

BARAKKA

Jurnal Bangunan Konstruksi

ISSN(e): 3031-5646 / ISSN(p) : 3031-5654

Evaluasi Elastisitas dan Angka Poison Kolom Granular yang di Perkuat dengan Rangbesi

Chaidir Suwahyo¹, Risha Utami²

¹Universitas Patompo, ²Universitas Patompo

chaidirsuwahyo@gmail.com, risha_utami@yahoo.com

Abstrak

Untuk membuka daerah yang masih terisolasi, pembangunan infrastruktur, khususnya infrastruktur transportasi, selalu menjadi prioritas utama. Pembangunan infrastruktur jalan adalah salah satu proyek infrastruktur yang terus berkembang dan berkembang. Keadaan tanah dasar yang tidak memenuhi standar adalah masalah utama dalam proyek ini. Tanah dasar yang baik sangat penting untuk pondasi bangunan, seperti gedung, jalan, dan bangunan air. Tujuan penelitian adalah menentukan kapasitas kekuatan material granular sintesis tanah lunak stabilisasi semen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental uji pembebanan pada elemen kolom dengan isian granular sintesis dengan kekuatan rangbesi dengan permodelan skala laboratorium. Laboratorium mekanika tanah adalah tempat penelitian ini dilakukan. Untuk komposisi campuran granular sintetik, hasil pengujian CBR dan kuat tekan menunjukkan bahwa penambahan semen sebesar 12,5% dari berat contoh tanah dan penambahan air sebesar 1,9.

Kata kunci: Material Granular, Tanah Lunak, Semen

Abstract

To open up areas that are still isolated, infrastructure development—especially in the transportation sector—has always been of utmost importance. Building road infrastructure is one of the infrastructure developments that is still being developed and accelerated. The primary issue with building roads is that the foundational soil does not match the anticipated standards and specifications. When laying the foundation for any kind of structure—buildings, roads, or water features—good subgrade soil is essential. Determining the strength capacity of cement-stabilized soft soil

synthetic granular material is the goal of the study. This study employed a lab-scale modeling approach to conduct loading tests on column elements with synthetic granular filling and steel frame reinforcement. This study was conducted at Hasanuddin University's Faculty of Civil Engineering's Soil Mechanics Laboratory. Several conclusions can be made from the testing and discussion that is described in Research Results and Discussion. These include the use of CBR and Compressive Strength testing to find cement and the addition of water to change the composition of the synthetic granular mixture. As a result, the ideal cement addition of 12.5% of the soil sample's weight was found. water content (w/c) of 1.9.

Keywords: Granular Material, Soft Soil, Cement

I. PENDAHULUAN

Untuk membuka daerah yang masih terisolasi, pembangunan infrastruktur, khususnya infrastruktur transportasi, selalu menjadi prioritas utama. Pembangunan infrastruktur jalan adalah salah satu proyek infrastruktur yang terus berkembang dan berkembang. Keadaan tanah dasar yang tidak memenuhi standar adalah masalah utama dalam proyek ini. Untuk meletakkan pondasi bangunan, baik gedung, jalan, atau bangunan air, spesifikasi tanah yang tidak memenuhi standar akan meningkatkan risiko kegagalan struktur pondasi. (Bowles & Guo, 1996).

Tanah dasar harus memiliki daya dukung yang baik dan mampu menahan perubahan volume selama masa pelayanan. Konstruksi tanah dasar ini dipersiapkan secara khusus untuk memadatkan material tanah dasar dengan alat berat untuk menghasilkan dasar perkerasan yang stabil. Konstruksi perkerasan jalan bergantung pada tanah di bawahnya (Dutta & Roy, 2002).

Penggunaan tiang pancang kayu di sekitar area kerja atau metode tiang pancang adalah beberapa alternatif yang umum digunakan saat melakukan pekerjaan perbaikan tanah untuk pondasi struktur bangunan. Kedua

metode dianggap memiliki banyak kelemahan. Sudah jelas bahwa penggunaan tiang pancang kayu berbahaya bagi lingkungan, terutama karena konsep pembangunan ekologis yang dipromosikan oleh pemerintah. Ini karena tiang pancang adalah konstruksi yang sangat mahal dan tidak efisien untuk digunakan (Black et al., 2007).

Dengan menggunakan kolom granular yang diisi dengan batu buatan lokal untuk memperkuat tanah, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan menggunakan cerucuk atau tiang pancang pada tanah lunak untuk pembangunan infrastruktur (Lube et al., 2011).

Dalam penelitian sebelumnya, gagasan tentang perbaikan tanah adalah dengan memperkuat kolom granular yang biasanya diisi dengan pasir atau batu alam yang ada di lokasi. Namun, karena pasir dan batu alam tidak tersedia di seluruh wilayah Indonesia, batu buatan lokal menjadi alternatif utama untuk mengisi kolom granular yang ada. Jika memungkinkan, penggunaan rangbesi pada bagian luar kolom buatan merupakan cara lain untuk memisahkan dan memperkuat tanah (Kurniatullah, 2019).

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diambil adalah Bagaimana kapasitas kekuatan bahan granular sintesis untuk stabilisasi semen dalam tanah lunak.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas kekuatan bahan granular sintesis untuk stabilisasi semen dalam tanah lunak.

Batasan Masalah

Penelitian ini hanya akan mempelajari jenis tanah lunak lempung lunak, dan akan menggunakan bahan-bahan alami dari lokasi pengambilan sampel, yaitu jalan poros Sungguminasa-Malino. Ini akan memungkinkan penelitian ini dilakukan secara efektif, terukur, dan sesuai dengan tujuan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan eksperimen untuk menguji beban pada elemen kolom dengan pengisi granular sintesis. Ini dilakukan dengan memperkuat struktur baja dengan pemodelan skala laboratorium.

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah.

B. Pengambilan Data dan Sample

Adapun teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian di

laboratorium. Pengujian ini terdiri dari dua pengujian yaitu pengujian sifat fisik dari tanah dan pengujian sifat mekanis dari tanah tersebut (Gunaratne, 2013). Adapun jenis pengujian untuk mendapatkan sifat – sifat fisik dan sifat – sifat mekanis dari tanah tersebut yaitu:

- Pengujian sifat tanah terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis, analisis ukuran butir dan batas-batas atterberg.
- Pengujian sifat mekanis tanah terdiri dari pengujian standar proktor, kuat tekan bebas dan CBR laboratorium.

Tabel 1. Jenis pengujian dan standar yang digunakan

No.	Jenis Pengujian	Standar	
		SNI	ASTM
1	Analisis saringan	SNI 03-1968-1990	C-136-06
2	Batas-batas Konsistensi	• Batas cair (LL)	SNI 03-1967-1990 D-423-66
		• Batas plastis (PL)	SNI 03-1966-1990 D-424-74
		• Indeks plastis (PI)	SNI 03-1966-2008 D-4318-10
3	Berat Jenis Tanah (Gs)	SNI 03-1964-1990	D-162
4	Berat Isi Tanah Jenuh (γ_{sat})	SNI 03-1743-1989	D-2216-98
5	Kadar Air (Wc)	SNI 03-1965-1990	D-2216-98
6	Berat Isi Kering (γ_{dry})	SNI 03-1970-2008	D-854-72
7	Uji Pemadatan	SNI 03-1742-1989	D-698
8	Kuat Tekan Bebas (q_u)	SNI 03-6887-2002	D-633-1994

Sumber: Permen PUPR

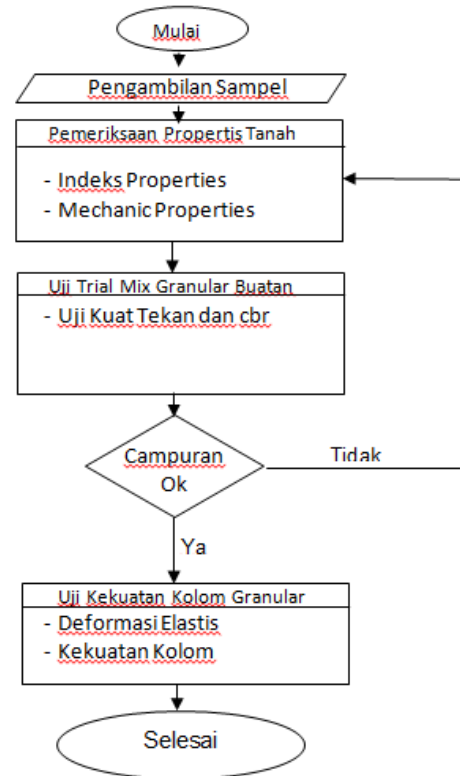
C. Rancangan Penelitian dan Pelaksanaan

Penelitian eksperimental ini dilakukan pada tanah lunak yang diubah dengan penggunaan bahan pengisi granular buatan yang dibungkus dengan Ringbesi, seperti yang dijelaskan di bagian ini. (Bowles, 1992). Adapun rancangan kami buat untuk melakukan penelitian ini sebagai berikut :

- Studi pendahuluan melibatkan studi strategis untuk menentukan masalah penguatan tanah pada tanah lunak. Kemudian, masalah diidentifikasi dan sampel tanah diambil.
- menguji contoh tanah yang diambil untuk mengetahui parameternya.

- c. Uji mekanik tanah dengan variasi campuran semen.
- d. Menyiapkan dan membuat campuran tanah + Semen + Variasi FAS, kemudian dilakukan pengujian CBR dan UCT yang sebelumnya di pram selama 28 hari.
- e. Pencetakan butiran buatan dalam bentuk kubus, segitiga, dan heksagonal dan keringkan selama 28 hari untuk digunakan sebagai pengisi kolom.
- f. Untuk menentukan kelayakan sintesis granular, kami melakukan uji California Bearing Ratio (CBR) sebelum menguji beban.
- g. Uji beban dilakukan setelah menyiapkan beban rangka dan alat pendukung seperti kompresor, hidrolik, dan dial sesuai fungsinya.
- h. Untuk membuat model fisik, buat rangka beban dan perlengkapan lainnya. Kemudian buat rangka besi dengan diameter dua puluh sentimeter dan tinggi enam puluh sentimeter, atau perbandingan 1:3. Kemudian penuhi rangka dengan butiran sintetik dalam berbagai bentuk tiga kali.
- i. Uji pembebanan dilakukan pada kolom granular untuk mendapatkan parameter Modulus Elastisitas (E) dan Poisson Ratio (ν).

secara teratur dan sesuai rencana. Berikut adalah alur penelitiannya:



Gambar 1 Diagram Alir

D. Metode Analisis

Pada metode analisa data yang digunakan yaitu analisis terhadap hasil yang didapatkan di laboratorium dengan tahapannya sebagai berikut:

- a. Analisa ukuran butiran terhadap tanah yang akan digunakan pada pengujian yang bertujuan untuk mengetahui distribusi tanah.
- b. Analisis batas konsistensi tanah terdiri dari mengklasifikasikan hasil uji batas plastis dan cair tanah.
- c. Analisis uji pemadatan, juga dikenal sebagai proctor, digunakan untuk menghitung kadar air dan berat jenis tanah, baik tanah tercampur maupun tidak tercampur.
- d. Tujuan dari analisis uji kekuatan tekan bebas adalah untuk mengetahui kekuatan tanah saat ditekan, terlepas dari apakah tanah tersebut tercampur atau tidak.
- e. Tujuan dari analisis berat jenis, abrasi, dan modulus elastisitas granular buatan adalah untuk mengetahui apakah granular buatan memenuhi kriteria granulasi dari segi karakteristik dan kekuatan.
- f. Tujuan analisis uji model adalah untuk mengukur kapasitas beban kolom granular sintetik, rasio racun, dan modulus elastisitas.

E. Diagram Alir Penelitian

Sebelum penelitian dimulai, persiapan dilakukan untuk memastikan bahwa penelitian dilakukan

F. Defenisi Oprasional Variabel

Beberapa variabel yang digunakan dalam penelitian ini dianggap sebagai operasional variabel. Oleh karena itu, untuk memahami variabel ini, kita harus memahami pengertiannya:

1. Kapasitas dukung ultimit (q_u)

Didefinisikan sebagai beban maksimum yang diberikan persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan.

2. Beban ultimit (P_u)

Didefinisikan sebagai beban maksimum yang dapat dipikul pada suatu luasan kolom yang didistribusikan ke tanah hingga kolom tersebut mengalami kegagalan.

3. Luas bidang beban (A)

Didefinisikan sebagai luasan pada kolom yang diberikan suatu beban. Sebagai perantara beban yang akan didistribusikan ke tanah.

4. Deformasi

Didefinisikan sebagai perubahan bentuk akibat tegangan.

5. Deformasi horizontal

Didefinisikan sebagai pergerakan horizontal akibat tegangan dan dipengaruhi oleh kuat geser tanah.

6. Modulus Elastisitas (E)

Didefinisikan sebagai berapa tekanan yang di terima oleh kolom dibagi dengan regangan kolom tersebut.

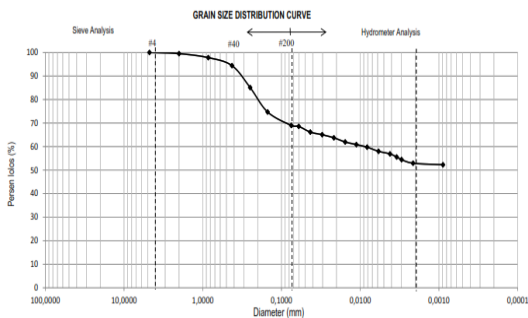
7. Poison Rasio (ν)

Didefinisikan sebagai perbandingan jumlah gaya arah y dengan jumlah gaya arah x.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Fisis dan Mekanis Tanah Lunak

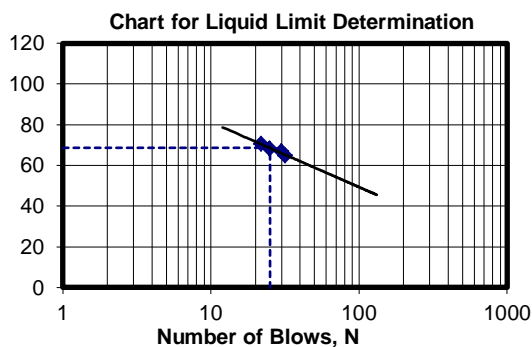
- Berdasarkan hasil pengujian karakteristik tanah, maka dapat diidentifikasi parameter tanah sebagai berikut:
 - Berat jenis tanah adalah 2,67 mengidentifikasi jenis tanah lunak.
 - Index volume tanah menggambarkan Kadar air (W_c) = 38,06 %, Berat isi tanah (γ) = 1,74 gr/cm³.
 - Analisa ukuran butir menghasilkan fraksi Gravel = 5,60 %, Pasir = 24,10 %, Lanau = 17,42 %, Lempung = 52,88 % dari fraksi tersebut kita dapat menyimpulkan bahwa jenis tanah adalah tanah lunak, adapun grafik dari hasil pengujian adalah sebagai berikut :



Gravel	Sand	Silt	Clay
5.60%	24.10%	17.42%	52.88%

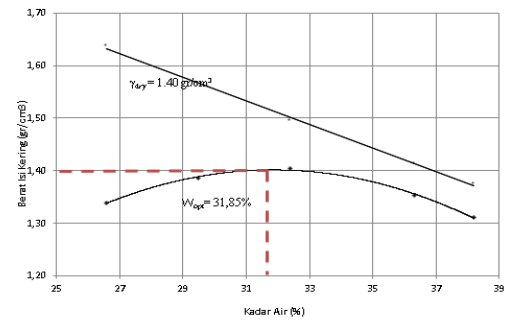
Gambar 2 Analisa Ukuran Butir

- Niai konsistensi tanah didapatkan nilai Batas cair (LL) = 65,41 %, Batas Plastis (PL) = 33,75 % dan Indeks Plastisitas (IP) = 31,66 % adapun grafik hasil pengujian adalah sebagai berikut:



Gambar 3 Pengujian Batas Cair

- Prilaku mekanis tanah dengan pengujian standart proctor di peroleh nilai Kadar air optimum (ω_{opt}) = 31,85 % dan Berat volume kering (γ_{dry}) = 1,40 gr/cm³ adapun hasil pengujian adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Kurva Pemasatan

- Nilai kuat tekan bebas tanah asli (q_u) = 0,28 kg/cm² dan Modulus elastisitas (E) = 0,14 kg/cm².

2. Kualifikasi Tanah Asli

Jenis tanah yang dihasilkan berdasarkan standar klasifikasi granulometri (AASHTO), Batas Atterberg (USCS):

- American Association of State Highway and Transportation Officials

Jenis tanah diklasifikasikan sebagai tanah lempung, atau A-7-5, berdasarkan hasil uji analisis granulometri dan batas Atterberg.

- The Unified Soil Classification System (USCS)

Tanah ini termasuk dalam kategori lanau plastisitas tinggi (CH) berdasarkan nilai uji batas Atterberg.

B. Karakteristik Kekuatan Material Granular Sintesis Tanah Lunak Stabilisasi Semen

1. Komposisi Semen

Uji pemasatan di atas menunjukkan bahwa OMC akan digunakan pada campuran sampel tanah dan semen dengan perbedaan 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat sampel tanah asli.

Konsep awal dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan material dengan ketahanan yang sama atau lebih besar dari material perkerasan subbase untuk perkerasan jalan fleksibel. Penelitian ini mengacu pada spesifikasi jalan yang menetapkan CBR untuk lapisan subbase jalan 20%.

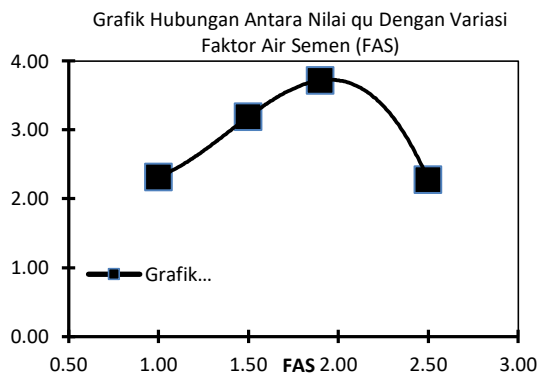
Dengan kuat tekan 3,75 kg/cm² dan nilai CBR 22%, nilai persentase penambahan semen adalah 12,5% dari berat contoh tanah.

Menurut AASHTO A-7, kisaran penambahan semen untuk stabilisasi berkisar dari 10-16% tergantung pada berat tanah. Dengan demikian, penambahan semen untuk komposisi granular sintetik adalah 12,5%.

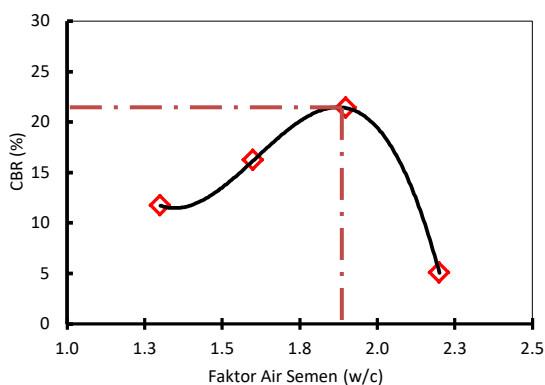
2. Faktor Air Semen

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui faktor air semen yang optimum yang akan di pakai dalam komposisi campuran, maka dari itu tanah asli di campur dengan 12.5% semen dengan variasi penambahan air yaitu 1.0, 1.5, 2.0, dan 2.5 dari berat sampel tanah yang artinya apabila nilai Faktor air semen sebesar 1 maka $w/c = 1$ artinya berat air dan semen sama. Sebagai contoh tanah asli dengan berat 2000 gram maka berat semen yang akan di campur adalah Berat tanah asli x komposisi semen yaitu $2000 \text{ gr} \times 12.5\% = 250 \text{ gram}$, dan untuk mendapatkan penambahan air dengan FAS 1 adalah $w/c = 1$ atau $w/250 = 1$, $w = 250 \text{ gram}$ maka penambahan air adalah 250 gram.

Setelah komposisi campuran dibuat dalam berbagai fase, dicampur, dan dibiarkan selama 28 hari untuk pemeraman. Setelah itu, dilakukan pengujian untuk masing-masing komposisi campuran. Hasilnya adalah sebagai berikut:



Gambar 5 Hubungan Nilai Kuat Tekan terhadap Variasi Faktor Air Semen.



Gambar 6 Hubungan CBR terhadap Variasi Faktor Air Semen

Dari hasil pengujian kuat tekan dan uji CBR dapat disimpulkan bahwa nilai optimalnya mendekati 1,9 atau dapat diambil kesimpulan bahwa nilai faktor air semen

adalah 1,9.

3. Granular Sintesis

Pada tahap ini, tanah asli dicampur dengan semen yang diinginkan dan FAS. Setelah tercampur menjadi komposisi yang diinginkan, adonan dicetak dengan alat cetak dengan tiga bentuk prisma: segitiga, kubus, dan heksagonal. Adonan kemudian dibiarkan sembuh selama 28 hari.

C. Karakteristik Mekanis Granular Sintesis

CBR (California Bearing Ratio)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kapasitas beban setiap bentuk pada butiran sintetik. Pengujian dilakukan dengan menguji setiap bentuk secara terpisah. Pada setiap variasi bentuk, metode pemadatan terdiri dari tiga jenis tumbukan, yaitu 10, 25 dan 56. Hasil pengujian menunjukkan bahwa granular sintesis berbentuk prisma segitiga memerlukan 24 pukulan untuk mencapai nilai CBR sebesar 20%, sedangkan granular berbentuk kubus memerlukan 22 pukulan untuk mencapai nilai CBR sebesar 20%, dan palsu. Jika granular berbentuk prisma heksagonal memiliki 15 pukulan untuk mencapai nilai CBR sebesar 20%, maka sifat mekanik granular sintetik setara dengan sifat lapisan subbase.

D. Kapasitas Dukung Model Elemen Kolom Granular Sintesis Kapasitas dukung dan Elastisitas Kolom

Dari hasil pengujian beban statik yang dilakukan dengan menggunakan frame uji beban yang kemudian di pasang kolom granular sintesis tanpa kekangan dari samping kemudian dibebani dan di amati seberapa besar penurunan vertikal dan penurunan horizontal.

Pengujian pembebanan dari kolom dengan isian granular buatan yang diperkuat dengan rangbesi ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas dukung dari elemen kolom tersebut.

kapasitas dukung yang paling tinggi adalah kolom granular buatan dengan isian material prisma segienam, dengan kata lain material yang mempunyai banyak sudut adalah material yang mempunyai daya dukung baik pula.

Adapun untuk mengetahui nilai dari modulus elastisitas (E) dan angka poisson (ν) dari hasil pengujian pembebanan kolom granular sintesis yang diperkuat dengan rangbesi adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Nilai Kekuatan, Deformasi, Modulus dan Poisson Ratio

Bentuk Material	q_u (kg/cm ²)	ϵ_v (%)	ϵ_h (%)	(E) (kg/cm ²)	Poisson Ratio (ν)
Prisma Segitiga	5,50	2,40	0,624	229	0,26
Prisma segiempat	6,40	2,30	0,575	278	0,25
Prisma Segienam	6,90	2,10	0,462	328	0,22

Sumber: Analisis Data, 2023

Dari tabel 2 maka di peroleh nilai q_u prisma segi enam adalah 6.9 kg/cm² dengan $\epsilon_v = 2.10 \%$ dan $\epsilon_h = 0.462 \%$ dengan nilai E adalah 328 kg/cm² dan $\nu = 0.22$, prisma segiempat mempunyai nilai $q_u = 6.40$ kg/cm² dengan $\epsilon_v = 2.30 \%$ dan $\epsilon_h = 0.575 \%$ dengan nilai E adalah 278 kg/cm² dan $\nu = 0.25$ & prisma segi tiga mempunyai $q_u = 5.50$ kg/cm² dengan $\epsilon_v = 2.40 \%$ dan $\epsilon_h = 0.624 \%$ dengan nilai E adalah 229 kg/cm² dan $\nu = 0.26$.

Dengan kata lain material buatan yang berbentuk prisma segi enam mempunyai nilai q_u yang paling besar dan mempunyai angka poisson yang kecil dari material buatan yang berbentuk segi tiga dan segi empat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian dan pembahasan yang telah dijelaskan pada hasil dan pembahasan penelitian maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

Dari hasil pengujian CBR dan Kuat Tekan untuk mencari semen dan penambahan air untuk komposisi campuran pembuatan granular sintesis maka diperoleh penambahan semen optimum sebesar 12.5% dari berat sample tanah dan penambahan air sebesar 1,9.

REFERENSI

- Black, J., Sivakumar, V., & McKinley, J. D. (2007). Performance of clay samples reinforced with vertical granular columns. *Canadian Geotechnical Journal*, 44(1), 89–95.
- Bowles, J. E. (1992). *Engineering properties of soils and their measurement*. McGraw-Hill, Inc.
- Bowles, J. E., & Guo, Y. (1996). *Foundation analysis and design* (Vol. 5). McGraw-hill New York.
- Dutta, S. C., & Roy, R. (2002). A critical review on idealization and modeling for interaction among soil–foundation–structure system. *Computers & Structures*, 80(20–21), 1579–1594.
- Gunaratne, M. (2013). *The foundation engineering handbook*. CRC Press.
- Kurniatullah, D. A. (2019). *Studi Eksperimental*

Perkuatan Tanah Lunak dengan Geogrid Kolom Granular Buatan= Experimental Study of Soft Soil EInforcement with Geogrid Artificial Granular Column. Universitas Hasanuddin.

Lube, G., Huppert, H. E., Sparks, R. S. J., & Freundt, A. (2011). Granular column collapses down rough, inclined channels. *Journal of Fluid Mechanics*, 675, 347–368.