

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur yang pesat dewasa ini berdampak pada peningkatan kebutuhan lahan. Demikian juga dengan daerah Tingkat II Kabupaten Rokan Hulu terus berbenah dengan melaksanakan pembangunan infrastruktur dalam rangka menyongsong Indonesia emas 2045. Hal ini mengakibatkan pembangunan di daerah Tingkat II Kabupaten Rokan Hulu pada beberapa lokasi memiliki tanah kurang baik dari sisi teknis dan hal ini tidak dapat dihindarkan.

Tanah merupakan material penting dalam sebuah konstruksi. Kualitas dari sebuah konstruksi akan baik bila didukung oleh tanah dasar yang baik pula. Lebih spesifik tanah merupakan pondasi penting dalam pembangunan konstruksi, dan ketika tegangan diterapkan pada tanah, tanah akan menekan dan berfungsi untuk mendistribusikan beban pada infrastruktur

Akan tetapi, tidak semua tanah memenuhi syarat teknis setiap konstruksi. Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang kurang baik dalam konstruksi teknik sipil karena memiliki kuat geser yang rendah namun tingkat kompresibilitas tinggi.

Usaha untuk memperbaiki kondisi tanah yang buruk salah satunya dengan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah merupakan suatu metode rekayasa tanah yang bertujuan untuk meningkatkan dan/atau mempertahankan sifat-sifat tertentu pada tanah. Tujuannya adalah agar tanah selalu memenuhi syarat teknis yang dibutuhkan. Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara kimiawi, fisik ataupun mekanis.

Material yang bisa digunakan untuk stabilisasi tanah salah satunya adalah limbah abu bakar kelapa sawit atau disebut dengan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)*. *POFA* merupakan hasil pembakaran limbah padat kelapa sawit pada

suhu sekitar 800 - 1000 °C pada pembangkit listrik tenaga uap di pabrik kelapa sawit.

Berdasarkan data statistik Dinas Perkebunan Provinsi Riau Tahun 2020 total produksi kelapa sawit Kabupaten Rokan Hulu 689.931 ton. Hasil pembakaran tandan kosong dan cangkang sawit pada boiler akan menghasilkan *POFA*. Untuk mengatasi masalah lingkungan terhadap limbah *POFA* ini, salah satu langkah yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan sebagai bahan stabilisasi tanah asli (*sub grade*). Hal ini yang melatarbelakangi judul penelitian Skripsi dengan judul “Stabilisasi Tanah Dasar Menggunakan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* untuk Meningkatkan Daya Dukung Subgrade”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penulis dapat merumuskan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik fisik dan mekanik tanah dasar (*Subgrade*) sebelum dilakukan stabilisasi menggunakan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)*
2. Seberapa besar peningkatan daya dukung (*CBR*) tanah dasar setelah distabilisasi dengan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* 8%, 10%, 12% dibandingkan dengan kondisi tanah asli.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Memperoleh karakteristik tanah dasar (*Subgrade*) sebelum dilakukan stabilisasi
2. Memperoleh daya dukung optimum tanah dasar (*subgrade*) yang distabilisasi dengan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)*

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Pemanfaatan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* sebagai bahan yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah asli (*sub grade*).

2. Meningkatkan stabilitas tanah asli yang kurang baik secara teknis dengan bahan limbah boiler pabrik kelapa sawit *Palm Oil Fuel Ash (POFA)*.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah sesuai dengan parameter yang hendak dicapai maka, batasan masalahnya pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada tanah dasar (*Subgrade*) yang diambil dari satu lokasi penelitian sehingga hasil penelitian hanya berlaku untuk karakteristik tanah tersebut.
2. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* tanpa penambahan bahan stabilisasi lain seperti semen, kapur, *fly ash*, atau bahan kimia. Variasi kadar *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* yang digunakan adalah 0%, 8%, 10%, dan 12% terhadap berat tanah kering.
3. Kondisi pengujian *CBR* tanpa perendaman (*unsoaked*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Telah banyak penelitian tentang beton dengan berbagai bahan tambahan yang diberikan, bertujuan untuk mencoba menemukan bahan *alternative* yang baik untuk menambah kualitas beton. Penelitian tersebut antarlain sebagai berikut:

1. Sabilla A & Hildayani, 2025. “Klasifikasi Tanah Lempung Berdasarkan Sistem Uscs (Unified Soil Classification System) Dan Aashto (American Association of State Highway and Transportation Officials)”. Tanah berbutir halus di kawasan Quarry Gampong Keutapang, Kecamatan Lhoong, secara luas dimanfaatkan sebagai material timbunan dan tanah dasar konstruksi, namun hingga kini belum memiliki data karakteristik geoteknik yang terdokumentasi. Kondisi ini menimbulkan risiko kegagalan konstruksi akibat ketidaksesuaian jenis tanah dengan peruntukannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sifat fisis tanah lempung di lokasi tersebut serta menentukan klasifikasinya menggunakan dua sistem standar internasional, yaitu USCS dan AASHTO. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif melalui serangkaian pengujian laboratorium, meliputi penentuan kadar air alami, berat jenis, analisis saringan, serta uji batas Atterberg. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah memiliki kadar air rata-rata 39,98%, berat jenis 2,619 g/cm³, batas cair (LL) 64,24%, batas plastis (PL) 39,98%, dan indeks plastisitas (PI) 24,25%. Nilai LL dan PI yang tinggi menyebabkan tanah diklasifikasikan sebagai MH dalam sistem USCS, yaitu lanau anorganik berplastisitas tinggi. Sementara itu, berdasarkan sistem AASHTO, nilai LL > 40% dan PI > 11% menempatkan tanah ke dalam kelompok A-7-5/A-7-6, yang

menunjukkan kualitas tanah dasar dengan daya dukung rendah. Hasil studi ini memberikan kontribusi penting dalam bidang geoteknik, khususnya dalam menyediakan informasi dasar bagi perencanaan konstruksi dan pengembangan infrastruktur yang lebih berkelanjutan.

2. Edison B dan Susanto HA, 2023. “Penggunaan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* Sebagai Bahan *Subtitusi Filler* Pada Campuran Agregat Kelas A”. Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan konstruksi jalan untuk dapat mendukung repetisi beban lalu lintas adalah dengan meningkatkan kekuatan elemen struktur perkerasan jalan. Lapis pondasi agregat kelas A merupakan elemen struktur perkerasan lentur yang berfungsi menopang beban lalu lintas setelah elemen laston. Dalam spesifikasi Umum Bina Marga revisi 1 tahun 2018 disyaratkan bahwa nilai indeks plastis (*PI*) lapis pondasi agregat kelas A maks 6 dan nilai *CBR* minimumnya 90%. Permasalahan yang biasa terjadi di lapangan adalah penggunaan *filler* abu batu masih bercampur dengan *filler* yang mengandung unsur *clay*. Adanya unsur *clay* pada *filler* ini akan meningkatkan nilai indeks plastis (*PI*) dan menurunkan nilai *CBR* agregat kelas A. Oleh karena itu pemanfaatan abu limbah sawit atau disebut *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* yang disubstitusikan pada campuran lapis pondasi agregat kelas A diharapkan dapat menjadi alternatif bahan *filler* dan dapat meningkatkan kekuatan elemen struktur perkerasan jalan dari parameter *CBR*. Metode yang digunakan melalui eksperimen di laboratorium, desain dan pengujian bahan campuran lapis pondasi Agregat Kelas A mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 1 Tahun 2018. Metode Pengujian *CBR* Laboratorium mengacu SNI 03-1744-1989. Komposisi *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* divariasikan pada 0%, 10%, 15% dan 20% terhadap *filler* abu batu. Hasil desain *CBR* Agregat Kelas A tanpa rendaman dengan substitusi *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* 0% menghasilkan nilai *CBR* 95,41% dengan kepadatan kering maksimum (γ_{dry}) 2,192 gr/cm³. Untuk substitusi *Palm Oil Fuel Ash*

(POFA) 10% menghasilkan nilai *CBR* 96,77% dengan kepadatan kering maksimum (γ_{dry}) 2,193 gr/cm³. Untuk substitusi *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* 15% menghasilkan nilai *CBR* 97,45% dengan kepadatan kering maksimum (γ_{dry}) 2,194 gr/cm³. Sementara Agregat Kelas A substitusi *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* 20% menghasilkan nilai *CBR* 98,735% dengan kepadatan kering maksimum (γ_{dry}) 2,206gr/cm³. Dapat disimpulkan bahwa substitusi *filler Palm Oil Fuel Ash (POFA)* 20% pada campuran agregat kelas A dapat meningkatkan nilai *CBR* sebesar 3,35 % dan kepadatan kering (γ_{dry}) meningkat sebesar 0,61%.

3. Fitriani S dan Rizki A, 2024. “Penggunaan Campuran Pofa (*palm oil fuel ash*) dan Gypsum Sebagai Stabilisasi Tanah Gambut Ditinjau Dari Nilai *CBR (California Bearing Ratio)*”. Tanah gambut mempunyai sifat fisik dan teknis yang merugikan bagi bangunan sipil yang berada di atasnya seperti daya dukung yang rendah sehingga dilakukan stabilisasi pada tanah agar meningkatkan daya dukung tanah. Salah satu metode stabilisasi yang sering digunakan yaitu dengan stabilisasi kimiawi dimana pada penelitian ini menggunakan campuran *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* lolos saringan No.4 dengan gypsum pada campuran tanah gambut dengan variasi penambahan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* sebesar 45%,50%,55% dan 60% dan gypsum sebanyak 10% dari berat isi tanah kering. *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dan gypsum berfungsi untuk mengisi rongga pada pori-pori tanah gambut sehingga bisa mengurangi air pada tanah gambut dan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* memiliki bahan *pozzolanic*, yaitu material yang mengikat seperti semen sehingga bisa menaikkan nilai *CBR*. Kandungan kalsium pada gypsum dapat berfungsi sebagai pengikat bahan organik ke tanah dan memberikan stabilitas pada agregat tanah, yang dapat meningkatkan stabilitas tanah organik serta dapat menyerap lebih banyak air, sehingga gypsum dapat meningkatkan proporsi tanah. Hasil pengujian tanah gambut di Desa Gambut Jaya dengan perlakuan perendaman pada pengujian *CBR* mendapatkan

hasil nilai *CBR* 1,08% sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah memiliki daya dukung yang rendah sehingga perlu dilakukan perbaikan pada tanah. Ketika dilakukan perlakuan penambahan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dan gypsum pada tanah gambut terjadi peningkatan nilai *CBR* dilihat dari perbandingan tanah gambut asli, akan tetapi terjadinya penurunan nilai *CBR* dilihat dari setiap penambahan persentase *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dan gypsum pada pukulan 3 x 65 menghasilkan nilai *CBR* perendaman tertinggi pada persentase *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* 45% sebesar 4,76% dan selanjutnya terjadinya penurunan ketika ditambahkan persentase *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dan gypsum selanjutnya. Oleh sebab itu nilai *CBR* pada campuran 45% *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* + 10% gypsum dengan perlakuan perendaman merupakan kadar optimum penambahan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* lolos saringan No.4 dan gypsum.

4. Dwina, dkk, 2024. “Pengaruh Kehalusan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dalam Memodifikasi Karakteristik *CBR* Tanah Gambut”. Penelitian ini menggunakan sampel tanah gambut yang distabilisasi dengan *POFA* halus dan *POFA* kasar pada kadar masing-masing sebesar 30%, 35%, dan 40% dari berat kering tanah. Pengujian California Bearing Ratio (*CBR*) dilakukan setelah sampel mengalami pemeraman selama 0, 7, 14, dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *CBR* tertinggi pada sampel yang menggunakan *POFA* halus dan *POFA* kasar masing-masing sebesar 5,48% dan 5,80%. *POFA* kasar secara konsisten menghasilkan nilai *CBR* yang lebih tinggi dibandingkan *POFA* halus pada seluruh waktu pemeraman. Pada sampel dengan waktu pemeraman yang sama, perbedaan nilai *CBR* antara penggunaan *POFA* 30% dan 40% kurang dari 1,00, kecuali pada penggunaan *POFA* halus sebesar 40% setelah pemeraman 28 hari, yang memiliki nilai *CBR* 1,25% lebih tinggi dibandingkan penggunaan *POFA* 30%. Namun, setelah pemeraman selama 28 hari,

kinerja tanah gambut yang menggunakan 40% POFA halus hanya sebanding dengan tanah gambut yang menggunakan 35% POFA kasar. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa POFA lebih efektif berperan sebagai bahan pengisi (filler) daripada sebagai bahan pozzolan pada stabilisasi tanah gambut. Sebagai bahan pengisi, POFA kasar lebih mampu meningkatkan stabilitas tanah gambut.

5. Rizki A, dkk, 2024. “Penggunaan Campuran POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) Dan Gypsum Sebagai Stabilisasi Tanah Gambut Ditinjau Dari Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)”. Penelitian ini membahas pemanfaatan campuran abu limbah pembakaran cangkang sawit *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dan gypsum. Variasi penambahan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* sebesar 0 persen, 45 persen, 50 persen, 55 persen, 60 persen, dan gypsum sebesar 10 persen terhadap berat tanah kering dengan waktu perendaman 4 hari. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui daya dukung tanah dengan penambahan material berupa *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dan gypsum di tinjau dari nilai CBR. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu tanah gambut asli sebagai tanah dengan kandungan organik yang tinggi termasuk kedalam golongan A-8 menurut sistem *AASHTO* dan disimbolkan dengan peat berdasarkan sistem *USCS*. Sampel tanah pada lokasi desa gambut jaya termasuk tanah yang memiliki daya dukung yang jelek karena memiliki nilai (*California Bearing Ratio*) CBR 1,08 persen. Pada tanah campuran *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dan gypsum diperoleh nilai CBR yang meningkat pada umur perendaman 4 hari sebesar 4,76 persen CBR tertinggi didapat pada variasi campuran 45 persen *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dan 10 persen gypsum terhadap tanah kering dengan masa perendaman 4 hari.
6. Dwina D, Nazarudin, 2024. “Pengolahan *Pofa (Palm Oil Fuel Ash)* Dan Semen Sebagai Material Alternatif Timbunan Pilihan Jalan Untuk Perbaikan Infrastruktur Jalan”. Perkembangan industri kelapa sawit yang terus meningkat berdampak terhadap limbah kelapa sawit berupa

abu sisa pembakaran cangkang sawit atau dikenal dengan *POFA* (*Palm Oil Fuel Ash*). Salah satu cara menekan jumlah *Palm Oil Fuel Ash* (*POFA*) ialah dengan memanfaatkannya dalam bidang Teknik Sipil. Pada penelitian ini limbah kelapa sawit berupa abu sawit *Palm Oil Fuel Ash* (*POFA*) dimanfaatkan sebagai material untuk timbunan pilihan dalam konstruksi perkerasan jalan. Selain menggunakan *Palm Oil Fuel Ash* (*POFA*) penelitian ini juga menggunakan bahan tambahan berupa semen dengan persentase penambahan sebesar 2%, 4%, 6% dan 12%. Hasil pengujian *CBR* rendaman (*soaked*) dan *UCS* di laboratorium menunjukkan bahwa nilai *CBR* dan *UCS* mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kadar semen disetiap variasi. Nilai *CBR* dan *UCS* mengalami kenaikan dan mencapai nilai maksimum pada penambahan kadar 12 % yaitu sebesar 28,01% untuk *CBR* dan 4,903 kg/cm² untuk *UCS*. Nilai yang diperoleh sudah memenuhi standar dan dapat digunakan sebagai material timbunan pilihan.

7. Saputra NA dan Handayani N, 2024. “Study Komparasi Penambahan *Palm Oil Ash* Dengan Bantuan Semen Berdasarkan Nilai *California Bearing Ratio*”. Kandungan air yang tinggi, kejenuhan air, dan daya dukung yang rendah merupakan ciri-ciri tanah lempung. Badan jalan mungkin memiliki permukaan yang tidak rata. Di sisi lain, pada musim kemarau akan mengeras dan memiliki daya dukung yang tinggi sehingga banyak debu yang bertebaran di jalan dan menghalangi pandangan pengemudi. Akibatnya, lingkungan dapat mengalami kemacetan lalu lintas dan kecelakaan. Periksa nilai *CBR* dan *PI* untuk melihat apakah ada peningkatan lempung setelah stabilisasi menggunakan campuran Abu Bakar Kelapa Sawit dan semen dengan variasi (0% *POFA* + 2% Semen), (3% *POFA* + 2 % Semen), (5% *POFA* + 2% Semen), dan (7% *POFA* + 2% Semen). Metode pengujian Analisis Saringan, Atterberg Limit, Berat Jenis, Kadar Air, Pemadatan dan *CBR*. Semen dan abu tandan sawit menghasilkan nilai *CBR*

sebesar 7,4% dibandingkan dengan nilai *CBR* tanah alami sebesar 1,59%. Nilai *CBR* tanah akan naik, nilai berat satuan kering akan turun, dan nilai plastisitas akan menurun dengan semakin tingginya proporsi Abu Tandan Kelapa Sawit dan semen.

8. Wiliyanda D, dkk, 2024. “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Palm Oil Fuel Ash (POFA) dan 20% Kapur Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) Ditinjau dari *CBR* dan Kuat Tekan Bebas” Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang kurang baik bila dijadikan tanah dasar karena memiliki daya dukung dan kuat geser yang rendah, namun memiliki tingkat kompresibilitas yang tinggi. Usaha untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut dengan stabilisasi. Pada penelitian ini dilakukan stabilisasi tanah secara kimiawi dengan mencampurkan bahan tambahan POFA (Palm Oil Fuel Ash) dan Kapur Dolomit (KD). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai index properties, nilai *CBR* Laboratorium, dan nilai kuat tekan bebas (UCT) dari tanah asli setelah penambahan bahan stabilisasi. Persentase bahan stabilisasi yang digunakan adalah POFA sebanyak 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, 20% dan KD sebanyak 20% di setiap variasinya. Berdasarkan hasil penelitian, nilai *CBR* paling tinggi terjadi pada variasi campuran 12% POFA + 20% KD yaitu sebesar 8,26%. Berdasarkan pengujian Kuat Tekan Bebas, diperoleh nilai kuat tekan tanah (q_u) maksimum dari semua variasi campuran terdapat pada campuran 12% POFA + 20% KD yaitu sebesar 2,945 kg/cm². Oleh karena itu, penggunaan POFA dan KD dinilai mampu meningkatkan stabilisasi tanah lempung.
9. Cakrawisnu D, dkk, 2022. “Pengaruh Campuran Palm Oil Fuel Ash (POFA) terhadap Stabilisasi Tanah Gambut Ditinjau dari Nilai *CBR* Tanah”. Provinsi Jambi memiliki lahan gambut terbesar di pulau Sumatera setelah Provinsi Riau dan Sumatera Selatan, sehingga dalam pemanfaatan lahan gambut sering mengalami permasalahan dalam pembangunan kontruksi maupun sarana transportasi karena memiliki

sifat fisik dan daya dukung tanah yang rendah untuk memikul beban di atasnya. Salah satu metode untuk meningkatkan nilai daya dukung tanah adalah dengan cara stabilisasi kimiawi. Campuran yang digunakan yaitu Palm Oil Fuel Ash (POFA) hasil dari pembakaran cangkang kelapa sawit yang telah disaring menggunakan saringan lolos No.20 dan tertahan No.30. Kandungan yang terdapat pada POFA dapat menutupi rongga pori pada tanah sehingga dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah. Variasi penambahan POFA sebesar 0%, 25%, 30%, 35%, dan 40% terhadap berat tanah kering dengan waktu pemeraman 0 hari dan 7 hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan POFA dan lamanya waktu pemeraman yang dilakukan. Hasil pengujian tanah gambut yang berada di Desa Tangkit Baru Muaro Jambi termasuk ke dalam tanah yang memiliki daya dukung yang rendah dengan nilai CBR sebesar 2,43%. Nilai CBR tertinggi pada pencampuran POFA diperoleh pada persentase 40% dengan masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 4,14%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pada setiap penambahan variasi menunjukkan adanya kenaikan nilai CBR. Kemudian berdasarkan lamanya waktu pemeraman yang dilakukan, maka akan meningkatkan nilai daya dukung tanah.

10. Ikhlas DZ, dkk, 2022. “Stabilisasi Tanah Gambut menggunakan POFA Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Ditinjau dari Nilai CBR”. Penelitian ini membahas pemanfaatan abu limbah pembakaran cangkang sawit (POFA). Variasi penambahan POFA sebesar 0%, 30%, 35%, 40%, 45%, terhadap berat tanah kering dengan waktu pemeraman 0 hari, 7 hari. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui daya dukung tanah dengan penambahan material berupa POFA di tinjau dari nilai CBR. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu tanah gambut asli sebagai tanah dengan kandungan organik yang tinggi termasuk kedalam golongan A-8 menurut sistem AASHTO dan disimbolkan dengan peat berdasarkan sistem USCS. Sampel tanah pada lokasi tangkit baru

termasuk tanah yang memiliki daya dukung yang jelek karena memiliki nilai CBR 2,43%. Pada tanah campuran POFA diperoleh nilai CBR yang meningkat pada umur pemeraman 0 dan 7 hari sebesar 2,83%, 3,55% CBR tertinggi didapat pada variasi campuran 45% POFA terhadap tanah kering dengan masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 3,55%.

2.2 Keaslian Penelitian

Setelah membaca penelitian terdahulu yang tersebut diatas, terdapat perbedaan dengan penelitian yang akan penulis lakukan.

Perbedaan tersebut diantaranya sebagai berikut:

1. Bahan yang distabilisasi merupakan tanah dasar (*sub grade*) APGWI Pendalian Rokan IV Koto.
2. Penambahan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* yang digunakan adalah 8%, 10%, dan 12% terhadap berat sampel.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah Lempung (*Clay*)

Tanah Lempung Menurut (YE Prasetyo, Y Zaika, 2015) Tanah lempung adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat, yang beniamter kurang dari 4 micrometer. Lempung mengandung lempuran silica dan atau aluminium yang halus. Unsur-unsur ini, silikon, oksigen, dan alumunium adalah unsur yang paling banyak menyusun kerak bumi. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi. Lempung membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket apabila basah terkena air. Sifat ini ditentukan oleh jenis mineral yang mendominasinya.

3.2 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah antara lain tekstur, struktur dan permeabilitas tanah. Sifat kimia tanah antara lain pH tanah dan kandungan unsur hara. Kandungan hara, terdiri dari kandungan nitrogen, fospor, kalium dan bahan organik. Sifat biologi tanah antara lain mikroorganisme pengurai bahan organik di dalam tanah.

3.3 Sifat Mekanis Tanah

Sifat mekanis tanah menentukan kemampuan tanah dalam menahan beban, mengalami deformasi, dan mempertahankan kestabilannya. Parameter yang paling sering digunakan dalam analisis teknik adalah kuat geser, kompresibilitas, plastisitas, elastisitas, permeabilitas, kepadatan, dan daya dukung tanah. Pemahaman terhadap sifat-sifat ini sangat penting untuk merancang konstruksi yang aman dan untuk mengelola lahan secara efektif.

3.4 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah dibagi menjadi enam tingkat, yaitu *Ordo*, *Subordo*, *Great Group*, *Subgroup*, *Family*, dan *Seri* (Soil Survey Staff, 2010). Secara umum, taksonomi tanah mengelompokkan tanah berdasarkan bahan induknya menjadi dua jenis, yaitu tanah organik (*Histosol*) yang berasal dari akumulasi bahan organik, dan tanah mineral yang terbentuk dari pelapukan batuan mineral.

3.5 Palm Oil Fuel Ash (POFA)

Abu limbah kelapa sawit atau disebut juga *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* merupakan masalah bagi industri kelapa sawit karena memerlukan lahan pembuangan yang luas. Jumlah *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* yang meningkat setiap tahunnya dapat mengancam kelestarian lingkungan. Salah satu cara menekan jumlah *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* dan mencegah kerusakan lingkungan adalah dengan memanfaatkan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* sebagai bahan stabilisasi tanah.

Palm Oil Fuel Ash (POFA) dapat digunakan sebagai *pozzolan*, yaitu bahan halus yang mengandung silika dan alumina yang dapat bereaksi dan membentuk bahan semen (ASTM, 2001). *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* mengandung silikon dioksida yang tinggi dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen. *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* adalah bahan *pozzolanic* yang menjanjikan dan banyak tersedia di seluruh bagian dunia (Tangchirapat, 2009). Pemanfaatan *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* yang tepat dapat mengurangi penggunaan semen dan mengurangi volume limbah sehingga sangat bermanfaat bagi kelestarian lingkungan (Tangchirapat, 2009).

Dibawah ini adalah gambar dari *Palm Oil Fuel Ash (POFA)*



Gambar 3. 2 *Palm Oil Fuel Ash (POFA)*

Pembakaran cangkang dan *fiber* kelapa menghasilkan abu dalam 2 jenis yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*)

1. Kerak boiler (*bottom ash*)

Bottom ash merupakan abu hasil pembakaran boiler yang tidak tertampung pada *dust collector*. Abu dasar tertinggal pada oven pembakar sebagai butiran abu padat atau leburan kerak yang memadat. Ukuran *bottom ash* relatif besar sehingga memiliki bobot yang terlalu berat untuk dibawa oleh gas buang dan umumnya terkumpul pada dasar ataupun disekitar oven pembakar (Simarmata, 2017). *Bottom ash* adalah abu yang telah mengalami proses penggilingan dari kerak pada proses pembakaran cangkang dan serat buah pada suhu 700°C sampai 800°C pada dapur tungku *boiler*. Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit merupakan biomasa dengan kandungan silika (SiO_2) yang potensial di manfaatkan (Reza dkk, 2014).

2. Abu terbang (*fly ash*)

Abu terbang (*fly ash*) cangkang dan fiber kelapa sawit merupakan limbah padat utama hasil pembakaran boiler. Limbah *fly ash* kelapa sawit ini memiliki sifat-sifat fisik yang ditentukan oleh komposisi dan sifat-sifat mineral pengotor dalam cangkang kelapa sawit serta proses pembakarannya. Dalam proses pembakaran cangkang dan fiber kelapa sawit, abu yang dihasilkan memiliki titik leleh yang lebih tinggi dari pada temperature pembakarannya. Kondisi ini menghasilkan abu dengan butiran-butiran yang sangat halus berwarna gelap dan bobot yang lebih ringan dibandingkan abu *bottom ash*.

Komposisi kimia yang ada pada *Palm Oil Fuel Ash (POFA)* ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 3. 1 Komposisi kimia yang ada pada *Palm Oil Fuel Ash (POFA)*

NO	Komposisi Kimia	POFA
1	Silika (SiO_2)	64,36 %
2	Alumina (Al_2O_3)	4,36 %
3	Fero oksida (Fe_2O_3)	3,41 %
4	Kalsium oksida (CaO) ₂	7,92 %
5	Magnesium oksida (MgO) ₂	4,58 %
6	Sulfur trioksida (SO_3)	0,04 %
7	Kalium oksida (K_2O)	5,57 %

Sumber : Pengujian Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

3.6 Pengujian CBR

CBR dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (*subgrade*). Pengujian ini merupakan perbandingan beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Menurut *SNI 1744 – 2012* pengujian *CBR* laboratorium adalah penentuan nilai *CBR* contoh material tanah, agregat atau campuran tanah dan agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air sesuai yang ditentukan. Pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis tanah dasar, pondasi bawah dan pondasi, termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang. Pengujian *CBR* laboratorium digunakan terhadap beberapa benda uji, pada umumnya tergantung pada kadar air pemadatan dan densitas kering yang ingin dicapai. Berdasarkan *SNI 1744-2012* dalam hubungan kadar air dan densitas terdapat dua cara yaitu *CBR* pada kadar air optimum, dimana dipersiapkan 3 contoh uji yang dipadatkan dengan jumlah tumbukan per lapis 10 kali, 30 kali, dan 65 kali dengan menentukan kadar air optimum dan densitas kering terlebih dahulu dengan pengujian kepadatan. Dan *CBR* pada rentang kadar air tertentu dipersiapkan paling kurang 5 contoh uji dipadatkan dengan jumlah tumbukan per lapis 56 kali. Nilai *CBR* ditentukan dengan menggunakan kurva hubungan antara *CBR* dan densitas kering dari setiap benda uji.

Perhitungan nilai *CBR* berdasarkan grafik hubungan tersebut yaitu :

$$CBR = \frac{\text{Beban terkoreksi}}{\text{Beban Standar}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Nilai beban terkoreksi ditentukan untuk setiap benda uji pada penetrasi 2,54 mm (0,10 inci) dan 5,0 mm (0,20 inci). Nilai *CBR* didapat dengan membagi nilai beban terkoreksi dengan beban standar secara berurutan sebesar 13 kN (3000 lbs) dan 20 kN (4500) lbs kemudian dikalikan dengan 100. Nilai *CBR* dinyatakan dengan persen.

Klasifikasi nilai *CBR* tanah menurut *Bowles* (1992) ditunjukkan pada Tabel berikut ini.

Tabel 3. 2 Klasifikasi Nilai *CBR* Tanah

CBR (%)	Tingkatan Umum	Kegunaan
0 – 3	Very Poor	Subgrade
3 – 7	Poor to fair	Subgrade
7 – 20	Fair	Subbase
20 – 50	Good	Base or subbase
>50	Excelent	Base

Sumber : Klasifikasi *CBR* yang banyak dirujuk dari *Bowles* (1992)