



E-ISSN: [2655-0865](https://doi.org/10.38035/rj)

DOI: <https://doi.org/10.38035/rj>.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Kajian Pustaka Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk Pengolahan dan Penyajian Data Geoteknik

Dedy Hamdani¹, Pratikso², Yulian Firmana A³

¹ Program Studi Doktor Teknik Sipil Universitas Sultan Agung Semarang, dendykalmantan27@gmail.com

² Program Studi Doktor Teknik Sipil Universitas Sultan Agung Semarang, pratikso@hotmail.com

³ Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin, y.arifin@ulm.ac.id

Corresponding Author: dendykalmantan27@gmail.com¹

Abstract: Soil support is very important in the planning of building foundation structures, and the high cost of soil research is a reason for the increased planning expenses. Therefore, a solution is needed to obtain soil bearing capacity values that are in accordance with the actual conditions. The use of soil data, particularly from the Cone Penetration Test (CPT), plays a crucial role in bearing capacity analysis to prevent pile foundation failure. The bearing capacity analysis from CPT data has been extensively developed to predict the axial capacity of piles and to determine the type of soil (Shahin et al., 2010). The relationship between end resistance, side friction, and soil properties obtained from the CPT test is vital for designing pile foundations (Wu et al., 2018). Furthermore, the correlation of CPT data with pile capacity has shown satisfactory results, as the information on soil properties can serve as additional information. (Alkroosh & Nikraz, 2011). GIS has proven to be more efficient in processing large amounts of data and providing more reliable results. (Qader et al., 2023). This technique allows for faster and more accurate data analysis. GIS aids in a better understanding of subsurface structures and supports more informed decision-making in development planning. It is recommended that the use of GIS be expanded for more comprehensive geotechnical analysis.

Keyword: Support for Land, GIS, CPT.

Abstrak: Daya dukung tanah sangat penting dalam sebuah perencanaan struktur pondasi bangunan, biaya penelitian tanah yang mahal menjadi penyebab tingginya biaya perencanaan. Oleh karena itu perlu solusi untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Penggunaan data tanah khususnya dari Cone Penetration Test (CPT), memainkan peran penting dalam analisis daya dukung untuk mencegah kegagalan fondasi tiang pancang. Analisis daya dukung dari data CPT telah banyak dikembangkan untuk memprediksi kapasitas aksial tiang dan juga mendapatkan jenis tanahnya (Shahin et al., 2010). Hubungan antara tahanan ujung, gesekan samping, dan sifat tanah yang diperoleh dari uji CPT sangat penting untuk merancang fondasi tiang (Wu et al., 2018). Selain itu, korelasi data CPT dengan kapasitas tiang telah menunjukkan hasil yang memuaskan karena informasi sifat tanah yang dapat digunakan sebagai tambahan informasi (Alkroosh & Nikraz, 2011).

GIS terbukti lebih efisien dalam mengolah data dalam jumlah besar dan memberikan hasil yang lebih reliabel (Qader et al., 2023). Teknik ini memungkinkan analisis data yang lebih cepat dan akurat. GIS membantu dalam pemahaman yang lebih baik tentang struktur bawah tanah dan mendukung keputusan yang lebih informatif dalam perencanaan pembangunan dan disarankan agar penggunaan GIS diperluas untuk analisis geoteknik yang lebih komprehensif.

Kata Kunci: Daya Dukung Tanah, GIS, CPT.

PENDAHULUAN

Daya dukung yang diijinkan merupakan parameter geo-teknis yang berpengaruh yang digunakan untuk menentukan pondasi yang paling sesuai untuk suatu struktur tertentu. Daya dukung sangat penting untuk jenis dan kedalaman pondasi untuk mencegah kegagalan pondasi, terutama akibat beban dan gempa bumi (Al-Maliki et al. 2018). Geodatabase untuk sifat geoteknik tanah dapat membantu menghemat sebagian besar biaya total proyek. Secara umum, pembuatan Geo-database untuk area tertentu merupakan proses yang rumit, memakan waktu, dan mahal karena memerlukan banyak data. Sebaliknya, menggunakan metode interpolasi untuk memprediksi titik-titik non-spasial dari titik-titik yang sudah ada bisa sangat membantu.

Berbagai metode untuk interpolasi spasial telah dikembangkan. Banyak faktor yang mempengaruhi prediksi dan hasil interpolasi spasial dari metode tersebut. Alasan ini menambah kesulitan dalam memilih yang optimal metode input data (Li dan Heap 2014). Metode interpolasi spasial semakin banyak digunakan di banyak disiplin ilmu, seperti botani, geologi, pertanian, hidrologi, dan klimatologi (Bernardi et al. 2017; Xu et al. 2015; Emadi dan Baghernejad 2014).

Hadi dan Tombul 2018; Eldrandaly dan Abu-Zaid 2011; Hernandez-Stefanoni dan Ponce-Hernandez 2006).

Berbagai pendekatan dan metodologi digunakan untuk memperkirakan sifat rekayasa tanah menggunakan alat interpolasi GIS. Kravchenko dan Bullock (1999) mengevaluasi tiga metode interpolasi (yaitu, pembobotan jarak terbalik IDW, kriging biasa OK, dan kriging biasa log normal LOK) untuk menentukan metode interpolasi terbaik untuk memetakan sifat-sifat tanah (Kravchenko dan Bullock 1999). El Mei dkk. (2010) mempelajari wilayah perkotaan menggunakan peta geologi lingkungan menggunakan program GIS untuk memetakan zonasi geoteknik untuk konstruksi yang aman (El May et al. 2010). Orhan dan Tosun (2010) menggunakan program GIS untuk menyiapkan peta geoteknik untuk beberapa sifat tanah yang sepenuhnya memvisualisasikan seluruh permukaan bawah permukaan wilayah studi. Peta zona diterapkan untuk menentukan tanah pondasi yang sesuai di perumahan (Orhan dan Tosun 2010). Ali dan Fakhraldin (2016) menyelidiki sifat fisik dan kimia tanah untuk menghasilkan data dasar yang dapat digunakan untuk desain konstruksi di masa depan (Ali dan Fakhraldin 2016). Sohaib K. dkk. melakukan banyak penelitian untuk menginterpolasi sifat-sifat tanah dalam mengembangkan database geoteknik untuk kota An-Najaf di (Al-Mamoori 2017; Al-Mamoori et al. 2018, 2019a, b, 2020a, b). menerapkan dan membandingkan empat metode interpolasi (yaitu OK, LOK, IDW, dan Splines) untuk menginterpolasi beberapa sifat tanah. Hasilnya menunjukkan tidak ada metode interpolasi tunggal yang dapat memberikan hasil paling akurat untuk menghasilkan peta sifat-sifat tanah secara kontinyu (Robinson dan Metternicht 2006).

METODE

Pada penulisan ini merupakan kajian pustaka yang secara diskriptif menggambarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang mengintegrasikan data CPT dan GIS, metode, hasil dan model serta novelty yang dihasilkan. Pengolahan data CPT

menggunakan interpolasi yang ada dalam aplikasi GIS yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta. Peta ini membantu dalam memahami distribusi parameter geoteknik di lapangan. Analisis data dengan GIS memungkinkan identifikasi area dengan risiko geoteknik tinggi. Visualisasi data juga membantu dalam komunikasi hasil analisis kepada pemangku kepentingan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rangkuman penelitian terdahulu tentang Pemetaan Properti Tanah dengan GIS

No	Referensi	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil dan Model yang Diharapkan	Novelty
1	Abdulkarim Ibrahim, I., Yahaya, H. U., & Bagari, D. D. (2022)	ArcGIS untuk pemetaan properti geoteknik	Studi kasus, pemetaan GIS, analisis spasial menggunakan ArcGIS	Peta properti geoteknik, model distribusi properti tanah	Penggunaan metode kriging biasa dalam analisis spasial GIS untuk memetakan dan memperkirakan sifat geoteknik tanah di kampus utama Abubakar Tafawa Balewa University (ATBU) Gubi, Bauchi, Nigeria.
2	Adam, J., Saleh, S., Olowosulu, A. T., Ashara, A. H., & Srividhya, S. (2018)	Pemetaan properti tanah menggunakan GIS	Studi kasus, pemetaan GIS, pengambilan sampel tanah, analisis laboratorium	Peta properti tanah, identifikasi variasi spasial properti tanah	Metode analisis dan pemetaan sifat tanah menggunakan GIS dan GPS di wilayah Hassan Usman Katsina Polytechnic, Katsina State, Nigeria, yang menggabungkan pengujian sifat tanah dari sampel representatif dengan pengembangan basis data peta digital.
3	Agung, P. A. M., Hasan, M. F. R., Ahmad, M. A., Martina, N., & Saifullizan, M. B. (2022)	Prediksi kapasitas tiang menggunakan analisis geospasial	Analisis geospasial, data CPT, model prediksi kapasitas menggunakan analisis regresi	Model prediksi kapasitas tiang, hubungan antara data CPT dan kapasitas tiang	Penggunaan analisis geospasial untuk memprediksi dan memetakan kapasitas dukung tanah (Qu) dan beban maksimal tumpuan tiang (Ru) pada desain fondasi dalam di Jakarta Pusat, menawarkan metode yang lebih efisien dan akurat dibandingkan pendekatan tradisional.
4	Al-Ani, H., Eslami-Andargoli, L., Oh, E., & Chai, G. (2013)	Properti geoteknik di Surfere Paradise menggunakan GIS	Pemetaan GIS, analisis data geoteknik, klasifikasi properti tanah menggunakan ArcGIS	Kategorisasi properti geoteknik, peta zonasi tanah	penggunaan GIS untuk mengidentifikasi keberadaan lapisan gambut di Surfere Paradise, Australia, dengan memproduksi peta zonasi nilai SPT-N yang diinterpolasi menggunakan teknik Spatial Analyst, yang belum pernah dilakukan sebelumnya untuk menentukan kedalaman dan ketebalan lapisan gambut di area studi tersebut.
5	Al-Ani, H., Oh, E., & Chai, G. (2014)	Pemeriksaan gambut dan tanah di Surfere Paradise menggunakan GIS	Pemeriksaan GIS, analisis data geoteknik, evaluasi kondisi tanah menggunakan visualisasi GIS	Hasil pemeriksaan gambut dan tanah, peta distribusi gambut	Penggunaan peta zonasi nilai SPT-N berbasis GIS dengan metode Spatial Analyst IDW untuk menentukan kedalaman dan karakteristik lapisan gambut di Surfere Paradise, Australia, serta membandingkan delapan teknik interpolasi untuk

No	Referensi	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil dan Model yang Dihasilkan	Novelty
					menemukan teknik terbaik dalam merepresentasikan data tanah di area studi
6	Al-Ani, H., Oh, E., Chai, G., & Liew, A. (2014)	Identifikasi lapisan tanah bermasalah di Surfers Paradise	Pemetaan GIS, identifikasi lapisan tanah, analisis spasial menggunakan data geoteknik dan GIS	Identifikasi lapisan tanah bermasalah, peta zonasi masalah tanah	identifikasi dan analisis lapisan gambut bermasalah di Surfers Paradise, Australia, sebagai studi kasus, serta mengevaluasi sifat fisik dan teknik gambut di area tersebut, memberikan wawasan baru tentang perilaku dan tantangan geoteknik terkait konstruksi di atas tanah gambut yang belum banyak diteliti sebelumnya.
7	Al-Ani, H., Oh, E., Eslami-Andargoli, L., & Chai, G. (2013)	Visualisasi bawah permukaan gambut dan tanah menggunakan GIS	Visualisasi GIS, analisis bawah permukaan menggunakan data CPT dan GIS	Model visualisasi bawah permukaan, peta 3D distribusi tanah dan gambut	Penggunaan GIS ArcMap10 dengan ekstensi Spatial Analyst untuk mengembangkan peta zonasi nilai SPT-N hingga kedalaman 40 meter di Surfers Paradise, Australia, dengan metode Inverse Distance Weighing (IDW), serta mengkalkulasi parameter SPT-N60 dan (N1)60, mengestimasi sudut gesek dan tekanan pre-konsolidasi tampak, serta membandingkan pasir lokal dengan pasir di pantai timur AS.
8	Al-Maliki, L. A. J., Al-Mamoori, S. K., El-Tawel, K., Hussain, H. M., Al-Ansari, N., & Jawad Al Ali, M. (2018)	Peta daya dukung untuk kota An-Najaf dan Kufa menggunakan GIS	Pemetaan GIS, analisis daya dukung, pengumpulan data lapangan menggunakan uji CPT dan pengujian laboratorium	Peta daya dukung, model distribusi daya dukung berdasarkan data CPT dan analisis laboratorium	Penggunaan GIS untuk membuat basis data digital kapasitas dukung tanah dari 464 lubang bor di Babilonia, yang memberikan akses cepat dan akurat ke informasi fondasi dan kapasitas dukung tanah, serta belum pernah dilakukan dengan jumlah data sebesar ini sebelumnya di Irak.
9	Al-Mamoori, S. K., Al-Maliki, L. A., Hussain, H. M., & Al-Ali, M. J. (2018)	Pemetaan geoteknik properti kimia di An-Najaf	Pemetaan GIS, analisis properti kimia, pengujian laboratorium, integrasi data kimia dalam peta GIS	Peta properti kimia, distribusi spasial kandungan kimia dalam tanah	Pembuatan basis data pemetaan geoteknik yang mencakup 464 lubang bor di An-Najaf, Irak, untuk mengidentifikasi kandungan sulfat tanah pada berbagai kedalaman.
10	Al-Mamoori, S. K., Al-Maliki, L. A., Al-Sulttani, A. H., El-Tawil, K., & Al-Ansari, N. (2021)	Analisis statistik metode interpolasi GIS di An-Najaf	Analisis statistik, evaluasi metode interpolasi menggunakan data CPT dan data laboratorium	Metode interpolasi GIS optimal, model statistik untuk evaluasi akurasi interpolasi	Pendekatan baru untuk menentukan metode interpolasi GIS yang optimal secara statistik untuk data kapasitas dukung tanah yang dikumpulkan dari 464 lokasi, dengan mengimplementasikan enam metode interpolasi spasial berbasis GIS yang berbeda.

No	Referensi	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil dan Model yang Diharapkan	Novelty
11	Sebbab, M. M., El Ouahidi, A., Ousbih, M., Ouboulahcen, S., Abdelrahman, K., & Abioui, M. (2023)	Identifikasi sumber daya geologi yang dapat dieksploitasi untuk tambang menggunakan pendekatan geoteknik dan GIS	Pendekatan geoteknik, GIS, analisis geospasial, uji laboratorium	Peta zonasi geoteknik untuk sumber daya tambang, model prediksi geospasial	Kombinasi hasil laboratorium dan GIS untuk pemetaan geoteknik yang digunakan oleh otoritas regional untuk pengelolaan tambang yang rasional.
12	Aldefae, A. H., & Mohammed, J. (2020)	Peta digital parameter geoteknik mekanik menggunakan GIS	Pemetaan GIS, pengumpulan data mekanik geoteknik, analisis spasial, pemodelan digital	Peta parameter geoteknik digital, model distribusi parameter mekanik tanah	Penggunaan perangkat lunak pemetaan 3D GIS untuk membuat basis data digital dari hasil investigasi tanah yang luas di daerah seluas 17.000 km ² di Irak melingkupi karakteristik geoteknik tanah dari data borehole sehingga membantu tahap desain awal dan memudahkan perencanaan proyek teknik.
13	Arshid, M., & Kamal, M. (2020)	Regional Geotechnical Mapping employing Kriging	Studi kasus, pemetaan GIS, analisis spasial menggunakan kriging	Peta geoteknik regional, distribusi sifat tanah sesuai sistem klasifikasi teknik, kapasitas daya dukung tanah pada kedalaman 1.5, 3.0, dan 4.5 meter	Menggunakan teknik kriging untuk menghasilkan peta geoteknik dan validasi spasial data geoteknik di Potohar Plateau
14	Daniyal, M., Sohail, G. M., & Rashid, H. M. A. (2023)	Properti geoteknik dan geofisika tanah Lahore	Pemetaan GIS, analisis geoteknik dan geofisika, pengumpulan data lapangan dan laboratorium	Peta geoteknik dan geofisika, model distribusi geoteknik berdasarkan data lapangan dan laboratorium	Penggunaan teknik interpolasi dengan mempertimbangkan korelasi antar properti geoteknik dalam GIS untuk pemetaan properti tanah bawah permukaan, yang membantu menghasilkan estimasi yang lebih akurat dan komprehensif tentang karakteristik geoteknik, mengurangi risiko kesalahan dan biaya tinggi dalam pengumpulan data geoteknik di area yang luas.
15	David Rogers, J., & Luna, R. (2004)	Dampak GIS pada teknik geoteknik	Tinjauan literatur, analisis studi kasus, evaluasi penerapan GIS dalam proyek geoteknik	Penilaian dampak GIS, studi kasus penerapan GIS dalam proyek geoteknik	teknik fotogrametri udara dan penginderaan jauh dari awal abad ke-20 hingga era modern, menyoroti kontribusi signifikan dari program Landsat NASA dalam mengubah cara pandang manusia terhadap planet ini, serta dampaknya yang besar terhadap perkembangan GIS dengan menyediakan

No	Referensi	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil dan Model yang Diharapkan	Novelty
					informasi geografis yang diindera dari jarak jauh dalam format digital.
16	Kareem Al-Mamoori, S., L. Kareem, S., A. Al-Maliki, L., & El-Tawil, K. (2021)	Peta geoteknik untuk sudut gesekan internal di An-Najaf	Pemetaan GIS, analisis sudut gesekan internal menggunakan data lapangan dan laboratorium	Peta sudut gesekan internal, model distribusi sudut gesekan dalam tanah	Teknik interpolasi terbaik untuk membuat peta geoteknik sudut gesek internal tanah di Kota An-Najaf, membantu insinyur dalam pengambilan keputusan dalam menilai kekuatan tanah dan menentukan jenis fondasi yang paling sesuai untuk proyek.
17	Khan, F., Das, B., Mishra, S. R. K., & Awasthy, M. (2021)	Kelayakan dan aplikasi teknik geospasial di bidang geoteknik	Tinjauan literatur, analisis kelayakan teknik geospasial, studi kasus penerapan teknik geospasial	Kelayakan teknik geospasial, model aplikasi teknik geospasial dalam proyek geoteknik	Integrasi komprehensif GIS dalam manajemen data geoteknik yang meningkatkan visualisasi, interpretasi, dan pengelolaan data secara signifikan.
18	Khatri, S., & Suman, S. (2019)	Pemetaan properti geoteknik tanah menggunakan GIS	Pemetaan GIS, analisis properti tanah, pengumpulan data lapangan dan laboratorium	Peta properti geoteknik tanah, model distribusi properti tanah menggunakan GIS	Integrasi peta digital tanah dengan GIS dan GPS untuk memetakan variasi tanah secara akurat dan efisien, memberikan cara yang lebih mudah diakses dan hemat biaya bagi insinyur dan pengembang untuk memahami kesesuaian jenis tanah tertentu.
19	Parmar, S. (2024)	Tinjauan RS & GIS dalam teknik geoteknik	Tinjauan literatur, gambaran aplikasi RS & GIS, evaluasi efektivitas dan efisiensi penggunaan RS & GIS	Model aplikasi RS & GIS, evaluasi efektivitas dan efisiensi penggunaan RS & GIS dalam proyek geoteknik	Integrasi Remote Sensing (RS) dan Geographic Information Systems (GIS) untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan efektivitas dalam investigasi geoteknikal, khususnya dalam pemetaan stabilitas lereng, monitoring tanah longsor, dan perancangan fondasi, serta penerapan teknologi RS dan GIS dalam manajemen aset.
20	Qader, Z. B., Karabash, Z., & Cabalar, A. F. (2023)	Karakteristik geoteknik tanah di Erbil melalui GIS dan ANNs	Pemetaan GIS, analisis ANN, pengumpulan data geoteknik lapangan dan laboratorium	Model karakteristik geoteknik melalui ANN, peta distribusi properti geoteknik menggunakan ANN	Kombinasi GIS dan ANN untuk memetakan dan memodelkan karakteristik geoteknik tanah di Kota Erbil secara komprehensif, menghasilkan prediksi nilai SPT dan kapasitas dukung tanah yang lebih akurat dan efisien dibandingkan metode manual.
21	Samugavelu, D., & Ghani, A. N. A. (2016)	Pengembangan database GIS untuk infrastruktur sipil	Pengembangan database GIS, studi kasus penerapan database GIS dalam perencanaan dan	Database GIS untuk infrastruktur, model pengelolaan infrastruktur menggunakan	Pengembangan arsip elektronik berbasis GIS yang menghubungkan informasi dasar tanah dengan lokasinya pada peta dari data SPT, memudahkan perancang untuk mengakses data dengan cepat

No	Referensi	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil dan Model yang Diharapkan	Novelty
			pengelolaan infrastruktur	database GIS	dan membuat keputusan desain yang efektif dan ekonomis, serta mendukung perencanaan penggunaan lahan yang lebih baik.
22	Selvamsagayaradja, M., Murugaiyan, V., & Sundarajan, T. (2023)	Investigasi masalah tanah ekspansif menggunakan pemetaan geoteknik	Pemetaan geoteknik, investigasi masalah tanah ekspansif, pengumpulan data lapangan dan laboratorium	Peta masalah tanah ekspansif, model distribusi masalah tanah ekspansif	Pendekatan untuk mengelola risiko yang ditimbulkan oleh tanah ekspansif terhadap bangunan di wilayah Pondicherry dengan menggunakan GIS untuk memetakan potensi pengembangan dan penyusutan tanah, serta mengidentifikasi faktor-faktor lingkungan dan stres yang berkontribusi, memberikan panduan desain dan konstruksi yang lebih baik untuk mengurangi kerusakan dan kerugian ekonomi.
23	Wan-Mohamad, W. N. S., & Abdul-Ghani, A. N. (2011)	Pemetaan properti geoteknik menggunakan ArcGIS	Studi kasus, pemetaan GIS, analisis spasial menggunakan ArcGIS	Peta properti geoteknik, model distribusi properti tanah	Penggunaan GIS untuk menyimpan, menganalisis, dan menyajikan data geoteknik dalam format yang berguna bagi perencana dan insinyur.

Tabel 1 memperlihatkan rangkuman penelitian terdahulu yang mendukung orisinalitas dan pembaharuan penelitian ini. Penelitian tentang penggunaan GIS dalam geoteknik telah berkembang pesat, dengan berbagai studi yang menyoroti aspek-aspek penting dari penerapannya. Sebagai contoh, penelitian oleh Abdulkarim Ibrahim et al. (2022) menggunakan metode kriging untuk analisis spasial GIS dalam memetakan dan memperkirakan sifat geoteknik tanah di kampus utama Abubakar Tafawa Balewa University (ATBU) Gubi, Nigeria. Namun, penelitian ini tidak membahas metode validasi dan peningkatan akurasi data CPT dalam kondisi tanah lunak. Adam et al. (2018) melakukan pemetaan properti tanah menggunakan GIS dan GPS, tetapi belum ada perbandingan antara metode GIS dan perhitungan manual untuk prediksi daya dukung.

Selanjutnya, Agung et al. (2022) menggunakan analisis geospasial untuk memprediksi kapasitas dukung tanah, namun tidak membahas validasi data CPT. Al-Ani et al. (2013) menggunakan GIS untuk mengidentifikasi lapisan gambut di Surfers Paradise, Australia, dengan memproduksi peta zonasi nilai SPT-N, tetapi tidak ada validasi dengan standar teknik dan regulasi. Al-Maliki et al. (2018) menggunakan GIS untuk membuat basis data digital kapasitas dukung tanah yang komprehensif di Irak, namun kurangnya studi tentang pemenuhan standar teknik dan regulasi oleh peta geoteknik dari data CPT.

Penelitian oleh Al-Mamoori et al. (2021) berfokus pada menentukan metode interpolasi GIS yang optimal secara statistik untuk data kapasitas dukung tanah, namun tidak ada perbandingan dengan perhitungan manual. Sebbab et al. (2023) menggabungkan hasil laboratorium dan GIS untuk pemetaan geoteknik, tetapi masih ada kekurangan dalam hal perbandingan antara metode GIS dan perhitungan manual serta validasi dengan standar teknik dan regulasi.

Penelitian lain oleh Daniyal et al. (2023) menggabungkan teknik interpolasi dengan mempertimbangkan korelasi antar properti geoteknik dalam GIS untuk pemetaan properti

tanah bawah permukaan. David Rogers dan Luna (2004) menyoroti kontribusi signifikan dari program Landsat NASA dalam pengembangan GIS. Kareem Al-Mamoori et al. (2021) memetakan sudut gesekan internal di An-Najaf, Irak, dengan menggunakan GIS.

Khan et al. (2021) melakukan analisis kelayakan teknik geospasial dalam proyek geoteknik, sementara Khatri dan Suman (2019) mengintegrasikan peta digital tanah dengan GIS dan GPS untuk memetakan variasi tanah secara akurat. Parmar (2024) menyoroti integrasi Remote Sensing (RS) dan GIS dalam investigasi geoteknikal. Qader et al. (2023) menggabungkan GIS dan ANN untuk memetakan dan memodelkan karakteristik geoteknik tanah di Kota Erbil.

Penelitian oleh Samugavelu dan Ghani (2016) mengembangkan database GIS untuk perencanaan dan pengelolaan infrastruktur, sementara Selvamsagayaradja et al. (2023) menggunakan GIS untuk mengelola risiko tanah ekspansif. Wan-Mohamad dan Abdul-Ghani (2011) menggunakan GIS untuk menyimpan, menganalisis, dan menyajikan data geoteknik dalam format yang berguna bagi perencana dan insinyur. Penelitian ini masih kurang dalam hal validasi dan peningkatan akurasi data CPT dalam kondisi tanah lunak

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya penggunaan GIS untuk memperkirakan nilai geologi berdasarkan hasil pengujian tanah dengan telah banyak dilakukan. GIS membantu dalam pemahaman yang lebih baik tentang struktur bawah tanah dan mendukung keputusan yang lebih informatif dalam perencanaan pembangunan dan disarankan agar penggunaan GIS diperluas untuk analisis geoteknik yang lebih komprehensif.

REFERENSI

- Abdulkarim Ibrahim, I., Yahaya, H. U., & Bagari, D. D. (2022). Mapping Of Geotechnical Properties Using Arcgis: A Case Study of Abubakar Tafawa Balewa University. *Iconic Research and Engineering Journals*, 5(9), 3–7.
- Adam, J., Saleh, S., Olowosulu, A. T., Ashara, A. H., & Srividhya, S. (2018). Mapping of Soil Properties Using Geographical Information System (GIS): A Case Study of Hassan Usman Katsina Polytechnic. *Open Journal of Civil Engineering*, 8(4), 544–554. <https://doi.org/10.4236/ojce.2018.84039>
- Agung, P. A. M., Hasan, M. F. R., Ahmad, M. A., Martina, N., & Saifullizan, M. B. (2022). Prediction of Qu and Ru Capacities of Pile in Clayey Soil Layer Using Geospatial Analysis. *International Journal of GEOMATE*, 23(98), 31–38. <https://doi.org/10.21660/2022.98.3062>
- Al-Ani, H., Eslami-Andargoli, L., Oh, E., & Chai, G. (2013). Categorising geotechnical properties of surfers Paradise soil using geographic information system (GIS). *International Journal of GEOMATE*, 5(2), 690–695. <https://doi.org/10.21660/2013.10.3114a>
- Al-Ani, H., Oh, E., & Chai, G. (2014). GIS-based examination of peats and soils in Surfers Paradise, Australia. *Soil Science Annual*, 65(1), 29–38. <https://doi.org/10.2478/ssa-2014-0005>
- Al-Ani, H., Oh, E., Chai, G., & Liew, A. (2014). Identifying problematic soil layers in Surfers Paradise, Australia. *Proceedings of the Twenty-Fourth (2014) International Ocean and Polar Engineering Conference*, June, 748–753.
- Al-Ani, H., Oh, E., Eslami-Andargoli, L., & Chai, G. (2013). Subsurface visualization of peat and soil by using GIS in Surfers Paradise, Southeast Queensland, Australia. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 18 I(May 2014), 1761–1774.
- Al-Maliki, L. A. J., Al-Mamoori, S. K., El-Tawel, K., Hussain, H. M., Al-Ansari, N., & Jawad Al Ali, M. (2018). Bearing Capacity Map for An-Najaf and Kufa Cities Using GIS. *Engineering*, 10(5), 262–269. <https://doi.org/10.4236/eng.2018.105018>

- Al-Mamoori, S. K., Al-Maliki, L. A., Al-Sulttani, A. H., El-Tawil, K., & Al-Ansari, N. (2021). Statistical analysis of the best GIS interpolation method for bearing capacity estimation in An-Najaf City, Iraq. *Environmental Earth Sciences*, 80(20), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09971-2>
- Al-Mamoori, S. K., Al-Maliki, L. A., Hussain, H. M., & Al-Ali, M. J. (2018). Geotechnical Mapping for Some Chemical Properties of an-Najaf Province Using GIS. *Kufa Journal of Engineering*, 9(3), 92–113.
- Aldefae, A. H., & Mohammed, J. (2020). Digital maps of mechanical geotechnical parameters using GIS. *Cogent Engineering*, 7(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1779563>
- Alkroosh, I., & Nikraz, H. (2011). Correlation of pile axial capacity and CPT data using gene expression programming. *Geotechnical and Geological Engineering*, 29(5), 725-748. <https://doi.org/10.1007/s10706-011-9413-1>
- Arshid, M., & Kamal, M. (2020). Regional geotechnical mapping employing kriging on electronic geodatabase. *Applied Sciences*, 10(21), 7625. <https://doi.org/10.3390/app10217625>
- Daniyal, M., Sohail, G. M., & Rashid, H. M. A. (2023). GIS-based mapping of geotechnical and geophysical properties of Lahore soils. *Environmental Earth Sciences*, 82(22), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11201-w>
- David Rogers, J., & Luna, R. (2004). Impact of Geographical Information Systems on Geotechnical Engineering. *Fifth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*, April, 1–23. <https://www.researchgate.net/publication/242474451>
- energy projects." *Renewable Energy*, 178, 1244-1258.
- Firdaus, M. (2023). Correlation study of the cone penetration test in the field with a laboratory test on soft soil in Banjarmasin. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 3(10), 2155-2162. <https://doi.org/10.55927/mudima.v3i10.6530>
- Kareem Al-Mamoori, S., L. Kareem, S., A. Al-Maliki, L., & El-Tawil, K. (2021). Geotechnical Maps for Angle of Internal Friction of An-Najaf Soil-Iraq Using GIS. *Wasit Journal of Engineering Sciences*, 8(2), 48–57. <https://doi.org/10.31185/ejuow.vol8.iss2.166>
- Khan, F., Das, B., Mishra, S. R. K., & Awasthy, M. (2021). A review on the Feasibility and Application of Geospatial Techniques in Geotechnical Engineering Field. *Materials Today: Proceedings*, 49(March), 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.108>
- Khatri, S., & Suman, S. (2019). Mapping of Soil Geotechnical Properties Using GIS. *Indian Conference on GEOTECHNICAL AND GEO-ENVIRONMENTAL ENGINEERING (ICGGE-2019)*, March, 1–4. <https://www.researchgate.net/publication/335110231>
- Kirupakaran, K., & Muraleetharan, K. K. (2013). Performance of Pile Foundations with Cement Deep Soil Mixing (CDSM) under Seismic Loading. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 139(4), 599-610. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.0000805](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0000805)
- Li, C., Ma, X., Xue, S., Chen, H., Qin, P., & Li, G. (2021). Compressive capacity of vortex-compression nodular piles. *Advances in Civil Engineering*, 2021, 1-18. <https://doi.org/10.1155/2021/6674239>
- Ma'ruf, M., Ritonga, F., & 'Azizah, B. (2020). The stabilization of soft soil using admixture of palm oil boiler ash and matos. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 930(1), 012038. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/930/1/012038>
- Martínez-Graña, A. M., Goy, J. L., Zazo, C., & Yenes, M. (2013). Engineering geology maps for planning and management of natural parks: “Las Batuecas-Sierra de Francia” and “Quilamas” (central Spanish system, Salamanca, Spain). *Geosciences*, 3(1), 46-62. <https://doi.org/10.3390/geosciences3010046>

- Moayedi, H., Mosallanezhad, M., & Назир, P. (2017). Evaluation of maintained load test (mlt) and pile driving analyzer (pda) in measuring bearing capacity of driven reinforced concrete piles. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 54(3), 150-154. <https://doi.org/10.1007/s11204-017-9449-1>
- Muzaidi, I., Anggarini, E., & Hardiani, D. (2022). Solidifikasi struktur tanah lempung lunak Banjarmasin dengan limbah plastik PET (polyethylene terephthalate). *Ekstrapolasi*, 19(01), 1-8. <https://doi.org/10.30996/ep.v19i01.5520>
- Parmar, S. (2024). *Rs & Gis In Geotechnical Engineering: A Comprehensive Overview and Applications*. *Engineering: Open Access*, 2(1), 13–27. <https://doi.org/10.33140/ea.02.01.03>
- Pham, T. and Vu, H. (2021). Application of ensemble learning using weight voting protocol in the prediction of pile bearing capacity. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2021/5558449>
- Prativi, A., Dewi, P., Sutra, N., Adi, W., & Weijia, C. (2022). Comparison of individual bored pile bearing capacity using the results of standard penetration test (spt) and pile driving analysis (pda) test of the railway bridge foundation. *Journal of Railway Transportation and Technology*, 1(2), 14-23. <https://doi.org/10.37367/jrtt.v1i2.9>
- Prayogo, D., & Susanto, Y. (2019). Optimizing the prediction accuracy of load-settlement behavior of single pile using a self-learning data mining approach. *Matec Web of Conferences*, 258, 02010. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201925802010>
- Qader, Z. B., Karabash, Z., & Cabalar, A. F. (2023). Analyzing Geotechnical Characteristics of Soils in Erbil via GIS and ANNs. *Sustainability (Switzerland)*, 15(5), 1–39. <https://doi.org/10.3390/su15054030>
- Robertson, P. (2009). Interpretation of cone penetration tests — a unified approach. *Canadian Geotechnical Journal*, 46(11), 1337-1355. <https://doi.org/10.1139/t09-065>
- Samugavelu, D., & Ghani, A. N. A. (2016). Civil infrastructure and building design: The development of GIS database and product as design aid. *Jurnal Teknologi*, 78(5), 421–429. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.8347>
- Sari, U. (2023). The bearing capacity analysis of deep foundation based on in-situ dynamic penetration test compared to pile driving analyzer (pda). *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1203(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1203/1/012017>
- Sebbab, M. M., El Ouahidi, A., Ousbih, M., Ouboulahcen, S., Abdelrahman, K., & Abioui, M. (2023). Integrated Geotechnical Approach and GIS for Identification of Geological Resources Exploitable Quarries for Sustainable Development in Ifni Inlier and Lakhssas Plateau (Western Anti Atlas, Morocco). *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(6), 1–18. <https://doi.org/10.3390/app13063932>
- Selvamsagaradja, M., Murugaiyan, V., & Sundarajan, T. (2023). Investigation on Expansive Soil Problems Associated with Damages in Low Rise Buildings along South East Coast of India: A Geotechnical Mapping Approach. In *Techniques and Innovation in Engineering Research Vol. 7 (Issue May, pp. 106–129)*. <https://doi.org/10.9734/bpi/taier/v7/3959c>
- Shahin, M. (2010). Intelligent computing for modeling axial capacity of pile foundations. *Canadian Geotechnical Journal*, 47(2), 230-243. <https://doi.org/10.1139/t09-094>
- Tjitradi, D., Eliatun, E., & Tjitradi, O. (2021). Pemodelan penurunan Fondasi struktur bangunan di tanah lunak kota Banjarmasin menggunakan ANSYS. *Borneo Engineering Journal Teknik Sipil*, 5(2), 117-130. <https://doi.org/10.35334/be.v5i2.1964>
- Wan-Mohamad, W. N. S., & Abdul-Ghani, A. N. (2011). The use of geographic information system (GIS) for geotechnical data processing and presentation. *Procedia Engineering*, 20, 397–406. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.182>

- Wu, B., Wang, G., Li, J., Wang, Y., & Liu, B. (2018). Determination of the engineering properties of submarine soil layers in the bohai sea using the piezocone penetration test. *Advances in Civil Engineering*, 2018, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2018/9651045>
- Zakariya, A., Rifa'i, A., Ismanti, S., & Hidayat, M. (2023). Axial and lateral bearing capacity assessment of bored piles on medium-dense sand and liquefiable potential based on numerical simulation. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 1184(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1184/1/012007>