dan Mengembangkan strategi mitigasi bencana gempa bumi. Berdasarkan manfaat-manfaat tersebut, maka pemodelan amblas tanah di wilayah DKI Jakarta berdasarkan kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter ( $V_{s30}$ ) USGS merupakan upaya penting dalam upaya mitigasi bencana gempa bumi.

## 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup meliputi beberapa tahapan untuk perhitungan dan pemetaan sebaran potensi amblasen tanah di wilayah DKI Jakarta. Ruang lingkup tersebut yaitu:

- Menentukan unit analisis, yaitu Provinsi DKI Jakarta.
- Menentukan nilai VS30 dari USGS.
- Menghitung potensi amblasen tanah.
- Membuat peta potensi amblasen tanah di wilayah DKI Jakarta.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Amblasen Tanah

Amblasen tanah adalah penurunan tanah secara vertikal yang disebabkan oleh hilangnya kekuatan tanah akibat adanya beban tambahan, pengurangan tekanan pori, atau pelapukan tanah. Amblasen tanah dapat terjadi di berbagai lokasi, baik di daerah perkotaan, pedesaan, maupun di daerah perbukitan [10].

#### Penyebab Amblasen Tanah

Penyebab amblasen tanah dapat dikelompokkan menjadi dua [11], yaitu:

- Penyebab alami, seperti hujan deras, pengurangan muka air tanah, pelapukan tanah, dan getaran gempa bumi.
- Penyebab buatan manusia, seperti penggalian tanah, pembuatan bangunan, pembuangan limbah, dan pengisian tanah.

#### Jenis Amblasen Tanah

Berdasarkan penyebabnya, amblasen tanah dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

- Amblasen tanah akibat hujan [12], disebabkan oleh infiltrasi air hujan yang berlebihan ke dalam tanah. Air hujan yang masuk ke dalam tanah

akan menambah tekanan pori, sehingga kekuatan tanah berkurang.

- Amblasen tanah akibat pengurangan muka air tanah [13], disebabkan oleh pengambilan air tanah yang berlebihan. Pengurangan muka air tanah akan menyebabkan tekanan pori berkurang, sehingga kekuatan tanah berkurang.

- Amblasen tanah akibat pelapukan tanah, disebabkan oleh proses pelapukan tanah yang menyebabkan berkurangnya kekuatan tanah [14].

- Amblasen tanah akibat getaran, disebabkan oleh getaran yang terjadi akibat aktivitas manusia, seperti gempa bumi, ledakan, atau lalu lintas [15].

### 2.2. Vs30 USGS

Vs30 adalah singkatan dari *shear wave velocity at 30 meters depth*, yaitu kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter. Vs30 merupakan salah satu parameter penting dalam analisis bahaya gempa bumi, karena digunakan untuk menghitung amplitudo gelombang gempa bumi yang sampai di permukaan tanah.

Vs30 dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis batuan, struktur geologi, dan kandungan air. Jenis batuan yang bersifat keras dan padat akan memiliki Vs30 yang lebih tinggi, sedangkan batuan yang bersifat lunak dan porus akan memiliki Vs30 yang lebih rendah [16]. Struktur geologi yang kompleks, seperti patahan dan sesar, juga dapat mempengaruhi Vs30 [17]. Kandungan air dalam tanah juga dapat menurunkan Vs30 [18].

USGS (*United States Geological Survey*) mengembangkan metode untuk menghitung Vs30 dari *slope* pencitraan satelit. Metode ini

menggunakan data *slope* yang diperoleh dari citra satelit Landsat 8. Data *slope* kemudian diolah menggunakan algoritma yang telah dikembangkan oleh USGS.

Metode ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain dapat digunakan untuk wilayah yang sulit dijangkau, seperti wilayah pegunungan dan hutan, dapat digunakan untuk wilayah yang luas dan dapat digunakan untuk wilayah yang datanya terbatas.

Namun, metode ini juga memiliki beberapa keterbatasan, antara lain akurasi perhitungan  $V_{s30}$  tergantung pada kualitas data *slope* dan metode ini tidak dapat digunakan untuk wilayah yang memiliki struktur geologi yang kompleks.

### 2.3. Metodologi Menghitung Amblasan Tanah

Amblasan tanah pada penelitian ini didasarkan pada pendekatan matematis yang bersesuaian dengan persamaan (1) [19].

$$Ambrol = 0.0025 \times (V_{s30})^2 \quad (1)$$

### 2.4. SNI 03-1726:2019

SNI 03-1726:2019 adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berjudul "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung". SNI ini diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) pada tanggal 17 Desember 2019 [20]. SNI ini berlaku efektif mulai tanggal 1 Februari 2022.

Untuk menentukan klasifikasi jenis tanah berdasarkan  $V_{s30}$  dapat digunakan tabel konversi SNI 03-1726:2019, sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel SNI 03-1726:2019.

Kelas Situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (KPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	> 50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan tanah lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut: 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ 2. Kadar air ( $w$ ) $\geq 40\%$ , dan 3. Kuat geser tak terdrainase		

SNI 03-1726:2019 merupakan SNI yang penting untuk diterapkan dalam perencanaan bangunan gedung dan nongedung di Indonesia. SNI ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan bangunan terhadap gempa, sehingga dapat melindungi jiwa dan harta benda dari bahaya gempa.

## 3. Pengolahan Data

### 3.1 Data

Data ini berupa data sekunder hasil pencitraan satelit berupa nilai  $V_{s30}$  berformat .tif [21].

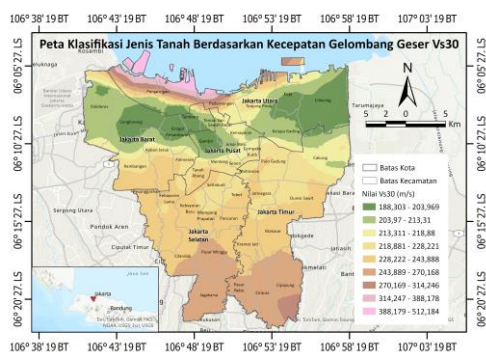
### 3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data untuk memperoleh nilai Vs30 dan potensi amblesan tanah wilayah Jakarta menggunakan perangkat ilmiah berbasis sistem informasi geografik yaitu ArcGIS. Sesuai dengan ketersediaan data Vs30 yang diperoleh, maka diperoleh Peta Klasifikasi Jenis Tanah Berdasarkan Vs30 dan Peta Amblesan. Tahapan pertama yang yaitu mengunduh data Vs30 seluruh dunia melalui internet berformat .tif kemudian di running pada perangkat lunak ArcGIS untuk merubah format dari data raster menjadi data vektor. Selanjutnya, raster data yang sudah menjadi data vektor di pilih hanya untuk daerah DKI Jakarta dan di *export* ke dalam format .xls. Kemudian hasil Vs30 tersebut dimasukan pada persamaan (1) sehingga didapatkan nilai potensi amblesan DKI Jakarta (cm/tahun) yang selanjutnya dibuat peta sebaran potensinya menggunakan perangkat lunak ArcGIS.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Vs30

Penelitian Vs30 ini dilakukan berdasarkan hasil pengamatan satelit terhadap *slope* di daerah DKI Jakarta yang terletak pada 6.17539°S – 106.82715°E secara geografis. Lokasi penelitian berjarak 1 km setiap titik pengamatan.



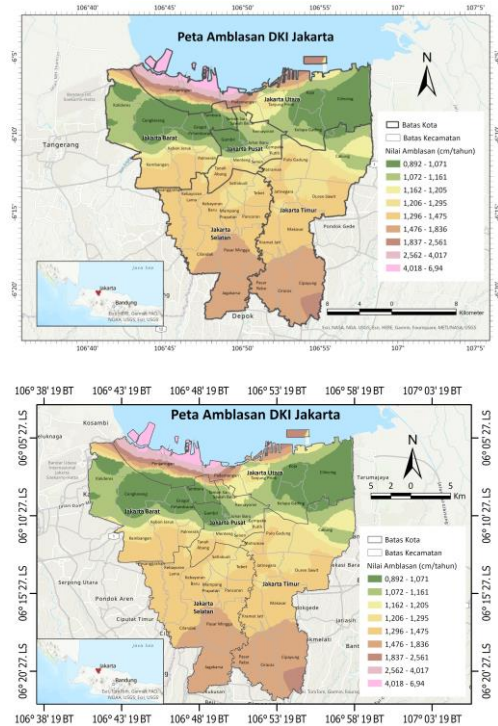
**Gambar 1.** Peta klasifikasi jenis tanah berdasarkan Vs30 USGS.

Berdasarkan Gambar 1, sebagian besar wilayah DKI Jakarta memiliki tanah yang tergolong sedang hingga keras. Hal ini dapat dilihat dari nilai Vs30 yang bervariasi antara 188.303 m/s - 512.184 m/s. Nilai Vs30 yang rendah mengindikasikan tanah yang lunak, sedangkan nilai Vs30 yang tinggi mengindikasikan tanah yang keras.

Berdasarkan Tabel 1, nilai Vs30 antara 175 - 350 m/s memiliki kelas situs D, sedangkan nilai Vs30 antara 350 - 750 m/s memiliki kelas situs C. Hal ini berarti sebagian besar wilayah DKI Jakarta memiliki kelas situs jenis D, yaitu tanah sedang.

### 4.2. Ambalasan Tanah

Pada penelitian ini, untuk menentukan potensi amblesan tanah di daerah DKI Jakarta didasarkan pada persamaan (1) dan didapatkan hasil seperti Gambar 2.



**Gambar 2.** Peta amblasan tanah DKI Jakarta

Wilayah DKI Jakarta dapat dibagi menjadi dua zona amblasan berdasarkan nilai Vs30, yaitu zona amblasan rendah dan zona amblasan tinggi. Zona amblasan rendah meliputi wilayah Jakarta Utara (Koja dan Cilincing), Jakarta Pusat (Gambir), dan Jakarta Barat (Grogol, Tambora, Petamburan, Cengkareng, dan sebagian Kalideres). Nilai amblasan di zona ini berkisar antara 0,892 hingga 1,071 cm per tahun. Zona amblasan tinggi meliputi daerah Penjaringan Utara dan Pademangan Utara. Nilai amblasan di zona ini berkisar antara 4,018 hingga 6,94 cm per tahun.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis nilai Vs30 di wilayah DKI Jakarta, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar wilayah DKI Jakarta memiliki tanah yang tergolong sedang hingga keras. Hal ini dapat dilihat dari nilai Vs30 yang bervariasi antara 188.303 m/s hingga 512.184 m/s. Nilai Vs30 yang

rendah mengindikasikan tanah yang lunak, sedangkan nilai Vs30 yang tinggi mengindikasikan tanah yang keras.

Secara lebih spesifik, wilayah DKI Jakarta dapat dibagi menjadi dua zona amblasan berdasarkan nilai Vs30, yaitu zona amblasan rendah dan zona amblasan tinggi. Zona amblasan rendah meliputi wilayah Jakarta Utara (Koja dan Cilincing), Jakarta Pusat (Gambir), dan Jakarta Barat (Grogol, Tambora, Petamburan, Cengkareng, dan sebagian Kalideres). Nilai amblasan di zona ini berkisar antara 0,892 hingga 1,071 cm per tahun. Zona amblasan tinggi meliputi daerah Penjaringan Utara dan Pademangan Utara. Nilai amblasan di zona ini berkisar antara 4,018 hingga 6,94 cm per tahun.

## Ucapan Terima Kasih

Apresiasi setinggi-tingginya untuk rekan-rekan BMKG Pusat dan rekan dalam penelitian ini atas kerjasamanya dan dukungannya dalam melakukan survei dan akuisisi data guna terpenuhinya penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- [1] Iwasaki, T., & Tokimatsu, K. (1982). Soil Liquefaction and Its Evaluation. *Soils and Foundations*. 22(1). 1-18.
- [2] Seed, H. B., Idriss, I. M., & Arango, I. (1983). Evaluation of Soil Liquefaction Potential Using Field Performance Data. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*. 109(9). 1119-1136.
- [3] Seed, H. B., & Idriss, I. M. (1971). Soil Liquefaction and Earthquake Engineering. Berkeley, CA: *Earthquake Engineering Research Center*. University of California.

- [4] Seed, H. B., Tokimatsu, K., Harder, L. F., & Chung, R. M. (1985). Evaluation of Liquefaction Potential Using SPT and CPT Results. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*. 111(10), 1425-1445.
- [5] Hardin, B. O., & Drnevich, L.P. (1972). Shear Modulus and Damping in Soils: Measurement and Parameter Evaluation. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*. 98(6). 617-653.
- [6] Idriss, I. M., & Seed, H. B. (1976). Soil Liquefaction and Its Evaluation. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*. 102(9). 997-1018.
- [7] Seed, H. B., Idriss, I. M., & Barret, R. K. (1978). Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*. 104(9). 997-1018.
- [8] Idriss, I. M., & Boulanger, R. W. (2008). Soil Liquefaction During Earthquakes. *Earthquake Engineering Research Institute*.
- [9] USGS. (2023). Vs30 Database. Washington, DC: USGS.
- [10] Susanto, R.D., Suparwoto, A.R., & Widyastuti, N.A. (2016). Karakterisasi amblesan tanah berdasarkan analisis data. *Jurnal Geologi Indonesia*. 31(2). 125-134. doi:10.17076/jgi.2016.v31i2.350.
- [11] Gofar, N., & Pohan, Y. E. (2018). Kajian Faktor-Faktor Penyebab Amblesan Tanah di Kota Medan. *Jurnal Geodesi*. 25(2). 115-126.
- [12] Angga Pradipta, D., & Sulisty, B. (2022). Pengaruh curah hujan terhadap potensi tanah ambles di Kabupaten Tangerang. *Jurnal Teknik Sipil*. 1(1). 45-52.
- [13] Sari, Tri Wahyuni, et al. (2022). Fenomena Amblasan Lahan Akibat Beban Infrastruktur (Studi Kasus Desa Kaligawe dan Sekitarnya). *Jurnal Ilmiah Geoscience* 27(1): 1-10.
- [14] Yusrizal. (2019). Amblasan Tanah di Kawasan Gambut. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(1): 1-10.
- [15] Rahman, M. A., Irfan, M., & Nurhayati, R. (2017). Pengaruh getaran tanah akibat peledakan terhadap kemantapan lereng tambang air laya selatan PT Bukit Asam (Persero) Tbk. *Jurnal Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung*. 11(1). 1-9.
- [16] Anbazhagan, P., & Sitharam, T. G. (2013). Shear wave velocity and its relationship with soil properties. *International Journal of Geotechnical Engineering*. 7(3). 273-282.
- [17] Hanks, T. C., & Kanamori, H. (1979). A moment magnitude scale. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. 84 (B5). 2348-2350. <https://doi.org/10.1029/JB084iB05p02348>
- [18] Imai, T., & Tonouchi, K. (1982). Correlation of N-value with S-wave velocity and shear modulus. *Soils and Foundations*. 22(2). 72-87.

- [19] Seed, R. B., Idriss, I. M., Makdisi, F. F., Seed, H. B., dan Tokimatsu, K. (1973). The influence of soil conditions on ground motions during earthquakes. *CA: Earthquake Engineering Research Center, University of California.*
- [20] Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2019). SNI 03-1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung dan nongedung. Jakarta: BSN.
- [21] <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/science/vs30-models-and-data>. (diakses pada 3 Januari 2024).