

ANALISIS PENGARUH GRADASI UKURAN BUTIRAN KASAR TANAH TERHADAP NILAI KUAT TEKAN

Vikent Dior Reagan¹ dan Gregorius Sandjaja Sentosa²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
vikentd@gmail.com

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
gregoriuss@ft.untar.ac.id

Masuk: 30-12-2023, revisi: 16-01-2024, diterima untuk diterbitkan: 26-01-2024

ABSTRACT

In the construction realm, soil plays a crucial role as a primary load-bearing element in buildings, ensuring stability, safety, and resilience. In Indonesia, land scarcity has become a pressing issue, leading to construction projects often being conducted on clayey and silty soils. This research aims to analyze the soil in the Tangerang region, Banten, with the goal of determining the soil's compressive strength and optimum moisture content across various variations in fine particle sizes. The testing procedures involve compaction tests and unconfined compression tests conducted in a laboratory setting. The compaction process is utilized to find values for soil density and optimum moisture content, while the unconfined compression test is employed to ascertain the soil's compressive strength. Fine particle size variations are the key parameters in this research. The results of the analysis are expected to provide insights into the mechanical properties of the soil in the region, enabling more precise and effective construction planning. This research not only encompasses technical aspects but also sheds light on the construction challenges amid the growing issue of land scarcity in Indonesia.

Keywords: Compaction test; shear strength; unconfined compression test; clay; silt

ABSTRAK

Dalam ranah konstruksi, tanah memegang peran yang sangat penting sebagai salah satu pendukung beban pada bangunan, memastikan kestabilan, keamanan, dan ketahanan pada bangunan. Di Indonesia, lahan sangat terbatas karena itu pembangunan semakin mendesak, yang mengakibatkan pembangunan konstruksi sering dilakukan di atas tanah lempung dan lanau. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis tanah di daerah Tangerang, Banten. Dengan tujuan menentukan nilai kuat tekan tanah dan kadar air optimum dengan berbagai variasi ukuran butir halus. Pelaksanaan pengujian yang digunakan melibatkan uji kompaksi dan *unconfined compression test* pada laboratorium. Proses kompaksi digunakan untuk mencari nilai kepadatan dan kadar air optimum, sementara *unconfined compression test* digunakan untuk menentukan kuat tekan tanah. Variasi presentase ukuran butir menjadi parameter utama dalam penelitian ini. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai tentang sifat-sifat mekanis tanah di daerah tersebut, dan memungkinkan perencanaan konstruksi yang lebih tepat dan efektif. Penelitian ini tidak hanya mencakup aspek teknis, tetapi juga menyoroti tantangan konstruksi di tengah keterbatasan lahan yang semakin menjadi masalah di Indonesia.

Kata kunci: Kompaksi; kuat tekan; *unconfined compression test*; tanah lempung; tanah lanau

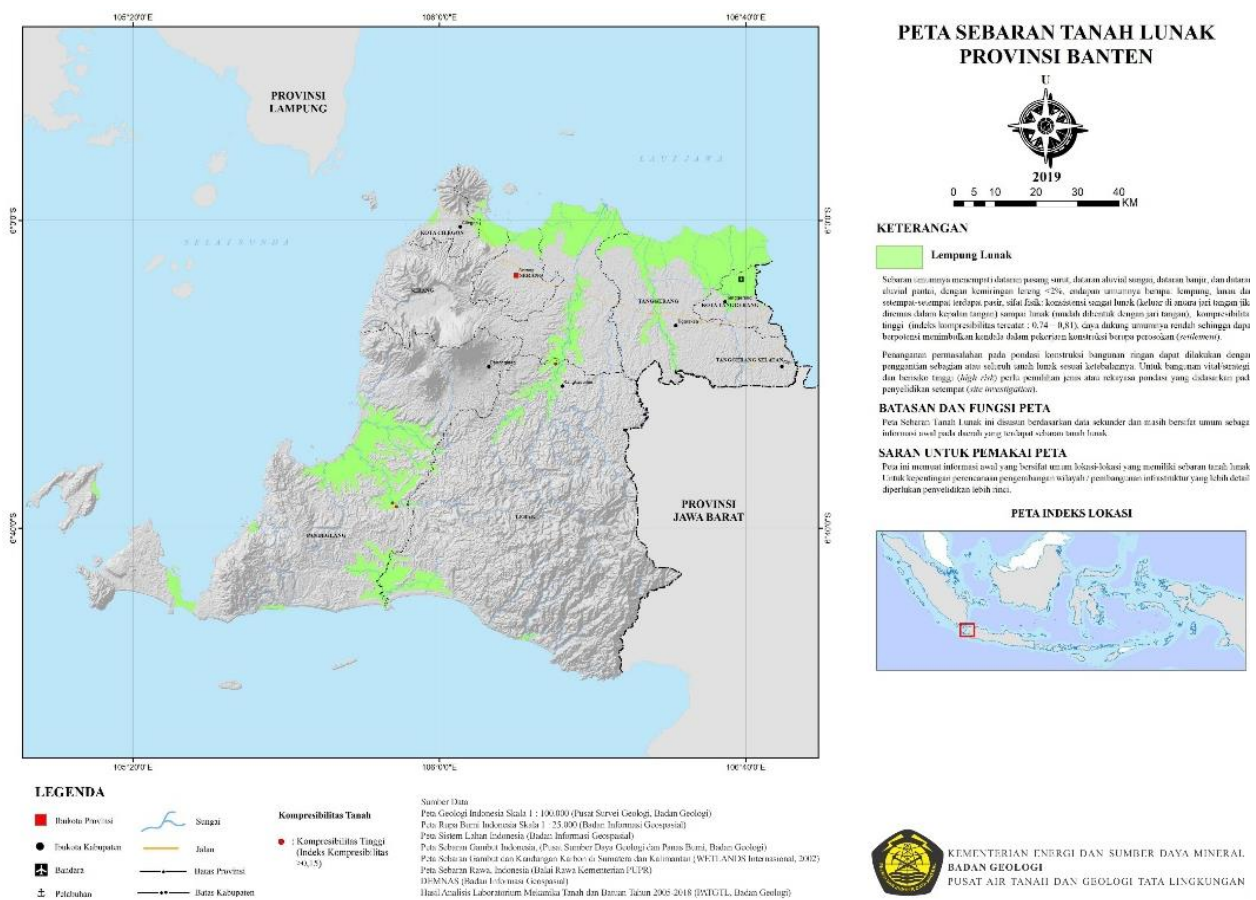
1. PENDAHULUAN

Dalam bidang teknik sipil tanah sangat berkaitan erat dengan struktur sebuah bangunan. Tanah lempung dan lanau merupakan jenis tanah yang memiliki kuat tekan yang relatif rendah. Apabila kuat tekan yang rendah dapat mengakibatkan kemampuan dalam mendukung beban yang terbatas. Tanah lempung dan lanau juga memiliki karakteristik kompresibilitas yang besar yang dapat mengakibatkan penurunan pada tanah (Umam et al., 2017). Sehubungan dengan keterbatasan karakteristik tanah lempung dan lanau yang tidak menguntungkan tersebut maka lapisan tanah tidak dapat mendukung beban yang besar. Karakteristik kekuatan tanah dapat diidentifikasi di laboratorium dengan cara melakukan *unconfined compression test*. Dari pengujian tersebut dapat dikeluarkan parameter kuat tekan dan kohesi.

Kelemahan tanah pasir ini adalah tanah pasir termasuk jenis tanah yang memiliki gradasi butiran yang seragam maka perlu dilakukannya pengujian ini. Kapasitas tanah dapat dilihat dari kuat tekan tanahnya yaitu kuat tekan dan kohesi. Kohesi pada tanah adalah gaya tarik menarik antar partikel tanah. Salah satu penyebab yang mempengaruhi nilai

kohesi adalah kerapatan dan jarak partikel pada tanah, sehingga presentase gradasi butiran dapat memengaruhi kerapatan pada partikel tanah. Kapasitas kuat tekan tanah juga dapat dipengaruhi oleh gradasi butiran pada tanah dikarenakan kekasaran permukaan pada permukaan tanah yang disebabkan oleh distribusi ukuran dan bentuk partikel pada tanah itu sendiri. Kuat tekan itu dipengaruhi oleh presentase ukuran butiran kasar. Untuk pengujian tekan bebas, semakin padat suatu massa tanah maka semakin besar sudut gesernya, sebaliknya semakin lepas suatu massa tanah maka semakin kecil nilai sudut geser yang didapatkan (Tantra & Prihatiningsih, 2019). Untuk mengetahui perubahan kuat tekan tersebut dapat dilakukan simulasi kandungan butiran kasar pada tanah berbutir halus di laboratorium.

Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi kandungan butiran kasar pada tanah berbutir halus di wilayah Bumi Serpong Damai (BSD) dengan koordinat $-6,30333677959941, 106,64952379864245$ (Gambar 1) yang lahannya digunakan untuk pembangunan gedung tinggi yang biasanya membutuhkan daya dukung yang cukup baik. Penelitian dilakukan untuk mengetahui potensi perubahan kuat tekan tanah jika kandungan butir kasar bervariasi pada tanah butiran halus. Pada penelitian ini dilakukan pengujian *index properties*, *atterberg limit*, *grainsize analysis*, uji kompaksi, dan *unconfined compression test* pada setiap jenis rekayasa dimana setiap rekayasa memiliki kadar pasir yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan perlunya dilakukan *unconfined compression test* pada jenis tanah tersebut. Penelitian ini akan dilakukan dengan simulasi kandungan butir kasar pada tanah berbutir halus untuk mengetahui kuat tekan tanah.



Gambar 1. Peta sebaran tanah lunak di provinsi Banten (Wardoyo et al., 2019)

Tanah

Tanah merupakan kumpulan mineral, bahan organik, dan endapan yang relative lepas yang terletak pada batuan dasar. Pada umumnya, tanah juga dapat dibedakan dari butirannya yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Tanah bisa juga diartikan sebagai bahan yang terdiri dari agregat padat berupa campuran butiran yang tidak tercampur kimia (Tantra & Prihatiningsih, 2019). Tanah juga salah satu komponen penting dalam bidang konstruksi. Pemahaman mengenai karakteristik, baik sifat fisik atau mekanis tanah sangatlah diperlukan pada pekerjaan konstruksi, seperti pada pekerjaan struktur bawah, penimbunan tanah, dan dam. Selain itu, pemahaman mengenai karakteristik tanah juga sangat penting dalam beberapa isu seperti bencana alam, seperti longsor, likuifaksi, dan gempa bumi (Putra, 2002).

Pengujian *index properties*

Pengujian pada laboratorium *index properties* bertujuan untuk mencari parameter-parameter tanah yang dapat menunjukkan sifat-sifat asli dari tanah. Parameter yang didapatkan adalah besarnya nilai *specific gravity* dari tanah (Gs) untuk mengetahui klasifikasi tipe tanah.

Tabel 1. Hubungan *specific gravity* dengan tipe tanah (Das, 1985)

Type of Soil	Gs
Kerikil dan Pasir	2,65-2,68
Lanau anorganik	2,62-2,68
Lempung organik	2,58-2,65
Lempung anorganik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,80

Pengujian *grainsize analysis*

Karakteristik tanah sangat berhubungan dengan ukuran butirnya. Ukuran butir dijadikan dasar untuk pemberian nama dan mengklasifikasikan jenis tanah (Hardiyatmo, 2002). Analisis ukuran butir adalah teknik yang biasanya dilakukan dalam ilmu geoteknik. Analisis dilakukan untuk menentukan ukuran partikel yang berbeda dalam bentuk sedimen atau suatu unit tanah tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan dua cara yaitu *sieve analysis* dan *hydrometer analysis*. Sebagai standar pengujian berpedoman pada standar *American Society for Testing and Materials* (ASTM) D 1140-54.

Uji kompaksi

Materialtanah bukan hanya dimanfaatkan sebagai lapisan pendukung konstruksi, tetapi juga tidak jarang digunakan secara langsung sebagai bahan konstruksi (Panguriseng, 2018). Uji kompaksi adalah proses yang dilakukan untuk melakukan pemadatan dan mengecilkan rongga-rongga pada tanah. Tujuan pemadatan sering dilakukan yang biasanya dilakukan yaitu memperbesar kuat geser tanah, mengurangi permeabilitas pada tanah, dan mengurangi perubahan bentuk tanah akibat perubahan kadar air, dan lain-lain (Hardiyatmo, 2002). Uji pemadatan juga dilakukan untuk mengetahui hubungan kadar air dan berat volume pada tanah. dari hasil pengujian akan didapatkan parameter data berupa berat volume kering. Dimana peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis disebut sebagai pemadatan dimana tanah semakin rapat dikarenakan semakin berkurangnya rongga pada tanah. Besar nilai berat volume kering dapat didapatkan dari Persamaan 1.

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma}{1+w} \quad (1)$$

dimana γ_{dry} = berat volume kering tanah, γ = berat volume tanah, w = kadar air.

Pada pengujian ini, pengujian yang dilakukan adalah uji kepadatan modifikasi. Sebagai *standard* pengujian berpedoman pada standar ASTM D 698 dan ASTM D 157 mengenai *modified proctor compaction*. Dimana uji kepadatan modifikasi merupakan modifikasi dari uji kepadatan standar. Yang membedakan adalah jumlah lapisan yang diuji merupakan 5 lapisan dengan 25 pukulan, berat *hammer* sebesar 10 lbs, dan tinggi jatuh setinggi 45,72 cm. Pemadatan pada tanah berfungsi untuk menambah kekuatan pada tanah. Pada pemadatan tanah terdapat berbagai kondisi tanah seperti kadar air sisi kering, kadar air optimum, dan kadar air sisi basah. Pada kadar air sisi kering dapat diartikan bahwa kadar air pada tanah tersebut berada pada dibawah kadar air optimum dimana pada grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air terdapat pada di sisi kiri kadar optimum. Sedangkan untuk kadar air sisi basah berada pada sisi setelah kadar air optimum. Pada pelaksanaan pemadatan di lapangan sangat sulit untuk dicapainya kondisi optimum dari berat volume kering. Dilakukannya pengujian untuk pemeriksaan kadar air pada kondisi kering, optimum, dan basah dikarenakan untuk mencari nilai dari kekuatan tanah tersebut.

Unconfined compression test

Unconfined compression test adalah nilai tegangan aksial yang dapat ditahan oleh suatu benda sebelum mengalami kerusakan oleh gaya tekanan dilakukan pengujian hingga tanah mengalami kegagalan. Pada pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kohesi dan nilai kuat tekan bebas. Untuk perhitungannya dapat dinyatakan Persamaan 2-3.

$$Q_u = \frac{P}{A} \quad (2)$$

$$C = \frac{Q_u}{2} \quad (3)$$

dimana Q_u = kuat tekan bebas, P = beban yang diberikan, A = luas penampang sampel, C = kohesi, dan Q_u = kuat tekan bebas.

Berikut merupakan *unconfined compression test* dapat dilihat pada Gambar 2.



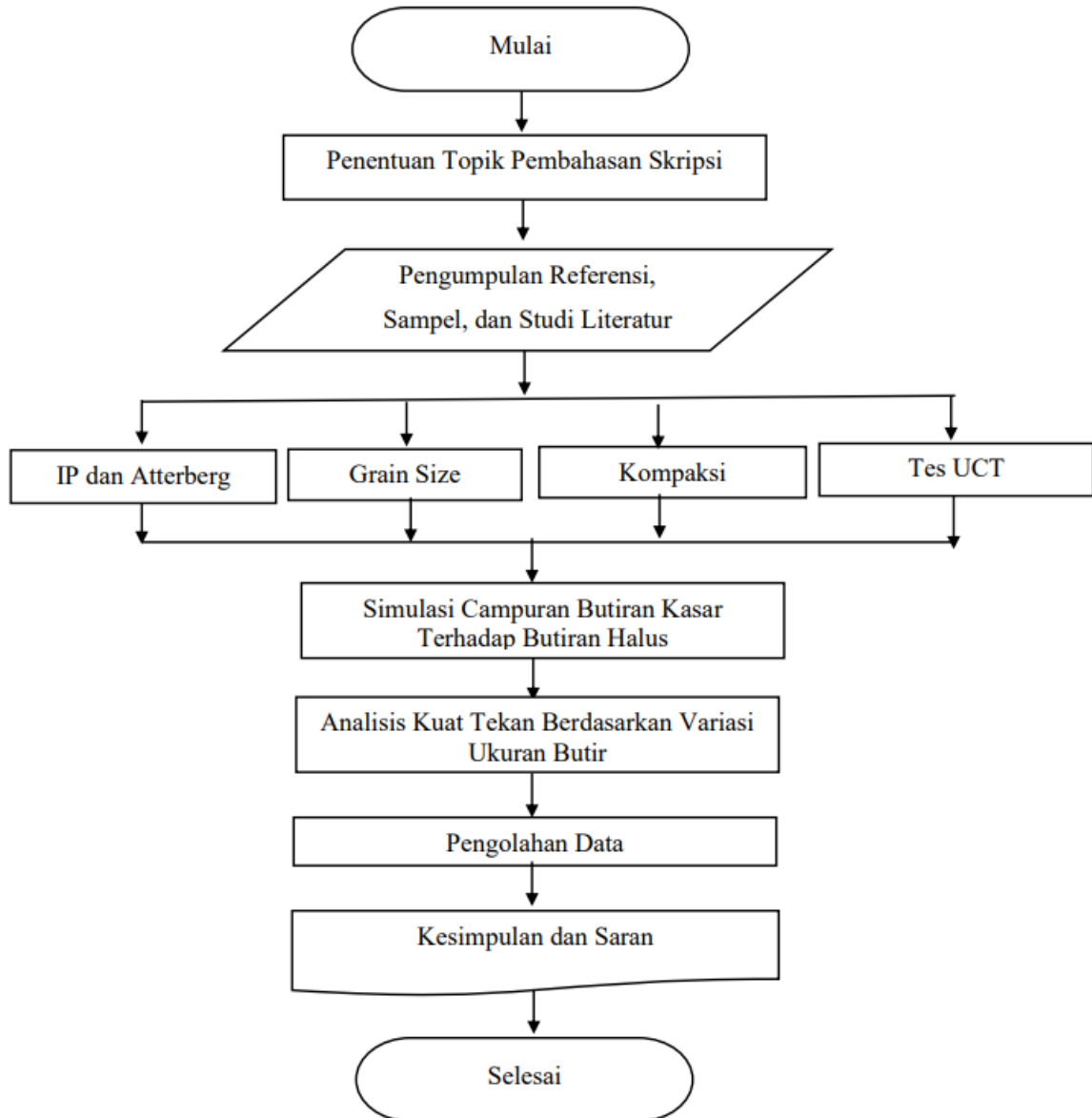
Gambar 2. *Unconfined compression test*

Pada pengujian ini sebagai standar pengujian berpedoman pada standar ASTM D 2166 mengenai *unconfined compressive strength*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.

Pertama-tama pengumpulan sampel tanah dilakukan dan dilakukannya pengujian pada sampel tanah pada laboratorium seperti pengujian *index properties*, *atterberg limit*, *grainsize analysis*, uji kompaksi, dan *unconfined compression test* untuk mengetahui parameter-parameter dari tanah tersebut. Setelah itu, dilakukannya simulasi rekayasa campuran butir kasar terhadap butir halus dimana kandungan pasir pada tanah 20%, 25%, 30%, dan 35%. Setelah itu dilakukannya pengujian pengujian *index properties*, *atterberg limit*, *grainsize analysis*, uji kompaksi, dan *unconfined compression test* untuk setiap rekayasa dimana yang paling utama dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air optimum dan nilai kuat tekan tanah dengan presentase ukuran butir yang berbeda-beda.

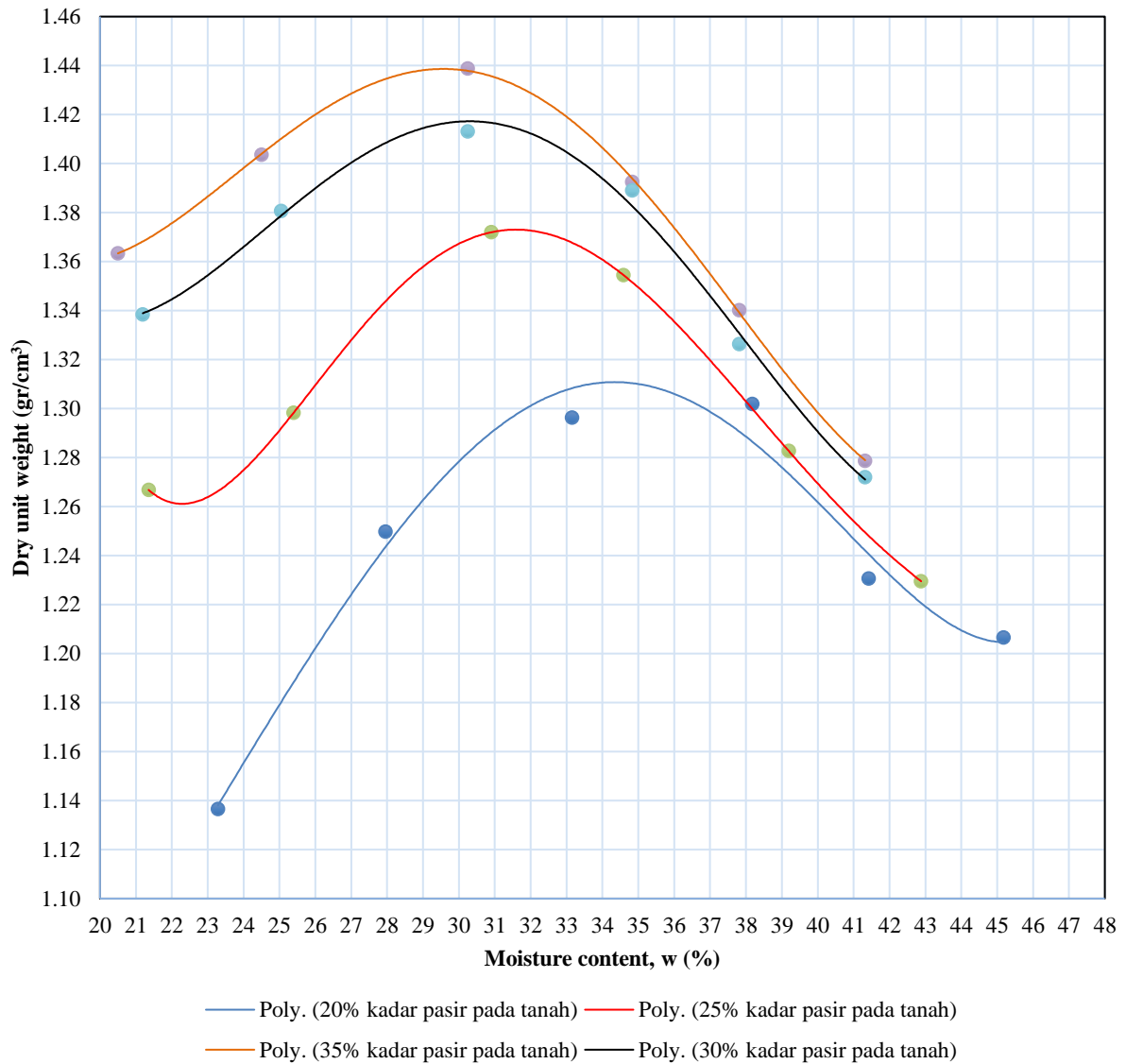


Gambar 3. Diagram alir

3. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kompaksi untuk setiap varian campuran kadar pasir pada tanah dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 2. Gambar 4 merupakan grafik gabungan data kompaksi untuk berbagai varian kadar pasir. Pada Gambar 4 dan Tabel 2 dapat dilihat apabila presentase pasir semakin besar maka kadar air pada kondisi 95% kering, kondisi optimum, dan kondisi 95% semakin berkurang.

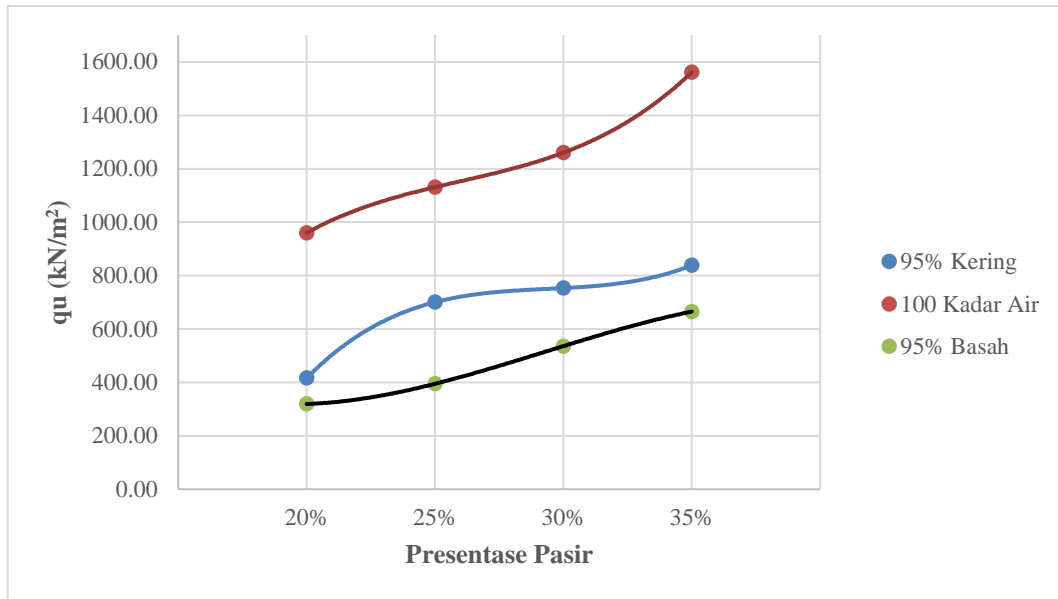
Hasil pengujian nilai kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 5-6 beserta Tabel 3. Gambar 5 merupakan grafik nilai kuat tekan terhadap presentase pasir 20%, 25%, 30%, 35%. Pada Gambar 6 dan Tabel 3 dapat dilihat apabila presentase pasir pada tanah semakin besar maka kuat tekan pada tanah juga paling tinggi diikuti dengan 95% kering dan kuat tekan terendah pada 95% basah.



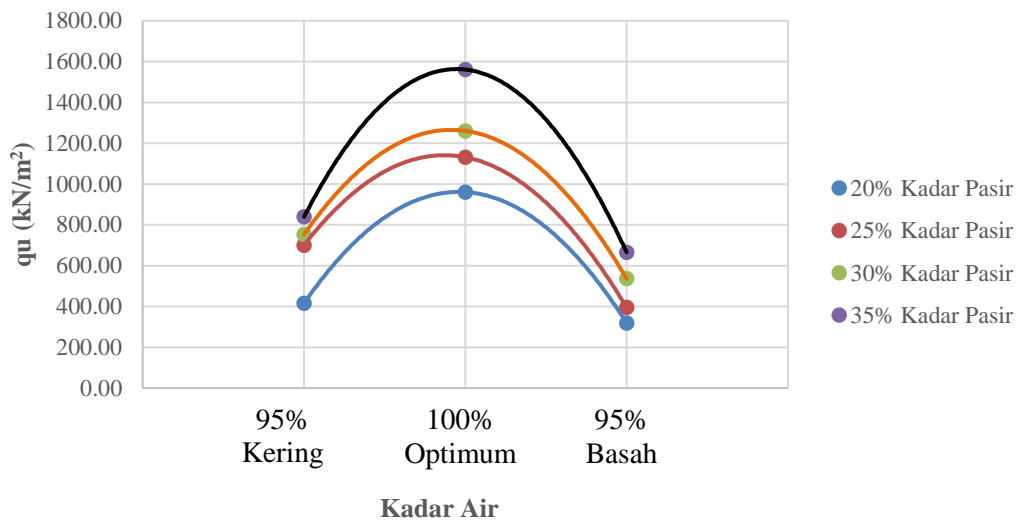
Gambar 4. Grafik gabungan data kompaksi untuk berbagai varian kadar pasir

Tabel 2. Nilai *water content* pada berat isi tanah pada presentase kadar pasir pada tanah

Kadar Pasir	Water Content Pada Kondisi Berat Isi Tanah (%)		
	95% Kering	Kondisi 100% Optimum	95% Basah
20%	28	34	41
25%	25,6	32,5	38
30%	21,5	30,5	37
35%	20,5	30	36,3



Gambar 5. Grafik nilai kuat tekan terhadap presentase pasir 20%, 25%, 30%, 35%



Gambar 6. Grafik nilai kuat tekan terhadap kondisi tanah pada 95% kering, 100% optimum, dan 95% basah

Tabel 3. Hasil pengujian *unconfined compression test* pada variasi presentase pasir pada kondisi 95% kering, kondisi optimum, dan kondisi 95% basah

kadar pasir	95% kering (kN/m ²)	kondisi optimum (kN/m ²)	95% basah (kN/m ²)
20%	416,13	960,23	319,23
25%	700,43	1131,06	394,71
30%	753,21	1260,33	535,85
35%	838,60	1561,08	665,17

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- 1) Pada tanah yang diuji yang berasal dari Tangerang dapat disimpulkan bahwa semakin besar presentase pasir pada tanah maka kadar air optimum nya juga semakin kecil dapat dilihat dengan kadar air optimum pada

- presentase 20% merupakan 34%, kadar air optimum pada presentase 25% merupakan 32,5%, kadar air optimum pada presentase 30% merupakan 30,5%, kadar air optimum pada presentase 30% merupakan 34%.
- 2) Semakin besar presentase pasir maka akan semakin besar juga nilai kuat tekan yang dihasilkan. Dapat dilihat pada tanah dengan presentase 20% pasir untuk kondisi optimum sebesar $9,79 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan pada tanah dengan presentase 25% pasir untuk kondisi optimum sebesar $11,53 \text{ kg/cm}^2$.
 - 3) Ditemukan pada tanah natural dengan presentase pasir 20% memiliki nilai kuat tekan pada kondisi 95% kering bernilai $416,13 \text{ kN/m}^2$, pada kondisi optimum bernilai $960,23 \text{ kN/m}^2$, dan pada 95% kondisi basah bernilai $319,23 \text{ kN/m}^2$. Pada pengujian kali ini pada rentang presentase pasir 20% hingga 35% pada tanah dengan kondisi 95% basah memiliki rentang $416,13 \text{ kN/m}^2$ hingga $838,6 \text{ kN/m}^2$, pada kondisi optimum memiliki rentang $960,23 \text{ kN/m}^2$ hingga $1561,08 \text{ kN/m}^2$, dan pada kondisi 95% basah memiliki rentang $319,23$ hingga $665,17 \text{ kN/m}^2$.
 - 4) Pada pengujian hasil kuat tekan pada kondisi 95% kering lebih besar daripada kondisi 95% basah pada berat isi kering tanah pada semua simulasi dengan kadar pasir yang berbeda beda. Dikarenakan pada 95% kering memiliki kadar air yang lebih sedikit dengan kondisi berat isi kering yang menuju kondisi optimum dan sebaliknya pada kondisi 95% basah memiliki kadar air yang lebih besar dengan kondisi berat isi kering yang mengalami penurunan dari kondisi optimum. Sehingga kuat tekan yang didapat pada kondisi 95% basah lebih kecil sedikit dari kondisi 95% kering.
 - 5) Pada pengujian ini semakin banyak kadar pasir dalam tanah maka γ_{zav} semakin besar dikarenakan Gs pada tanah semakin besar yang mengakibatkan γ_{zav} semakin besar.

Saran

- 1) Untuk mendapatkan parameter tanah yang lebih akurat, dapat dilakukannya pengambilan sampel yang cukup banyak dikarenakan apabila perlu dilakukannya pengujian ulang maka sampel tanah tetap cukup.
- 2) Pada proses pencampuran tanah dengan pasir perlu dilakukannya pengujian *Grain Size* untuk memastikan bahwa presentase pasir pada tanah lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, B. M. (1985). *Mekanika tanah (jilid 1)*. Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika tanah I*. Gadjah Mada University Press.
- Panguriseng, D. (2018). *Dasar-dasar mekanika tanah*. Pena Indis.
- Putra, H. (2002). *Mekanika tanah: Parameter dan prosedur pengujian*. Gre Publishing.
- Tantra, H., & Prihatiningsih, A. (2019). Analisis kuat geser tanah clay shale yang terendam dan tidak terendam dengan unconfined compression test. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(1) 77-85. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i1.3037>
- Umam, K., Nugroho, S. A., & Wibisono, G. (2017). Pengaruh gradasi pasir dan kadar lempung terhadap kuat geser tanah. *Jurnal Onlien Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(1), 1-8.
- Wardoyo, Sarwondo, Destiasari, F., Wahyudin, Wiyono, Hasibuan, G., & Sollu. (2019). *Atlas sebaran tanah lunak Indonesia*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.