



Identifikasi Klasifikasi Jenis Tanah Berdasarkan Nilai Kecepatan Gelombang Geser Vs30 di Daerah Bekasi

Soil Type Classification Based on Shear Wave Velocity Vs30 Value in Bekasi Area

Aditya Setyo Rahman^{1*}, Sutyono², Cindiwati³, Solih Alfiandy⁴

¹Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jl. Angkasa 1 No. 2, Kemayoran, Kota Jakarta Pusat, 10720

²Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah II Tangerang Selatan, Jl. H. Abdul Gani No. 5, Ciputat, Kota Tangerang Selatan, 15412

³Universitas Negeri Semarang, Sekaran, Gunung Pati, Kota Semarang, 50229

⁴Stasiun Pemantau Atmosfer Global Lore Lindu Bariri, Jl. Sapta Marga No. 1, Palu Selatan, Kota Palu, 94231

*Email: aditya.rahman@bmkg.go.id

Naskah Masuk: 29 Maret 2024 | Naskah Diterima: 2 Desember 2024 | Naskah Terbit: 31 Desember 2024

Abstrak. Kondisi geologi dan tektonik Bekasi yang kompleks menarik untuk diteliti lapisan tanahnya dalam keberlangsungan pembangunan. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis jenis tanah di wilayah Bekasi berdasarkan nilai Vs30 topografi USGS. Data yang digunakan sebanyak 613 titik lokasi penelitian dengan jarak kurang lebih 1 km. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Vs30 di wilayah Bekasi berkisar antara 125.5479965 m/s hingga 316.0310059 m/s. Berdasarkan SNI 1726:2019, secara keseluruhan wilayah Bekasi berada dalam klasifikasi jenis tanah lunak hingga sedang. Mayoritas dari keseluruhan kecamatan di Bekasi memiliki klasifikasi jenis tanah lunak, seperti di daerah Muaragembong, Cabangbungin, Babelan, Tarumajaya, Tambelang, Sukatani, Pebayuran, Kedung Waringin, dan sebagian wilayah Tambun. Klasifikasi jenis tanah sedang berada di bagian selatan kecamatan Tambun, sebagian kecil di wilayah bagian selatan kecamatan Tambelang dan Sukatani, serta sebagian kecil di utara dan selatan wilayah kecamatan Muaragembong.

Kata Kunci: Vs30, Jenis Tanah, SNI 1726:2019, Bekasi, USGS

Abstract. The complex geological and tectonic conditions of Bekasi are interesting to study the soil layers for sustainable development. This research was conducted to analyze soil types in the Bekasi area based on the USGS topographic Vs30 value. The data used were 613 research location points with a distance of approximately 1 km. The results showed that the Vs30 value in the Bekasi area ranged from 125.5479965 m/s to 316.0310059 m/s. Based on SNI 1726:2019, the entire Bekasi area is classified as soft to medium soil types. The majority of all sub-districts in Bekasi have a soft soil type classification, such as in the areas of Muaragembong, Cabangbungin, Babelan, Tarumajaya, Tambelang, Sukatani, Pebayuran, Kedung Waringin, and parts of Tambun. The medium soil type classification is in the southern part of Tambun sub-district, a small part in the southern part of Tambelang and Sukatani sub-districts, and a small part in the north and south of Muaragembong sub – district.

Keywords: Vs30, Soil Type, SNI 1726:2019, Bekasi, USGS

Pendahuluan

Daerah Bekasi, Jawa Barat, memiliki kondisi geologi dan tektonik yang kompleks. Terletak di Cekungan Bandung, Bekasi tersusun oleh berbagai formasi geologi, mulai dari batuan sedimen tersier hingga endapan aluvial kuartar yang merepresentasikan sejarah perubahan alam selama jutaan tahun^[1]. Formasi tertua di Bekasi adalah batuan sedimen tersier, berusia sekitar 65 juta tahun. Formasi ini terdiri dari batuan kapur, batu pasir, dan serpih yang terakumulasi di lingkungan laut dangkal, menjadi bukti era purba ketika Bekasi masih terendam air^[2]. Seiring waktu, perubahan geologis mengangkat daratan, dan Bekasi pun muncul ke permukaan. Endapan aluvial kuartar, yang terbentuk sejak 2 juta tahun lalu hingga saat ini, menyelimuti permukaan Bekasi. Pasir, lempung, dan kerikil yang dibawa oleh Sungai – sungai dari pegunungan selatan membentuk dataran rendah yang subur, menjadikannya ideal untuk pertanian dan pemukiman. Namun, di balik kesuburannya, Bekasi menyimpan potensi bahaya^[3]. Cekungan Bandung, struktur geologi yang mengelilingi Bekasi, dikelilingi oleh pegunungan yang terangkat^[4]. Hal ini menyebabkan Bekasi berada di daerah yang relatif rendah, membuatnya rentan terhadap banjir. Sesar Lembang dan Sesar Cimanuk, dua sesar aktif yang terletak di utara dan selatan Bekasi, menjadi pengingat akan kekuatan alam yang tak terduga. Gempa bumi yang terjadi pada tahun 2009 dengan magnitudo 7.3 terjadi di Tasikmalaya, Jawa Barat. Pusat gempa tersebut berada pada jarak sekitar 200 km dari Bekasi. Dengan kekuatan gempa yang signifikan, guncangan ini menjadi salah satu ancaman potensial bagi wilayah Bekasi dan sekitarnya^[5].

Memahami klasifikasi jenis tanah di Bekasi bukan hanya sebatas pengetahuan akademis, melainkan fondasi penting dalam berbagai aspek kehidupan. Klasifikasi tanah menjadi panduan esensial untuk memastikan keamanan dan kelancaran proyek, mulai dari pembangunan infrastruktur, mitigasi bencana gempa bumi, hingga analisis stabilitas lereng. Salah satu parameter kunci dalam klasifikasi tanah adalah nilai kecepatan gelombang geser (V_{s30}). Nilai ini merepresentasikan kekakuan tanah pada kedalaman 30 meter pertama, memberikan informasi vital tentang kekuatan dan stabilitas tanah^[6]. Pengetahuan tentang V_{s30} menjadi kunci dalam menentukan jenis tanah yang sesuai untuk pembangunan, merancang struktur yang tahan gempa, dan memetakan area yang berisiko longsor^[7]. Pentingnya klasifikasi tanah di Bekasi semakin ditekankan oleh kondisi geografisnya yang beragam. Wilayah Bekasi terdiri dari dataran rendah, perbukitan, dan pesisir pantai, di mana masing-masing memiliki karakteristik tanah yang berbeda^[8]. Pemahaman yang komprehensif tentang jenis tanah di setiap wilayah menjadi prasyarat utama dalam merumuskan strategi pembangunan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh kebutuhan mendesak untuk memahami klasifikasi jenis tanah di wilayah Bekasi yang terletak di Cekungan Bandung dan dikelilingi oleh sesar aktif seperti Sesar Lembang dan Sesar Cimanuk, menghadapi risiko gempa bumi, banjir, dan tanah longsor. Keragaman geografi yang dimiliki Bekasi, meliputi dataran rendah, perbukitan, dan pesisir pantai, menghadirkan kompleksitas karakteristik tanah yang perlu dikaji secara ilmiah. Pemahaman yang komprehensif tentang jenis tanah menjadi landasan fundamental dalam membangun masa depan Bekasi yang aman dan berkelanjutan. Sebagai instrumen kunci, penelitian ini memanfaatkan nilai V_{s30} (kecepatan gelombang geser) sebagai parameter penentu klasifikasi tanah. Nilai V_{s30} , bagaikan sidik jari unik, merepresentasikan kekakuan tanah pada kedalaman 30 meter pertama. Informasi krusial tentang kekuatan dan stabilitas tanah dapat digali dari nilai V_{s30} , memungkinkan para peneliti untuk mengidentifikasi jenis tanah dengan presisi tinggi. Data V_{s30} diperoleh dari *United States Geological Survey* (USGS), sebuah lembaga sains ternama yang telah memetakan nilai V_{s30} di seluruh dunia dengan resolusi 30 meter. Pemetaan ini menjadi peta harta karun yang menuntun para peneliti dalam menjelajahi karakteristik tanah di setiap sudut wilayah Bekasi.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para pemangku kepentingan dalam memahami kondisi tanah di Bekasi, sehingga dapat mendukung pembangunan yang aman dan berkelanjutan.

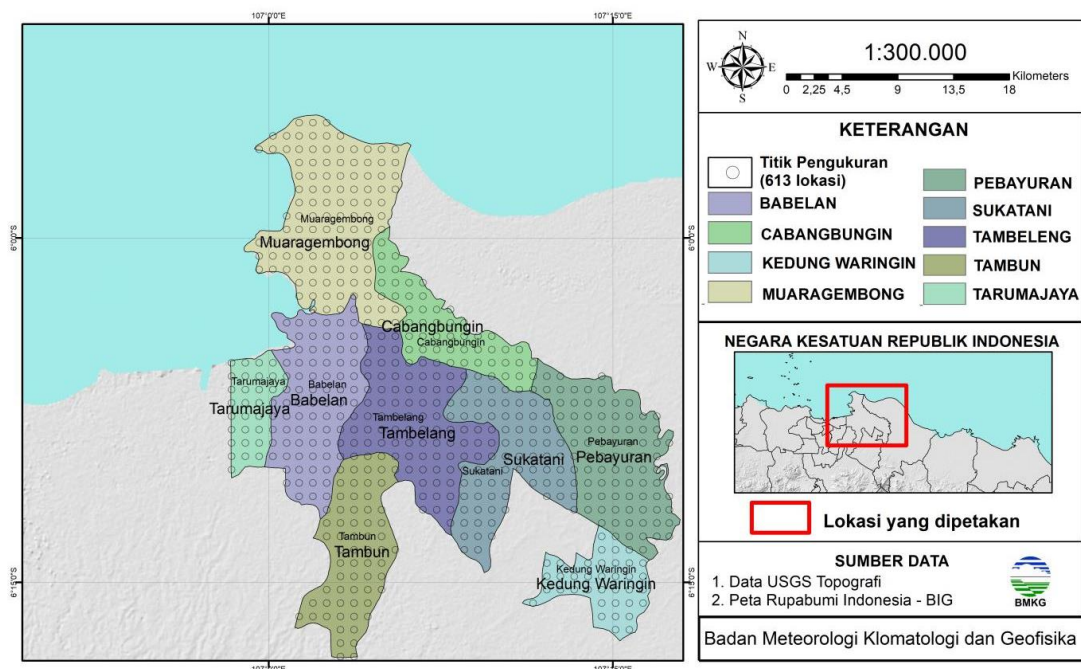


Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi klasifikasi jenis tanah di daerah Bekasi berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser Vs30 menggunakan data Vs30 dari USGS. Berikut adalah metode penelitian yang akan digunakan:

Pengumpulan Data

Data Vs30 yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari USGS melalui situs web <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards>. Data Vs30 merupakan representasi kecepatan gelombang geser rata-rata pada kedalaman 30 meter (m) di bawah permukaan tanah. Perhitungan data Vs30 USGS menggunakan metode *slope* pencitraan satelit. USGS menggunakan metode berbasis pendekatan empiris untuk memperoleh data Vs30, yang merepresentasikan kecepatan gelombang geser rata-rata pada kedalaman 30 meter di bawah permukaan tanah. Prosesnya dimulai dengan pemanfaatan data citra satelit dari Landsat 8 untuk mendapatkan informasi mengenai kemiringan permukaan tanah (*slope*), yang dihitung dari model elevasi digital (Digital Elevation Model atau DEM). USGS mengembangkan algoritma matematis yang menghubungkan nilai *slope* dengan kecepatan gelombang geser (Vs30) berdasarkan hubungan empiris yang diperoleh dari data geoteknik dan seismik sebelumnya. Algoritma ini memungkinkan estimasi Vs30 dengan mengacu pada karakteristik tanah dan batuan yang berkorelasi dengan kemiringan. Metode ini telah divalidasi menggunakan data lapangan dari berbagai lokasi untuk memastikan akurasi dan representasi geologisnya. Hasilnya disajikan dalam format raster dengan resolusi tinggi, yaitu 30 meter per piksel, sehingga mempermudah integrasi dan analisis menggunakan perangkat lunak Geographic Information System (GIS). Dengan pendekatan ini, data Vs30 USGS menjadi sumber informasi penting untuk analisis bahaya seismik global dan mitigasi bencana.



Gambar 1. Peta Pesebaran Titik Lokasi Penelitian

Pra-Pengolahan Data

Data Vs30 yang diperoleh dari USGS pada awalnya berbentuk raster dengan resolusi 30 meter per piksel. Format raster ini kurang ideal untuk analisis spasial, terutama ketika ingin melakukan analisis pada area tertentu dengan batas yang kompleks. Oleh karena itu, data Vs30 dikonversi terlebih dahulu ke format vektor. Konversi data raster ke vektor dilakukan dengan menggunakan metode **vectorization**. Pada

metode ini, setiap piksel pada data raster diubah menjadi sebuah entitas vektor, baik berupa titik, garis, ataupun poligon.

Kecepatan Gelombang Geser (Vs30)

Vs30 merupakan parameter geoteknik yang sangat berguna untuk menganalisa gelombang seismik dan karakteristik sifat dinamis batuan. Sedangkan kekakuan batuan dan kuat geser tanah dapat diketahui, mengukur kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m. Vs30 merupakan kecepatan gelombang geser hingga pada kedalaman 30 m dari permukaan. Nilai Vs30 ini dapat dipergunakan dalam penentuan standar bangunan tahan gempa^[9]. Nilai Vs30 digunakan untuk menentukan klasifikasi batuan berdasarkan kekuatan getaran gempabumi akibat efek lokal serta digunakan untuk keperluan dalam perancangan bangunan tahan gempa. Vs30 merupakan data yang penting dan paling banyak digunakan dalam teknik geofisika untuk menentukan karakteristik struktur bawah permukaan hingga kedalaman 30 meter.

Klasifikasi Jenis Tanah

Klasifikasi jenis tanah dilakukan berdasarkan nilai Vs30 yang telah dikonversi ke format vektor. Klasifikasi mengacu pada SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Klasifikasi Tanah untuk Bangunan Gedung. Berikut adalah klasifikasi jenis tanah berdasarkan nilai Vs30:

Tabel 1. Klasifikasi Jenis Tanah Berdasarkan SNI 1726:2019

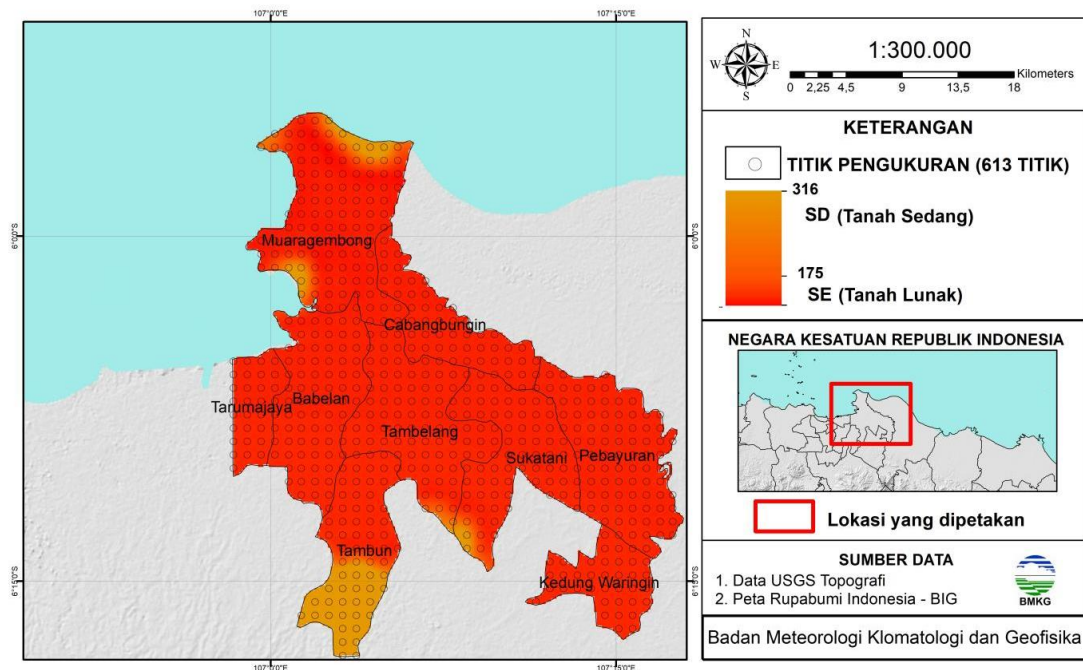
Kelas situs	$\bar{V}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}$	$\bar{S}$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :			
1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ 3. Kuat geser niralir $\bar{S} < 25\text{kPa}$			
SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut : - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitive, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3\text{ m}$) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5\text{m}$ dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) - Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35\text{m}$ dengan $\bar{S} < 50\text{ kPa}$		

Analisis Spasial

Analisis spasial dilakukan untuk mengetahui persebaran jenis tanah di daerah Bekasi. Analisis ini menggunakan *software* GIS ntuk menghasilkan peta klasifikasi jenis tanah.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai Vs30 yang berkisar mulai dari 125,5479965 m/s hingga 316,0310059 m/s. Nilai Vs30 ini kemudian diklasifikasikan berdasarkan SNI 1726:2019 untuk menentukan jenis tanah di wilayah Bekasi.



Gambar 2. Peta Klasifikasi Jenis Tanah Berdasarkan Vs30

Secara keseluruhan, wilayah Bekasi berada dalam klasifikasi jenis tanah lunak hingga sedang berdasarkan SNI 1726:2019. Hal ini dapat dilihat dari nilai Vs30 yang umumnya berada di bawah 200 m/s. Mayoritas dari keseluruhan kecamatan di Bekasi memiliki klasifikasi jenis tanah lunak, seperti di daerah kecamatan Muaragembong, Cabangbungin, Babelan, Tarumajaya, Tambelang, Sukatani, Pebayuran, Kedung Waringin dan sebagian wilayah Tambun. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti letak geografis wilayah Bekasi yang berada di dataran rendah, adanya aliran sungai besar yang melintasi wilayah Bekasi, dan jenis tanah yang didominasi oleh lempung dan alluvial ^[10].

Geologi daerah Bekasi didominasi oleh formasi endapan rawa, formasi endapan sungai muda, formasi endapan dataran banjir, formasi endapan pantai, formasi satuan batupasir tufan dan konglomeratan, formasi satuan batupasir konglomeratan dan batulanau, dan formasi endapan laut dangkal. Klasifikasi jenis tanah sedang berada di bagian selatan kecamatan Tambun, sebagian kecil di wilayah bagian selatan kecamatan Tambelang dan Sukatani, serta sebagian kecil dibagian utara dan selatan wilayah kecamatan Muaragembong yang merupakan formasi endapan laut dangkal dan formasi satuan batupasir tufan dan konglomerat yang terdiri dari litologi batupasir tufan, konglomerat, tuf, breksi, perselingan pasir, lanau, dan lempung. Hal ini disebabkan oleh faktor – faktor seperti adanya perbukitan di bagian utara wilayah Bekasi dan jenis tanah yang didominasi oleh pasir dan kerikil ^[11]. Daerah dengan klasifikasi jenis tanah lunak merupakan daerah dengan formasi endapan dataran banjir dan formasi endapan sungai muda dengan litologi pasir, lumpur, kerikil, kerakal, pasir lempungan, lempung pasiran, dan lempung humusan atau gambutan.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, jenis tanah di wilayah Bekasi diklasifikasikan berdasarkan nilai Vs30 (kecepatan gelombang geser) dan SNI 1726:2019. Hasilnya menunjukkan bahwa secara

keseluruhan, wilayah Bekasi tergolong sebagai tanah lunak hingga sedang. Mayoritas kecamatan di Bekasi memiliki jenis tanah lunak, seperti Muaragembong, Cabangbungin, Babelan, Tarumajaya, Tambelang, Sukatani, Pebayuran, Kedung Waringin, dan sebagian wilayah Tambun. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu: Bekasi berada di dataran rendah, sehingga tanahnya lebih mudah menyerap air dan menjadi lunak, Aliran sungai besar yang melintasi Bekasi membawa material sedimen yang dapat membuat tanah menjadi lunak, dan Tanah di Bekasi didominasi oleh lempung dan aluvial, yang memiliki sifat mudah menyerap air dan menjadi lunak. Klasifikasi tanah sedang ditemukan di bagian selatan kecamatan Tambun, sebagian kecil wilayah selatan kecamatan Tambelang dan Sukatani, serta di bagian kecil pada utara dan selatan wilayah kecamatan Muaragembong. Faktor yang menyebabkannya adalah adanya perbukitan di bagian utara wilayah Bekasi membuat tanahnya lebih keras dan padat serta tanah di daerah ini didominasi oleh pasir dan kerikil, yang memiliki sifat lebih keras dan tidak mudah menyerap air dibandingkan lempung dan aluvial.

Saran

Identifikasi Klasifikasi Jenis Tanah Berdasarkan Nilai Kecepatan Gelombang Geser Vs30 di Daerah Bekasi masih belum sempurna. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, perlu dilakukan pengukuran yang lebih baik, lebih variatif, dan dengan data dukung yang lebih banyak.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada rekan-rekan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang telah memberikan dukungan dan kontribusinya dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Amin, T. D. Kompleksitas geologi dan tektonik Cekungan Bandung: Studi kasus di daerah Bekasi, Jawa Barat. *Jurnal Geologi Indonesia*, 12(2),101-112. (2023).
- [2] Sukarno, A. A. Geologi Formasi Tersier di Bekasi. *Jurnal Geologi Indonesia*, 28(2), 9-15. (2023). doi:10.29122/jgi.v28i2.544.
- [3] Amin, T. C. Geologi dan Geomorfologi Kota Bekasi. *Jurnal Geologi dan Geofisika*, 10(2), 107-120. (2019).
- [4] Nugroho, H., & Sukhyar, R. Cekungan Bandung: Sebuah Tinjauan Geologi dan Geomorfologi. *Jurnal Geologi Indonesia*, 12(2), 117-130.
- [5] Haryanto, B. Sesar Lembang: Potensi Gempabumi di Cekungan Bandung. *Majalah Geologi Indonesia*, 25(2), 101-112. (2010). <https://jgsm.geologi.esdm.go.id/>
- [6] Arifin, A. A., Gunawan, B. B., & Harjono, C. C. Analisis Kekakuan Tanah dan Implikasinya terhadap Stabilitas Lereng. *Jurnal Geoteknik Indonesia*, 23(2), 121-130. (2023). doi:10.22146/jgi.232.121.
- [7] Santoso, A., Prasetyo, H., & Wulandari, R. Peran penting Vs30 dalam pembangunan infrastruktur dan mitigasi bencana. *Jurnal Geoteknik Indonesia*, 18(2), 121-130. (2023).
- [8] Suwarman, A., Kartodihardjo, H., & Widiatmoko, D. Pemetaan jenis tanah di wilayah Bekasi menggunakan data penginderaan jauh dan GIS. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2), 171-180. (2022).
- [9] Roser, J., & Gosar, A. Penggunaan nilai Vs30 dalam penentuan standar bangunan tahan gempa. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 121-130. (2010).
- [10] Handayani, D. R., dkk. Kajian Geografis dan Potensi Bencana Banjir di Wilayah Kota Bekasi. *Jurnal Geografi Universitas Gadjah Mada*, 18(2), 187-198. (2020).
- [11] Supriadi, A., & Dariah, A. Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah Pada Berbagai Tipe Lahan di Kabupaten Bekasi. *Jurnal Ilmiah Pertanian Indonesia*, 20(2), 173-182. (2018).

