

Geologi dan Daya Dukung Tanah Jalan Tambang pada Tambang Terbuka Desa Lok Bahu, Sungai Kunjang, Kalimantan Timur

Puji Pratiknyo*¹⁾, Liswan Simanjuntak¹⁾

¹⁾Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

*pujipratiknyo@upnyk.ac.id

Abstrak - Secara geografis daerah telitian terletak pada koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) zona 50S dengan X: 505228 – 507266 dan Y: 9946115 – 9948887. Penelitian dilakukan guna mengetahui kondisi geologi dan geologi teknik pada daerah penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu pemetaan geologi permukaan dan juga pengambilan data geologi teknik dengan menggunakan alat *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP). Berdasarkan hasil pemetaan permukaan dan pengamatan lapangan, daerah penelitian dibagi menjadi 5 bentuk lahan yaitu, bentuk asal antropogenik berupa lahan bukaan tambang (A1), lahan timbunan tambang (A2), *settling pond* (A3), dan *sump* (A4), bentuk asal denudasional yaitu perbukitan terkikis (D1), dan dataran antar bukit (D2), dan bentuk asal struktural yaitu perbukitan struktural (S1). Stratigrafi daerah penelitian dari tua ke muda disusun oleh satuan batulempung Pulaubalang dan satuan batupasir Pulaubalang yang diendapkan pada kala Miosen Tengah pada lingkungan pengendapan berupa *upper delta plain* (Horne, 1978). Berdasarkan hasil perhitungan dari data lapangan, didapatkan nilai daya dukung minimum pada segmen 1 dengan nilai 3,156 kg/cm² dan daya dukung maksimum didapatkan pada segmen 5 dengan nilai 4,402 kg/cm². Tebal perkerasan dengan menggunakan batupasir pada kondisi beban maksimum (90000 kg) dan lalu lintas sangat padat ($\gamma=4$) sebesar 18,69 cm sedangkan batulempung dengan kondisi yang sama diperlukan tebal perkerasan sebesar 51,49 cm.

Kata kunci: *California Bearing Ratio*, Daya Dukung Tanah, Geologi, Perkerasan Jalan

Abstract - Geographically, it is situated at UTM (*Universal Transverse Mercator*) coordinates zone 50S, X: 505228 – 507266 and Y: 9946115 – 9948887. The research was conducted to understand the geological and engineering geological conditions of the study area. The methods used in the research include surface geological mapping and the collection of geotechnical data using the *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) tool. Field mapping divides the research area into three anthropogenic origins consist of mining open area (A1), mining waste pile (A2), *settling pond* (A3), and *sump* (A4), denudational forms include eroded hills (D1), inter-hill plains (D2), while structural forms include structural hills (S1). Stratigraphy reveals older units like Pulaubalang mudstone and sandstone units, deposited during the Middle Miocene in an upper delta plain deposition environment (Horne, 1978). Field calculations indicate minimum bearing capacity of 3.156 kg/cm² at segment 1 and maximum of 4.402 kg/cm² at segment 5. For maximum load conditions (90,000 kg) and heavy traffic ($\gamma=4$), sandstone surfacing requires a thickness of 18.69 cm, while mudstone requires 51.49 cm.

Keywords: *California Bearing Ratio*, Geology, Road Pavement, Soil Bearing Capacity

PENDAHULUAN

Latar Belakang

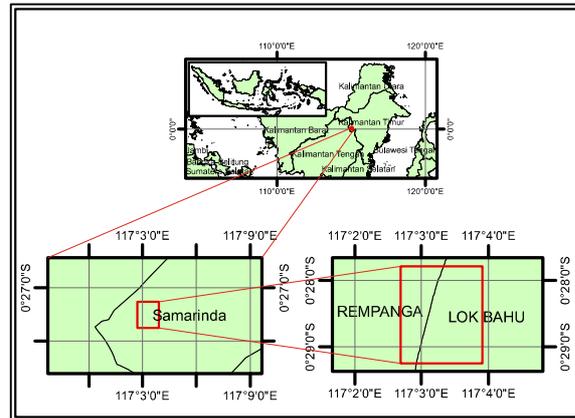
Dalam proses penambangan, PT Putra Saran Transborneo menggunakan sistem penambangan terbuka (*open pit*). Sistem penambangan terbuka (*open pit*) merupakan proses penambangan dengan cara mengupas lapisan batuan atau tanah penutup yang kemudian dilakukan penggalian dan pengambilan batubara. Dalam proses pengangkutan material hasil pengupasan maupun batubara tentunya memerlukan jalan tambang yang baik. Jalan tambang dalam daerah penambangan perlu diketahui kondisinya secara baik untuk menunjang kegiatan penambangan yang akan dilakukan.

Pada daerah penelitian yang memiliki rencana pembukaan pit baru, tentunya memerlukan jalan tambang yang baik sebagai sarana infrastruktur untuk transportasi penambangan yang digunakan. Pada daerah rencana jalan tambang yang akan dilakukan, merupakan daerah *clearing*, yang terdiri dari material tanah (*soil*) yang cukup lunak, sehingga perlu dilakukan perkerasan jalan untuk mencegah terjadinya jalan longsor maupun jalan *undulating*. Dalam hal ini peneliti

tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Geologi dan Daya Dukung Tanah Jalan Tambang Pada Tambang Terbuka Desa Lok Bahu, Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada area izin usaha pertambangan milik PT Multi Harapan Utama dengan kontraktornya dipegang oleh PT Putra Sarana Transborneo. Secara administrative lokasi penelitian berada di Desa Lok Bahu, Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Dengan koordinat x_{min} : 505228, x_{max} : 507266, y_{min} : 9946115, dan y_{max} : 9948887 (**Gambar 1**).



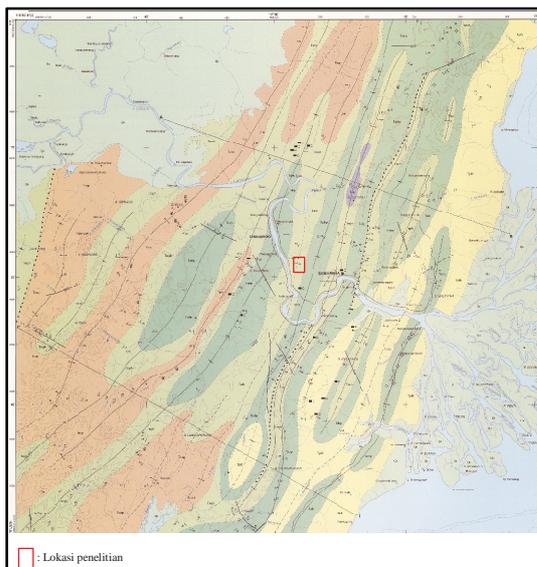
Gambar 1. Lokasi Penelitian

Geologi Regional

Pulau Kalimantan memiliki luas 544.150 km² yang terletak disebelah utara Pulau Jawa dan sebelah barat Pulau Sulawesi. Batas wilayah Pulau Kalimantan di sebelah utara Malaysia, sebelah barat Selat Karimata, sebelah timur Selat Makassar dan sebelah selatan Laut Jawa. Provinsi Kalimantan Timur terletak antara 113°44' dan 119°00' Bujur Timur dan antara 2°33' Lintang Utara dan 2°25' Lintang Selatan. Daerah penelitian terdapat di Kalimantan Timur Kalimantan Timur merupakan bagian dari Cekungan Kutai, yang merupakan salah satu cekungan di Indonesia yang menutupi daerah dengan luasan ±60.000 km² dan mengandung endapan berumur Tersier dengan ketebalan mencapai 14 km (Rose dan Hartono, 1971 dalam Mora, 2001). Secara fisiografi, Cekungan Kutai dibatasi oleh tinggian Mangkalihat di sebelah utara, tinggian Kuching di sebelah barat, tinggian Meratus dengan Teluk Adang di sebelah selatan dan cekungan Selat Makassar di sebelah Timur (Satyana dkk. 1999).

Stratigrafi regional Cekungan Kutai menurut Satyana, dkk (1999) tersusun atas formasi-formasi dari tua ke muda sebagai berikut: Pre-tercier, formasi Berium, formasi Atan, formasi Marah, formasi Pamaluan, formasi Bebuluh, formasi Pulaubalang, formasi Balikpapan. formasi Kampung Baru, formasi Mahakam.

Cekungan Kutai menempati area akomodasi yang paling luas diantara cekungan sedimen lainnya yang berada di Pulau Kalimantan. Cekungan kutai terbentuk akibat proses *extension* tersier dari *basement* antara kontinental/samudera. Kerak yang mendasari cekungan ini diperkirakan berumur Jura dan Kapur yang terdiri dari unit-unit ophiolitik yang kemudian tertutupi oleh kipas turbidit berumur kapur lebih muda, yang berasal dari Indocina (Moss dan Chambers, 1999).



Gambar 2. Peta geologi regional lembar Kotabaru Provinsi Kalimantan Selatan (Rustandi dkk., 1995).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei lapangan dan analisis data yang ditunjang dengan analisis laboratorium. Metode penelitian yang digunakan dibagi dalam 4 tahapan yaitu (1) Tahap pendahuluan, dilakukan dengan studi pustaka dan penyusunan proposal. (2) Tahap pengambilan data, yang terdiri atas data geologi dan data geologi teknik dimana untuk data geologi dilakukan melalui pengambilan data primer yang diamati dari setiap lokasi pengamatan dengan perolehan data berupa data geomorfologi, data singkapan batuan, pengambilan sampel batuan, data profil singkapan, kedudukan lapisan batuan, dokumentasi berupa foto, serta perekaman data yang mendukung lainnya, sedangkan data sekunder yang digunakan berupa data kontur topografi. Kemudian pengambilan data geologi teknik berupa data daya dukung tanah dilakukan di beberapa titik dengan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP), sedangkan untuk data sekundernya berupa data *material properties*, dan kontur topografi. (3) Tahap analisis data, berupa analisis geomorfologi, analisis stratigrafi, analisis petrografi atau sayatan tipis, dan perhitungan daya dukung tanah jalan tambang serta rekomendasi tebal perkerasan jalan tambang. Software lain yang digunakan dalam pengolahan data yaitu *ArcMap 10.4.1*, *CorelDraw 2021*, *Minescape 5.7.88*, dan *Slide 6.0*. (4) Tahap penyajian hasil, dimana untuk hasil analisis geologi berupa peta pola pengaliran, peta geomorfologi, peta lintasan dan lokasi pengamatan, peta geologi, profil singkapan, dan data petrografi. Sedangkan untuk hasil analisis geologi teknik berupa peta lokasi pengambilan data daya dukung tanah, nilai daya dukung tanah, nilai *ground pressure*, serta rekomendasi tebal perkerasan jalan tambang.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pola Pengaliran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh tiga (3) jenis pola pengaliran yaitu pola aliran subdendritik, parallel dan radial.

- 1) Pola Aliran Subdendritik (SDND). Pola aliran ini merupakan pola ubahan dari pola aliran asal dendritik, dimana pada pola aliran subdendritik mengalir pada lereng yang landai – miring dengan sedikit dikontrol struktur geologi. Dimana pola aliran ini mengalir pada batuan yang memiliki resistensi sedang.
- 2) Pola Aliran Paralel (PRL). Pola aliran ini merupakan pola aliran yang terbentuk akibat kontrol struktur yang cukup kuat, mengalir pada lereng yang miring – terjal. Pola aliran ini umumnya mengalir pada daerah dengan kontrol struktur yang dominan.
- 3) Pola Aliran Radial (RDL). Pola aliran ini memperlihatkan arah aliran dari satu pusat kemudian menyebar kesegala arah dimana menandakan adanya morfologi sebuah bukit. Mengalir pada kemiringan miring – agak terjal dengan resistensi litologi sedang.

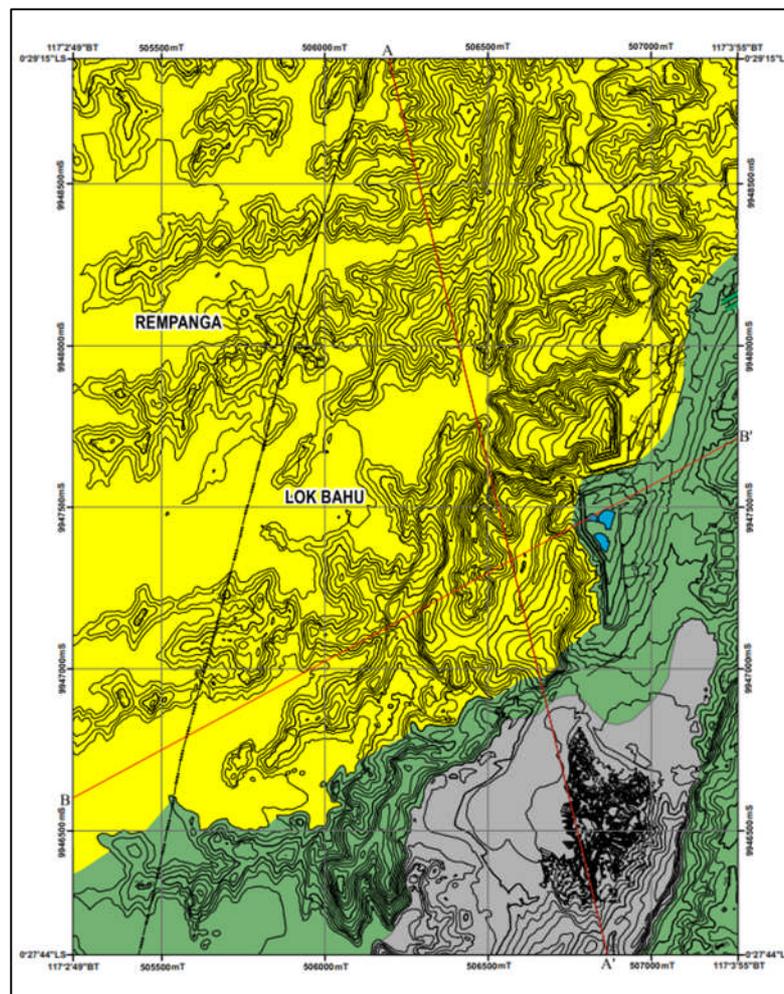
Geomorfologi

Penentuan satuan bentuk lahan pada daerah penelitian didasarkan pada klasifikasi geomorfologi menurut Verstappen, 1975, sehingga diperoleh satuan bentuk lahan sebagai berikut : satuan bentuk asal struktural yang terdiri dari bentuk lahan perbukitan struktural (S1), satuan bentuk asal denudasional yang terdiri dari bentuk lahan perbukitan terkikis (D1), satuan bentuk asal fluvial yang terdiri dari satuan bentuk lahan dataran alluvial (F1), satuan bentuk asal antropogenesa yang terdiri dari satuan bentuk lahan bukaan tambang (A1), lahan timbunan tambang (A2), kolam tambang (A3) dan *sump* (A4).

Stratigrafi

Susunan tata nama dan urutan stratigrafi pada daerah penelitian berdasarkan pada satuan litostratigrafi yang mengacu pada Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI) tahun 1996. Penamaan dan pengelompokan satuan batuan menggunakan satuan litostratigrafi tidak resmi, yang didasarkan pada ciri fisik litologi, keseragaman jenis litologi yang dominan. Urutan stratigrafi ditentukan berdasarkan hubungan dan posisi antar satuan. Dasar penamaan satuan batuan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dan hasil analisis sayatan tipis petrografi. Berdasarkan pemahaman diatas, maka satuan batuan pada daerah penelitian dibagi menjadi dua satuan batuan dari tua ke muda secara berurutan yaitu :

1. Satuan batulempung Pulaubalang
2. Satuan batupasir Pulaubalang

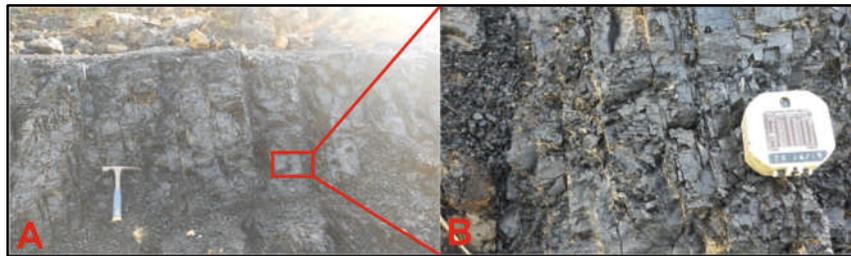


Gambar 3. Peta geologi daerah penelitian

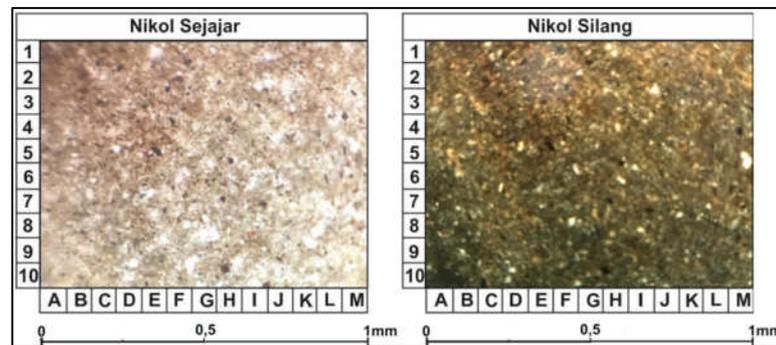
• Satuan batulempung Pulaubalang

Satuan batulempung menempati 23% dari luasan daerah penelitian dengan dominasi litologi berupa batulempung. Satuan ini tersusun atas litologi batulempung berwarna abu - abu cerah-gelap, batupasir, perselingan antara batulempung dan batupasir, batulempung sisipan batubara, batubara dan batulempung sisipan batupasir. Struktur sedimen yang dijumpai pada satuan batulempung ini berupa struktur masif, perlapisan dan laminasi. Litologi batulempung pada daerah penelitian

memiliki pemerian; Batulempung, berwarna abu-abu, berukuran lempung ($<0,004$ mm), semen silika, struktur sedimen masif; Batupasir, berwarna abu-abu cerah – coklat, berukuran pasir halus – sedang (0,125 – 0,5 mm), membundar, terpilah baik, kemas tertutup, f: kuarsa, lithik, m: material berukuran pasir sangat halus, s: silika, masif. Ditemukan juga litologi berupa batubara, batulempung sisipan batubaraperselingan batulempung dan batupasir,



Gambar 4. (A) Foto singkapan batubara LP 33 (Azimuth N010E) yang memperlihatkan: (B) Batubara



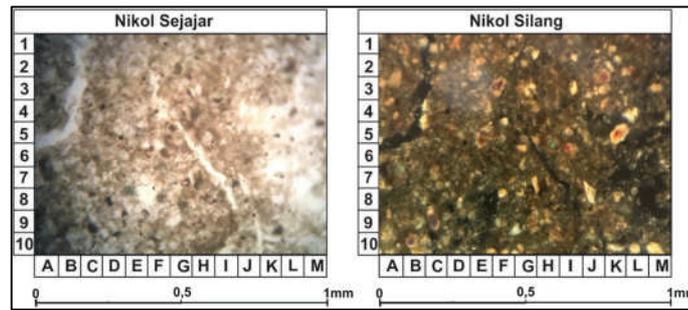
Gambar 5. Sayatan petrografis batulempung LP 19

- **Satuan batupasir Pulaubalang**

Satuan batupasir menempati 65% dari luasan daerah penelitian dengan dominasi litologi berupa batupasir. Satuan ini tersusun atas litologi batupasir berwarna abu-abu dengan ukuran butir pasir halus - pasir sangat kasar, batulempung, perselingan antara batupasir dan batulempung, batupasir sisipan batubara, batupasir sisipan breksi dan juga perselingan antara batupasir dan breksi. Struktur sedimen yang dijumpai pada satuan batupasir ini berupa struktur masif, perlapisan, laminasi dan wavy lamination. Litologi batulempung pada daerah penelitian memiliki pemerian; **Batupasir**, menunjukkan batupasir berwarna abu-abu, berukuran pasir sedang - kasar (0,25 – 2 mm), membundar, terpilah baik, kemas tertutup, fragmen: kuarsa, hornblend, lithik; matriks: material berukuran pasir sangat halus; semen: silika, struktur sedimen masif, perlapisan, laminasi, wavy laminasi, graded bedding dan ditemukan adanya coal scretch. Ditemukan juga litologi berupa batupasir sisipan batubara, batupasir sisipan konglomerat, perselingan batupasir dan batulempung dan perselingan batupasir dan konglomerat



Gambar 6. (A) Foto singkapan batupasir LP 25 (Azimuth N270E) yang memperlihatkan: (B) Batupasir dengan struktur masif



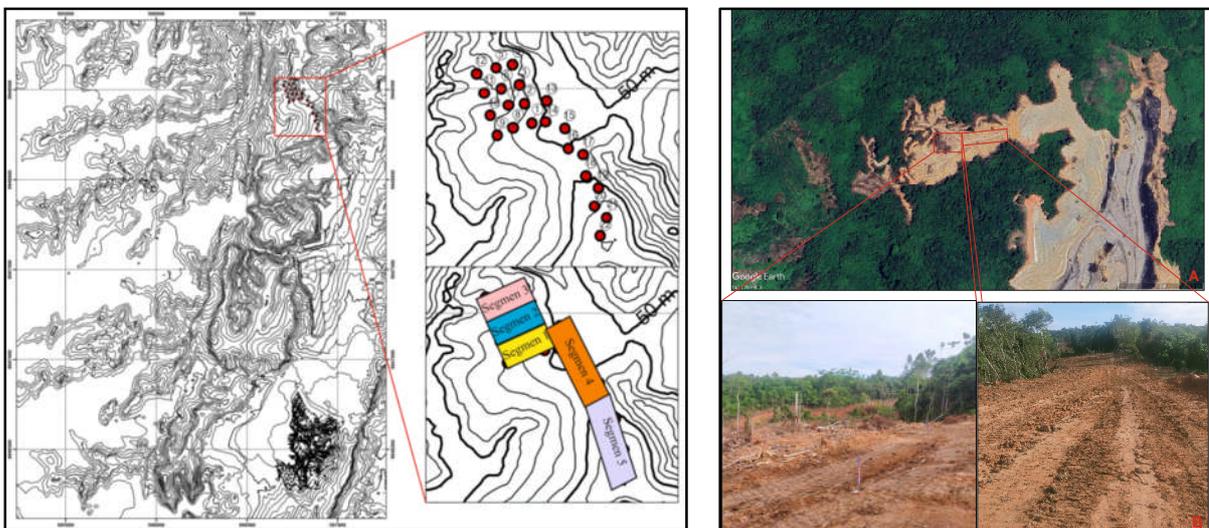
Gambar 7. Sayatan petrografi batupasir LP 12

Daya Dukung Tanah

Perhitungan daya dukung tanah merupakan langkah awal yang dilakukan untuk menentukan apakah jalan tambang yang telah dirancang memerlukan perkerasan jalan atau tidak dengan membandingkan dengan alat angkut yang digunakan dalam pengangkutan di area penambangan. Untuk menentukan daya dukung tanah, dilakukan pengambilan data langsung dilapangan. Pengambilan data menggunakan alat *dynamic cone penetrometer* yang menghasilkan data berupa *dynamic cone penetration* (data penetrasi material tanah). Kemudian nantinya diolah untuk mencari nilai *California Bearing Ratio* (CBR) yang kemudian dikonversi untuk menghasilkan nilai daya dukung tanah rencana jalan tambang.

Lokasi Pengambilan Data Daya Dukung Tanah

Pengambilan data dilakukan pada daerah utara daerah penelitian yang merupakan *land clearing* yang akan dijadikan nantinya sebagai jalan tambang untuk pembukaan pit baru. Pengambilan data dilakukan di 22 titik percobaan dimana setiap titik dilakukan uji coba untuk mendapatkan nilai penetrasi dari tanahnya. Kemudian dari 22 titik tersebut, dibagi menjadi lima (5) segmen, pembagian segmen dilakukan nantinya untuk mengetahui daerah yang perlu dilakukan perkerasan jalan tambang. Untuk segmen satu, dua, dan tiga memiliki panjang segmen 50 meter dengan lebar 30 meter, sedangkan untuk segmen empat dan lima memiliki panjang 120 meter dan lebar segmen 30 meter. Pengambilan data dilakukan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* dengan cara tanah akan diberikan pembebanan yang kemudian akan dicatat penetrasi pada setiap tumbukan.



Gambar 8. Peta lokasi pengambilan data daya dukung tanah

Dinamic Cone Penetration (DCP) dan *California Bearing Ratio (CBR)*

DCP merupakan perbandingan antara nilai penetrasi dengan jumlah tumbukan. Persamaan yang digunakan yaitu:

Tabel 1 Nilai rata-rata DCP tiap titik

No. Titik	Rata – Rata DCP	Rata-rata CBR (%)
1	69,07	2,196
2	60	2,862
3	56	2,861
4	74,38	2,335
5	83,09	5,075
6	75,34	2,073
7	57,64	3,187
8	54,61	2,789
9	50	3,677
10	60	2,624
11	44	4,385
12	34,73	7,342
13	33,33	5,430
14	65	2,560
15	47,14	4,661
16	34,6	8,668
17	54	3,510
18	36,52	5,526
19	53,08	6,286
20	37,41	4,845
21	26,73	7,067
22	46,7	4,016

Kemudian untuk perhitungan daya dukung tanah, terlebih dahulu titik-titik pengambilan data dibagi menjadi lima segmen (gambar 5.1), yang kemudian setiap segmen dicari nilai CBRnya, dengan persamaan :

- Segmen 1

$$CBRs = 2,889\% - \left(\frac{3,677 - 2,196}{50}\right) = 2,86\%$$
- Segmen 2

$$CBRs = 2,998\% - \left(\frac{4,385 - 2,073}{50}\right) = 2,952\%$$
- Segmen 3

$$CBRs = 4,011\% - \left(\frac{7,341 - 2,073}{50}\right) = 3,906\%$$
- Segmen 4

$$CBRs = 4,9658\% - \left(\frac{8,664 - 2,56}{30}\right) = 5\%$$
- Segmen 5

$$CBRs = 5,548\% - \left(\frac{7,067 - 4,016}{30}\right) = 5,523\%$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai CBR terkecil pada segmen 1 dengan nilai 2,86% dan nilai CBR terbesar didapatkan pada segmen 5 dengan nilai 5,523%.

Perhitungan Daya Dukung Tanah

Perhitungan daya dukung tanah yang dilakukan berdasarkan nilai *California Bearing Ratio* yang didapatkan di tiap segmen. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan daya dukung tanah yaitu :

1. Daya dukung segmen 1

$$\begin{aligned} \text{Daya dukung tanah} &= 1,16649 + 4,3592 \log 2,86 \\ &= 3,156 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$
2. Daya dukung segmen 2

$$\text{Daya dukung tanah} = 1,16649 + 4,3592 \log 2,952$$

Dari hasil perhitungan beban alat angkut didapatkan beban terberat yang diberikan adalah beban dari roda depan 5,380 kg/cm², sedangkan untuk nilai daya dukung tanah maksimal yang didapatkan pada lokasi penelitian adalah 4,402 kg/cm². Berdasarkan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa daya dukung tanah terlalu kecil, dan tanah yang akan dilewati oleh alat angkut akan amblas. Untuk mencegah hal tersebut, maka diperlukan perkerasan jalan tambang sehingga nilai daya dukung tanah lebih besar dibandingkan dengan alat angkutnya.

Rekomendasi Perkerasan Jalan Tambang

Dalam menghitung tebal perkerasan, perlu dilakukan perhitungan daya dukung untuk material yang digunakan. Dalam hal ini perlu dilakukan perhitungan daya dukung untuk material batupasir dan batulempung. Untuk data daya dukung tanah yang digunakan dalam perhitungan tebal lapisan perkerasan jalan adalah daya dukung tanah *allowable*. Nilai ini membutuhkan nilai *safety factor*, nilai yang digunakan sebesar 1,5. Penggunaan nilai ini dikarenakan dengan menggunakan nilai *safety factor* yang besar maka akan didapatkan nilai tebal perkerasan yang lebih besar dan juga karena pada saat pembuatan jalan tambang termasuk proses awal dari kegiatan penambangan maka dapat digunakan data yang pesimis.

Tabel 2 Data material properties material perkerasan jalan

Litologi	Kuat Tekan Uniaxial (kPa)	Sudut Gesek Dalam (°)
Batupasir	4310	39,95
Batulempung	770	31

Untuk perhitungan daya dukung tanah sebagai berikut :

1. Batupasir

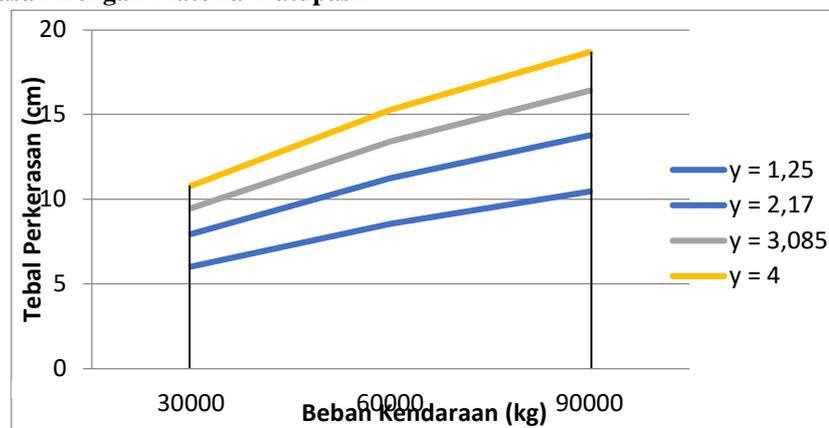
$$\begin{aligned}
 q_f &= 6630 \tan^2 (45 + 39,95/2) + 6630 \\
 &= 24086,2095 \text{ kPa} \\
 q_a &= 24086,2095 / 1,5 \\
 &= \mathbf{16.057,473 \text{ kPa}}
 \end{aligned}$$

2. Batulempung

$$\begin{aligned}
 q_f &= 770 \tan^2 (45 + 31/2) + 770 \\
 &= 3.175,507 \text{ kPa} \\
 q_a &= 3.175,507 / 1,5 \\
 &= \mathbf{2.117,004 \text{ kPa}}
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk tebal perkerasan dapat menggunakan metode *unbound*. Tebal perkerasan berikut ini didasarkan pada nilai γ pada masing-masing klasifikasi lalu lintas, dan juga menggunakan nilai beban gandar tunggal maksimum berturut-turut yaitu : 30.000 kg, dan 90.000 kg.

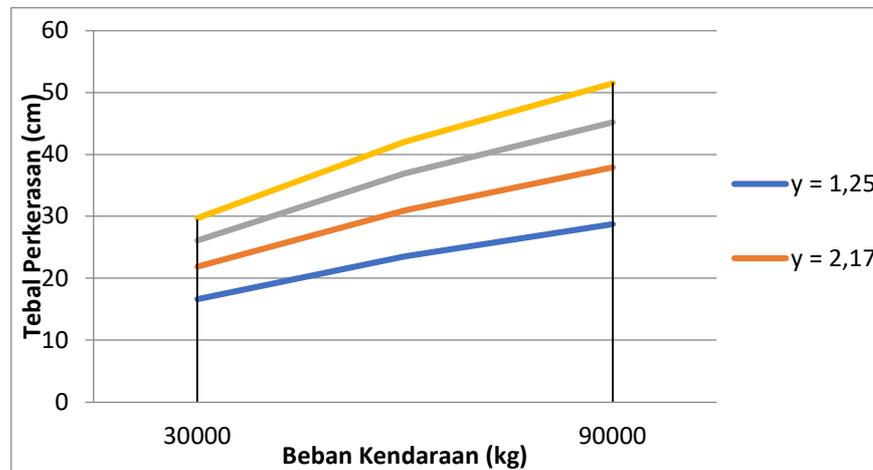
1. Tebal Perkerasan Dengan Material Batupasir



Gambar 10 Grafik tebal perkerasan dengan material batupasir

Gambar 15 merupakan grafik tebal perkerasan yang diperlukan dengan menggunakan material berupa batupasir. Pada grafik, nilai tebal perkerasan akan semakin besar jika beban kendaraannya semakin besar pula dan kondisi lalu lintas semakin padat. Dapat dilihat bahwa tebal perkerasan paling besar dilakukan pada kondisi lalu lintas sangat padat, dan beban kendaraan maksimum, yaitu 90.000kg, maka diperlukan perkerasan jalan sebesar 18,69 cm.

2. Tebal Perkerasan Dengan Material Batulempung



Gambar 11 Grafik tebal perkerasan dengan material batulempung

Gambar 16 merupakan grafik tebal perkerasan yang diperlukan dengan menggunakan material berupa batulempung. Pada grafik, nilai tebal perkerasan akan semakin besar jika beban kendaraannya semakin besar pula dan kondisi lalu lintas semakin padat. Dapat dilihat bahwa tebal perkerasan paling besar dilakukan pada kondisi lalu lintas sangat padat, dan beban kendaraan maksimum, yaitu 90.000 kg, maka diperlukan perkerasan jalan sebesar 51,49 cm.

Perbedaan ini menunjukkan penggunaan batupasir untuk perkerasan lapisan jalan lebih tipis dibandingkan batulempung. Penyebab perbedaan tersebut adalah nilai dari daya dukung batupasir yang lebih besar dibandingkan dengan batulempung. Batupasir memiliki daya dukung tanah *allowable* sebesar 16.057,473 kPa sedangkan daya dukung tanah *allowable* batulempung adalah 2.117,004 kPa.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada tambang terbuka batubara desa Lok Bahu, Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian yaitu pola aliran subdendritik, paralel dan radial dengan arah umum aliran berarah utara - selatan
- Kondisi geomorfologi dibagi menjadi tiga satuan bentuk asal dan 7 bentuk lahan. Bentuk asal antropogenik terdiri dari lahan bukaan tambang (A1), lahan timbunan tambang (A2), dan *settling pond* (A3), dan *sump* (A4). Kemudian, bentuk asal Denudasional yaitu perbukitan terkikis (D1), dan dataran antar bukit (D2) dan bentuk asal Struktural yaitu perbukitan struktural (S1).
- Litologi yang ditemukan pada lokasi pengamatan dibagi menjadi dua satuan, yaitu satuan batupasir Pulaubalang dan satuan batulempung Pulaubalang, juga ditemukan endapan material disposal hasil dari aktifitas penambangan.
- Stratigrafi daerah penelitian diendapkan secara selaras dari tua ke muda dengan umur Miosen Tengah pada lingkungan pengendapan *Upper delta plain* (Horne, 1978), yang terdiri dari tua ke muda secara berurutan, yaitu satuan batulempung Pulaubalang, satuan batupasir Pulaubalang dan material disposal.
- Dari hasil pengukuran dan perhitungan daya dukung tanah yang telah dilakukan, didapatkan nilai daya dukung tanah minimum pada segmen 1 dengan nilai 3,156 kg/cm² dan daya dukung maksimum didapatkan pada segmen 5 dengan nilai 4,402 kg/cm², sedangkan nilai *ground pressure* didapatkan untuk roda depan 5,380 kg/cm² dan roda belakang 3 kg/cm²

- f) Rekomendasi tebal perkerasan dengan menggunakan batupasir pada kondisi beban maksimum (90000 kg) dan lalu lintas sangat padat ($\gamma=4$) sebesar 18,69 cm sedangkan batulempung dengan kondisi yang sama diperlukan tebal perkerasan sebesar 51,49 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1993, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Sixteenth Edition*, American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C, USA.
- Andriani, T., Zakaria, Z., Muslim, D., dan Oscar, A.W. 2018. Daya Dukung Tanah untuk Disposasi di Tambang Batubara Daerah Purwojaya, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Watanegara. Bandung : *Padjajaran Geoscience Journal* Vol. 2 No.2, Pp 118-112
- Ardi, Gani K., 2015. Perancangan Jalan Tambang Berdasarkan Hasil Penyelidikan Geoteknik Di Daerah Kampung Gunung Sari Kecamatan Segah Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur PT. Berau Bara Abadi. Yogyakarta; Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral UPN Veteran Yogyakarta
- Arif, Irwandy. 2016. *Geoteknik Tambang*. Bandung: Gramedia Pustaka Utama.
- Asphalt Institute, & Asphalt Emulsion Manufacturers Association. (1979). *A basic asphalt emulsion manual*. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Goodman, R.E., *Introduction to Rock Mechanics, Second Edition*, John Wiley and Sons Inc, New York, USA.
- Hustrulid, W. & Kuchta, M., (1995), "Open Pit Mine Planning and Design : Vol. 1- Fundamentals", AA Balkema, Netherland.
- Maryanto, S. 2011. Stratigrafi dan Keterdapatan Batubara Pada Formasi Latih di Daerah Berau, Kalimantan Timur. Bandung : *Buletin Sumber Daya Geologi Volume 6 Nomor 2*
- Moss, S.J., J. Chambers, I. Cloke, D. Satria, J.R. Ali, S. Baker, J. Milsom, & A. Carter. 1997. New observations on the sedimentary and tectonic evolution of the Tertiary Kutai Basin, East Kalimantan. *Geological Society, London, Special Publications*, 126(1), 395-416.
- Moss, S.J., & J.L.C. Chambers. 1999. Tertiary facies architecture in the Kutai Basin, Kalimantan, Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences* 17, 157-181
- Pringgoprawiro, H., dan Riyanto, B., 1987, Formasi Andesit Tua; Suatu Revisi, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI) XVI*.
- Satyana, A.H, D. Nugroho, & I. Surantoko. 1999. Tectonic controls on the hydrocarbon habitats of the Barito, Kutei, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia: major dissimilarities in adjoining basins. *Journal of Asian Earth Sciences* 17, 99-122
- Solgado, Rodrigo, 2003, *Dynamic Cone Penetration Test (DCPT) for Subgrade Assessment*, Purdue University, Amerika Serikat.
- Supriatna, S., Sukardi, & E. Rustandi. 2011. *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*. Bandung : Pusat Survei Geologi
- Suryani, D. H. (2019). *Geologi Dan Kapasitas Daya Dukung Serta Evaluasi Kestabilan Lereng Disposasi In PIT DUMP (IPD) D2 Blok 3-4 Dengan Standard Penetration Test (SPT) PT Berau Coal Site Binungan, Kecamatan Tanjung Redeb, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur* (Doctoral dissertation, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta).
- Syah, Aminudin, dkk, 2020, Kombinasi Metode Kontrol dan Perkuatan untuk Penanganan Longsor (Studi Kasus: Longsor Waikerap, Tanggamus, Lampung), Lampung, Borneo Engineering: *Jurnal Teknik Sipil* Vol. 4 No. 2.
- Tannant, D. Dwayne., Brush Regensburg, 2001, *Guidelines for Mine Haul Road Design*, School of Engineering University of British Columbia, Columbia.
- Terzaghi, K., 1943, *Fundamentals of Soil Mechanics*, John Wiley and Sons Inc, New York, USA.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia. Vol IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, Government Printing Office.
- Wisaksono, B., 2004, *Buku Penuntun Praktikum Mekanika Tanah*, Jurusan Teknik Pertambangan FTM UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.