

## Analisis Potensi Kekuatan Material Tanah Pada Jalan Angkut Tambang Bauksit PT XXX Kabupaten Ketapang

*Syarifah Aqla\*, Idris Herkan Afandi, Sartika, Herman*

*Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan, Politeknik Negeri Ketapang, Indonesia*

*\*Email: syarifahaqla@gmail.com*

### SARI

Kondisi jalan angkut memiliki peranan penting untuk mempermudah operasi alat angkut serta dapat mengefisienkan waktu pengangkutan dalam produksi tambang bauksit di PT XXX Kabupaten Ketapang. Tanah sebagai material di jalan tambang memiliki potensi kekuatan sebagai daya pendukung untuk menahan beban kendaraan yang berada di atasnya. Pada jalan tambang, apabila kekuatan material tanah tidak lebih besar dari beban alat angkut maka dapat mengakibatkan alat angkut tidak beroperasi maksimal dan dapat menurunkan produksi penambangan bahkan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja. Tujuan penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui karakteristik tanah di jalan angkut tambang bauksit, (2) mengetahui persentase potensi kekuatan tanah berdasarkan uji *California Bearing Ratio* (CBR), dan (3) memberikan tahapan rekomendasi untuk meningkatkan kekuatan tanah di jalan angkut tambang bauksit PT XXX Kabupaten Ketapang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil uji sifat fisik tanah dan uji CBR di laboratorium. Sedangkan data sekunder terdiri dari gambaran lokasi penelitian serta dari referensi penelitian terdahulu sebagai data pendukung untuk memperkuat analisis dan pembahasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah di jalan angkut tambang bauksit PT XXX memiliki karakteristik yang baik secara umum sebagai tanah dasar (*subgrade*). Nilai persentase CBR desain paling rendah adalah sampel pertama (SA-T1) dengan nilai CBR desain sebesar 2,50% dan termasuk dalam tingkatan kelompok tanah sangat buruk (*Very poor*). Sedangkan sampel SA-T2 dan SA-T3 yang memiliki nilai CBR desain masing-masing sebesar 14,00% dan 10,00% termasuk dalam tingkatan kelompok tanah buruk sampai cukup baik (*poor to fair*). Menurut kegunaannya, tiga sampel tanah tersebut dapat dijadikan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) di jalan angkut. Untuk meningkatkan kekuatan material tanah di jalan angkut tambang dapat dilakukan beberapa upaya perbaikan, diantaranya dengan melakukan pemadatan (*compacting*) dan stabilisasi tanah.

**Kata kunci:** Material Tanah; Karakteristik Tanah; Jalan Angkut; *California Bearing Ratio*.

**How to Cite:** Aqla, S., Afandi, I.H., Sartika, dan Herman, 2022. Analisis Potensi Kekuatan Material Tanah Pada Jalan Angkut Tambang Bauksit PT XXX Kabupaten Ketapang. Jurnal Geomine, 10 (1): 51-58.

---

**Published By:**

Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Muslim Indonesia

**Address:**

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05  
Makassar, Sulawesi Selatan

**Email:**

[geomine@umi.ac.id](mailto:geomine@umi.ac.id)

**Article History:**

Submit 02 March 2022

Received in from 05 March 2022

Accepted 30 April 2022

**Licensed By:**

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



### ABSTRACT

*Hauling road conditions has an important role to facilitate operate transport equipment and streamline the working time at PT XXX Ketapang Regency. Soil as a material in mining roads has the potential strength as a supporting force to withstand the load of the vehicle above. On mining roads, if the strength of the soil material is not greater than the load of the transportation equipment, it can result in the transportation equipment not operating optimally and can reduce mining production and even cause work accidents. The purposes of this research are (1) to determine the characteristics of the soil on the bauxite mine haul road, (2) determine the percentage of potential soil strength based on the California Bearing Ratio (CBR) test, and (3) to provide recommendations for improving soil strength on the bauxite mine haul road. PT XXX. The research method used is a quantitative research method. Research data consists of primary data and secondary data. Primary data were obtained from the results of soil physical properties test and CBR test in the laboratory. Meanwhile, secondary data consists of a description of the research location and references from previous studies as supporting data to strengthen the analysis and discussion. The results showed that the soil on the PT XXX bauxite mine haul road in Ketapang Regency had good characteristics for subgrade. From the three tested soil samples, it is known that the first soil sample (SA-T1) has a design CBR value that is smaller than the other samples, 2.50%. Sample SA-T1 is classified as very poor soil. The design CBR value for SA-T2 is 14.00%, and the design CBR value for SA-T3 is 10.00%, these two samples are categorized as poor to fair soil. According to the usability classification, the three samples can be used as subgrade on haul roads. Several efforts can be made to increase soil strength on haul roads, including compacting and soil stabilization.*

**Keywords:** *Soil material; Characteristic of soils; Hauling Road; California Bearing Ratio.*

### PENDAHULUAN

PT XXX merupakan salah satu perusahaan tambang bauksit yang berada di Kabupaten Ketapang. Kegiatan penambangan terdiri dari kegiatan penggalian, pencucian, dan pengangkutan. Dalam kegiatan penambangan tersebut, jalan angkut tambang memiliki peranan penting dalam pencapaian target produksi, yakni sebagai akses jalan alat angkut selama kegiatan produksi berlangsung. Kondisi jalan angkut yang baik tentunya akan menunjang kelancaran operasional pengangkutan (Azwari, 2015) sehingga dapat mengefisienkan waktu edar alat angkut.

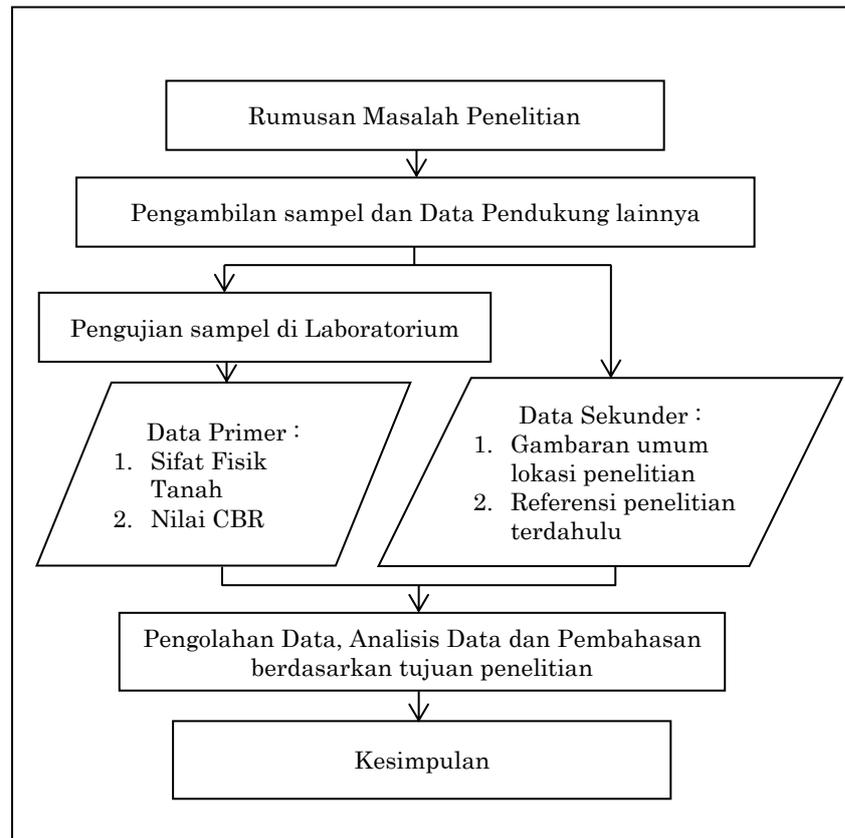
Kondisi jalan tambang dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah. Tanah memiliki potensi kekuatan sebagai daya pendukung untuk menahan beban kendaraan yang berada di atasnya. Pada jalan tambang, apabila kekuatan material tanah tidak lebih besar dari beban alat angkut maka dapat mengakibatkan alat angkut tidak beroperasi maksimal dan dapat menurunkan produksi penambangan bahkan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja.

Kondisi jalan angkut tambang di PT XXX pada musim kemarau berdebu dan dapat menghalangi pandangan operator alat angkut saat bekerja. Oleh karenanya dilakukan penyiraman secara berkala untuk mengurangi efek yang ditimbulkan, sehingga kegiatan pengangkutan berjalan stabil dan optimal. Sedangkan pada musim hujan, kondisi jalan akan lembek dan licin sehingga dapat membahayakan para pekerja dan mengganggu kegiatan produksi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperoleh rumusan masalah penelitian yaitu: (1) Bagaimana karakteristik tanah di Jalan Angkut tambang bauksit? ; (2) Berapa persentase potensi kekuatan tanah berdasarkan uji *California Bearing Ratio* (CBR)? ; serta (3) Bagaimana tahapan rekomendasi untuk meningkatkan kekuatan tanah di jalan angkut tambang bauksit PT XXX Kabupaten Ketapang?.

## METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel tanah untuk penelitian dilakukan di beberapa titik jalan angkut tambang dari lokasi *washing plant* menuju lokasi *stockpile* di PT XXX Kabupaten Ketapang. Diagram tahapan penelitian dapat dilihat di Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Tahapan Penelitian

Pengujian sampel di laboratorium dilakukan untuk mendapatkan nilai sifat fisik tanah dan nilai CBR. Uji sifat fisik dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah di jalan angkut tambang bauksit, seperti kadar air, ukuran butir tanah, nilai batas cair dan nilai batas plastis. Kemudian data tersebut digunakan sebagai parameter dalam klasifikasi tanah. Sedangkan uji CBR dilakukan untuk mengetahui persentase potensi kekuatan tanah. CBR merupakan perbandingan beban penetrasi suatu beban terhadap beban standar yang dinyatakan dalam persen (Putri dan Sari, 2020). Pengujian CBR dilakukan di Laboratorium berdasarkan SNI 1744:2012. Setelah data penelitian diperoleh kemudian dilakukan pengolahan data, analisis data serta pembahasan sehingga dapat diberikan tahapan rekomendasi untuk meningkatkan kekuatan tanah di jalan angkut tambang bauksit PT XXX Kabupaten Ketapang.

## HASIL PENELITIAN

Pengambilan sampel penelitian dilakukan di tiga titik berbeda di jalan angkut tambang bauksit PT XXX. Jarak jalan angkut dari lokasi *washing plant* dan *stockpile* adalah  $\pm 10,37$  km. Beberapa uji sifat fisik tanah yang dilakukan untuk menentukan karakteristik tanah terdiri dari uji kadar air, analisis ayakan, dan uji batas cair serta batas plastis. Gambar 2 menunjukkan kondisi jalan angkut pasca hujan pada lokasi penelitian.



**Gambar 2.** Kondisi Jalan Angkut Tambang Bauksit PT XXX Pasca Hujan

**Tabel 1.** Karakteristik Tanah Berdasarkan Uji Sifat Fisik Tanah

Karakteristik Tanah	Satuan	Kode Sampel		
		SA-T1	SA-T2	SA-T3
Kadar air	%	17,87	13,29	10,17
Lolos Ayakan No.10	%	80,96	85,42	85,77
Lolos Ayakan No.40	%	46,96	43,23	43,58
Lolos Ayakan No.200	%	6,35	5,07	5,17
Batas Cair, LL	%	50,00	31,00	31,00
Batas Plastis, PL	%	35,25	25,15	24,79
Indeks Plastisitas, PI	%	14,75	5,85	6,21

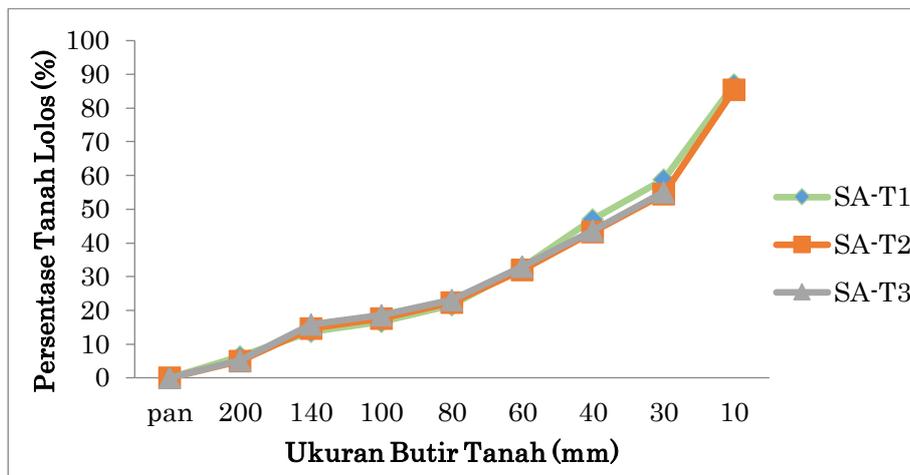
Tabel 1 menunjukkan karakteristik tanah berdasarkan uji sifat fisik tanah. Dari tiga sampel yang diuji, diketahui bahwa ketiganya secara umum memiliki nilai kadar air pada rentang 10,17%-17,87%. Sampel pertama (SA-T1) merupakan sampel dengan kadar air paling tinggi di antara ketiganya. Sedangkan sampel ketiga (SA-T3) memiliki kadar air paling rendah. Kadar air pada tanah akan mempengaruhi nilai persentase CBR (Elisza dan Oktarianty, 2019).

Pada uji analisis ayakan, sampel pertama (SA-T1) merupakan sampel yang memiliki persentase lolos ayakan no.10 paling rendah, yakni sebesar 80,96%. Akan tetapi SA-T1 merupakan sampel yang memiliki persentase lolos ayakan no.40 dan no.200 paling tinggi, yaitu 46,96% dan 6,35%. Dari kurva distribusi ukuran butir seperti pada Gambar 3 dapat dilihat ketiga kurva saling berhimpitan membentuk satu garis yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa persentase tanah yang lolos untuk setiap ayakan memiliki jumlah yang hampir sama untuk setiap ukuran butirnya sehingga dapat mengindikasikan bahwa ketiganya memiliki kelompok dan jenis tanah yang sama.

Pada uji batas cair dan batas plastis, sampel pertama (SA-T1) memiliki nilai batas cair dan batas plastis yang paling tinggi dari dua sampel lainnya, LL= 50%, PL= 35,25% dengan indeks plastisitas, PI= 14,75%. Sampel kedua (SA-T2) walaupun memiliki nilai batas cair yang sama dengan sampel ketiga (SA-T3), akan tetapi memiliki nilai batas plastis yang lebih tinggi, yaitu 25,15% dengan selisih 0,36% dari sampel ketiga (SA-T3) yang memiliki batas plastis sebesar 24,79%. Oleh karenanya, hasil pengurangan batas cair dan batas platis (indeks plastisitas) pada sampel kedua (SA-T2) lebih rendah dibanding sampel ketiga (SA-T3). Masing-masing nilai indeks plastisitas untuk SA-T2 dan SA-T3 adalah 5,85% dan 6,21%.

Material tanah memiliki karakteristik berbeda tergantung material penyusun, faktor geologi maupun lingkungan sekitar (Aqla dan Herman, 2020). Setelah dilakukan pengujian sifat fisik tanah, maka tahap selanjutnya dilakukan klasifikasi tanah untuk mengetahui kelompok dan jenis tanah sehingga dapat diketahui kondisi tanah dasar (subgrade) secara umum. Klasifikasi tanah menggunakan sistem AASHTO (Das, 2006). Tanah yang diklasifikasikan dalam kelompok yang sama akan menunjukkan perilaku yang sama (Ishibashi

dan Hazarika, 2015). Sistem klasifikasi ini dilakukan berdasarkan persentase lolos ayakan, nilai batas cair dan indeks plastisitas tanah. Untuk tanah sampel pertama (SA-T1) dengan persentase lolos ayakan no.200 sebesar 6,35%, batas cair (LL) 50% dan indeks plastisitas (PI) 14,75% termasuk dalam kelompok A-2-7 dengan jenis tanah campuran lanau lempung, kerikil dan pasir. Sedangkan tanah kedua (SA-T2) dan ketiga (SA-T3) dengan persentase lolos ayakan no.200 masing-masing sebesar 5,07% dan 5,17% dan indeks plastisitas sebesar 5,85% dan 6,21% termasuk dalam kelompok A-2-4 dengan jenis tanah campuran lanau lempung, kerikil dan pasir. Ketiga sampel tanah tersebut memiliki kondisi yang baik sebagai tanah dasar (*subgrade*).



**Gambar 3.** Kurva Distribusi Ukuran Butir Tanah Untuk Setiap Sampel

Untuk mengetahui potensi kekuatan material tanah dilakukan pengujian CBR desain tanpa rendaman di laboratorium (*Unsoaked Design CBR*). Pengujian CBR desain dilakukan pada tanah yang telah mencapai 95% kepadatan maksimum. Setiap sampel yang diuji diberikan tiga tumbukan berbeda untuk setiap lapisnya, yaitu 10 tumbukan, 30 tumbukan dan 65 tumbukan. Data nilai CBR untuk setiap tumbukan pada sampel tanah uji dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Nilai CBR Untuk Setiap Tumbukan Pada Sampel Tanah Uji

Kode Sampel	Jumlah Tumbukan	Kadar Air, %	Nilai CBR, %	Densitas Kering, gr/cm <sup>3</sup>
SA-T1	10	23,67	1,797	0,888
	30	22,77	2,453	1,040
	65	21,54	4,226	1,102
SA-T2	10	8,39	5,586	1,065
	30	12,78	12,825	1,182
	65	11,60	14,695	1,311
SA-T3	10	11,65	5,246	1,155
	30	12,15	8,283	1,210
	65	11,79	12,460	1,314

Dari data nilai CBR untuk setiap tumbukan pada sampel uji seperti yang ditampilkan di tabel 2, diketahui bahwa persentase kadar air memiliki rentang nilai dengan selisih yang kecil untuk setiap sampel uji. Sedangkan nilai CBR pada setiap sampel akan semakin meningkat seiring dengan banyaknya jumlah tumbukan yang diberikan. Peningkatan CBR diikuti dengan peningkatan nilai densitas kering. Sebagai contoh pada sampel pertama (SA-T1), ketika tanah diberikan jumlah tumbukan sebanyak 10 kali diperoleh nilai CBR sebesar 1,797% dan nilai densitas kering 0,888 gr/cm<sup>3</sup>. Kemudian nilai CBR dan densitas kering

mengalami peningkatan ketika diberikan jumlah tumbukan sebanyak 30 kali, yakni masing-masing sebesar 1,453% dan 1,040 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai CBR dan densitas kering kembali mengalami peningkatan ketika diberikan jumlah tumbukan sebanyak 65 kali, yakni masing-masing sebesar 4,226% dan 1,102 gr/cm<sup>3</sup>. Semakin banyak tumbukan yang diberikan maka tanah akan semakin padat dan nilai kekuatan material tanah akan semakin bertambah.

**Tabel 3.** Data Nilai CBR Desain Untuk Setiap Sampel Tanah Uji

Kode Sampel	Nilai CBR Desain, %	Densitas Kering, gr/cm <sup>3</sup>
SA-T1	2,50	1,047
SA-T2	14,00	1,245
SA-T3	10,00	1,248

Nilai CBR desain merupakan nilai yang digunakan untuk mengetahui potensi kekuatan material tanah. Pada Tabel 3 diperoleh data bahwa nilai CBR desain paling rendah adalah sampel pertama (SA-T1) dengan nilai CBR desain sebesar 2,50% dan tergolong dalam tingkatan kelompok tanah sangat buruk (*very poor*). Sedangkan sampel SA-T2 dan SA-T3 yang memiliki CBR desain masing-masing sebesar 14,00% dan 10,00% termasuk dalam tingkatan kelompok tanah buruk sampai cukup baik (*poor to fair*). Walaupun ketiga sampel tanah ini memiliki tingkatan umum yang berbeda, akan tetapi ketiganya sama-sama dapat digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) di jalan angkut (Tabel 4). Kualitas jalan tambang sangat ditentukan oleh kondisi lapisan tanah dasar (*subgrade*) karena lapisan tanah dasar merupakan fondasi penahan beban yang berasal dari beban atau kendaraan yang melewati jalan (Liliwarti, 2019).

**Tabel 4.** Tingkatan Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai CBR (Bowles dalam Barnas dan Karopeboka, 2014)

Rentang Nilai CBR, %	Tingkatan Umum	Kegunaan
0 – 3	<i>Very poor</i>	<i>Subgrade</i>
3 – 7	<i>Poor to fair</i>	<i>Subgrade</i>
7 – 20	<i>Fair</i>	<i>Subgrade</i>
20 - 50	<i>Good</i>	<i>Base atau subgrade</i>
> 50	<i>Excelent</i>	<i>Base</i>

Berdasarkan data nilai CBR desain pada tabel 3, maka untuk meningkatkan kekuatan material tanah di jalan angkut tambang dapat dilakukan beberapa upaya perbaikan, diantaranya dengan melakukan pemadatan (*compacting*) dan stabilisasi tanah. Menurut Soedarmo dan Purnomo (1993), pemadatan tanah dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanis tanah, yaitu memperkecil pengaruh air terhadap tanah, memperkecil pemampatan dan daya rembes air serta untuk meningkatkan kekuatan material tanah. Secara singkat, menurut Hardiyanto (1992) fungsi dilakukannya kegiatan pemadatan adalah untuk mengurangi volume tanah yang diakibatkan adanya perubahan kadar air. Untuk memperkecil perubahan kadar air tanah dapat dilakukan dengan memadatkan tanah pada kondisi kadar air yang mendekati kadar air optimumnya (Syafuruddin, 2007).

Apabila setelah dilakukannya kegiatan pemadatan, nilai CBR tanah tidak mengalami peningkatan kekuatan yang signifikan, maka selanjutnya dapat dilakukan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah berfungsi untuk memperbaiki karakteristik tanah (Kusuma dan Mina, 2017) dengan cara mengganti atau menambahkan material tanah lain yang memiliki sifat yang lebih baik dalam hal kekuatan tanah. Tindakan yang dapat dilakukan dalam stabilisasi tanah diantaranya adalah menambahkan kepadatan tanah, menambahkan material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan tahanan geser, dan menambah material agar yang dapat membuat tanah tersebut mengalami perubahan alami dan kimia (Warsiti, dkk., 2020). Dengan adanya upaya ini diharapkan dapat memberikan nilai daya dukung maksimal untuk beban kendaraan yang berada di atas jalan angkut. Karakteristik tanah sangat berperan penting dalam upaya perbaikan jalan angkut tambang. Apabila karakteristik material tanah memiliki

nilai daya dukung yang ideal maka akan mampu untuk memperbaiki nilai CBR (Joetra dan Anapetra, 2018).

## KESIMPULAN

Setelah dilaksanakannya penelitian di jalan angkut tambang bauksit PT XXX Kabupaten Ketapang, diperoleh kesimpulan bahwa (1) Berdasarkan uji sifat fisik tanah, diketahui bahwa tanah di jalan angkut tambang bauksit memiliki karakteristik yang baik secara umum sebagai tanah dasar (*subgrade*); (2) Nilai persentase CBR desain paling rendah adalah sampel pertama (SA-T1) dengan nilai CBR desain sebesar 2,50% dan termasuk dalam tingkatan kelompok tanah sangat buruk (*very poor*). Sedangkan sampel SA-T2 dan SA-T3 yang memiliki nilai CBR desain masing-masing sebesar 14,00% dan 10,00% termasuk dalam tingkatan kelompok tanah buruk sampai cukup baik (*poor to fair*). Menurut kegunaannya, tiga sampel tanah tersebut dapat digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) di jalan angkut; (3) Untuk meningkatkan kekuatan material tanah di jalan angkut tambang dapat dilakukan beberapa upaya perbaikan, diantaranya dengan melakukan pemadatan (*compacting*) dan stabilisasi tanah. Pemadatan tanah dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanis tanah, salah satunya adalah untuk memperkecil pengaruh air. Apabila setelah dilakukannya kegiatan pemadatan, nilai CBR tanah tidak mengalami peningkatan kekuatan yang signifikan, maka selanjutnya dapat dilakukan kegiatan stabilisasi tanah untuk memperbaiki karakteristik tanah.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (RISTEKDIKTI) yang telah membantu dalam pendanaan penelitian ini. Teruntuk rekan-rekan Dosen, Teknisi serta Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan, serta rekan-rekan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ketapang, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama kegiatan penelitian, mulai dari tahap persiapan, pengambilan data, pengujian, hingga dalam penulisan laporan penelitian.

## PUSTAKA

- Aqla, S., dan Herman., 2020. Buku Ajar Mekanika Tanah. Bandung: CV. Semiotika.
- Azwari, R., 2015. Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara menuju Stockpile Block B pada Penambangan Batubara di PT Minemex Indonesia, Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. Prosiding Teknik Pertambangan UNISBA, 1(2).
- Badan Standarisasi Nasional, 2012. SNI 1744 : 2012-Metode Uji CBR Laboratorium. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Barnas, E. and Karopeboka, B., 2014. Penelitian Kekuatan Tanah Metode CBR (California Bearing Ratio) di SPBG Bogor 1 Bubulak Jl KH R Abdullah bin Nuh. Jurnal KaLIBRASI-Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri., 9.
- Das, B.M., 2006. Principles Of Geotechnical Engineering fifth Edition. Sacramento : California State University.
- Elisza, M., Mardiah, M. and Oktarianty, H., 2019. Analisis Pengaruh Parameter Kompaksi Terhadap Nilai CBR Berdasarkan Standar dan Kriteria Jalan Tambang PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim. MINERAL, 4(2), pp.58-64.
- Hardiyanto, H.C., 1992. Mekanika Tanah I. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Ishibashi, I., and Hazarika, H., 2015. Soil Mechanics Fundamentals and Applications Second Editions. Florida: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa Business.

- Joetra, T. and Anaperta, Y.M., 2018. Evaluasi Material dan Daya Dukung Tanah untuk Base Coarse Jalan Tambang di PT. Kalimantan Prima Persada Site Mining Asam-asam (MASS). *Bina Tambang*, 3(4), pp.1714-1728.
- Kusuma, R.I. and Mina, E., 2017. Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Pasir Laut Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio)(Studi Kasus: Jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu-Kab. Pandeglang). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2).
- Liliwarti, dkk. 2019. Analisis Nilai California Bearing Ratio (CBR). Pada Tanah Dasar (Subgrade) Jalan Raya. Padang : 6th ACE Conference.
- Putri, E.Y. and Sari, E.K., 2020. Pengaruh Daya Dukung Tanah Terhadap Operasional Alat Berat Bucket Wheel Excavator pada Pekerjaan Batubara di PT. Bukit Asam Tbk Tanjung Enim. *DEFORMASI*, 5(2), pp.95-102
- Soedarmo, G.D., and Purnomo, S.J.E., 1993. *Mekanika Tanah 1*. Malang: Kanisius.
- Syafruddin, S., 2007. Hubungan Teoritis Antara Berat Isi Kering dan Kadar Air untuk Menentukan Kepadatan Relatif. *INFO-TEKNIK*, 8(2), pp.142-150.
- Warsiti, W., Kusdiyono, K., Risman, R. and Ristiawan, A., 2020. Kajian Karakteristik Nilai CBR Campuran Tanah Merah dengan Kapur. *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora*, 6(1, April), pp.58-68.