

**Artikel****Upaya Pengurangan Durasi *Slippery* Jalan Angkut *Overburden* dan Rekomendasi Desain Geometri Jalan di PT. Bintang Sukses Energi**Abdul Robbi Harahap<sup>1</sup>, Jarot Wiratama<sup>1</sup>, Yudi Arista Yulanda<sup>1\*</sup>, Valentinus Singgih Y<sup>2</sup><sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi<sup>2</sup>Divisi Engineering, PT Bintang Sukses Energi, Sumatera Selatan, Indonesia\*Corr Author : [yudiarista@unja.ac.id](mailto:yudiarista@unja.ac.id)

**Abstrak:** Salah satu hambatan kerja dalam tambang terbuka adalah adanya hambatan kerja *slippery* yang disebabkan oleh faktor alam di daerah operasi penambangan yaitu hujan. *Slippery* merupakan keadaan jalan angkut yang licin akibat hujan, yang mana ketika kondisi jalan yang licin akan sangat membahayakan bagi alat *hauling* yang melintasinya sehingga aktivitas operasional harus dihentikan sampai kondisi aman. Durasi *slippery* PT. Bintang Sukses Energi yang merupakan perusahaan kontraktor pertambangan batubara di Musi Rawas Utara pada bulan Juli-Agustus telah melebihi target. Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan kajian teknis pengurangan durasi *slippery* dengan mengkaji geometri jalan berupa *crosslope*, *superelevasi* dan *grade* jalan. Hasil analisis terhadap 33 segmen geometri jalan menunjukkan bahwa pada beberapa segmen terdapat kondisi yang tidak standar yang mengakibatkan genangan air di badan jalan saat hujan yang memperlama waktu *slippery*. Durasi *slippery* dengan dua unit *bulldozer* untuk penirisan air dan *spoil* yaitu 3,95 jam dan lama waktu motor grader membersihkan jalan yaitu 1,97 jam, maka total waktu *slippery* sebelum kajian dilakukan ialah 5,92 jam. Untuk melakukan perbaikan geometri jalan dilakukan pembuatan desain jalan tambang. Lama durasi *slippery* setelah dilakukannya perbaikan geometri jalan yaitu 3,95 jam. Perbaikan geometri tidak dapat menyelesaikan masalah material jalan sehingga perlu dilakukan penambahan material abu pembakaran batubara pada badan jalan. Untuk durasi *slippery* setelah dilakukannya perbaikan geometri jalan dan penambahan material limbah abu pembakaran batubara ke badan jalan yaitu 1,97 jam.

**Katakunci:** *Crosslope*, *superelevasi*, *grade* jalan, produktivitas, *slippery*.

**Abstract:** One of the work obstacles in open-pit mining is the existence of slippery work obstacles caused by natural factors in the mining operation area, namely rain. Slippery is the condition of a haul road that is slippery due to rain, where slippery road conditions will be very dangerous for hauling equipment crossing it so operational activities must be stopped until conditions are safe. Duration of slippery PT. Bintang Sukses Energi, which is a coal mining contractor company in North Musi Rawas, in July-August has exceeded its target. The aim of this research is to conduct a technical study of reducing slippery duration by studying road geometry in the form of crosslope, superelevation and road grade. The results of the analysis of 33 road geometry segments show that in some segments there are non-standard conditions which result in water pooling on the road during rain which increases the slippery time. Stagnant water causes the road material to become soft and results in spoilage which must be scrapped with a bulldozer first. The duration of slippery with two bulldozer units for draining water and spoil was 3.95 hours and the length of time for the motor grader to clear the road was 1.97 hours, so the total slippery time before the study was carried out was 5.92 hours. To improve the geometry of the road, a mine road design was created. The duration of slippery after road geometry improvements is 3.95 hours. Geometry improvements cannot solve the road material problem, so it is necessary to add coal burning ash material to the road body. The slippery duration after improving the road geometry and adding coal burning ash waste material to the road body is 1.97 hours.

**Keywords :** *Crosslope*, *superelevasi*, *road grade*, *productivity*, *slippery*.

## PENDAHULUAN

Sumberdaya Batubara merupakan salah satu kekayaan alam yang terdapat di Indonesia. Batubara merupakan salah satu bahan bakar fosil yang terbentuk dari endapan organik utamanya adalah sisa tumbuhan melalui proses pembatubaraan (*coalification*). Unsur-unsur utama dari batubara diantaranya karbon (C), hydrogen (H), nitrogen (N), dan oksigen (O). Pengusahaan batubara salah satunya dilakukan oleh PT. Bintang Sukses Energi yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara di Belani, Kecamatan Rawailir, Kabupaten Musirawas, Provinsi Sumatera Selatan.

Hujan merupakan kondisi alam yang tidak bisa dihindari dan menjadi kendala utama dalam aktivitas tambang terbuka. Kondisi jalan yang licin pada saat hujan dan pasca hujan mengakibatkan kegiatan operasional tambang berhenti. Untuk memulai kembali aktivitas penambangan maka diperlukan upaya *scrap* jalan yang licin. Waktu yang diperlukan untuk kembali bekerja pasca hujan dikenal sebagai durasi *slippery*. Durasi *slippery* tergantung pada kondisi material jalan yang mudah sekali lembek atau menjadi lumpur saat terkena air hujan [9].

Berdasarkan data curah hujan dalam rentang waktu bulan juli – agustus kondisi aktual waktu *slippery* di PT. Bintang sukses energy melewati waktu yang direncanakan ketika waktu rata-rata hujan melewati dari 5,84 jam dengan jumlah curah hujan rata rata sebesar 17 mm dengan waktu rata-rata proses *slippery* yaitu selama 5,2 jam. Hal tersebut sudah melewati dari waktu yang direncanakan yang mana perusahaan menargetkan lama waktu *slippery* tidak lebih dari 2 jam. Beberapa penelitian tentang pengurangan waktu *slippery* sudah pernah dilakukan dimana sebagian besar merekomendasikan untuk perbaikan geometri jalan berupa *cross fall* [3] dan superelevasi serta penambahan dozer [6]. Namun tidak disertai dengan *design* jalan angkut yang direkomendasikan.

Selain itu, hingga saat ini belum pernah dilakukan perhitungan secara teknis terhadap kegiatan penanganan *slippery* pada jalan angkut *overburden* di PT. Bintang sukses energi. Hal tersebut penting karena adanya keinginan perusahaan untuk mengurangi durasi *slippery* pada jalan angkut *overburden*. Berdasarkan hal inilah yang melatar belakangi dilakukannya penelitian terhadap kegiatan penanganan durasi *slippery* jalan angkut *overburden* di PT. Bintang sukses energi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi perusahaan dalam upaya mengurangi durasi kegiatan penanganan *slippery* pada jalan angkut *overburden*.

## METODE PENELITIAN

### Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan upaya mengumpulkan informasi dan teori dari berbagai sumber yang akurat seperti buku, artikel ilmiah dan jurnal yang membahas mengenai permasalahan yang sama.

### Pengamatan Lapangan

Dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan solusi yang mungkin dapat diimplementasikan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan analisa langsung dilapangan pada PT Bintang Sukses Energi dan beberapa data sekunder dari Perusahaan yang terkait dengan penelitian.

- Data primer antara lain Data Geometri jalan actual berupa lebar, panjang, elevasi jalan, data *cycle time* alat, data *crosslope* dan *superelevasi* pada masing masing segmen, dan *grade* jalan.
- Data sekunder antara lain: Data spesifikasi alat, data durasi *slippery*, data spesifikasi alat, peta situasi jalan *hauling* ke *disposal*, data curah hujan.

### Pengolahan Dan Analisis Data

Teknik pengolahan data yang dilakukan terbagi menjadi pengolahan pada geometri jalan tambang, dengan pengolahan pada lebar jalan lurus, *crossfall*, dan *super elevasi* dengan standar kepmen dan produktifitas alat bulldozer dan grader. Data tersebut akan menghasilkan efisiensi kerja, produksi serta durasi *slippery* teoritis dan aktual yang akan menjadi acuan pengurangan durasi *slippery*.

Dari rumusan-rumusan yang telah didapat kemudian dilakukan analisa untuk menemukan jawaban atas pertanyaan perihal rumusan dan hal-hal yang diperoleh dalam penelitian. Analisis hasil pengolahan data ini dilakukan dengan pertimbangan teoritis dan aktual lapangan dengan harapan nantinya dapat mendapatkan hasil yang memuaskan. Data yang dilakukan pengkajian ialah durasi *slippery* sebelum dilakukannya pengkajian dan setelah pengkajian. Hasil akhir dari penelitian ini yaitu merekomendasikan kepada perusahaan berupa desain jalan yang sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

#### Crosslope

*Crosslope* adalah kemiringan yang dibentuk pada jalan angkut dalam kondisi lurus dengan tujuan untuk dapat mengalirkan air hujan menuju parit yang berada disamping jalan angkut. Berdasarkan KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018 sepanjang permukaan badan jalan tambang/produksi dibentuk kemiringan melintang (*cross fall*) paling kurang 2% (dua persen) [5].

$$\text{Crosslope} = 2\% \times \text{lebar jalan} \dots \dots \dots (1)$$

#### Super elevasi dan Jari Jari Tikungan

*Super elevasi* merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas tepi jalan terluar dengan tepi jalan yang terdalam dan terbentuk karena adanya perbedaan ketinggian. *Super elevasi* juga berfungsi untuk membantu kendaraan dalam mengatasi gaya sentrifugal pada tikungan. Persamaan untuk menentukan superlevasi [10]:

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (e+f)} \dots \dots \dots (4)$$

$$E + f = \frac{V^2}{127 \cdot R} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

e = Angka super *elevasi*

f = Koefisien gesekan melintang

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

R = Radius/jari-jari tikungan (m)

#### Grade Jalan

Kemiringan jalan angkut tambang berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam mengatasi tanjakan maupun dalam melakukan pengereman. Kemampuan dalam mengatasi tanjakan untuk setiap alat angkut tidak sama, tergantung pada jenis alat itu sendiri. Menurut KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018 kemiringan (*grade*) jalan tambang/produksi dibuat tidak boleh lebih 12% (dua belas persen) dengan memperhitungkan spesifikasi kemampuan alat angkut, jenis material jalan, dan rasio penggunaan bahan bakar.

$$\text{Grade (\%)} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

$\Delta h$  = beda tinggi antara dua titik yang diukur (m)

$\Delta x$  = jarak dataran aradua titik yang diukur (m)

### **Kemampuan Alat Mekanis**

Produktivitas merupakan kegiatan yang berhubungan dengan efisiensi penggunaan sumberdaya dalam menghasilkan tingkat perbandingan keluaran dan masukan. Sedangkan produksi adalah suatu kegiatan yang berhubungan dengan hasil keluaran dan dinyatakan dengan nilai produksi dalam satuan waktu tertentu [4].

Produktivitas *motorgrader* dapat diketahui dengan Persamaan [11]. :

$$QA = V \times (Le - Lo) \times 1000 \times E \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan

QA = Area operasiperjam (m<sup>2</sup>/jam)

Le = Lebar efektif *blade*(m)

E = Efisiensi kerja

V = Kecepatan kerja (km/jam)

Lo = Lebar overlap (m)

Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan produktivitas alat *hauler* menurut sebagai berikut [4] :

$$Kt = n \times ql \times k \dots\dots\dots(11)$$

$$Pa = \frac{60}{Cta} \times Kt \times E \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

Pa = produksi per jam (bcm/jam)

Kt = Kapasitas *Dump Truck* (bcm)

n = banyakpengisian bucket hingga vessel penuh

ql = kapasitas *bucket* (bcm)

k = *bucket fill factor*

E = Efisiensi kerja

Cta = *cycle time* alatangkut

### **Slippery**

Untuk menghitung durasi untuk menangani dampak *slippery* tentunya perlu diketahui terlebih dahulu kemampuan produktivitas dari alat mekanis yang melakukan penanganan dampak *slippery* yaitu *bulldozer* dan *motor grader*. Maka dari itu untuk menentukan durasi waktu total *slippery* dapat di tentukan dengan menjumlahkan waktu yang dibutuhkan dari *bulldozer* untuk membuka jalan untuk *motor grader* dan waktu yang dibutuhkan *motor grader* untuk merapikan jalan agar kembali seperti semula.

$$Ts = Tb + Tmg \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

Ts = Waktu Total Slippery

Tb = Waktu Bulldozer

Tmg= Waktu Motor Grader

### Desain Geometri Jalan

Salah satu syarat agar kegiatan penambangan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang telah direncanakan maka tambang tersebut salah satunya harus memiliki jalan *hauling* yang memadai. Terkhususnya pada saat hujan apabila jalan tidak sesuai dengan standard maka waktu *slippery* akan semakin lama dikarenakan air hujan yang tidak teralir dengan baik yang mengakibatkan air akan menggenangi jalan yang mana itu akan mengakibatkan jalan akan rusak dan sangat licin sehingga alat *hauler* akan mengalami *slip* yang mana itu akan sangat membahayakan. Dalam mendesain jalan digunakan bantuan salah satu *software* pertambangan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kondisi Aktual Jalan *Hauling*

Kondisi geometri jalan aktual ketika penelitian berlangsung masih banyak yang tidak sesuai dengan standar. Rata-rata jalan yang ada di PT. Bintang sukses energy masih tidak menggunakan *crossslope* dan super elevasi serta masih ada kemiringan jalan yang melewati batas standar perusahaan yaitu sebesar 8%. *Grade* jalan memang dapat mengaliri air dengan baik akan tetapi *grade* jalan yang melewati batas akan membuat alat *hauling* akan kesulitan karena kondisi jalan yang curam ditambah kondisi jalan pasca hujan akan menjadi licin. Sementara kondisi *cross slope* yang tidak terbentuk mengakibatkan air tergenang di badan jalan (**Gambar 1**). Hal ini menyebabkan durasi *slippery* menjadi lebih lama karena perlu menunggu penirisan air dari badan jalan. Selain itu, durasi *slippery* juga dipengaruhi oleh panas matahari, pada shift malam cenderung lebih lambat dibandingkan pada shift siang karena adanya faktor panas matahari [2]. Durasi *slippery* aktual selama Juli-Agustus telah melewati 70% dari target dengan durasi 51.1 jam (**Tabel 1**).



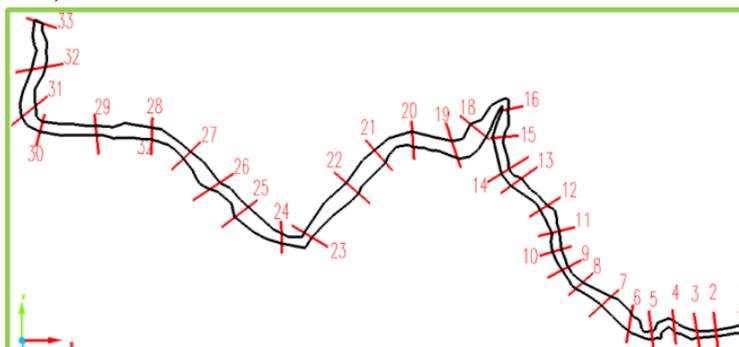
**Gambar 1.** Kondisi aktual badan jalan tergenang air

**Tabel 1.** Durasi Aktual *Slippery*

Jumlah lama hujan selama juli- agustus	77.3 Jam
Jumlah <i>slippery</i> selama juli-agustus	72.6 Jam
Jumlah curah hujan selama juli-agustus	184.1 mm
Jumlah lama <i>slippery</i> yang melewati target	51.1 Jam
Persentase <i>slippery</i> yang melewati batas	70%

### Pemetaan dan Perhitungan Geometri Jalan *Hauling*

Untuk menentukan atau menghitung *geometri* jalan yang ideal tentu membutuhkan data situasi jalan yang diambil melalui *survey* menggunakan *total station*. Dari data *total station* tersebut akan dilanjutkan pengolahannya menggunakan bantuan *software* tambang. Data yang diambil untuk jalanya itu bagian bahu jalan dan titik tengah jalan. Dari data tersebut akan dapat lebar, panjang, *elevasi*, & luas seluruh jalan *hauling line* di PT. Bintang sukses energy. Dari hasil *survey* tersebut maka didapat hasil perhitungan dengan menggunakan *softwear* tambang luasan area jalan *line 2* PT. Bintang sukses energi yang akan di lakukan proses *slippery* sebesar 39.251 m<sup>2</sup> yang terbagi dalam 33 segmen (**Gambar 2**). Perhitungan geometri jalan per segmen pada **tabel 2**, **tabel 3** dan **tabel 4**.



**Gambar 2.**Segmen Jalan

**Tabel 2.**Perhitungan *Crosslope*

DATA <i>CROSSLOPE</i>				
SEGMENT	LEBAR JALAN (m)	<i>CROSSLOPE</i> AKTUAL (cm)	<i>CROSSLOPE</i> IDEAL (cm)	PENAMBAHAN <i>CROSSLOPE</i> (cm)
TITIK 1-2	13,956	0,185	27,912	27,727
TITIK 2-3	11,063	-0,273	22,126	22,399
TITIK 3-4	11,615	-0,212	23,23	23,442
TITIK 4-5	14,735	0,586	29,47	28,884
TITIK 5-6	14,848	-0,158	29,696	29,854
TITIK 6-7	25,106	-0,139	50,212	50,351
TITIK 7-8	22,442	-0,031	44,884	44,915
TITIK 8-9	16,708	-0,199	33,416	33,615
TITIK 9-10	12,37	0	24,74	24,74
TITIK 10-11	16,623	-0,323	33,246	33,569
TITIK 11-12	23,066	-0,53	46,132	46,662
TITIK 12-13	23,746	-0,964	47,492	48,456
TITIK 13-14	16,271	-0,964	32,542	33,506
TITIK 14-15	19,697	-0,96	39,394	40,354
TITIK 15-16	20,844	-0,097	41,688	41,785
TITIK 16-17	SIMPANG 3			
TITIK 17-18	23,939	-0,084	47,878	47,962
TITIK 18-19	TIKUNGAN			
TITIK 19-20	27,125	1,189	54,25	53,061
TITIK 20-21	TIKUNGAN			
TITIK 21-22	32,24	-0,776	64,48	65,256

TITIK 22-23	28,396	-0,406	56,792	57,198
TITIK 23-24	SIMPANG 3			
TITIK 24-25	22,304	-0,151	44,608	44,759
TITIK 25-26	23,477	-0,217	46,954	47,171
TITIK 26-27	24,437	-0,184	48,874	49,058
TITIK 27-28	TIKUNGAN			
TITIK 28-29	26,047	-0,515	52,094	52,609
TITIK 29-30	19,388	-0,874	38,776	39,65
TITIK 30-31	TIKUNGAN			
TITIK 31-32	20,903	-0,168	41,806	41,974
TITIK 32-33	22,666	-0,595	45,332	45,927

**Tabel 3.**Perhitungan *Superelevasi* dan Jari Jari Tikungan

DATA SUPERELEVASI			
SEGMENT	LEBAR JALAN (m)	JARI-JARI TIKUNGAN	SUPERELEVASI (m)
TITIK 18-19	33,34	14,4	1,186
TITIK 20-21	20,082	14,4	0,72
TITIK 27-28	16,255	14,4	0,6
TITIK 30-31	21,908	14,4	0,78

**Tabel 4.**Perhitungan *Grade Jalan*

GRADE JALAN				
SEGMENT	ELEVASI TERENDAH	ELEVASI TERTINGGI	JARAK	GRADE JALAN
TITIK 3-4	-16,407	-8,028	70,044	12%
TITIK 4-5	-8,028	-1,725	49,205	13%
TITIK 5-7	-1,725	7,675	104,426	9%
TITIK 7-9	7,675	15,159	89,524	8%
TITIK 9-11	15,159	24,596	75,164	12%
TITIK 11-12	24,596	28,575	49,666	8%
TITIK 12-14	28,575	29,747	98,856	1%
TITIK 14-16	29,747	36,927	113,266	6%

### Durasi *Slippery* Sebelum Dan Kajian Geometri Jalan

Berdasarkan pengamatan di lapangan, hal yang paling besar dalam mempengaruhi lamanya *slippery* adalah genangan air pada badan jalan. Genangan air tersebut akan membuat struktur jalan akan semakin lembut, licin dan hancur. Hal tersebutlah yang membuat *motor grader* tidak bisa langsung digunakan setelah hujan untuk meng-*scrub* jalan sehingga diperlukan *bulldozer* terlebih dahulu turun kejalan untuk membersihkan genangan air dan *spoil* yang berukuran besar.

Untuk menentukan volume tanah, maka perbedaan angka ketinggian dikalikan dengan luas yang dicakup [8]. Waktu yang dibutuhkan *bulldozer* untuk melakukan *slippery* dapat diketahui dengan cara membagi *volume* luasan area yang akan di kerjakan yang mana tebal lapisan *spoil* rata ratasebesar 10 cm dengan kemampuan produktivitas *bulldozer* (Tabel 5). Sedangkan waktu *slippery* yang dibutuhkan *motor grader* didapat dengan cara membagi antarluas area yang akan di kerjakan dengan kemampuan *motor grader* dalam mengoperasikan area perjam (Tabel 5). Total waktu *slippery* sebelum kajian pada tabel 6.

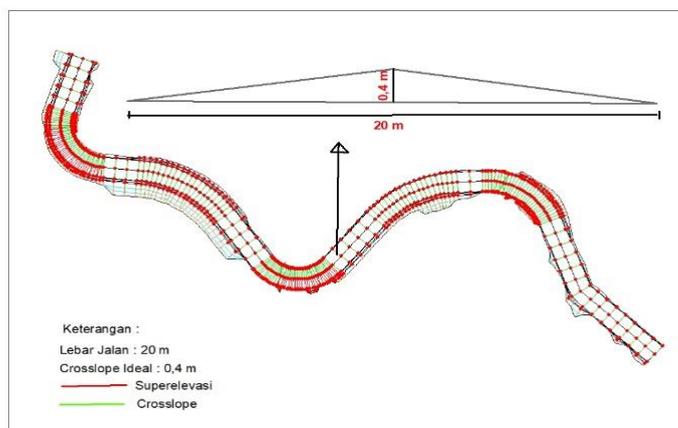
**Tabel 5.**Perhitungan Produktivitas Alat

Bulldozer	495,6 m <sup>3</sup> /jam
Motor Grader	19.920 m <sup>2</sup> /jam
Alat Hauler	37,86 bcm/jam.

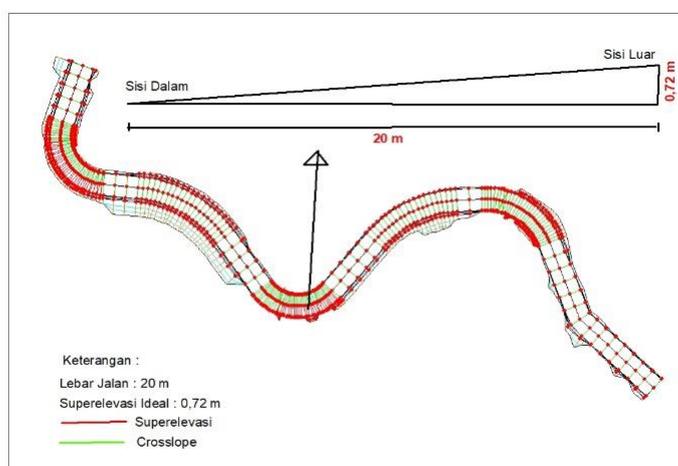
**Tabel 6.**Total Waktu *Slippery* Sebelum Kajian

Kegiatan	Waktu (Jam)
<i>Bulldozer</i> penirisan air dan <i>spoil</i> berukuran besar (2 unit)	3,95
<i>Motor grader</i> membersihkan jalan (1 unit)	1,97
Total waktu <i>slippery</i>	5,92

Perbaikan durasi *slippery* dapat dilakukan dengan perbaikan geometri jalan mulai dari *crosslope* [3] dan *superelevasi* jalan [6] dengan mengajukan desain perbaikan jalan (**Gambar 3** dan **Gambar 4**). Geometri jalan angkut yang baik disesuaikan dengan ukuran dan bentuk alat angkut. Perbaikan tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mengeleminir genangan air di badan jalan sehingga air hujan akan mengalir ke bagian bahu jalan [12]. Sehingga perbaikan geometri jalan diharapkan bisa mengeleminir waktu yang diperlukan untuk penirisan air dan diharapkan dapat mengurangi tingkat *spoil* yang awalnya mencapai tinggi 10cm menjadi berkurang setengahnya sebagai dampak dari pengurangan genangan air yang menyebabkan material menjadi lebih lembut dan lunak.



**Gambar 3.**Desain Jalan dengan *Crosslope*



**Gambar 4.**Desain Jalan dengan *Super elevasi*

### Durasi *Slippery* Setelah Perbaikan Geometri dan Penambahan Material Limbah Pembakaran Batubara

Total waktu *slippery* dengan kombinasi *bulldozer* dan *motor grader* menyentuh angka 5,92 jam dengan penggunaan *bulldozer* 3.95 jam dan *motor grader* 1.97 jam. Durasi tersebut melewati dari target yang diinginkan perusahaan yaitu 2 jam. Untuk mencapai target *slippery* <2 jam maka usaha yang dapat dilakukan adalah dengan mengeleminir aktivitas *Bulldozer* membersihkan *spoil*. Pada dasarnya hal ini dapat dilakukan seperti jalan *coal hauling* dimana aktivitas *slippery* dilakukan hanya dengan menggunakan *motor grader*. Hal ini dapat terjadi karena kondisi jalan telah padat dengan penambahan material *batu split*. Namun mengingat jalan *overburden* sifatnya *temporer* sehingga penggunaan *batu split* yang memerlukan biaya besar menjadi tidak efisien.

Oleh karena itu, alternatif yang dapat direkomendasikan dengan menambahkan material abu batubara atau limbah pembakaran batubara (*fly ash bottom ash*) ke material jalan. Penambahan abu batu bara pada tanah menyebabkan kuat geser tanah bertambah [7]. Abu pembakaran batubara merupakan limbah banyak mengandung silika dan dapat digunakan sebagai pengganti semen dalam pembuatan beton. Hasil uji menunjukkan semakin tinggi penambahan substitusi *fly ash* pada beton, maka semakin tinggi nilai kuat tekannya [1]. Penambahan kuat geser dan kuat tekan material berbanding lurus kepadatan material sehingga diharapkan dapat mengurangi potensi terbentuknya *spoil* dan menjadi alternative pengganti dari material *batu split*. Abu batubara merupakan hasil samping dari pembakaran batubara.

Dari perhitungan durasi *slippery* dengan perbaikan geometri terjadi penurunan durasi *slippery* menjadi 3.95 jam (**Tabel 7**) namun belum dapat memenuhi target perusahaan. Pengurangan ini merupakan kompensasi dari terbentuknya *cross slope*, super elevasi, dan *grade jalan* yang mengeleminir genangan air pada badan jalan sehingga dapat mengurangi potensi terbentuknya *spoil*. Namun perbaikan geometri ini tidak dapat menyelesaikan masalah material pembentuk jalan. Material jalan yang sama (lunak) akan tetap menghasilkan *spoil*.

**Tabel 7.**Waktu *Slippery* Setelah Dilakukanya Perbaikan Geometri Jalan

Kegiatan	Waktu (Jam)
<i>Bulldozer</i> membersihkan <i>spoil</i> (2 unit)	1,98
<i>Motor grader</i> membersihkan jalan (1 unit)	1,97
Total waktu <i>slippery</i>	3,95

Perbaikan material dapat dilakukan dengan alternative penambahan abu batubara dan dilakukan pemadatan. Hasil yang diharapkan dari penambahan material abu batubara adalah tidak perlunya *bulldozer* melakukan pembersihan *spoil* terlebih dahulu dikarenakan struktur jalan sudah lebih kering dan padat. Aktivitas *slippery* hanya perapihan jalan menggunakan *motor grader* sehingga total waktu *slippery* dapat mencapai 1.97 jam sesuai target perusahaan (**Tabel 8**).

**Tabel 8.**Waktu *Slippery* Setelah Penambahan Material Abu Batubara Pada Jalan

Kegiatan	Waktu (Jam)
<i>Motor grader</i> merapikan jalan	1,97
Total waktu <i>slippery</i>	1,97

### KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Permasalahan geometri jalan yang masih belum menerapkan sesuai standar yang ada meliputi *crossslope*, *superelevasi*, dan *grade jalan* mengakibatkan genangan air di badan jalan yang memperlama durasi *slippery* pasca hujan.

2. Lama durasi *slippery* sebelum dilakukannya dikajian berdasarkan produktivitas alat mekanis yaitu 5,92 jam. Lama durasi *slippery* setelah dilakukannya perbaikan geometri jalanyaitu 3,95 jam. Untuk durasi *slippery* setelah dilakukannya perbaikan geometri jalan dan penambahan material limbah abu pembakaran batu bara ke badan jalan yaitu 1,97 jam.
3. Untuk penelitian lanjutan dapat dilanjutkan dengan analisis setelah dilakukan perbaikan geometri sesuai desain dan penambahan material abu pembakaran batubara untuk menganalisis pengurangan durasi *slippery* aktual.

## DAFTARPUSTAKA

- [1] Agus, I., &Surianti, S. (2020). Pemanfaatan Abu Batu Bara (Fly Ash) Pada Beton. Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN, 9(2), 89–95.
- [2] Ginting, S. D., Yulanda, Y. A., & Zahar, W. (2023). Evaluasi Rencana Penambangan Tahunan 2022 Untuk Optimalisasi Target Produksi Di Pt Jambi Prima Coal Desa Pamusiran. Jurnal Sains Dan Teknologi: JurnalKeilmuan Dan AplikasiTeknologiIndustri, 23(1), 122.
- [3] Herdiansyah, S., Zaenal, &Iswandaru. (2022). Kajian Teknis Geometri Jalan Tambang untukMengurangiDampak Slippery sebagai Upaya MeningkatkanProduksi Nikel PT ANTAM (Persero) Tbk di KecamatanMaba, Kabupaten Halmahera Timur, Provinsi Maluku Utara. Bandung Conference Series: Mining Engineering, 2(2), 441–447.
- [4] Indonesianto, Y. (2013). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Upn Veteran Yogyakarta.
- [5] Keputusan Menteri EnergiSumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827K/30/MEM/2018. PedomanPelaksanaanKaidah Teknik Pertambangan Yang Baik: 98-100. (n.d.).
- [6] Melodi, A., &Asyik, M. (2017). Kajian Teknis Kegiatan PenguranganDurasi Slippery Pada Jalan AngkutOverburdenblok Barat Pt. Muara Alam Sejahtera Lahat Sumatera Selatan Technical Study of Reduction of the Slipperyduration Activities on Overburden Road West Block Pt. Muara AlamSejahter. Agustus, 1(4), 18–27.
- [7] Polii, S. N., Sompie, O. B. A., &Manaroinsong, L. D. K. (2018). PengaruhPenambahan Abu Batu Bara Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung. Tekno, 16(69), 11–15.
- [8] Rostiyanti, S. F. (2008). *Alat Berat UntukProyekKonstruksi*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- [9] Saifuddin, M. T. B. (2022). Pit 1 Blok 24 PT SenamasEnergindo Mineral Analysis of bulldozer needs in slippery activities at Pit 1 Block 24, PT SenamasEnergindo Mineral. JurnalHimasapta, 7(2), 103–106.
- [10] Sukiman, S. (1999). *Dasar DasarPerencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- [11] Wigroho, H. Y., &Suryadharma, H. (1992). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [12] Winarno, E., Inmarlinianto, &Suretno, A. (2018). Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara di PT MandiriIntiperkasa, Kalimantan Utara. JurnalTeknologiPertambangan, 4(2), 144–153.