

Evaluasi Geometri dan Kelayakan Jalan Angkut Tambang Berdasarkan Nilai dari *California Bearing Rasio* pada PT. Indra Biduri Jaya, Desa Haruman, Kecamatan Leles, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat

Ersan Pamungkas *, Indra Karna Wijaksana, Yunus Ashari

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

ersanpamungkas08@gmail.com*, indrakarnawijaksana@gmail.com, yunus.ashari@yahoo.com

Abstract. This study addresses the problem of non-standard haul road geometry (width, superelevation, grade) at PT. Indra Biduri Jaya, which negatively impacts productivity and safety. The primary goal is to evaluate the geometry and California Bearing Ratio (CBR) of these haul roads to ensure their suitability for mining operations. The research employed a comparative data analysis method. Primary data involved direct measurements of road geometry and laboratory CBR tests, while secondary data included geological and topographical maps. The results indicate that most haul road segments do not meet established geometric standards. However, the soil's CBR value was found to be good at 52.31%, suggesting adequate load-bearing capacity. In conclusion, improvements in road geometry and consistent maintenance are essential to enhance operational efficiency and safety at the site.

Keywords: *Haul Road Geometry, California Bearing Ratio (CBR), Road Feasibility.*

Abstrak. Penelitian ini mengidentifikasi permasalahan pada jalan angkut di PT. Indra Biduri Jaya, di mana sebagian besar segmen jalan tidak memenuhi standar geometri yang ditetapkan, termasuk lebar, superelevasi, dan grade jalan. Kondisi ini berpotensi menghambat produktivitas dan membahayakan keselamatan operasional. Tujuan utama penelitian ini adalah mengevaluasi geometri aktual jalan angkut dan nilai California Bearing Ratio (CBR) tanah untuk menentukan kelayakan jalan angkut tambang. Metode penelitian yang digunakan adalah pengumpulan data primer melalui pengukuran langsung geometri jalan dan pengujian CBR di laboratorium, serta data sekunder seperti peta geologi dan topografi. Analisis data dilakukan secara komparatif untuk membandingkan kondisi aktual dengan standar yang berlaku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar segmen jalan angkut tidak memenuhi standar geometri yang disyaratkan. Namun, nilai CBR tanah yang diuji adalah 52,31%, yang tergolong baik dan menunjukkan kapasitas dukung tanah yang kuat. Oleh karena itu, kesimpulan penelitian ini menekankan perlunya perbaikan geometri jalan, seperti pelebaran dan penyesuaian grade, serta pemeliharaan rutin untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan operasional.

Kata Kunci: *Geometri Jalan Angkut, California Bearing Ratio, Kelayakan Jalan.*

A. Pendahuluan

PT. Indra Biduri Jaya, sebuah perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan dengan komoditas utama berupa sirtu dengan metode penambangan tambang terbuka. Sirtu sebagai singkatan dari pasir dan batu yang mengacu pada material yang terdiri dari akumulasi pasir dan batuan yang terendapkan di daerah rendah atau lembah. Proses pembentukan sirtu terjadi melalui akumulasi material dari satuan konglomerat dan breksi, yang kemudian menyebar di dataran tinggi. Sirtu, sebagai material yang belum terpadatkan, memiliki karakteristik geologis yang unik yang memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaannya.

Genesa sirtu melibatkan proses sedimentasi yang terjadi akibat pengendapan pasir dan batuan di daerah rendah, yang kemudian membentuk endapan sirtu. Material ini sering kali ditemukan di lembah atau daerah dataran rendah sebagai hasil dari proses geomorfologi. Pembentukan sirtu biasanya dihubungkan dengan aktivitas geologi yang melibatkan pengangkatan dan pemindahan material dari daerah tinggi ke daerah rendah, di mana endapan tersebut mengalami akumulasi.

Sirtu memiliki berbagai manfaat penting, terutama dalam konstruksi dan infrastruktur. Material ini sering digunakan sebagai bahan campuran beton, yang memberikan kekuatan tambahan pada struktur bangunan. Selain itu, sirtu juga digunakan sebagai bahan pengeras jalan, memberikan stabilitas dan kekuatan pada permukaan jalan. Untuk memastikan produktivitas produksi dan mencegah gangguan produksi PT. Indra Biduri Jaya perlu dilakukannya Evaluasi Geometri jalan dan kelayakan untuk memper lancar alat angkut selama mengangkut material sirtu, geometri jalan yang ideal tidak akan menghambat selama proses pengangkutan.

B. Metode

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder, dimana kedua data tersebut menjadi syarat dalam melakukan penelitian ini khususnya untuk rekomendasi rancangan teknis geometri lereng, berikut ini merupakan rincian dari pengambilan data :

Data Primer merupakan data yang didapatkan secara langsung di lapangan atau perusahaan yang belum dipublikasikan. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

(1) Data Geometri Jalan: Data ini meliputi Lebar jalan angkut pada kondisi lurus dan tikungan, Panjang jari-jari tikungan, Superelevansi, Grade, Kecepatan alat angkut. (2) Nilai daya dukung material: Data ini merupakan data hasil dari pengolahan data berdasarkan Nilai CBR (California Bearing Ratio). Data Sekunder merupakan data yang didapatkan dengan melakukan pengumpulan data dan kajian terhadap data-data yang sudah dipublikasikan mencakup rancangan teknik geometri lereng. Data Sekunder yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

(1) Peta Geologi Regional: Informasi mengenai kondisi geologi pada daerah penelitian yang menjelaskan kondisi permukaan seperti litologi, struktur, dan formasi batuan. (2) Peta Topografi Lokal: Informasi mengenai topografi pada daerah yang di petakan menjelaskan kondisi permukaan bumi yang mencakup, elevasi, dan rona muka bumi. (3) Spesifikasi Alat: Informasi mengenai alat angkut yang digunakan seperti lebar, tinggi, dan panjang alat angkut. (4) Data Curah Hujan: Informasi mengenai nilai rata-rata curah hujan tertinggi dalam perbulan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Lebar Jalan Angkut

Berdasarkan hasil perhitungan, lebar minimum jalan dua jalur yang dibutuhkan untuk mendukung operasional alat angkut Hino Dutro 130 HD dengan lebar 1,94 m adalah 7 meter untuk jalan lurus dan 14 meter untuk jalan tikungan. Hasil pengukuran aktual menunjukkan hal berikut:

Pertama, pada jalan lurus, beberapa segmen telah memenuhi standar, namun masih terdapat segmen yang belum sesuai, yaitu segmen front-1 dan segmen 1-2 yang masing-masing memiliki lebar 6,8 meter. Kedua, pada jalan tikungan, seluruh segmen yang diukur belum memenuhi standar lebar minimum. Rinciannya adalah segmen 2-3 dengan lebar 8,5 m, segmen 4-5 sebesar 8,6 m, segmen 5-6 sebesar 8,4 m, dan segmen 6-cp sebesar 7,2 m.

Dari seluruh segmen jalan, hanya segmen 3-4 pada kondisi jalan lurus yang memenuhi standar dengan lebar 9,1 meter. Oleh karena itu, pelebaran perlu dilakukan pada segmen-segmen lainnya agar alat angkut dapat melintas tanpa hambatan. Segmen 6-cp menjadi prioritas utama untuk

diperbaiki karena kondisi jalan tikungan di segmen ini sangat sempit dan hanya memungkinkan satu alat angkut melintas pada satu waktu. Situasi ini dapat menyebabkan antrean alat angkut.

Tabel 1. Rekapitulasi Lebar Jalan Angkut

Segmen	Jenis Jalan	Lebar Minimal (m)	Lebar Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)	Lebar Rekomendasi (m)	Jumlah Jalur	Keterangan
<i>Front - 1</i>	Lurus	7	6.8	0.2	7	2	Belum sesuai standar (perlu pelebaran)
<i>1 - 2</i>	Lurus	7	6.8	0.2	7	2	Belum sesuai standar (perlu pelebaran)
<i>3 - 4</i>	Lurus	7	9.1	-	9.1	2	Sudah sesuai
<i>2 - 3</i>	Belokan	14	8.5	5.5	14	2	Belum sesuai standar (perlu pelebaran)
<i>4 - 5</i>	Belokan	14	8.6	5.4	14	2	Belum sesuai standar (perlu pelebaran)
<i>5 - 6</i>	Belokan	14	8.4	5.6	14	2	Belum sesuai standar (perlu pelebaran)
<i>6 - CP</i>	Belokan	14	7.2	6.8	14	2	Belum sesuai standar (perlu pelebaran)

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Kemiringan Jalan atau *Grade*

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kemiringan aktual jalan angkut berada dalam rentang 0 hingga 28,70%. Mengacu pada batas maksimum kemiringan yang ditetapkan dalam Kepmen No. 1827K/30/MEM/2018 sebesar 12%, kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar segmen jalan belum memenuhi standar yang berlaku. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan kemiringan jalan untuk mendukung kelancaran operasional alat berat.

Tabel 2. Rekapitulasi Kemiringan Jalan Angkut

Segmen	Elevasi	Segmen	Beda Tinggi (m)	Panjang Jalan (m)	Grade (%)
<i>Front</i>	1.004,351	<i>Front - 01</i>	2,06	7,2	-28,61
<i>1</i>	1.002,284	01 - 02	0,137	10,4	-1,31
<i>2</i>	1.002,147	02 - 03	6,39	30,3	-20,99
<i>3</i>	995.755	03 - 04	0,267	11,2	2,38
<i>4</i>	996.022	04 - 05	4,23	20,9	20,23
<i>5</i>	1.000,253	05 - 06	0,116	51,6	0,2
<i>6</i>	1.000,369	06- CP	0,116	6,1	1,90
<i>CP</i>	1.000,253		Rata-rata		10,80

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Rekomendasi perbaikan kemiringan jalan angkut dilakukan secara teknis melakukan penambahan elevasi atau penimbunan agar perbedaan tinggi setiap segmen tidak terlalu besar dan untuk kemiringan jalan angkut memenuhi standar Kepmen No. 1827K/30/MEM/2018 sebesar 12%.

Tabel 3. *Grade* Rekomendasi dan Beda Tinggi

Segmen	Elevasi Aktual (Mdpl)	Elevasi Rekomendasi (Mdpl)	Segmen	Beda Tinggi Aktual (m)	Beda Tinggi Rekomendasi (m)	Panjang Jalan (m)	Grade Maksimum (%)	Grade Aktual (%)	Grade Rekomendasi (%)
<i>Front</i>	1.004,351	1.003,084	<i>Front - 01</i>	2,06	0.8	7,2	12%	-28,61	-11,11
<i>1</i>	1.002,284	1.002,284	01 - 02	0,137	0.137	10,4	12%	-1,31	-1,32

Segmen	Elevasi Aktual (Mdpl)	Elevasi Rekomendasi (Mdpl)	Segmen	Beda Tinggi Aktual (m)	Beda Tinggi Rekomendasi (m)	Panjang Jalan (m)	Grade Maksimum (%)	Grade Aktual (%)	Grade Rekomendasi (%)
2	1.002,147	999.145	02 - 03	6,39	3.39	30,3	12%	-20,99	-11,19
3	995.755	995.755	03 - 04	0,267	0.267	11,2	12%	-2,38	-2,38
4	996.022	998.253	04 - 05	4,23	2.23	20,9	12%	20,23	10,67
5	1.000,253	1.000,253	05 - 06	0,116	0.116	51,6	12%	0,2	0,22
6	1.000,369	1.000,369	06 - CP	0,116	0.116	6,1	12%	1,90	1,90
CP	1.000,253	1.000,253	Rata-rata					10,80	5.54

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

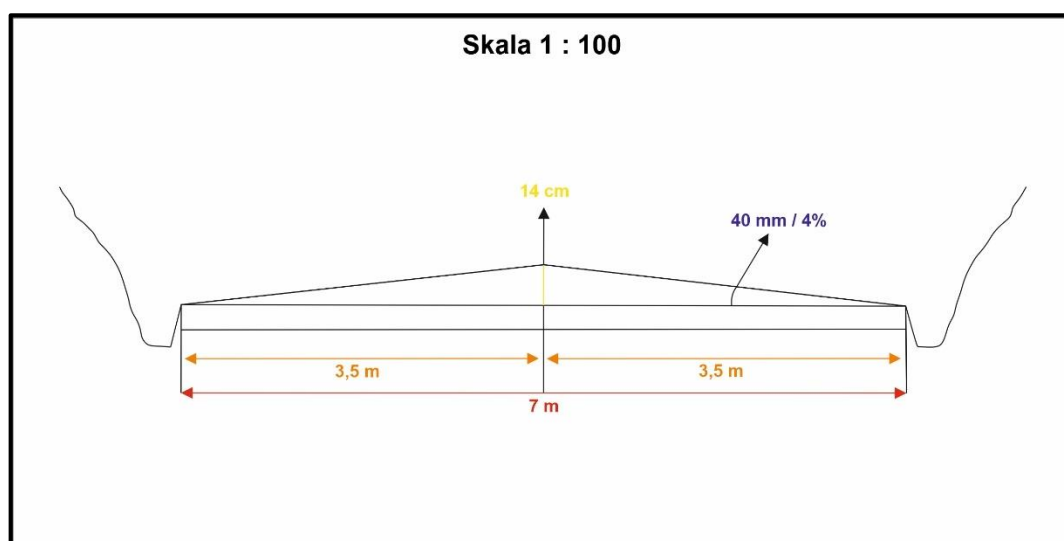
Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Cross slope berfungsi untuk mempercepat aliran air ke sisi jalan, sehingga genangan dapat dihindari saat hujan terjadi. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan, jalan angkut telah memiliki *cross slope* yang cukup baik. Namun, hasil pengukuran aktual menunjukkan nilai kemiringan melintang berkisar antara 2,79% hingga 6,45%. Jika dibandingkan dengan standar rekomendasi maksimum sebesar 4%, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi *cross slope* pada jalan angkut belum sepenuhnya memenuhi standar yang ditetapkan.

Tabel 4. Rekapitulasi Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Segmen	Lebar Jalan Aktual (m)	1/2 Lebar Jalan Aktual (m)	Sudut Cross Slope (°)	Beda Tinggi Aktual (m)	Cross Slope Aktual (%)
Front - 1	6,8	3,4	2,7	0,16	4,70
1 - 2	6,8	3,4	3,1	0,18	5,29
2 - 3	8,5	4,25	1,7	0,12	2,96
3 - 4	9,1	4,55	1,5	0,11	2,61
4 - 5	8,6	4,3	3,7	0,27	6,45
5 - 6	8,4	4,2	2,3	0,16	4,01
6 - CP	7,2	3,6	1,6	0,10	2,79

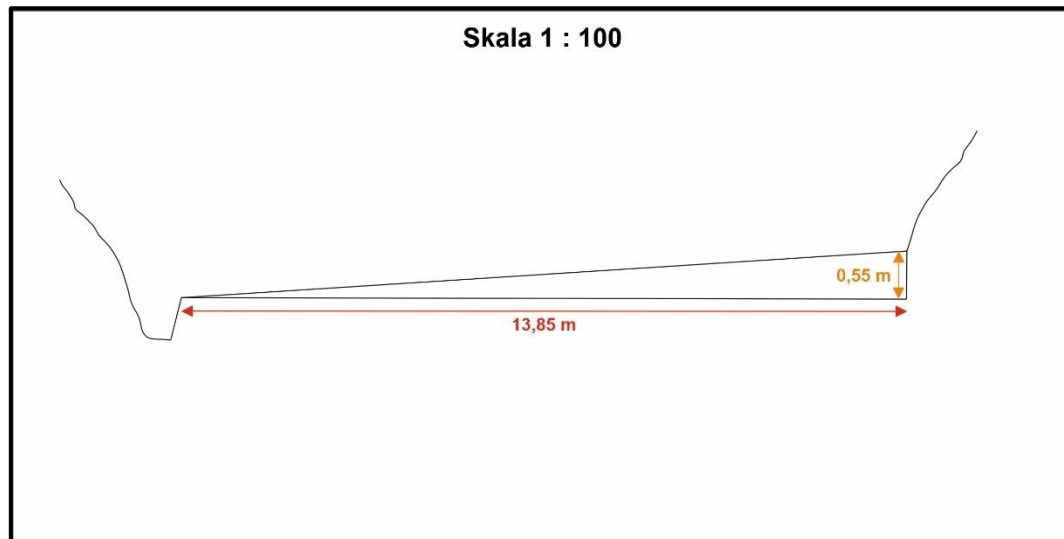
Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025



Gambar 1. Perancangan Penampang Melintang *Cross Slope*

Superelevasi

Superelevasi berfungsi untuk mengurangi pengaruh gaya sentrifugal yang timbul saat kendaraan melintasi tikungan. Gaya tersebut dapat diminimalkan dengan menurunkan kecepatan kendaraan atau membentuk kemiringan melintang pada jalan tikungan, baik dengan menurunkan sisi jalan yang mengarah ke pusat tikungan maupun meninggikan sisi luar tikungan. Secara teoritis, standar superelevasi yang digunakan adalah sebesar 4%, disesuaikan dengan kecepatan rencana 40 km/jam.



Gambar 2. Perancangan Penampang Melintang Superelevasi

Waktu Tempuh

Waktu tempuh merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi efisiensi operasional alat angkut pada kegiatan pengangkutan. Dalam penelitian ini, waktu tempuh dibagi menjadi dua kondisi, yaitu kondisi berangkat isi (alat dalam kondisi memuat material) dan kondisi berangkat kosong (alat dalam kondisi kembali tanpa muatan).

1. Waktu Tempuh Aktual (Berangkat Isi)

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan waktu tempuh aktual untuk kondisi alat angkut bermuatan, ditemukan adanya variasi waktu tempuh antar segmen jalan yang cukup signifikan. Misalnya, segmen 3–4 dengan kondisi jalan lurus hanya memerlukan waktu tempuh sebesar 9,59 detik, sedangkan segmen 5 - 6 pada jalan tikungan membutuhkan waktu hingga 22,44 detik. Perbedaan ini menunjukkan bahwa karakteristik geometri jalan—terutama pada segmen belokan dan sempit—berkontribusi terhadap meningkatnya waktu tempuh.

Hasil perhitungan dilakukan secara tersegmentasi agar tingkat ketelitian lebih tinggi dan dapat diidentifikasi segmen-segmen yang menyebabkan hambatan. Total waktu tempuh aktual dalam kondisi berangkat isi mencapai 118 detik.

Tabel 5. Waktu Tempuh Aktual

Segmen	Jenis Jalan	Lebar Rekomendasi (m)	Lebar Aktual (m)	Jarak Aktual (m)	Waktu Tempuh Aktual (detik)
0 - 1	Lurus	7	6,8	7,2	6,17
1 - 2	Lurus	7	6,8	10,4	8,91
3 - 4	Lurus	7	9,1	11,2	9,59
2 - 3	Belokan	14	8,5	30,3	25,96
4 - 5	Belokan	14	8,6	20,9	17,92
5 - 6	Belokan	14	8,4	51,6	44,22
6 - 7	Belokan	14	7,2	6,1	5,23
Total CT Aktual					118

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

2. Waktu Tempuh Aktual (Berangkat Kosong)

Kondisi berangkat kosong menghasilkan waktu tempuh yang relatif lebih cepat dibandingkan saat alat bermuatan. Hal ini disebabkan oleh beban kendaraan yang lebih ringan sehingga laju kendaraan meningkat. Berdasarkan hasil perhitungan, total waktu tempuh dalam kondisi berangkat kosong adalah 228 detik, dengan perbedaan waktu sebesar 110 detik dibandingkan kondisi berangkat isi. Segmen dengan waktu tempuh tertinggi tetap berada pada tikungan, khususnya segmen 5–6 dan 6–7. Namun, waktu pada segmen-segmen tersebut tetap lebih singkat dibandingkan saat bermuatan.

Tabel 6. Waktu Tempuh Aktual

Segmen	Jenis Jalan	Lebar Rekomendasi (m)	Lebar Aktual (m)	Jarak Aktual (m)	Waktu Tempuh Aktual (detik)
6 - 7	Belokan	14	6,8	6,1	10,12
5 - 6	Belokan	14	6,8	51,6	85,42
4 - 5	Belokan	14	9,1	20,9	34,59
3 - 4	Belokan	14	8,5	30,3	50,18
2 - 3	Lurus	7	9,1	11,2	18,54
1 - 2	Lurus	7	6,8	10,4	17,23
0 - 1	Lurus	7	6,8	7,2	11,92
Total					228

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

3. Efisiensi Waktu Tempuh Jika Rencana Perbaikan Jalan Dikerjakan

Berdasarkan hasil evaluasi, beberapa segmen jalan masih memiliki lebar aktual di bawah standar, sehingga hanya memungkinkan satu alat angkut melintas dalam satu waktu. Kondisi ini menyebabkan antrean dan keterlambatan, terutama di segmen jalan tikungan.

Jika rencana perbaikan geometri jalan dilakukan, yaitu dengan memperlebar jalur agar dua unit alat angkut dapat melintas secara bersamaan, maka waktu tempuh diperkirakan dapat dikurangi secara signifikan. Berdasarkan simulasi dan perhitungan, total waktu tempuh berangkat isi setelah rencana dikerjakan berkurang menjadi 79,44 detik dari sebelumnya 118 detik. Sementara itu, total waktu tempuh berangkat kosong juga menurun menjadi 154,8 menit dari sebelumnya 228 menit.

Tabel 7. Waktu Tempuh Rekomendasi (Berangkat Isi)

Segmen	Jenis Jalan	Lebar Rekomendasi (m)	Lebar Aktual (m)	Jarak Aktual (m)	Waktu Tempuh Aktual (detik)	Waktu Tempuh Jika Rencana Dikerjakan (detik)
0 - 1	Lurus	7	6,8	7,2	6,17	6
1 - 2	Lurus	7	6,8	10,4	8,91	8,40
3 - 4	Lurus	7	9,1	11,2	9,59	9,59
2 - 3	Belokan	14	8,5	30,3	25,96	15,60
4 - 5	Belokan	14	8,6	20,9	17,92	10,80
5 - 6	Belokan	14	8,4	51,6	44,22	26,64
6 - 7	Belokan	14	7,2	6,1	5,23	2,40
Total CT Jika Rencana Dikerjakan					118	79,44

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Tabel 8. Waktu Tempuh Rekomendasi (Berangkat Kosong)

Segmen	Jenis Jalan	Lebar Rekomendasi (m)	Lebar Aktual (m)	Jarak Aktual (m)	Waktu Tempuh Aktual (detik)	Waktu Tempuh Jika Rencana Dikerjakan (detik)
6 - 7	Belokan	14	6,8	6,1	10,12	4,8
5- 6	Belokan	14	6,8	51,6	85,42	51
4 - 5	Belokan	14	9,1	20,9	34,59	21
3 - 4	Belokan	14	8,5	30,3	50,18	30,6
2 - 3	Lurus	7	9,1	11,2	18,54	18,6
1 - 2	Lurus	7	6,8	10,4	17,23	16,8
0 - 1	Lurus	7	6,8	7,2	11,92	12
		Total			228	154,8

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

4. Dampak Terhadap Target Produksi

Penurunan waktu tempuh memiliki implikasi signifikan terhadap kemampuan produksi. Berdasarkan analisis, produksi aktual dengan kondisi jalan eksisting tercatat sebesar 187.616 ton/bulan. Apabila perbaikan jalan dilaksanakan, maka kapasitas produksi dapat meningkat menjadi 460.574 ton/bulan. Selisih antara produksi setelah rencana dikerjakan dengan kondisi aktual mencapai 272.958 ton/bulan.

Jika dibandingkan dengan target perusahaan sebesar 200.000 ton/bulan, maka kondisi jalan saat ini masih belum mampu memenuhi target. Namun, setelah perbaikan, produksi diproyeksikan melebihi target sebesar 260.574 ton/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas geometri jalan tidak hanya berpengaruh terhadap kelancaran operasional, tetapi juga terhadap pencapaian target produksi perusahaan.

Uji Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah dilakukan untuk mengetahui karakteristik dasar tanah, khususnya kadar air alami, massa jenis tanah, dan massa jenis tanah kering. Hasil pengujian ini menjadi dasar untuk memahami kondisi awal tanah sebelum dilakukan upaya pemadatan atau stabilisasi lebih lanjut.

Berdasarkan hasil uji laboratorium terhadap Sample-01, diperoleh kadar air alami sebesar 27,742%, dengan berat jenis tanah basah sebesar 1,826 gr/cm³ dan berat jenis tanah kering sebesar 1,429 gr/cm³. Nilai ini menunjukkan bahwa sampel tanah memiliki kadar air yang cukup tinggi, yang berpotensi mempengaruhi daya dukung dan kestabilan struktur jika tidak dikendalikan dengan baik.

Nilai kadar air alami yang relatif tinggi ini perlu menjadi perhatian, terutama apabila tanah digunakan sebagai material dasar jalan tambang, mengingat kelembapan yang berlebih dapat menurunkan kepadatan maksimum dan meningkatkan deformasi permanen.

Proctor Test

Uji Proctor dilakukan untuk menentukan kadar air optimum (Optimum Moisture Content/OMC) dan kepadatan kering maksimum (Maximum Dry Density/MDD), yang sangat penting dalam proses pemadatan tanah. Dalam pengujian ini digunakan lima sampel dengan variasi kadar air, dimulai dari 6,52% hingga 19,07%.

Hasil pengujian menunjukkan nilai MDD sebesar 2,19 gr/cm³ dan OMC sebesar 19,07%. Nilai ini menunjukkan bahwa pada kadar air sebesar 19,07%, tanah mampu mencapai kepadatan tertinggi setelah dipadatkan, yang berarti kandungan air tersebut adalah yang paling efisien dalam mencapai kondisi pemadatan maksimum.

Dari hasil ini juga dihitung 95% MDD sebagai ambang batas minimal kepadatan untuk keperluan lapangan, yaitu sebesar 2,076 gr/cm³. Angka ini digunakan sebagai standar evaluasi untuk memastikan bahwa pemadatan di lapangan telah dilakukan secara efektif dengan tingkat keyakinan yang tinggi terhadap kestabilan struktur tanah.

Hasil uji Proctor selanjutnya menjadi dasar dalam pelaksanaan CBR test, karena kadar air optimum (OMC) akan digunakan untuk menentukan kadar air saat pengujian CBR dilakukan.

Hasil Analisis California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian CBR merupakan tahapan penting untuk menilai daya dukung tanah terhadap beban lalu lintas. Pengujian dilakukan dengan variasi jumlah tumbukan, yaitu 10, 25, dan 56 kali, untuk melihat pengaruh pemadatan terhadap kekuatan tanah.

Dari pengujian ini, diperoleh nilai CBR tertinggi sebesar 52,31% pada 56 kali tumbukan, yang menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kapasitas dukung yang cukup tinggi. Nilai tersebut menandakan bahwa material tanah layak digunakan sebagai lapisan dasar perkerasan jalan tambang, tanpa memerlukan stabilisasi tambahan yang signifikan.

Semakin tinggi jumlah tumbukan, maka semakin tinggi juga nilai CBR yang dihasilkan, menunjukkan hubungan langsung antara derajat pemadatan dengan kemampuan tanah menahan beban.

Grafik pembebanan terhadap penetrasi pada berbagai jumlah tumbukan menunjukkan kecenderungan peningkatan kekuatan material seiring meningkatnya pemadatan. Nilai CBR sebesar 52,31% menunjukkan bahwa tanah memiliki kekuatan struktural yang baik, dan dapat diandalkan untuk lalu lintas berat di area pertambangan.

Hasil Pengujian terhadap Perencanaan Jalan

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian laboratorium, tanah yang diuji menunjukkan karakteristik fisik yang baik untuk digunakan sebagai material dasar jalan tambang, dengan catatan bahwa kadar air alami cukup tinggi dan perlu dikendalikan selama konstruksi.

Nilai MDD dan OMC yang diperoleh memungkinkan optimalisasi dalam proses pemadatan di lapangan, sedangkan hasil CBR yang tinggi memperkuat keyakinan bahwa material ini mampu mendukung beban dinamis dari alat berat tambang.

Dengan demikian, perencanaan jalan tambang dapat memanfaatkan hasil ini untuk menentukan tebal lapisan, jenis material tambahan jika diperlukan, serta metode pemadatan yang sesuai agar diperoleh struktur jalan yang stabil dan tahan lama.

D. Kesimpulan

Kondisi jalan angkut dari front menuju crushing plant belum sesuai dengan Kepmen No. 1827K/30/MEM/2018 yang dimana untuk lebar jalan yaitu 3.5 untuk jalan dua jalur alat angkut terbesar, dengan geometri yang belum sesuai mengakibatkan produktivitas alat angkut kurang maksimal. Geometri aktual jalan angkut di PT. Indra Biduri Jaya sepanjang 143.1 m terbagi menjadi 7 segmen, terdiri dari 3 segmen jalan lurus dan 4 segmen jalan berbelok. Lebar jalan yang sudah sesuai dengan peraturan geometri hanya terdapat pada Segmen 3 - 4, sedangkan segmen lainnya belum memenuhi ketentuan tersebut. Untuk superelevasi ideal di dapatkan nilai sebesar 0,55 m, kemudian untuk grade jalan yang memenuhi standar geometri yang baik terdapat pada Segmen 01 - 02, Segmen 03 - 04, Segmen 05 - 06, Segmen 06 - cp. Segmen lain di luar empat segmen tersebut masih belum memenuhi ketentuan peraturan.

Kesesuaian geometri jalan angkut dari front menuju crushing plant mengacu pada kepmen No. 1827K/30/MEM/2018, dimana dari hasil perhitungan lebar jalan kondisi lurus yang awalnya dari lebar 6,8 meter menjadi 7 meter, dan kondisi belokan dari 8,6 menjadi 14 meter, untuk grade yang awalnya dari 20,99% menjadi 11,19%. Pada lokasi penelitian memiliki nilai CBR sebesar 52.31%, dengan berdasarkan Bowles 1992, nilai tersebut termasuk kedalam Excellent yang Dimana memiliki ketahanan yang cukup kuat.

Daftar Pustaka

- Rizky Noor Fitriadi, Iswandaru, & Elfida Moralista. (2024). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Produktivitas Alat Angkut. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 41–48. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3821>
- Suhendik, A. A., Oktaviani, R., & Trides, T. (2022). Studi Perbaikan Perkerasan Lapis Jalan Tambang dengan Nilai CBR dan DCP. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 75–83. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.1019>

- Tubagus Hidayatullah, S. Z. (2022). *Evaluasi Kinerja Crushing Plant Batu Andesit PT.Widaka Indonesia* (2nd ed., Vol. 2). Prosiding Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung.
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). (1973). *Highways and Streets* (4th ed.). Washington, D.C.
- ASTM (American Standard Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications*. ASTM D 6951–03. United States.
- ASTM (American Standard Testing and Materials). (2006). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. ASTM D 2487–06. United States.
- Azmi Rahman, M., Nurhakim, R. A. B. N. R., & Joetra. (2016). Analisa kelayakan jalan angkut tambang berdasarkan geometri dan material perkerasan jalan. *Jurnal Geosapta*, 2(2), 113–115.
- Azwari, R. (2015). Prosiding Teknik Pertambangan: Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara menuju Stockpile Block B pada Penambangan Batubara di PT Minemex Indonesia. Bandung: UNISBA.
- Camus, J. P. (2002). Optimizing Production in the Mining Sector. *SME Transactions*.
- Caterpillar Inc. (2022). *Caterpillar Performance Handbook* (Ed. 42). Caterpillar Inc.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1997). *Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hartman, H. L., & Mutmanský, J. M. (2002). *Introductory Mining Engineering* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Hibbeler, R. C. (2016). *Engineering Mechanics: Dynamics* (14th ed.). Pearson Education.
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2018). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*. Jakarta.
- Mohutsiwa, M., & Musingwini, C. (2015). Productivity analysis of draglines operating in the South African coal mining industry. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 115(4), 321–330.
- Papacostas, C. S., & Prevedouros, P. D. (2001). *Transportation Engineering and Planning* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Permatasari, S. (2020). Analisis Kepadatan Tanah Dengan Pengujian California Bearing Ratio (CBR) Pada Ruas Jalan Masuk Jembatan Penyebrangan Tanjung Serdang–Batulicin Kecamatan Pulau Laut Tengah Kabupaten Kota Baru. *Jurnal Tapak*, 9(2), 111–117.
- Republik Indonesia. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Riyanto, T., dkk. (2016). Evaluasi Jalan Tambang Berdasarkan Geometri dan Daya Dukung Lapisan Tanah Dasar Pit Tutupan Area Highwall. *Jurnal Himasapta*, 1(2), 50–56.
- Sukirman, S. (1999). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- Suryadharma, I. P. (2005). *Teknik Pengangkutan Tambang*. Yogyakarta: UPN “Veteran” Yogyakarta Press.
- Suwandhi, A. (2004). *Perencanaan Jalan Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan. Bandung: UNISBA.

Thompson, R. J., & Visser, A. T. (2003). Mine haul road design and management. *Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*, 103(5), 303–312.

University of British Columbia. (2001). *Guidelines for Mine Haul Road Design*. Vancouver: UBC Mining Department.