

PERBANDINGAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG YANG DICAMPUR PASIR PUTIH PANTAI UTARA DAN PANTAI SELATAN JAWA

Anto Budi Listyawan, Qunik Wiqoyah, Sugiyatno, Renaningsih, Agus Susanto, Ayu Kaputri Parku

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: Anto.Budi@ums.ac.id

Abstrak

Tanah lempung Beluk di Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten termasuk tanah lempung plastisitas tinggi, sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan cara menstabilisasi menggunakan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan untuk memperbaiki struktur tanahnya. Persentase penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan pada tanah lempung yaitu sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Tanah asli dan tanah campuran diuji di laboratorium untuk mendapatkan sifat fisis dan sifat mekanisnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air (w) mengalami penurunan, sedangkan berat jenis (G_s) mengalami kenaikan, serta indeks plastisitas (PI) mengalami penurunan. Sesuai AASHTO, tanah terklasifikasi sebagai A-7-5 dan sesuai standar USCS termasuk dalam klasifikasi CH. Pengujian sifat mekanis menunjukkan bahwa kadar air optimum (w_{opt}) tanah asli sebesar 25% dan nilai berat volume kering tanah asli ($\gamma_{d_{maks}}$) sebesar $1,37 \text{ gr/cm}^3$. Dari uji Direct Shear Test (DST), kuat geser tanah $0,991 \text{ kg/cm}^2$, nilai kohesi tanah asli (c) sebesar $0,507 \text{ kg/cm}^2$, dan sudut gesek dalam tanah asli (ϕ) sebesar $19,09^\circ$. Nilai kohesi mengalami penurunan seiring bertambahnya prosentase pasir pantai, sebaliknya sudut gesek dalam naik ketika prosentase pasir pantai naik. Penggunaan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung cenderung memiliki efektifitas yang sama dalam memperbaiki sifat fisis dan sifat mekanis tanah lempung

Kata kunci : *kuat geser tanah, pasir putih pantai, stabilisasi tanah, tanah lempung*

Pendahuluan

Terzaghi (1987), mengemukakan bahwa tanah terjadi dari peristiwa pelapukan yang dialami oleh batuan, baik yang terjadi karena proses kimiawi dengan hancurnya tanah karena terkena zat-zat kimiawi tertentu maupun proses fisika sebagai akibat peristiwa alam seperti abrasi oleh air ataupun angin dan aktifitas alam lainnya, sehingga ukuran butiran tanah bisa mencapai ukuran mikro. Secara umum tanah dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Tanah berbutir kasar dapat berupa kerikil dan pasir, dengan karakteristik non-kohesif yang bersifat tidak memiliki lekatan antar butiran tanah, sebagai akibat tidak adanya gaya tarik menarik antar butirannya. Tanah berbutir halus terdiri dari tanah lanau dan tanah lempung, yang memiliki kohesi rendah sampai tinggi. Tanah juga dapat dikategorikan sebagai tanah organik maupun anorganik dengan sesuai dengan kandungan unsur-unsur organik yang ada bersama partikel tanah (Listyawan dkk, 2017).

Jenis tanah lempung berada tersebar di seluruh wilayah Indonesia, terutama di daerah dataran rendah. Tanah lempung memiliki sifat yang sangat berbeda ketika dalam keadaan kering dan basah. Dalam kondisi kering tanah lempung cenderung sangat keras dan menggumpal, dalam kondisi basah tanah lempung akan bersifat sangat plastis dan lunak. Dilihat dari kemampuan meloloskan air, tanah lempung memiliki permeabilitas rendah sebagai akibat sangat kecilnya pori-pori di antara pertikel tanah (Bambang & Kusumah, 2020). Beberapa tanah lempung yang memiliki komposisi mineral Montmorillonite yang tinggi memiliki sifat yang sangat sensitive terhadap air. Tanah lempung jenis ini sangat dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung di dalamnya. Pada kondisi kadar air rendah, tanah lempung menyusut ke volume yang sangat kecil, sedangkan pada kondisi kadar air tinggi, volume tanah lempung meningkat dengan sangat besar. Potensi kembang susut yang sangat besar ini menyebabkan tanah lempung jenis ini tidak baik digunakan dalam menahan beban struktur bangunan, struktur jalan atau infrastruktur lainnya, karena akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada struktur di atasnya, sehingga muncul beberapa retak pada dinding bangunan maupun kondisi jalan yang bergelombang. Beberapa bangunan dan jalan juga mengalami penurunan (settlement) yang jauh lebih besar dari batas minimum yang diizinkan. Sering kali kerusakan dan penurunan yang terjadi pada struktur baru disadari setelah lama bangunan berdiri, hal ini dapat terjadi karena tanah

lempung mengalami proses konsolidasi, dimana tanah lempung mengalami penurunan perlahan-lahan dalam waktu yang sangat lama dikarenakan air keluar melalui pori-pori yang sangat kecil (Willy P dkk, 2015).

Selley (1978) dan Pettijohn (1975) menyatakan bahwa pecahan terumbu yang berisikan senyawa karbonat lebih dari 55% yang terbentuk dari cangkang organik menjadi penyebab munculnya pasir putih. Pasir putih banyak ditemui di pesisir pantai yang dasar perairannya didominasi terumbu karang. Proses abrasi karena gelombang air laut membuat terumbu karang pecah menjadi bagian kecil dengan ukuran butiran seperti pasir. Secara umum, pasir dikenal sebagai bahan bangunan yang digunakan dalam industri konstruksi baik yang sederhana maupun kompleks, seperti agregat halus dalam campuran pembuatan beton, agregat utama dalam spesi dan pelsteran dinding bangunan, urugan dengan kualitas baik, juga sering dipakai untuk meningkatkan kuat geser tanah lempung lunak dengan menaikkan ukuran gradasi butirannya (Willy P, dkk, 2015).

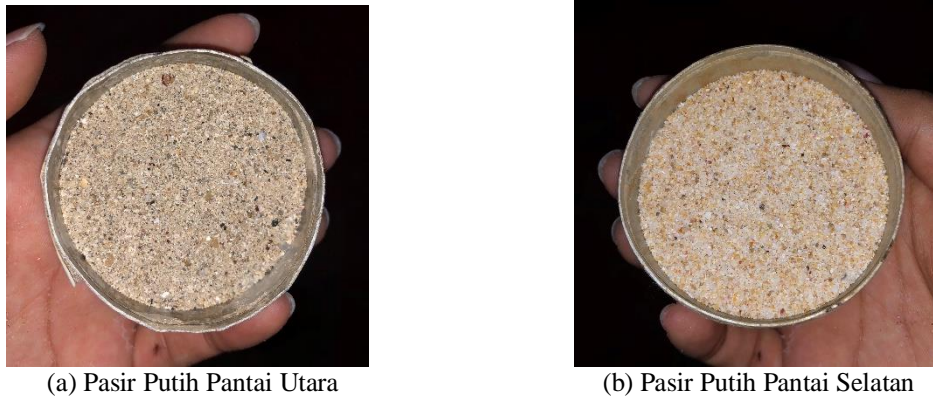
Sebagai media terakhir transfer beban dari struktur di atasnya, tanah diperlukan berada pada kondisi yang baik secara fisis dan mekanis. Tanah yang baik akan mampu menopang beban struktur yang ada dengan menghasilkan penurunan yang tidak melebihi ambang maksimum yang diizinkan dalam peraturan. Tanah lempung lunak yang tersebar di banyak wilayah di Indonesia yang memiliki plastisitas tinggi merupakan tanah yang tidak memenuhi syarat sebagai subgrade dan tanah dasar untuk meletakkan fondasi bangunan. Jika tidak memungkinkan dilakukan penggantian dengan tanah yang baik, maka metode stabilisasi bisa menjadi alternatif penyelesaian masalah pada tanah lempung lunak. Stabilisasi bisa didesain secara fisis maupun kimiawi dengan mencampur tanah lempung lunak dengan material baru, sehingga akan terjadi perbaikan gradasi butiran pada stabilisasi secara fisis, dan perbaikan sifat-sifat tanah lempung lunak karena proses sementasi secara kimiawi. Proses stabilisasi tanah akan menyebabkan tanah lempung lunak berubah klasifikasinya dan meningkatkan kuat geser serta kuat dukung terhadap beban yang diterima dari atas (Bowles, 1991), yang akhirnya akan mencegah terjadinya kerusakan pada bangunan. Stabilisasi dilakukan setelah data penyelidikan tanah didapatkan, sehingga konstruksi segera bisa dimulai jika dipastikan sifat-sifat fisis dan mekanis tanah dasar telah meningkat.

Salah satu material yang dapat digunakan sebagai bahan tambah stabilisasi adalah pasir putih yang berada di pantai. Suyatna dan Wahyudi (2002) telah melakukan pencampuran tanah lempung dari daerah Tepus, Gunung Kidul yang memiliki PI 48,58% dengan pasir putih dengan proporsi pasir putih mencapai 40%. Kuat dukung tanah campuran mengalami kenaikan, yang bisa dilihat dari naiknya nilai CBR *unsoaked* sampai lebih dari 5 kali lipat dari tanah asli dengan penambahan 40% pasir putih. Dengan penambahan pasir putih, tanah lempung daerah Tepus memiliki sifat fisis yang lebih baik, dengan menurunnya plastisitas dan naiknya *specific gravity*. Penemitan serupa telah dilakukan oleh Syahdi dan Suhaimi (2019) dengan mencampurkan pasir putih dengan tanah lempung di daerah Bangkuang Barito Selatan. Penambahan 15% pasir putih menyebabkan penurunan Indeks Plastisitas sebesar lebih dari 3% dan menaikkan CBR desain dari 5% menjadi 6,1%. Fahomah, dkk (2022) melakukan penelitian dengan mencampur pasir pantai dengan proporsi 36% dengan tanah lempung di daerah Karangtanjung Pandeglang. Plastisitas tanah lempung mengalami penurunan sebesar 13%, sedangkan kuat tekan bebas dengan penambahan pasir pantai sebesar 36% naik lebih dari 70%.

Tanah daerah Bayat Kabupaten Klaten termasuk tanah lempung dengan kualitas buruk sebagai subgrade jalan. Hal ini dibuktikan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Bachtiar (2018). Tanah dikategorikan sebagai lempung tidak organik dengan plastisitas tinggi dengan simbol CH menurut sistem USCS dan terklasifikasi sebagai A-7-6 sesuai standar AASHTO. Tanah memiliki batas cair 64% dan batas susut 20,82%, sehingga indeks plastisitasnya lebih dari 17% dan tergolong tanah dengan plastisitas tinggi. Berdasarkan kondisi sifat fisis tanah tersebut dan juga beberapa bangunan di sekitarnya yang mengalami penurunan, maka penelitian ini dilakukan dengan menambahkan pasir putih Pantai Utara dan Pantai Selatan Jawa dengan persentase 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% pada tanah lempung Bayat. Sifat mekanis yang akan diuji adalah kuat geser tanah campuran dan akan dilihat perbandingan penggunaan bahan tambah dari 2 lokasi pantai tersebut.

Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel tanah dari daerah Beluk Kecamatan Bayat pada kedalaman lebih dari 40 cm agar tidak bercampur dengan tanah urugan dan ranting-ranting tanaman serta bahan organik lainnya. Sampel tanah diambil dalam kondisi terganggu. Pasir putih Pantai Utara bersala dari Pantai di Jepara, sedangkan pasir putih Pantai Selatan diambil dari daerah Pacitan, seperti terlihat pada Gambar 1. Proses pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Pengujian fisis yang dilakukan antara lain: kadar air, berat jenis, batas-batas Atterberg, dan Analisa ukuran butiran. Sedangkan uji mekanis yang dilakukan adalah standar proctor dan uji geser langsung. Semua tahapan pengujian dilakukan baik untuk tanah asli maupun tanah campuran, dengan persentase pasir putih 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Tanah asli yang dipakai adalah tanah yang lolos saringan No.4 dalam kondisi kering udara, dimana setelah kadar air telah konstan. Setelah semua pengujian selesai, maka tahapan analisis data dengan membandingkan pengaruh sifat fisis dan mekanis penambahan pasir putih Pantai Utara dan Selatan Jawa bisa dilakukan.



(a) Pasir Putih Pantai Utara

(b) Pasir Putih Pantai Selatan

Gambar 1. Bahan tambah

Hasil dan Pembahasan

Sifat Fisis

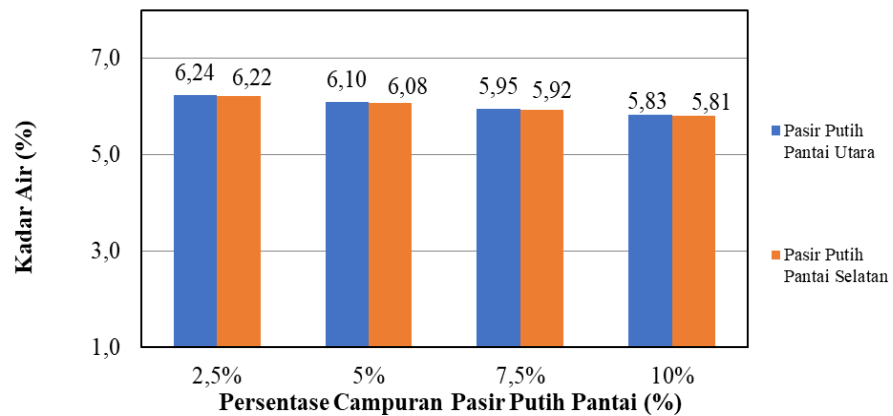
Pengujian laboratorium yang telah dilakukan, untuk pasir putih Pantai Utara memiliki nilai kadar air 1,95% dan untuk pasir putih Pantai Selatan memiliki nilai kadar air 1,73%. Berat jenis untuk pasir putih Pantai Utara sebesar 2,711 dan untuk pasir putih Pantai Selatan sebesar 2,705. Hasil uji secara lengkap untuk tanah asli bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Fisis Tanah Asli

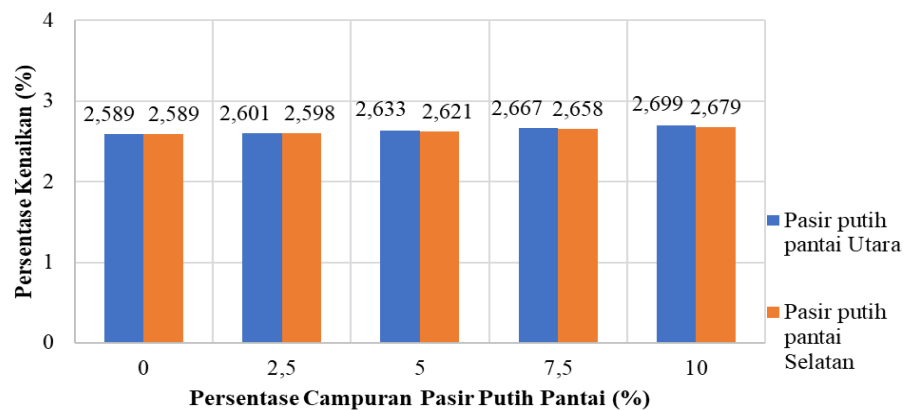
Pengujian		Nilai
Kadar Air		6,94%
Berat Jenis		2,589
Batas Cair (LL)		67,16%
Batas Plastis (PL)		30,56%
Batas Susut (SL)		26,54%
Indeks Plastisitas (PI)		36,59%
Lolos Saringan No. 200		75%
Kelompok Indeks (GI)		29,39
Klasifikasi Tanah	AASHTO	A-7-5
	USCS	CH

Karena indeks plastisitas, $PI > 17\%$, maka tanah asli dikelompokkan sebagai tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Tanah asli merupakan tanah yang tidak baik jika digunakan sebagai penopang struktur karena diklasifikasikan sebagai A-7-5 menurut AASHTO dan CH menurut USCS. Hasil ini konsisten dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Bachtiar (2018).

Pengujian fisis tanah campuran meliputi, uji kadar air, uji berat jenis, uji batas-batas *Atterberg*, dan uji gradasi butiran tanah. Persentase penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan yaitu 2, 5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat tanah yang diuji. Kadar air tanah mengalami penurunan disebabkan karena sifat pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan yang memiliki kemampuan baik dalam menyerap air. Berat jenis tanah campuran mengalami kenaikan seiring dengan penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan dikarenakan berat jenis pasir putih pantai lebih tinggi dari berat jenis tanah asli. Gambar 2 dan Gambar 3 memperlihatkan penurunan kadar air dan kenaikan berat jenis tanah campuran siring dengan bertambahnya kadar pasir putih yang ditambahkan ke tanah asli.

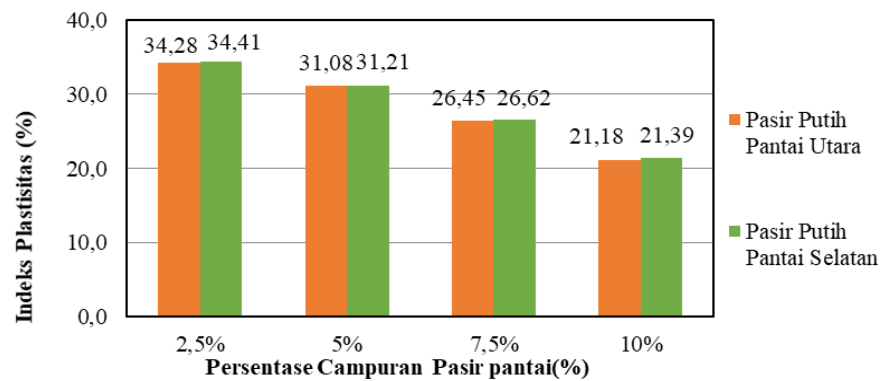


Gambar 2. Hubungan Antara Kadar Air dengan Persentase Campuran Pasir Putih Pantai Utara dan Pasir Putih Pantai Selatan



Gambar 3. Hubungan Antara Berat Jenis dengan Persentase Campuran Pasir Putih Pantai Utara dan Pasir Putih Pantai Selatan

Untuk nilai batas cair (LL) tanah asli yang didapatkan pada pengujian batas-batas *Atterberg* yaitu sebesar 67,16%. Kemudian mengalami penurunan pada persentase penambahan 2,5% pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan yaitu sebesar 65,31% dan 65,89%. Pada persentase 10% didapatkan nilai sebesar 55,26% dan 55,78%. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan yang ditambahkan pada tanah asli maka nilai kohesi akan terkoreksi sehingga semakin rendah nilai batas cairnya (LL). Batas plastis (PL) tanah campuran dengan penambahan persentase pasir putih 10% sebesar 34,08% dan 34,39%. Hal ini disebabkan karena nilai kohesi turun, keadaan tanah semakin plastis sehingga nilai PL semakin naik. Untuk uji batas susut (SL) pada tanah asli didapatkan hasil sebesar 26,54%. Untuk persentase 2,5% didapatkan hasil sebesar 27,56% dan 27,75%. Kemudian untuk persentase 10% nilai batas susut (SL) sebesar 30,10% dan 30,51%. Hal ini dikarenakan nilai SL semakin stabil tidak mengalami perubahan volume. Indeks plastisitas (PI) didapatkan dari selisih nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Nilai PI tanah asli yaitu sebesar 36,59%. Pada persentase penambahan 2,5% didapatkan nilai PI sebesar 34,28% dan 34,41%. Pada persentase penambahan 10% didapatkan hasil sebesar 21,28% dan 21,39%. Semakin besar persentase penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan maka nilai indeks plastisitas (PI) akan semakin kecil. Tanah campuran masih memiliki indeks plastisitas yang tinggi yang lebih dari 17%, sehingga penambahan pasir putih, baik dari Pantai Utara maupun Pantai Selatan Jawa tidak mampu memperbaiki plastisitas tanah asli. Hubungan antara indeks plastisitas dengan persentase campuran pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan dapat dilihat perbandingannya pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan Persentase Campuran Pasir Putih Pantai Utara dan Pasir Putih Pantai Selatan

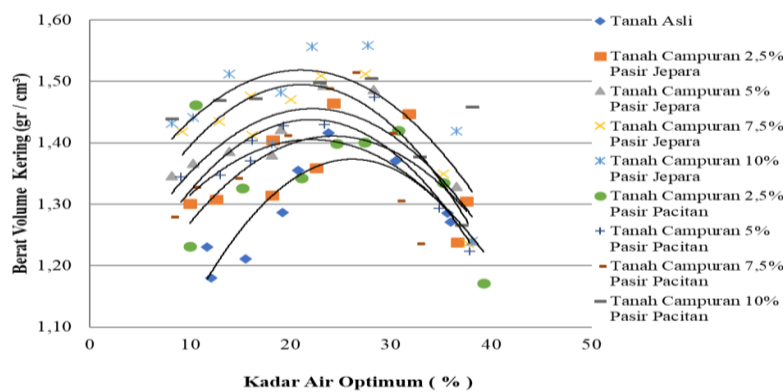
Pengujian analisa ukuran butiran dilakukan untuk menentukan pembagian ukuran butiran tanah pada tanah asli dan tanah campuran pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan. Uji analisa ukuran butiran dibedakan menjadi 2 yaitu, uji analisa saringan bertujuan untuk menentukan ukuran butiran tanah yang lebih dari 0,075 mm (No. 200) dan uji *hydrometer* digunakan untuk menentukan fraksi butiran halus yang terkandung dalam tanah. Hasil uji analisa ukuran butiran dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 terlihat bahwa dengan penambahan pasir putih 5% lebih mampu memperbaiki, klasifikasi tanah sistem USCS, dimana tanah menjadi lanau, walaupun masih dengan plastisikta tinggi.

Tabel 2. Hasil Uji Analisa Ukuran Butiran

Jenis Pengujian	Tanah Asli	Pasir Putih Pantai Utara				Pasir Putih Pantai Selatan			
		Persentase Campuran				Persentase Campuran			
		2,5%	5%	7,5%	10%	2,5%	5%	7,5%	10%
Lolos Saringan No.200	75	73	71	69	67	71	68	66	64
USCS	CH	CH	MH	MH	MH	CH	MH	MH	MH
AASHTO		A-7-5							

Sifat Mekanis

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian pemadatan di laboratorium dengan menggunakan standar proctor, untuk tanah asli maupun tanah campuran, guna menentukan kadar air optimum yang akan dipakai pada pengujian mekanis berikutnya.



Gambar 5. Hubungan Antara Kadar Air Optimum dengan Berat Volume Kering Tanah

Hasil pengujian *Standard Proctor* pada tanah asli didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 25%, sedangkan pada penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan persentase 2,5% didapatkan kadar air optimum sebesar 24,2% dan 24,4%, serta pada persentase 10% sebesar 22,1% dan 22,63%. Semakin tinggi persentase penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan maka didapatkan nilai kadar air optimum yang semakin turun. Hal ini disebabkan karena semakin berkurangnya volume rongga seiring dengan penambahan persentase pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan sehingga menyebabkan pori-pori di dalam tanah

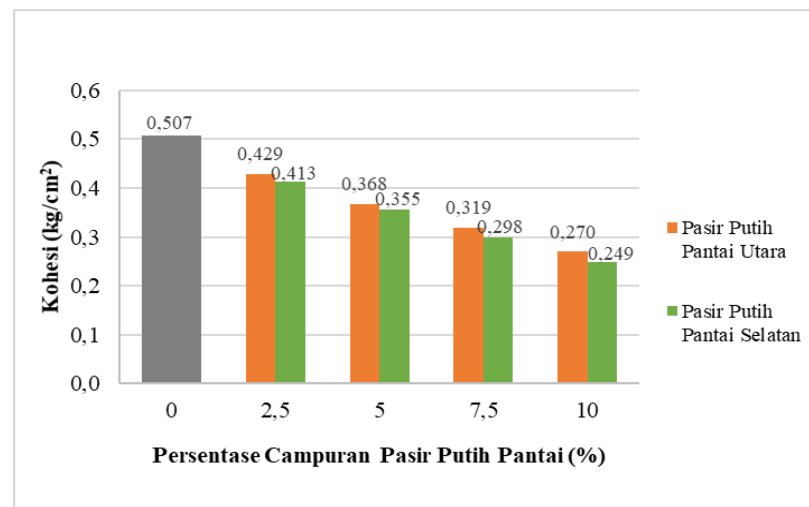
tidak dapat diisi oleh air. Pengujian *Standard Proctor* pada tanah asli didapatkan nilai kepadatan maksimum tanah sebesar $1,37 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan ketika kadar pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan 10% didapatkan kepadatan maksimum tanah sebesar $1,53 \text{ gr/cm}^3$ dan $1,51 \text{ gr/cm}^3$. Naiknya kepadatan tanah campuran karena butiran tanah semakin besar seiring dengan penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan sehingga berat volume kering tanah semakin naik.

Untuk mengetahui parameter kuat geser tanah, maka dilakukan pengujian kuat geser langsung (DST) tanah asli maupun tanah campuran dengan persentase penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Tujuan dilakukannya pengujian ini untuk mengetahui perbandingan dari nilai parameter kuat geser tanah yaitu nilai kohesi (C) dan sudut gesek dalam (ϕ) terhadap tanah campuran pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan. Hasil pengujian *Direct Shear Test* (DST) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

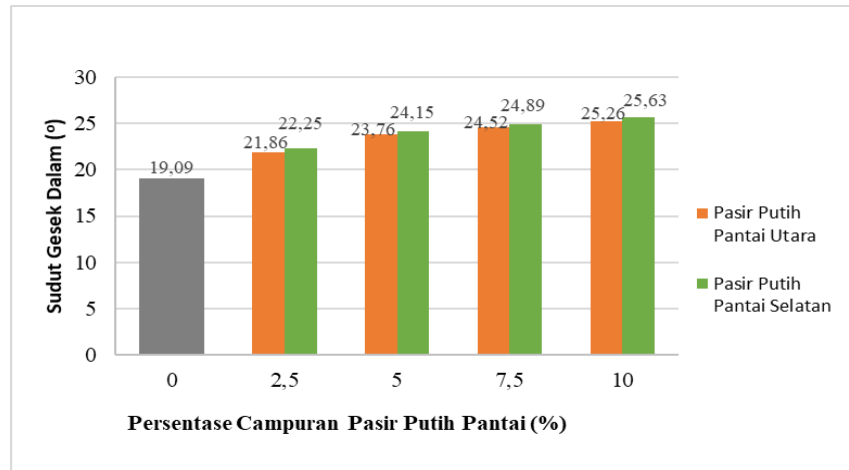
No	Pengujian (Direct Shear Test)	Tanah Asli	Tanah Campuran Pasir Putih Pantai Utara				Tanah Campuran Pasir Putih Pantai Selatan			
			2.5%	5%	7.5%	10%	2.5%	5%	7.5%	10%
1	Kohesi (kg/cm^2)	0.507	0.429	0.368	0.319	0.270	0.413	0.355	0.298	0.249
2	Sudut gesek dalam ($^\circ$)	19.09	21.86	23.76	24.52	25.26	22.25	24.15	24.89	25.63

Dari Tabel 3. dapat diketahui nilai kohesi tanah asli yaitu sebesar $0,507 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan pada persentase penambahan 2,5% pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan didapatkan nilai kohesi sebesar $0,429 \text{ kg/cm}^2$ dan $0,413 \text{ kg/cm}^2$. Semakin besar penambahan pasir putih Pantai Utara maupun pasir putih Pantai Selatan maka nilai kohesi yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini dikarenakan pasir putih pantai memiliki fraksi butiran yang lebih besar sehingga dengan bertambahnya pasir putih pantai mengakibatkan tanah menjadi lebih padat. Hubungan antara nilai kohesi dengan persentase penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan dapat dilihat perbandingannya pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Antara Kohesi dengan Persentase Campuran Pasir Putih Pantai Utara dan Pasir Putih Pantai Selatan

Nilai sudut gesek dalam pada tanah asli sebesar $19,09^\circ$. Sedangkan pada penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan didapatkan nilai sudut gesek dalam semakin tinggi. Nilai sudut gesek tertinggi terdapat dalam persentase penambahan 10% pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan yaitu sebesar $25,26^\circ$ dan $25,63^\circ$. Semakin tinggi nilai sudut gesek dalam disebabkan karena gradasi butirannya semakin tidak seragam sehingga mengakibatkan tanah menjadi semakin padat. Hubungan antara nilai sudut gesek dalam dengan persentase penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan dapat dilihat perbandingannya pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Sudut Gesek Dalam dengan Persentase Penambahan Pasir Putih Pantai Utara dan Pasir Putih Pantai Selatan

Kuat geser tanah asli dan tanah campuran bisa dihitung menggunakan hasil pengujian DST, seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tegangan Geser Tanah

No	Nama Sampel	Tegangan Normal (σ) (kg/cm^2)	Kuat Geser Tanah (τ) (kg/cm^2)
1	Tanah Asli	1.17	0.911
2	Tanah Asli + Pasir Putih Pantai Jepara 2.5%	1.17	0.898
3	Tanah Asli + Pasir Putih Pantai Jepara 5%	1.17	0.882
4	Tanah Asli + Pasir Putih Pantai Jepara 7.5%	1.17	0.852
5	Tanah Asli + Pasir Putih Pantai Jepara 10%	1.17	0.821
6	Tanah Asli + Pasir Putih Pantai Pacitan 2.5%	1.17	0.891
7	Tanah Asli + Pasir Putih Pantai Pacitan 5%	1.17	0.879
8	Tanah Asli + Pasir Putih Pantai Pacitan 7.5%	1.17	0.841
9	Tanah Asli + Pasir Putih Pantai Pacitan 10%	1.17	0.810

Kuat geser tanah campuran mengalami penurunan seiring dengan penambahannpasir putih, baik dari Pantai Utara maupun Pantai Selatan Jawa. Hal ini disebabkan karakteristik pasir putih pantai yang berbentuk angular dan seragam tidak mampu menaikkan sudut gesek dalam tanah secara signifikan, sedangkan kohesi tanah campuran turun dan dominan memberikan pengaruh turunya kuat geser tanah.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian sifat fisis tanah, dapat disimpulkan bahwa nilai kadar air pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan lebih kecil dibandingkan dengan nilai kadar air tanah asli, sedangkan nilai berat jenis pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan lebih besar dibandingkan nilai berat jenis tanah asli. Pada pengujian batas-batas *Atterberg*, nilai batas cair (LL) mengalami penurunan. Batas plastis (PL) mengalami kenaikan seiring dengan penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan. Untuk uji batas susut (SL) mengalami kenaikan serta nilai indeks plastisitas (PI) semakin kecil. Untuk pengujian analisa ukuran butiran diperoleh hasil berat jenis pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan lebih kecil dibandingkan berat jenis tanah asli.

Pada pengujian sifat mekanis tanah, uji *Standard Proctor* dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase penambahan pasir putih Pantai Utara dan pasir putih Pantai Selatan maka didapatkan nilai kadar air optimum (w_{opt}) yang semakin turun. Sedangkan untuk nilai berat volume kering tanah ($\gamma_{d,maks}$) mengalami kenaikan. Untuk uji geser langsung (*Direct Shear Test*) dapat disimpulkan bahwa nilai kohesi tanah mengalami penurunan seiring dengan penambahan pasir putih Pantai Utara maupun pasir putih Pantai Selatan, sedangkan untuk nilai sudut gesek dalam mengalami kenaikan seiring dengan penambahan pasir putih Pantai Utara maupun pasir putih Pantai Selatan.

Daftar Pustaka

- Bachtiar, M. Y. 2018. *Nilai Kuat Geser Tanah Lempung Bayat Klaten yang Distabilisasi dengan Kapur dan Bubuk Arang Tempurung Kelapa*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Bambang dan Kusumah H. 2020. *Pengaruh Pemadatan Tanah dengan Variasi Campuran Pasir pada Uji Kompaksi*. 9(2), 961–968.
- Bowles, J.E. 1991. *Sifat-Sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Dokuchaev. 1870. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Fathonah, W., Kusuma, R.I., Minas, E., Ningsih, A.T. *Penggunaan Pasir Pantai Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas*. 2022. Fondasi: Jurnal Teknik Sipil, Volume 11 No 2
- Listyawan, A.B., Renaningsih, Qunik Wiqoyah, dan Agus Susanto. 2017. *Mekanika Tanah dan Rekayasa Pondasi*. Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pettijohn, F.J. 1975. *Sedimentari Rock, Harper and Row*. Pub. Tnc. Singapore.
- Selley, RC. 1978. *Ancient Sadimentary Environment*. London: Chapman and Hal.
- Soil Stabilizer Indonesia. 2017. *Apa Yang Dimaksud Stabilisasi Tanah?*. Diambil dari: <https://medium.com/@soilindo/apa-yang-dimaksud-stabilisasi-tanah-5df46e25dbed>
- Suyatna, T. dan Wahyudi, B. 2010. *Stabilisasi Mekanis Tanah Lempung Menggunakan Pasir Putih Pantai Sebagai Subgrade Jalan Raya*. Teknik Sipil. Universitas Islam Indonesia.
- Syahdi, S, dan Suhaimi, M. 2019. *Pengaruh Penggunaan Pasir Putih Sebagai Bahan Tambah Untuk Stabilisasi Tanah Desa Bangkuang Kabupaten Barito Selatan*. Jurnal Gradasi Teknik Sipil, Vol 3 No 2.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Jakarta: Erlangga.
- Willy P.A., Iswan, dan M. Jafri. 2015. *Korelasi Kuat Tekan dengan Kuat Geser pada Tanah Lempung yang Didistribusi dengan Variasi Campuran Pasir*. Jrsdd, 3(1), 157–170. <https://media.neliti.com/media/publications/127364-ID-korelasi-kuat-tekan-dengan-kuat-geser-pa.pdf>