



Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah Daerah Teluk Dalam Kabupaten Nias Selatan

Peronas Gowasa¹, Mareanus Ndruru²

^{1,2} Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia

Jl. Teladan No.15, Teladan Bar., Kec. Medan Kota, Kota Medan, Sumatera Utara 20214

Email: peronasgowasa@gmail.com

Abstrak

Tanah adalah bagian terpenting dalam suatu konstruksi seperti bangunan, jalan dan beban lalu lintas karena tanah mempunyai fungsi sebagai penyangga konstruksi. Peningkatan pembangunan konstruksi pada saat ini mengakibatkan pasokan ataupun ketersediaan akan bahan material yang lebih baik semakin berkurang terutama kualitas ataupun mutu dari bahan tersebut. Dalam hal ini penulis melakukan pengkajian atau penelitian terhadap tanah yang berasal dari daerah Telukdalam dan tanah mendapatkan ketentuan- ketentuan nilai kualitas berdasarkan spesifikasi 2018 divisi 3 khususnya divisi 3.2 tentang Timbunan. Tujuan penelitian Untuk mengetahui klasifikasi tanah daerah Teluk dalam Kab. Nias Selatan, Untuk mengetahui nilai CBR (California Bearing Ratio) tanah daerah Teluk dalam Kab. Nias Selatan. Metode penelitian kuantitatif dikarenakan teknik penelitiannya berupa eksperimen dengan mencoba menguji tanah daerah Telukdalam. Berdasarkan hasil pengujian atterberg limit (batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas) laboratorium tanah daerah Telukdalam Kabupaten Nias Selatan dapat diklasifikasikan sebagai tanah A-5 tanah kelanauan dimana dalam ketentuan SNI 03-6797-2022 dan tabel klasifikasi tanah AASTHO. Termasuk tanah kelanauan berdasarkan hasil lolos saringan No.200 = 45,21 %, batas cair = 41,55 % dan indeks plastisitas = 9,22 %. Tanah ini memenuhi nilai ketentuan CBR timbunan biasa yaitu 6 % dan diperoleh hasil pengujian sebesar 7,40 %. Tanah daerah Telukdalam dapat digunakan sebagai tanah timbunan pada pembangunan jalan.

Kata Kunci: Tanah, Klasifikasi Tanah, CBR.

PENDAHULUAN

Tanah merupakan material yang terdiri dari himpunan butiran mineral-mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas, yang terletak di atas batuan dasar. Diantara ruang partikel-partikel terdapat zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong tersebut. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dan sifat fisik dari tanah kebanyakan bergantung dari faktor ukuran, bentuk, serta kandungan kimia dari partikel tersebut. (Alam, 2020).

Tanah merupakan bagian terpenting dalam suatu konstruksi seperti bangunan, jalan, dan beban lalu lintas karena mempunyai fungsi sebagai penyangga konstruksi atau dengan

kata lain pada tanah inilah suatu konstruksi bertumpu. Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat tersementasi (terkait secara kimia) satu sama lain dan dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel padat tersebut. (Amrullah, 2020).

Tanah adalah bagian terpenting dalam suatu konstruksi seperti bangunan, jalan dan beban lalu lintas karena tanah mempunyai fungsi sebagai penyangga konstruksi. Dalam perencanaan suatu konstruksi harus dilakukan penyediaan terhadap klasifikasi tanah terutama sifat-sifat tanah yang mempengaruhi daya dukung tanah dalam menahan beban konstruksi yang ada di atasnya. Mengingat semakin meningkatnya pembangunan gedung, jalan, penahan tanah (Turap) tentunya sangat diperlukan kuantitas dan kualitas untuk mencapai nilai ketahanan yang lebih baik. Karena banyak kita ketahui pada saat ini banyaknya pembangunan yang gagal atau rubuh khususnya daerah yang penulis teliti (Ferdian, 2015).

Peningkatan pembangunan konstruksi pada saat ini mengakibatkan pasokan ataupun ketersediaan akan bahan material yang lebih baik semakin berkurang terutama kualitas ataupun mutu dari bahan tersebut. Hal ini diakibatkan ketersediaan ataupun sumber bahan yang hampir mulai tidak tersedia, ini dibuktikan pemenuhan kebutuhan akan material pembangunan konstruksi khususnya jalan, turap dan konstruksi lainnya khususnya yang membutuhkan bahan timbunan hampir nilai kualitas bahan tidak tercapai sesuai ketentuan Spesifikasi yang ada (Herdianto, 2012).

Tanah merupakan dasar pondasi suatu bangunan yang sangat penting dalam konstruksi, baik untuk konstruksi jalan, konstruksi rumah, konstruksi jembatan dll. Namun dalam kenyataan tidak semua jenis tanah sifat baik yang digunakan dalam konstruksi jalan atau konstruksi lainnya. Sifat-sifat dan perilaku tanah akan menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan dan melaksanakan suatu pekerjaan. Besar pengaruh tanah terhadap perencanaan konstruksi, maka tanah menjadi komponen yang sangat diperhatikan dalam perencanaan konstruksi tersebut.

Tanah menurut teknik sipil dapat didefinisikan sebagai sisa atau produk yang dibawa dari pelapukan batuan dan proses geologi yang dapat digali tanpa peledakan dan dapat ditembus dengan peralatan pengambilan (sampling) pada saat pemboran (Manan,2016).

Tanah dapat didefinisikan “kumpulan tumbuhan alam yang menduduki sebagian daratan planet bumi, yang mampu menumbuhkan tanaman dan sebagai tempat makhluk hidup lainnya dalam melangsungkan kehidupannya” (Sebayang, 2022).

Manfaat tanah dalam kehidupan bukan saja untuk manusia, tetapi juga untuk makhluk hidup lainnya seperti hewan dan tumbuhan. Berbagai sudut pandang dari manfaat tanah tergantung kepentingan orang yang memanfaatkannya. Salah satu contohnya: seorang petani tradisional memanfaatkan tanah sebagai lingkungan tempat tinggal dan sebagai sumber penghidupan, karena petani dapat memanfaatkan lahan sebagai tempat penanaman padi dan tanaman lainnya, serta memetik hasilnya sebagai bahan makanan maupun dijual untuk memenuhi kebutuhan yang lain (Safitri, 2019).

Sedangkan dalam dunia teknik sipil manfaat tanah adalah sebagai bahan bangunan dalam berbagai macam pekerjaan teknik sipil, tanah dapat dijadikan sebagai timbunan, dinding (diolah menjadi batu bata merah), genteng. Dimana dapat kita ketahui fungsi paling utama dari tanah yaitu sebagai pendukung pondasi dari sebuah bangunan karena keseluruhan dari beban pada suatu konstruksi akan dipikul oleh tanah mulai dari bagian bawah sampai bagian paling atas (Sir, 2020).

AASHTO (American Association Of State Highway and Transporting Official) adalah suatu sistem klasifikasi yang berguna untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan perkerasan jalan yaitu lapis dasar (sub base) dan tanah dasar (sub grade). Sistem klasifikasi AASHTO (American Association Of State Highway and Transporting Official) ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai publik road Administration Classification System. Sistem ini sudah mengalami beberapa perbaikan versi yang saat ini berlaku adalah yang diajukan oleh Committee on Classification of materials for subgraded and Granular Type road of the highway research board dalam tahun 1945 (ASTM Standard No D-3282, AASHTO metode M145).

Pada dasarnya tanah terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian padat dan bagian rongga. Bagian padat terdiri dari partikel-partikel tanah yang padat sedangkan bagian rongga terisi oleh air dan udara. Untuk menentukan suatu kadar air dari tanah tersebut dapat dilakukan pengujian sampel tanah dengan membandingkan antara berat yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen (Sipil, 2016).

Kadar air tanah ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat- sifat tanah. Sedangkan pengeringan untuk benda uji yang tidak mengandung bahan organik dilakukan diatas kompor atau dibakar langsung setelah disiram dengan spirtus. Lakukan penimbangan dan pengeringan secara berulangulang sehingga mencapai berat yang tetap. Pengujian kadar air dilakukan sesuai ketentuan SNI 1965 : 2008.

Batas cair tanah adalah kadar air minimum di mana sifat suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Besaran batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Konsistensi dari lempung dan tanah-tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air dari tanah. Tanah yang telah lolos saringan No. 40 (0,425 mm) dicampur dengan air suling, lalu dimasukkan ke mangkok Casagrande, lalu putar alat Liquid Limit dan hitung jumlah ketukan yang diperlukan untuk menutup celah tanah, lalu ambil sebagian tanah dan masukkan ke dalam oven selama 24 jam untuk menghitung kadar airnya metode yang digunakan dalam penentuan batas cair adalah ASTM. Tujuan dari uji kadar air adalah untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifat pada tanah kohesif, konsistensi tanah tergantung dari nilai batas cair (Soehardi, 2017).

Penentuan pengujian dan metode uji yang dilakukan disesuaikan terhadap jenis dan keadaan material yang akan di uji, pengujian dilakukan berdasarkan ketentuan stndar SNI 1967 : 2008. Pengujian CBR (California Bearing Ratio) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban standar (standart load) dan dinyatakan dalam presentase. nilai CBR dikembangkan untuk mengukur kapasitas daya dukung tanah, beban tanah, dan beban perkerasan lainnya. Nilai CBR dapat diketahui dengan 2 metode yaitu lapangan dan uji laboratorium (Varlen, 2023).

Pengujian CBR (California Bearing Ratio) laboratorium yang dimaksudkan pada standar ini adalah penentuan nilai CBR contoh material tanah, agregat atau campuran tanah dan agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air sesuai yang ditentukan. Pengujian CBR digunakan untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis tanah dasar, fondasi bawah dan fondasi, termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang. Pengujian CBR laboratorium dilakukan terhadap beberapa benda uji, umumnya tergantung pada kadar air pemadatan dan densitas kering yang ingin dicapai. Secara umum pengujian CBR laboratorium ini (sesuai tahapannya) mencakup penyiapan peralatan, contoh material dan contoh uji, pemadatan, penentuan massa basah dan kadar air benda uji, perendaman, uji penetrasi, penggambaran kurva hubungan antara beban dan penetrasi, dan penentuan nilai CBR. CBR desain juga dapat ditentukan melalui pengujian CBR ini, yaitu dengan menggunakan kurva hubungan antara CBR dan densitas kering dari setiap benda uji (Nasional, 2012).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen, mencoba mengetahui tanah daerah Teluk Dalam dapat dijadikan sebagai bahan material pada timbunan jalan dengan melakukan pengujian penelitian di Laboratorium. Dimana pada penelitian ini ada beberapa pengujian yang dilakukan yaitu: menguji batas cair, batas plastis, indeks plastisitas untuk menentukan klasifikasi tanah dan melakukan pengujian pemadatan ringan untuk mendapatkan kadar air optimum yang akan digunakan untuk pengujian CBR.

Berdasarkan judul penelitian yang diangkat peneliti maka penelitian ini dilakukan di UPTD. Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Sumatra Utara. Alamat lokasi penelitian ini di jalan Sakti Lubis No. 7 R Medan Kota Medan Provinsi Sumatera Utara. Wilayah pengambilan sampel di daerah Teluk dalam kabupaten Nias Selatan.

Teluk Dalam adalah sebuah kecamatan dari kabupaten nias selatan yang berada diujung selatan pulau nias provinsi Sumatra utam ,Indonesia. Pada tahun 2023 jumlah penduduk Teluk Dalam sebanyak 26.266 jiwa dengan kepadatan 622 jiwa/km². kecamatan Teluk Dalam terletak di ujung pulau Nias dan berbatasan langsung dengan kecamatan Amandraya dan kecamatan Lahusa. Untuk mencapai kecamatan Teluk Dalam dapat ditempuh

dengan perjalanan laut dari kota Sibolga selama 10-12 jam, kemudian dengan perjalanan udara dari kota Medan selama 1 jam dengan pesawat udara ke bandara Binaka, Gido, kabupaten Nias dan dilanjutkan dengan perjalanan darat selama 3 jam (Emzir, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian analisa saringan menggunakan ketentuan SNI ASTM C 136:2012. Tujuan dari pengujian analisa saringan adalah sebagai acuan untuk menganalisa gradasi butiran dari agregat halus dan kasar termasuk agregat campuran.

Tabel 1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Jumlah Massa						keterangan	
Contoh Uji		565,14					
Kering Oven		gram					
Ukuran Saringan		Massa Tertahan	Jumlah Massa Tertahan	Persen Jumlah Tertahan			
ASTM	mm	gram	Gram	(%)	Lolos (%)		
No.4	4,750	1,89	1,89	0,33	99,67		
No. 10	2,000	14,85	16,74	2,96	97,04		
No. 40	0,425	142,07	156,92	27,77	72,33		
No. 200	0,075	167,58	309,65	54,79	45,21		
Modulus Kehalusan				0,31			

Berdasarkan hasil uji analisa saringan maka dapat dihitung persen yang lolos saringan No.200 dengan menggunakan persamaan sesuai ketentuan SNI ASTM C - 136:2012.

$$\text{Lolos (\%)} = 100\% - \text{Tertahan (\%)}$$

$$\text{Lolos No.200 (\%)} = 100\% - 54,78\%$$

$$= 45,21\%$$

Berdasarkan hasil uji analisa saringan persen lolos saringan No.200 sebanyak 45,21 gram. Hasil analisa saringan yang lolos No.200 salah satu penentuan klasifikasi tanah sesuai dengan metode klasifikasi tanah AATHO dan SNI 03-6797-2002 .

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air awal (Asli)

No. cawan	H1	H5	Satuan
Massa contoh tanah basah + cawan	460,02	450,02	Gram
Massa contoh tanah kering + cawan	415,50	406,20	Gram
Massa air	44,52	43,82	Gram
Massa cawan	80,50	96,20	Gram
Massa contoh kering	370,98	362,38	Gram
Kadar air	12,00	12,9	%
Kadar Air Rata-Rata	12,05		%

Tabel 3. Hasil Pengujian Batas Cair

Jumlah pukulan	27	Satuan
Nomor cawan	R26	-
Massa contoh basah + cawan	30,90	Gram
Massa contoh kering + cawan	25,60	Gram
Massa air	5,30	Gram
Massa cawan	12,73	Gram
Massa contoh kering	12,87	Gram
Kadar Air	41,18	%

Berikut hasil pengujian batas cair sesuai dengan data hasil pengujian batas cair dapat dihitung menggunakan rumus sesuai dengan ketentuan SNI 1967:2008, rumus batas cair sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Batas Cair} &= \text{Kadar air} \times \text{Faktor Koreksi Batas Cair Sesuai Banyaknya Pukulan} \\ &= 41,18 \times 1,009 \\ \text{Batas Cair} &= 41,55 \%\end{aligned}$$

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji analisa saringan maka dapat dihitung persen yang lolos saringan No.200 dengan menggunakan persamaan sesuai ketentuan SNI ASTM C - 136:2012.

$$\begin{aligned}\text{Lolos (\%)} &= 100\% - \text{Tertahan (\%)} \\ \text{Lolos No.200 (\%)} &= 100\% - 54,78\% \\ &= 45,21\%\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan lolos saringan No.200, maka banyak benda uji yang lolos saringan No.200 sebanyak 45,21% lolos. Berdasarkan persen lolos saringan No.200 peneliti dapat menentukan klasifikasi tanah daerah Telukdalam termasuk atau tidak dalam klasifikasi tanah sesuai dengan ketentuan metode klasifikasi tanah AASTHO dan SNI 03-6797-2002 (tata cara klasifikasi tanah).

Berdasarkan hasil uji berat jenis tanah dilaboratorium maka data-data yang telah didapatkan peneliti bisa menganalisis menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Massa jenis tanah (Gs)} &= \text{massa tanah (Wt)} : \text{isi tanah(Yt)} \\ \text{Massa jenis tanah (Gs 1)} &= 100,61 : 39,10 \\ &= 2,573 \text{ gram/cm}^3 \\ \text{Massa jenis tanah (Gs 2)} &= 101,62 : 39,54 \\ &= 2,570 \text{ gram/cm}^3 \\ \text{Massa jenis tanah rata- rata (Gs)} &= (2,573+2,570)/2 \\ &= 2,572 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

Berat jenis tanah daerah Teluk Dalam sebesar 2,572 gram/cm³ dapat diketahui dari data hasil uji laboratorium dan hasil analisis data dengan persamaan.

Berdasarkan hasil uji kadar air tanah daerah Teluk Dalam di laboratorium maka data-data yang telah didapatkan peneliti bisa menganalisis data menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (W)} = (\text{Berat air})/(\text{Berat kering}) \times 100\%$$

$$\text{Kadar air (W1)} = 44,52/370,98 \times 100\%$$

$$= 12,00 \%$$

$$\text{Kadar air (W2)} = 43,82/362,38 \times 100\%$$

$$= 12,9 \%$$

$$\text{Kadar air rata-rata (W)} = (12,00 + 12,9)/2 \times 100\%$$

$$\text{Kadar air asli (awal)} = 12,05 \%$$

Kadar air asli (awal) tanah daerah Teluk Dalam sebesar 12,05 % dapat diketahui dari data hasil uji laboratorium, hasil analisis data.

1. Batas Cair

$$\text{Batas Cair} = \text{Kadar air} \times \text{Faktor Koreksi Batas Cair Sesuai Banyaknya Pukulan}$$

$$= 41,18 \times 1,009$$

$$\text{Batas Cair} = 41,55 \%$$

Berdasarkan hasil atterberg limit maka batas cair tanah daerah Teluk Dalam sebesar 41,55 % . Nilai batas cair berhubungan dengan menentukan klasifikasi tanah sesuai dengan tabel ketentuan klasifikasi tanah AASTHO.

Batas Plastis

$$\text{Batas Plastis} = (32,26 + 32,41)/2$$

$$= 32,34 \%$$

Berdasarkan hasil atterberg limit maka batas plastis tanah daerah Teluk Dalam sebesar 32,34 %.

Indeks Plastisitas

Berdasarkan hasil nilai batas cair dan batas plastis maka dapat diketahui nilai indeks plastisitas tanah daerah Teluk Dalam dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Indeks Plastisitas} = \text{Batas Cair} - \text{Batas Plastis}$$

$$\text{Indeks Plastisitas} = 41,55 - 32,34$$

$$= 9,22 \%$$

Nilai indeks plastisitas tanah daerah Teluk Dalam sebesar 9,22 %, nilai indeks plastisitas berhubungan dalam menentukan klasifikasi tanah sesuai dengan tabel klasifikasi tanah AASTHO.

Tujuan uji pemadatan ringan (proctor) adalah untuk mendapatkan kadar air optimum dan nilai kering maksimum suatu agregat (tanah). Dan hasil uji pemadatan ringan bisa mendapatkan kadar air optimum yang digunakan pada saat pembuatan benda uji CBR.

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan ringan maka ada 5 benda uji yang akan di uji, berdasarkan 5 benda uji tersebut akan dilakukan penambahan kadar air yang berbeda benda uji pertama kadar air 7 % benda uji kedua kadar airnya 10 % benda uji ketiga kadar airnya 13 % benda uji keempat kadar airnya 16 % benda uji kelima kadar airnya 19 % maka 5 benda uji tersebut akan dilakukan uji pemadatan ringan disetiap benda uji akan mendapatkan hasil setelah pengujian.

Setelah dilakukan pengujian pemadatan ringan dengan banyak tumbukan 25 sebanyak 3 lapis maka dilakukan penimbangan terhadap tanah basah dan cetakan. Dimana massa tanah basa pada cetakan pertama sebesar 5.010 gram, massa tanah basa pada cetakan kedua sebesar 5.105 gram, massa tanah basa pada cetakan ketiga sebesar 5.209 gram, massa tanah basa pada cetakan keempat sebesar 5.205 gram, massa tanah basa pada cetakan kelima sebesar 5.137 gram.

Setelah pengujian kepadatan ringan masing-masing cetakan melakukan pengambilan kadar air, kadar air setelah pemadatan ringan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = (\text{massa air})/(\text{massa tanah kering}) \times 100$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar air cetakan 1} &= 50,05/251,20 \times 100 \\ &= 19,92 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar air cetakan 2} &= 55,03/247,51 \times 100 \\ &= 22,23 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar air cetakan 3} &= 60,95/240,23 \times 100 \\ &= 25,37 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar air cetakan 4} &= 68,99/243,50 \times 100 \\ &= 28,33 \%\end{aligned}$$

$$\text{Kadar air cetakan 5} = 72,50/229,00 \times 100$$

$$= 31,66 \%$$

Berdasarkan hasil penambahan kadar air dan setelah dilakukan pemadatan ringan. Dari hasil timbangan masa tanah basah + cetakan dan kadar air setelah pemadatan maka kadar air optimum yang digunakan untuk pembuatan benda uji CBR sebanyak 13 %.

Badasarkan kadar air yang digunakan dan uji CBR laboratorium maka nilai CBR tanah daerah Telukdalam dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan.

$$\text{CBR} = (\text{Beban Terkoreksi}) / (\text{Beban Standar}) \times 100$$

$$\text{CBR} = 333,04 / 4500 \times 100$$

$$= 7,40 \%$$

Berdasarkan ketentuan SNI 1744:2012 terdapat nilai koreksi CBR berdasarkan grafik, adanya koreksi CBR dikarekan adanya faktor error saat melakukan pengujian. Setelah dilakukan koreksi CBR memperoleh nilai sebesar 7,64%. Sesuai ketentuan SNI 1744:2012 nilai CBR yang digunakan adalah nilai koreksi CBR.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil persen lolos saringan No.200, batas cair dan indeks plastisitas. Maka sesuai dengan ketentuan metode klasifikasi tanah AASTHO dan SNI 03-6797-2002 tanah daerah Teluk Dalam termasuk dalam klasifikasi tanah A-5, berdasarkan hasil pengujian CBR, nilai CBR tanah daerah Teluk Dalam sebesar 7,64 %, dari hasil klasifikasi tanah dan nilai CBR, maka dapat disimpulkan tanah daerah Teluk Dalam dapat digunakan pada timbunan khususnya timbunan jalan sesuai dengan ketentuan spesifikasi 2018 divisi 3 khususnya divisi 3.2 (timbunan). Dimana ketentuan sesuai spesifikasi timbunan biasa nilai CBR minimal 6%.

DAFTAR PUSTAKA

Alam, S. (2020). SIFAT FISIK LAHAN RAWA DAERAH PASANG SURUT YANG ALIHFUNGSI TANAM PADI KE TANAMAN SAWIT DI DESA KEMPAS JAYA KECAMATAN KEMPAS KABUPATEN INDRAGIRI HILIR (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).

- Amrullah, A., & Yunanda, M. (2020). ANALISA DAYA DUKUNG TANAH (CBR) MENGGUNAKAN BAHAN PENAMBAH KAPUR+ SEMEN DALAM PROSENTASE TERTENTU. JURNAL ILMIAH BERING'S, 7(02), 62-76.
- Emzir. 2009. Metodologi Penelitian Pendidikan. Jakarta. Pt Raja Grafindo Prasada.
- Ferdian Nuur, M., Purwanto, P., & Raharjo, S. (2015). GEOLOGI DAN KENDALI SIFAT FISIK-MEKANIK TANAH TERHADAP POTENSI BENCANA GERAKAN TANAH DAERAH TANJUNGANOM, KECAMATAN SALAMAN, KABUPATEN MAGELANG, JAWA TENGAH. Jurnal Ilmiah Geologi PANGAEA, 2(2), 51-67.
- Hardiyatmo, H.C 2012. Mekanika Tanah 1. Yogyakarta: Gadj Mada University Press.
- HIDAYAT, E. A. PENGARUH PENCAMPURAN ZAT ADITIF (FENOL) TERHADAP SIFAT FISIK PELUMAS BEKAS PADA MOTOR BENSIN 4 TAK DI PANGKALAN PENDARATAN IKAN (PPI) TANJUNG LUAR, LOMBOK TIMUR, NUSA TENGGARA BARAT.
- Manan, L. I. (2016). IDENTIFIKASI BEBERAPA SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH PADA LAHAN PERTANAMAN UBI KAYU (Manihot esculenta) MONOKULTUR DAN KARET ALAM (Hevea brasiliensis) DI KALIBALANGAN, LAMPUNG UTARA.
- Safitri, R., Ferry, F., & Agus, N. S. (2013). Korelasi Hasil Uji Mackintosh Probe Dengan Kuat Geser Tanah Lunak.
- Sebayang, A., Oktaviani, R., Winarno, A., Trides, T., Pontus, A. J., & Widiastuti, M. (2022). Analisis Faktor Keamanan Lereng Terhadap Longsoran Jalan Trikora Dengan Penanganan Dinding Penahan Tanah. Jurnal pendidikan teknik bangunan dan sipil, 8(2), 35-42.
- Sipil, J. T., Teknik, F., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2016). TINJAUAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH (Studi Kasus Jalan Carenang Kabupaten Serang). 5(2).
- SIR, T. M., SINA, D., & PAH, J. (2020). STUDI KARAKTERISTIK PROPETIS TANAH DI KECAMATAN TELUK MUTIARA KABUPATEN ALOR. Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah di Bidang Teknik, 21(2).
- Soehardi, F., Lubis, F., & Putri, L. D. (2017). Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur Dan Waktu Pemeraman. Jurnal Lingkungan, 1(1), 54-59.
- Varlen, M. K., & Heriyadi, B. (2023). ANALISA KESTABILAN LERENG DENGAN METODE JANBU MENGGUNAKAN SOFTWARE SLIDE 6.0 PADA AREA JALAN TAMBANG CV.

PUTRA IDOLA, KOTA PADANG, PROVINSI SUMATERA BARAT. Bina Tambang, 8(1),
161-170.