

SURAT TUGAS

Nomor: 622-R/UNTAR/PENELITIAN/VIII/2024

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

ANIEK PRIHATININGSIH, Ir., M.M.

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian/publikasi ilmiah dengan data sebagai berikut:

Judul : PENGARUH SUDUT GESER DALAM TERHADAP PENAMBAHAN PASIR SUBROUNDED, SUB-ANGULAR, DAN ANGULAR PADA PASIR ROUNDED
Nama Media : Jurnal Mitra Teknik Sipil
Penerbit : Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Volume/Tahun : 7/3/2024/Agustus
URL Repository : <https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/30822>

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

15 Agustus 2024

Rektor



Prof. Dr. Ir. AGUSTINUS PURNA IRAWAN

Print Security : 705f3bc4e9f5ceeb578208684b04990c

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

JMITS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

Volume 7 No. 3 Agustus 2024



e-ISSN : 2622-545X

Program Studi Sarjana Teknik Sipil UNTAR

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Volume 7, Nomor 3, Agustus 2024

Redaksi

Ketua Dewan Editor <i>(Editor-in-Chief)</i>	Prof. Ir. Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D.
Editor Pelaksana <i>(Executive Editors)</i>	Andy Prabowo, S.T., M.T., Ph.D. Vittorio Kurniawan, S.T., M.Sc. Arif Sandjaya, S.T., M.T.
Dewan Editor <i>(Editorial Board)</i>	Dr. Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si. Dr. Daniel Christianto, S.T., M.T. Yenny Untari Liucius, S.T., M.T. Ir. Aniek Prihatiningsih, M.M. Ir. Arianti Sutandi, M.Eng. Ir. Sunarjo Leman, M.T.
Mitra Bestari <i>(Reviewers)</i>	Prof. Ir. Roesdiman Soegiarso, M.Sc., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Prof. Ir. Chaidir Anwar Makarim, MCE., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Basuki Anondho, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Najid, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Henny Wiyanto, M.T. (Universitas Tarumanagara) Ir. Oei Fuk Jin, S.T., M.Eng., D.Eng. (Universitas Tarumanagara) Dr. Mega Waty, M.T. (Universitas Tarumanagara) Alfred J. Susilo, S.T., M.Eng., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Onnyxiforus Gondokusumo, M.Eng. (Universitas Tarumanagara) Dr. Nurul Fajar Januriyadi (Universitas Pertamina) Dr. Ir. Usman Wijaya, S.T., M.T. (Universitas Kristen Krida Wacana) Vienti Hadsari, Ph.D. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta) Ir. Andryan Suhendra, M.T. (Binus University) Reynaldo Siahaan, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas) Dr. Ida Ayu Oka Suwati Sideman, S.T., M.Sc. (Universitas Mataram) Hokbyan R. Angkat, S.T., M.Sc. (Praktisi Transportasi) Ir. Ali S. Iskandar, S.T., M.T. (Praktisi Geoteknik)
Alamat Redaksi <i>(Editorial Address)</i>	Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara Alamat: Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta Barat, 11440 Kampus 1 Gedung L Lantai 5 Telepon: 021-5672548 ext.331 E-mail: jmts@untar.ac.id

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Volume 7, Nomor 3, Agustus 2024

Kata Pengantar

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil (E-ISSN 2622-545X) merupakan jurnal *peer-reviewed* yang dipublikasikan oleh Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara sebagai wadah peneliti, mahasiswa, dan dosen dari dalam maupun luar UNTAR untuk mempublikasikan makalah hasil penelitian dan studi ilmiah dalam bidang Teknik Sipil.

JMTS mempublikasikan artikel ilmiah pada bidang Teknik Sipil dengan sub-bidang sebagai berikut:

- Struktur
- Material Konstruksi
- Geoteknik
- Sistem dan Teknik Transportasi
- Manajemen Konstruksi
- Keairan

Tim editor JMTS menerima artikel yang berisi laporan kegiatan pengujian laboratorium/lapangan disertai simulasi numerik berbasis metode teruji yang bertujuan untuk memperoleh temuan baru, evaluasi terhadap hasil temuan eksisting, kritik terhadap metode eksisting. Selain itu, JMTS juga menerima artikel berisi *literature review* mengenai perkembangan dan penerapan *building information modelling*, *artificial intelligence*, *virtual reality*, *augmented reality* dan aspek digitalisasi lainnya pada dunia konstruksi.

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil terbitan Volume 7 Nomor 3 bulan Agustus 2024 merupakan terbitan ke-25 sejak terbitan pertama pada Agustus 2018. Penerbitan JMTS dilakukan secara berkala setiap 3 bulan, yaitu pada bulan Februari, Mei, Agustus, dan November.

Pada edisi Volume 7 Nomor 1 terdapat artikel yang merupakan laporan kegiatan magang mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara. Artikel ini menjadi syarat luaran bagi mahasiswa yang memilih kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) melalui kegiatan magang.

JMTS berhasil mendapatkan akreditasi peringkat 4 akreditasi jurnal ilmiah periode 1 tahun 2022 (Sinta4).

Penerbitan jurnal ini dapat berlangsung secara maksimal berkat kontribusi berbagai pihak. Terima kasih kepada tim editor yang telah membantu proses penerbitan dan Reviewer yang telah berkenan memberikan saran perbaikan untuk menjaga kualitas jurnal. Semoga jurnal ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu Teknik Sipil.

Salam,

Tim Redaksi Jurnal Mitra Teknik Sipil

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Vol. 7 No. 3, Agustus 2024

Daftar Isi

<i>PARTIAL STRESSING METHOD EFFECTIVENESS IN POST TENSION PRESTRESSED CONCRETE SYSTEM</i> <i>Satria Wicaksana, Ika Bali, and Binsar Hariandja</i>	785-794
DIGITALISASI METODE KONSTRUKSI PADA PROYEK <i>HIGH-RISE BUILDING</i> <i>Daniel Maranatha Silitonga, Stefanus Yobel Hendrawan, dan Oei Fuk Jin</i>	795-806
IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK PERUMAHAN RAKYAT MELALUI ANALISIS TRIANGULASI <i>Putri Arumsari, Sofia W. Alisjahbana, Ayomi Dita Rarasati, dan Hendrik Sulistio</i>	807-818
PENGARUH KENDARAAN <i>OVERLOAD</i> TERHADAP UMUR RENCANA PADA STRUKTUR <i>FLEXIBLE PAVEMENT</i> JALAN TOLL JORR E JAKARTA <i>Johanson Pardomuan Pardede, Leksmono Suryo Putranto, dan Hendrik Sulistio</i>	819-830
PENILAIAN KONDISI JALAN MENGGUNAKAN METODE <i>SURFACE DISTRESS INDEX</i> DAN INVENTARISASI KONDISI JALAN BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PADA RUAS JALAN BANDANGLAN KABUPATEN KLUNGKUNG <i>I Nyoman Sai Santya, Anak Agung Gede, dan Putu Aryastana</i>	831-844
ANALISIS <i>KEY SUCCESS FACTOR</i> KEPEMIMPINAN DALAM MEMAKSIMALKAN KINERJA UNIT KERJA: STUDI KASUS SAMESTA MARGONDA DEPOK <i>Wahyu Indra Sakti dan Monang Wijaya Ramadhan</i>	845-858
ANALISIS PERFORMA BALOK T BETON BERTULANG DENGAN SERAT POLIMER MENGGUNAKAN APLIKASI MIDAS FEA NX <i>Timotius Alfanov dan Sunarjo Leman</i>	859-872
ANALISIS METODE <i>EARNED VALUE</i> UNTUK PREDIKSI PENYELESAIAN PROYEK KONSTRUKSI APARTEMEN X DI TANGERANG <i>Christoper Wilanata dan Mega Waty</i>	873-884
ANALISIS PANJANG PENGANGKURAN TERHADAP KUAT TARIK MAKSIMUM MENGGUNAKAN APLIKASI MIDAS FEA NX <i>Daniel Christianto, Nikita Audrian, Gabriella Victoria, dan Edison Leo</i>	885-898
PERHITUNGAN PREDIKSI DURASI PROYEK GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE <i>EARNED SCHEDULE</i> <i>Codey Erwan, Basuki Anondho, dan Arianti Sutandi</i>	899-906
OPTIMASI PENJADWALAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH TINGGAL DENGAN MEMPERHITUNGGAN ALIRAN KAS <i>Yessy dan Onnyxiforus Gondokusumo</i>	907-914

PENGARUH PENGGANTIAN TANAH DAN LAPISAN GEOTEKSTIL TERHADAP DEFORMASI DAN STABILITAS LERENG TIMBUNAN DI ATAS TANAH LUNAK <i>M Batara dan Nurly Gofar</i>	915-924
ANALISIS BIAYA KORBAN KECELAKAAN LALU LINTAS TRANSPORTASI DARAT DI KOTA DENPASAR TAHUN 2021 <i>I Made Kariyana, Tri Hayatining Pamungkas, Ni Putu Suda Nurjani dan I Kadek Doni Artayasa</i>	925-930
ANALISIS PANJANG CFRP KOLOM PADA PERKUATAN <i>EXTERIOR BEAM-COLUMN JOINT</i> BETON BERTULANG MENGGUNAKAN MIDAS FEA <i>Arif Sandjaya, Muhammad Rafi Fathurrahman, dan Sunarjo Leman</i>	931-936
PREDIKSI DURASI PROYEK BANGUNAN TINGGI DENGAN METODE <i>EARNED SCHEDULE</i> <i>Vincent Theddy, Basuki Anondho, dan Arianti Sutandi</i>	937-948
TINJAUAN KEPUASAN PENGGUNA TERHADAP LAYANAN BUS TRANSJAKARTA KORIDOR 12 (TANJUNG PRIOK - PLUIT) <i>Yenny Untari Liucius, Hokbyan R.S Angkat, Lie JorgeWilliam</i>	949-956
ANALISIS KEPUASAN PENGGUNA ANGKUTAN KOTA F03 TANGERANG DARI SEGI PELAYANAN DAN TARIF <i>Ridwan Ridwan, Leksmono Suryo Putranto</i>	957-968
ANALISIS PENGARUH KUALITAS LAYANAN LRT JABODEBEK RUTE DKI JAKARTA TERHADAP KEPUASAN DAN LOYALITAS <i>Dimas Wahono, Leksmono Suryo Putranto</i>	969-976
ANALISIS COST OVERRUNS PADA PROYEK X <i>Kevin Mathew, Mega</i>	977-986
ANALISIS KAPASITAS DRAINASE TERHADAP BANJIR DI DAERAH TELUK GONG <i>Gina Vanesa, Wati Asriningsih Pranoto</i>	987-996
PENYEBAB SISA MATERIAL PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH TINGGAL X DI SERANG <i>Caesar Dasha Prameswara, Mega Waty</i>	997-1004
STUDI PERBAIKAN TANAH MENGGUNAKAN GEOTEKSTIL UNTUK BERBAGAI KONSISTENSI TANAH <i>Angga Wijaya, Daniel Christianto, Amelia Yuwono</i>	1004-1020
ANALISIS KEPUASAN PENGGUNA TERHADAP FASILITAS BUS TRANSJAKARTA DI HALTE TANJUNG DUREN <i>Elnando Juwanto, Leksmono Suryo Putranto</i>	1021-1030

EVALUASI DESAIN PERKERASAN LENTUR DI RUAS JALAN SAKETA – DAHEPODO PROVINSI MALUKU UTARA STA 00+000 – STA 10+000 BERDASARKAN MDPJ 2017 DAN MENGGUNAKAN PROGRAM KENPAVE <i>Muhammad Saleh Habib, Aniek Prihatiningsih, Hokbyan R.S. Angkat</i>	1031-1040
PERSEPSI PENGUNJUNG MALL KELAPA GADING 3 TERHADAP FASILITAS GEDUNG PARKIR <i>Najid, Hokbyan R.S. Angkat, Nicolas Liaunardy</i>	1041-1048
PERSEPSI PENUMPANG MRT TERHADAP KEBUTUHAN KERETA KHUSUS PEREMPUAN <i>Najid, Hokbyan R.S. Angkat, Muda Ibrahim Febrian Zhuhri</i>	1049-1054
ANALISIS <i>CHANGE ORDER RATIO</i> PADA PROYEK BENGKEL SPBU <i>Christian Mihardja dan Mega Waty</i>	1055-1062
PERBANDINGAN KELAYAKAN FINANSIAL Gedung <i>GREEN BUILDING</i> DAN NON- <i>GREEN BUILDING</i> MENGGUNAKAN METODE <i>MONTE CARLO</i> <i>Yasmin Ramadian dan Fuk Jin Oei</i>	1063-1072
STUDI KELAYAKAN INVESTASI USAHA PRODUKSI TIANG PANCANG <i>Ronaldo Budiman, Mark Setiadi, dan Wati A. Pranoto</i>	1073-1082
ANALISIS KINERJA PELAYANAN BUS COMMUTER PANTAI INDAH KAPUK 2 <i>Justin Reyhan dan Leksmono Suryo Putranto</i>	1083-1096
PENILAIAN KERUSAKAN PERKERASAN KAKU MENGGUNAKAN METODE PCI DI RUAS DENAI-MANDALA <i>BYPASS</i> KOTA MEDAN <i>Aldyoki Firmansyah Matondang, Defry Basrin, dan Haikal Fajri</i>	1097-1110
PERILAKU KUAT TEKAN BEBAS PADA TANAH GAMBUT DENGAN TAMBAHAN <i>PORTLAND CEMENT</i> <i>Frederiko dan Aniek Prihatiningsih</i>	1111-1116
PENGARUH SUDUT GESER DALAM TERHADAP PENAMBAHAN PASIR <i>SUB-ROUNDED, SUB-ANGULAR, DAN ANGULAR</i> PADA PASIR <i>ROUNDED</i> <i>Badrul Miswar dan Aniek Prihatiningsih</i>	1117-1122
PERBANDINGAN STABILITAS BERBAGAI TIPE DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK TOWER TURYAPADA DI BALI <i>Johny Five, Hendy Wijaya, dan Ali Iskandar</i>	1123-1130

PENGARUH SUDUT GESER DALAM TERHADAP PENAMBAHAN PASIR *SUB-ROUNDED*, *SUB-ANGULAR*, DAN *ANGULAR* PADA PASIR *ROUNDED*

Badrul Miswar¹ dan Aniek Prihatiningsih²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
badrul.325200092@stu.untar.ac.id

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

Masuk: 26-06-2024, revisi: 09-07-2024, diterima untuk diterbitkan: 31-07-2024

ABSTRACT

The physical form of sand grains is a critical factor influencing shear strength, where sharper/angular grain shapes tend to result in higher internal friction angles (ϕ) and stronger interlocking capabilities among grains, whereas rounder particle shapes generally lead to lower ϕ values. This study aims to quantify the significant differences in shear strength (ϕ) between sand with the most rounded shapes (*rounded* and *sub-rounded*) and those with sharper/angular shapes (*angular* and *sub-angular*). Additionally, the research involves creating and testing mixtures using primary rounded sand mixed with three other types (*sub-rounded*, *sub-angular*, and *angular*). Various mixtures of *sub-rounded*, *sub-angular*, and *angular* sands will be added to the rounded sand as the primary material, with mixture percentages of 5%, 8%, 12%, and 15%. The testing results indicate that the optimal mixture involves adding *sub-rounded* sand to rounded sand, which increases the internal friction angle (ϕ) by up to 65,4% during natural testing conditions

Keywords: Sand; grain shape; angle of internal friction (ϕ); direct shear test

ABSTRAK

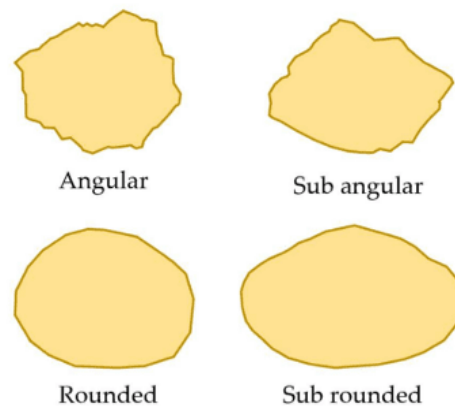
Bentuk fisik dari butiran pasir merupakan salah satu faktor penentu kekuatan geser yang akan dihasilkan dimana, semakin bersudut/tajam bentuk butiran pasir, maka cenderung menghasilkan sudut geser dalam (ϕ) yang tinggi serta memiliki kemampuan *interlocking* antar butiran yang kuat dan begitupun sebaliknya, semakin bulat bentuk partikel dari butiran pasir akan menghasilkan sudut geser dalam (ϕ) yang semakin rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah mencoba membuktikan seberapa signifikan perbedaan dari kuat geser dalam (ϕ) pasir dengan bentuk yang paling bulat (*rounded*) dan cenderung bulat (*sub-rounded*) terhadap pasir dari bentuk yang tajam/bersudut (*angular*) dan cenderung tajam/bersudut (*sub-rounded*). Selain itu, penelitian ini membuat dan menguji campuran dengan material primer dari pasir jenis *rounded* yang dicampurkan dengan tiga jenis sampel lainnya (*sub-rounded*, *sub-angular* dan *angular*). Adapun variasi campuran pasir baik jenis *sub-rounded*, *sub-angular* maupun *angular* yang akan ditambahkan nantinya ke pasir jenis *rounded* sebagai material primer dengan persentase variasi campuran 5%, 8%, 12% dan 15%. Dari hasil pengujian didapatkan campuran optimum adalah pasir jenis *sub-rounded* yang ditambahkan terhadap pasir jenis *rounded* dimana, campuran pasir jenis *sub-rounded* dapat meningkatkan hingga 65,4% dari sudut geser dalam (ϕ) pasir *rounded* sewaktu pengujian natural.

Kata kunci: Pasir; bentuk butiran; sudut geser dalam (ϕ); uji geser langsung

1. PENDAHULUAN

Pasir merupakan tipe tanah yang mempunyai sifat yaitu non kohesif (*cohesionless soil*) dimana antar butirannya saling terlepas (*loose*). Hal ini dilihat pada kondisi pasir sewaktu kering yang mana butiran pasir yang akan terpisah-pisah, dan butiran pasir akan kembali bersatu pada kondisi basah. Hal ini terjadi dikarenakan adanya gaya tarik permukaan didalam air (Bowles, 1986). Dikarenakan pasir bersifat non-kohesif atau dapat diartikan nilai dari kohesi (c) sama dengan 0 (nol) atau $c = 0$. Nilai sudut geser (ϕ) pasir bergantung pada kepadatan pasir yang dipengaruhi juga oleh faktor gradasinya. Pasir yang padat mempunyai nilai sudut geser (ϕ) dengan range diantara 40°- 45°, sedangkan pasir yang tidak padat mempunyai nilai sudut geser (ϕ) kurang lebih 30° (Wesley, 1977).

Pasir merupakan salah satu jenis tanah yang umum ditemui dalam rekayasa geoteknik. Bentuk butiran pasir memainkan peran penting dalam menentukan sifat-sifat mekanik dan perilaku tanah tersebut. Pasir dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuknya menjadi 4 jenis utama (Gambar 1), antara *rounded* (bulat), *sub-rounded* (cenderung bulat), *angular* (tajam/bersudut), dan *sub-angular* (cenderung tajam/cenderung bersudut).



Gambar 1. 4 jenis umum pasir berdasarkan bentuk partikel-nya (Wang et al., 2022)

Dari sisi struktur, tanah pasir umumnya dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu struktur butir tunggal dan struktur sarang lebah. Pada struktur butir tunggal, butiran tanah berada dalam posisi yang stabil dan saling bersentuhan satu sama lain. Bentuk dan distribusi ukuran butiran tanah memiliki dampak pada kepadatan tanah. Sebagai contoh, untuk susunan yang sangat longgar, angka porositas mencapai 0,91, namun angka tersebut berubah menjadi 0,35 ketika pasir mengalami pemadatan. Sedangkan struktur sarang lebah, tanah membentuk lengkungan-lengkungan kecil dan terbentuk rantai butiran. Tanah dengan struktur ini memiliki porositas yang besar dan biasanya tidak dapat menopang beban statis yang berat. Oleh karena itu, ketika struktur tanah dengan jenis ini mengalami beban berat atau getaran, bisa menyebabkan kerusakan yang signifikan dan penurunan yang besar (Susilo et al., 2018).

Kekuatan butiran pasir ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk bentuk, ukuran, tekstur, susunan, dan struktur antar partikel pasir. Salah satu faktor yang penting adalah bentuk butiran pasir. Semakin tajam butiran pasir, maka semakin besar sudut geser (ϕ) yang dihasilkan. Ada enam jenis bentuk butiran pasir alami, yaitu *well rounded*, *rounded*, *sub-rounded*, *sub-angular*, *angular*, dan *very angular* (dari yang paling bulat bentuk butiran pasirnya hingga yang paling tajam). Setiap jenis bentuk butiran pasir tersebut memiliki pengaruh yang berbeda pada nilai sudut geser (ϕ) yang dihasilkan (Cho et al., 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa *signifikan* dapat menambah kuat geser pasir berbentuk *rounded* yang dikenal memiliki kuat geser yang rendah dibanding jenis pasir lainnya (berdasarkan bentuk partikel) dicampur dengan pasir bentuk lain (*sub-rounded*, *angular*, dan *sub-angular*), bentuk dari partikel pasir adalah sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kuat geser yang dihasilkan dalam ilmu mekanika tanah.

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data pada penelitian ini adalah dari hasil uji laboratorium guna mendapatkan data-data dari sampel pasir yang diuji. Adapun pengujian yang dilakukan seperti mengetahui karakteristik dari masing-masing jenis pasir hingga pengujian geser langsung/*direct shear test* yang mengikuti standar SNI 3420:2016 dan ASTM D3080 baik pasir natural dan pasir setelah dicampur dimana. Sampel pasir terdiri atas pasir *rounded* yang berasal dari Lombok, sampel pasir *sub-rounded* yang berasal dari Garut, sampel pasir *sub-angular* (pasir kuarsa), dan sampel pasir *angular* yang berasal dari gunung dari sisa letusan gunung merapi tepatnya di Kabupaten Malang.

Penelitian ini melakukan pengujian terhadap *index properties*, *sieve analysis*, dan uji geser langsung/*direct shear*. Menganalisis nilai kuat geser (ϕ) dari pasir yang natural (belum dicampur), kenaikan kuat geser (ϕ) pasir jenis *rounded* ketika sudah dicampur, dan campuran optimum variasi campuran 2 pasir yang berbeda.

Data yang telah dikumpulkan dari uji laboratorium sebelumnya akan diolah kembali menggunakan bantuan Microsoft Excel dan dianalisis sesuai dengan topik penelitian ini. Dimana, akhir dari hasil analisis dapat ditarik kesimpulan maupun saran baik melalui narasi penjelasan, tabel perhitungan, grafik hasil pengujian dan sebagainya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Tarumanagara. Dari hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 1, semua sampel pasir jenis *rounded*, *sub-rounded*, dan *sub-angular* masuk ke dalam

klasifikasi pasir bergradasi buruk/*poorly graded sand* dan hanya sampel pasir jenis *angular* yang bergradasi bagus/*well graded sand* menurut USCS dari sumber ASTM D2487.

Tabel 1. Parameter tanah (pasir)

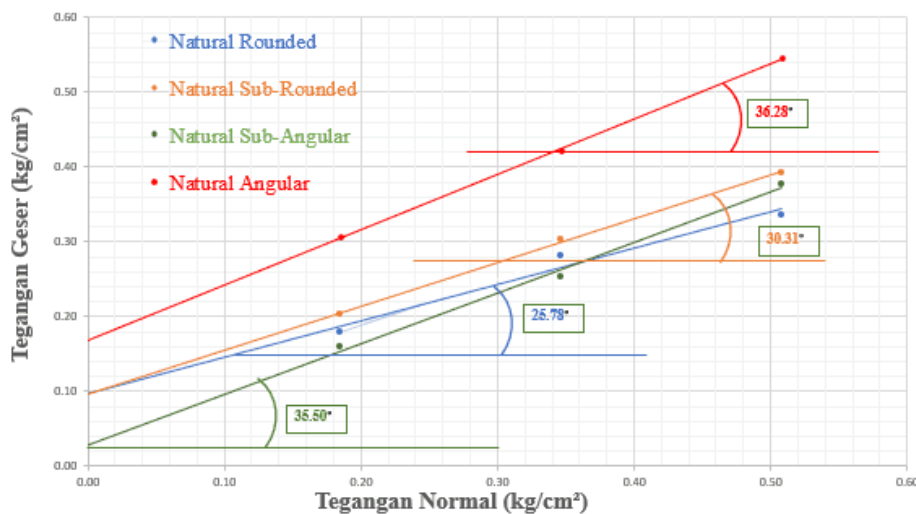
Uji Laboratorium	Sampel			
	<i>Rounded</i>	<i>Sub-Rounded</i>	<i>Sub-Angular</i>	<i>Angular</i>
<i>Specific Gravity</i> (Gs)	2,66	2,67	2,65	2,67
<i>Water Content</i> (%)	2,385	2,921	0,236	0,349
<i>Grain Size</i>				
Kerikil (%)	0,00%	0,00%	0,00%	0,47%
Pasir (%)	99,14%	99,73%	99,84%	98,73%
Lanau (%)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Lempung (%)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Klasifikasi Tanah (AASHTO)	A-1-b	A-3	A-1-a	A-1-a
Klasifikasi Tanah (USCS)	SP	SP	SP	SW

Hasil pengujian *direct shear* sampel natural

Dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2, pasir *rounded* memiliki sudut geser dalam (ϕ) yang terkecil diantara sampel pasir lainnya dan sampel pasir *angular* merupakan pasir dengan sudut geser dalam yang terbesar.

Tabel 2. Sudut geser dalam (ϕ) dari hasil pengujian uji geser langsung/*direct shear* manual natural sampel

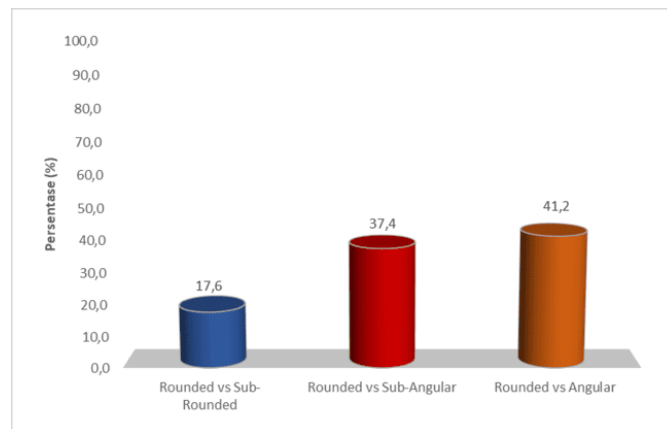
Jenis Pasir	Sudut Geser Dalam (ϕ)
Pasir <i>Rounded</i>	25,83°
Pasir <i>Sub-Rounded</i>	30,37°
Pasir <i>Sub-Angular</i>	35,50°
Pasir <i>Angular</i>	36,46°



Gambar 2. Sudut geser dalam (ϕ) *direct shear* manual (sampel natural)

Dari hasil penginputan tegangan geser maksimal didapatkan sudut geser (ϕ) tertinggi dari pasir jenis *angular* sebesar 36,28°, sedangkan untuk sudut geser terendah dari pasir jenis *rounded* sebesar 26,78°. Untuk pasir jenis *sub-rounded* dan *sub-angular* masing-masing memiliki sudut geser sebesar 30,31° dan 35,50°.

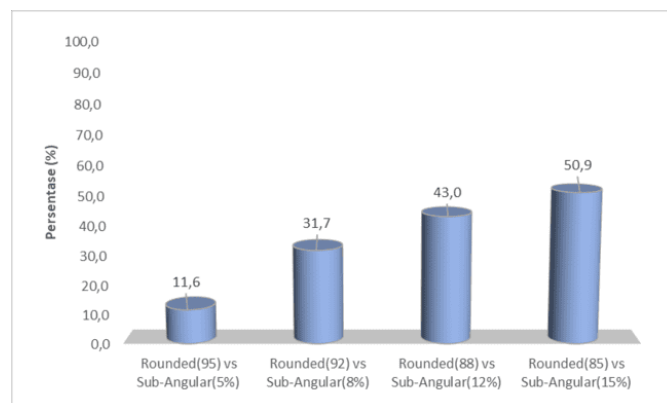
Dari Gambar 3 dapat dilihat persentase untuk hasil pengujian sampel pasir natural dimana, pasir *angular* sebagai sampel pasir dengan sudut geser yang tertinggi (Tabel 2) mencapai persentase perbedaan hingga 40,7%.



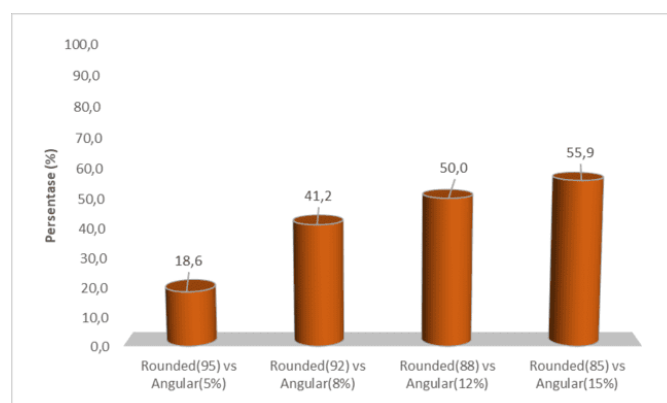
Gambar 3. Pebandingan sudut dalam pasir *rounded* natural dengan pasir *sub-rounded*, *sub-angular* dan *angular*

Hasil pengujian direct shear setelah dicampur

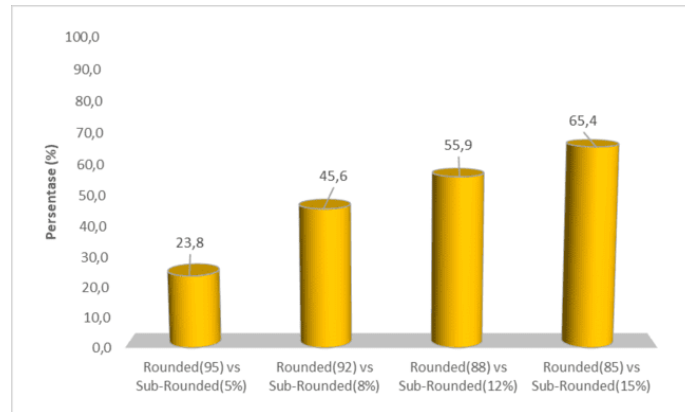
Dari hasil pengujian laboratorium didapatkan sampel dengan campuran 15% *sub-rounded* merupakan campuran dengan sudut geser (ϕ) tertinggi diantara campuran lainnya (Gambar 4-6). Dimana sudut geser (ϕ) yang dihasilkan adalah sebesar $42,7^\circ$ (**Error! Not a valid bookmark self-reference.**) dengan persentase kenaikan dari material primer yaitu pasir *rounded* pada penelitian ini sebesar 65,4% (Tabel 4).



Gambar 4. Persentase kenaikan sudut geser dalam (ϕ) pasir natural *rounded* setelah dicampur dengan pasir *sub-rounded*



Gambar 5. Persentase kenaikan sudut geser dalam (ϕ) pasir natural *rounded* setelah dicampur dengan pasir *Angular*



Gambar 6. Persentase kenaikan sudut geser dalam (ϕ) pasir natural *rounded* setelah dicampur dengan pasir *sub-Angular*

Tabel 3. Sudut geser dalam (ϕ) uji geser langsung/*direct shear* manual untuk sampel campuran

Jenis Pasir	Sudut Geser Dalam (ϕ)
Pasir <i>Rounded</i> (95%) + <i>Sub-Rounded</i> (5%)	32,0°
Pasir <i>Rounded</i> (92%) + <i>Sub-Rounded</i> (8%)	37,6°
Pasir <i>Rounded</i> (88%) + <i>Sub-Rounded</i> (12%)	40,3°
Pasir <i>Rounded</i> (85%) + <i>Sub-Rounded</i> (15%)	42,7°
Pasir <i>Rounded</i> (95%) + <i>Sub-Angular</i> (5%)	28,8°
Pasir <i>Rounded</i> (92%) + <i>Sub-Angular</i> (8%)	34,0°
Pasir <i>Rounded</i> (88%) + <i>Sub-Angular</i> (12%)	36,9°
Pasir <i>Rounded</i> (85%) + <i>Sub-Angular</i> (15%)	39,0°
Pasir <i>Rounded</i> (95%) + <i>Angular</i> (5%)	30,6°
Pasir <i>Rounded</i> (92%) + <i>Angular</i> (8%)	36,5°
Pasir <i>Rounded</i> (88%) + <i>Angular</i> (12%)	38,7°
Pasir <i>Rounded</i> (85%) + <i>Angular</i> (15%)	40,3°

Tabel 4. Persentase kenaikan pasir *rounded* setelah dicampur

Jenis Pasir	Sudut geser dalam (ϕ)	Persentase Kenaikan Pasir <i>Rounded</i> (%) (Sebagai pembandingan)
Pasir <i>rounded</i>	25,8°	
Pasir <i>Rounded</i> (95%) + <i>Sub-rounded</i> (5%)	32,0°	23,8
Pasir <i>Rounded</i> (92%) + <i>Sub-rounded</i> (8%)	37,6°	45,6
Pasir <i>Rounded</i> (88%) + <i>Sub-rounded</i> (12%)	40,3°	55,9
Pasir <i>Rounded</i> (85%) + <i>Sub-rounded</i> (15%)	42,7°	65,4
Pasir <i>Rounded</i> (95%) + <i>Sub-Angular</i> (5%)	28,8°	11,6
Pasir <i>Rounded</i> (92%) + <i>Sub-Angular</i> (8%)	34,0°	31,7
Pasir <i>Rounded</i> (88%) + <i>Sub-Angular</i> (12%)	36,9°	43,0
Pasir <i>Rounded</i> (85%) + <i>Sub-Angular</i> (15%)	39,0°	50,9
Pasir <i>Rounded</i> (95%) + <i>Angular</i> (5%)	30,6°	18,6
Pasir <i>Rounded</i> (92%) + <i>Angular</i> (8%)	36,5°	41,2
Pasir <i>Rounded</i> (88%) + <i>Angular</i> (12%)	38,7°	50,0
Pasir <i>Rounded</i> (85%) + <i>Angular</i> (15%)	40,3°	55,9

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian laboratorium, pengolahan data hingga analisis data didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil uji laboratorium membuktikan bahwa semakin bulat (*rounded* dan *sub-rounded*) bentuk dari partikel pasir maka sudut geser dalam (ϕ) yang dihasilkan akan semakin kecil dan sebaliknya, jika bentuk partikel pasir semakin tajam/bersudut (*angular* dan *sub-angular*) maka akan menghasilkan sudut geser dalam

- (ϕ) semakin besar. Pasir *rounded* memiliki sudut geser sebesar $25,8^\circ$ cukup berbeda dengan pasir *angular* yang mencapai sudut tertinggi dari yang lain sebesar $37,4^\circ$ dengan persentase perbedaannya sebesar 41,2%.
2. Dari hasil pengujian didapatkan campuran optimum adalah campuran dengan pasir *sub-rounded*. Dimana, sudut geser tertinggi sebesar $42,7^\circ$, dan setelah dibandingkan dengan tanpa campuran (natural *rounded*) persentase perbaikan sampel pasir tersebut mencapai perbaikan tertinggi hingga 65,4% diatas pencampuran *angular* dan *sub-angular*.
 3. Pada penelitian ini didapatkan sudut geser dalam (ϕ) campuran *sub-rounded* merupakan campuran dengan sudut geser dalam (ϕ) yang terbesar. Hal ini dikarenakan, dari keempat jenis sampel (secara keseluruhan) pasir *sub-rounded* memiliki ukuran partikel butiran yang terkecil. Sehingga sewaktu dicampur dengan pasir *rounded* (material primer) pasir *sub-rounded* mampu mengisi rongga yang ada diantara partikel pasir *rounded*. Sehingga, meningkatkan sudut geser dalam (ϕ) yang lebih besar dari variasi campuran lainnya (campuran *sub-angular* dan campuran *angular*).

Saran

1. Sewaktu proses pengujian sampel campuran untuk uji *direct shear*, tidak dilakukan *grain size analysis* (*sieve analysis*) pada sampel yang tersisa setelah pengujian *direct shear*. Jika penelitian ini akan dilanjutkan atau dikembangkan, disarankan untuk melakukan *sieve analysis* terhadap sampel campuran untuk melihat kurva dari penyebaran butiran dari sampel campuran tersebut. Hal ini disebabkan karena hasil *plotting* distribusi butiran merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan geser tanah (ϕ), khususnya pada pasir, yang menjadi fokus penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (2017). *Standard classification of soils for engineering purposes (unified soil classification system)* (ASTM D2487-17).
- ASTM International. (2011). *Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions* (ASTM D3080/D3080M-11).
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *Metode uji kuat geser langsung tanah tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase* (SNI 3420:2016).
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation analysis and design*. McGraw-Hill.
- Cho, G.-C., Dodds, J., & Santamarina, J. C. (2006). Particle shape effects on packing density, stiffness, and strength: Natural and crushed sands. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 132(5), 591–602. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)1090-0241\(2006\)132:5\(591\)](https://doi.org/10.1061/(asce)1090-0241(2006)132:5(591))
- Das, B. M. 1985. *Soil mechanics (principles of geotechnical engineering)*. PWS Publishing Company.
- Susilo, A. J., Sentosa, G. S., Sumarli, I., & Prihatiningsih, A. (2018). Karakteristik parameter kekuatan tanah yang dipadatkan dengan uji triaksial metode UU. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, Dan Ilmu Kesehatan*, 2(2), 572–579. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v2i2.2721>
- Wang, R., Ong, D. E. L., Peerun, M. I., & Jeng, D. S. (2022). Influence of surface roughness and particle characteristics on soil–structure interactions: A state-of-the-art review. *Geosciences (Switzerland)*, 12(4), 1–36. <https://doi.org/10.3390/geosciences12040145>