



SNIP



Prosiding

SEMINAR NASIONAL INSINYUR PROFESIONAL

Insinyur Indonesia Sebagai Pelopor Teknologi

SNIP





SUSUNAN TIM REDAKSI
PROSIDING SEMINAR NASIONAL INSINYUR PROFESIONAL
(SNIP IV) TAHUN 2023
PROGRAM STUDI PROGRAM PROFESI INSINYUR UNIVERSITAS
LAMPUNG

Penanggung Jawab

Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng

Redaktur Pelaksana

Dr. Eng. Mardiana, S.T., M.T.

Editor

Ir. Ika Kustiani, S.T., M. Eng. Sc., PhD., IPM

Ir. Gigih Forda Nama, S.T., M.T.I., IPM.

Ir. Trisya Septiana, S.T., M.T., IPM

Kesekretariatan

Stefi Setiawati Naray, S.Sos.

Siti Nafisha Meidina

Natasyah Adelina

Alamat

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, Gedung A, Fakultas
Teknik, Universitas Lampung.

Email

snip@eng.unila.ac.id





**SUSUNAN KEPANITIAAN
SEMINAR NASIONAL INSINYUR PROFESIONAL SNIP IV
TAHUN 2023**

- Penanggungjawab : 1. Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T. M.Sc.
2. Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng
- Ketua Pelaksana : Dr. Eng. Mardiana, S.T., M.T.
Sekretaris : Ir. Trisya Septiana, S.T., M.T., IPM
- Seksi-seksi :
a. Website dan Publikasi : 1. Martinus, S.T., M.Sc.
2. Ir. Panji Kurniawan, S.T., M.T.
3. Zulmiftahul Huda, S.T., M.T.
4. Ir. Meizano Ardhi Muhammad, S.T., M.T.
- b. Komite Ilmiah : 1. Dr. Eng. Ir. Ratna Widyawati S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng
2. Ir. Ika Kustiani, S.T., M. Eng. Sc., PhD., IPM
3. Ir. Herry Wardono, M.Sc., IPM.
4. Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
5. Dr. Ir. Agus Setiawan, M.S., IPM.
6. Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.P., Ph.D., IPU.
7. Dr. Ir. Muh. Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU
- c. Kesekretariatan : 1. Stefi Setiawati Naray, S.Sos.
2. Siti Nafisha Meidina
3. Natasyah Adelina





KATA PENGANTAR

Berlakunya PP No 25 Tahun 2019 yang merupakan turunan dari UU 11 Tahun 2014 tentang keinsinyuran, menarik minat sarjana teknik yang sudah bekerja di dunia keinsinyuran dan generasi muda untuk menekuni profesi Insinyur. Hal itu terlihat dengan semakin banyaknya jumlah mahasiswa yang ingin memperoleh gelar profesi di bidang keinsinyuran melalui mekanisme sebagaimana diatur dalam Undang-undang dan Peraturan Pemerintah tersebut, salah satunya adalah mendaftar di Program Studi Program Profesi Insinyur Universitas Lampung.

Keinsinyuran adalah kegiatan teknik dengan menggunakan kepakaran dan keahlian berdasarkan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk meningkatkan nilai tambah dan daya guna secara berkelanjutan. Ada banyak jenis penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang dimiliki oleh para insinyur, namun masih sedikit yang dipublikasikan. Cakupan bidang keinsinyuran tersebut meliputi disiplin teknik berupa rekayasa sipil dan lingkungan, industri, konservasi dan pengelolaan sumber daya alam, pertanian, teknologi kelautan, aeronotika dan astronotika.

Salah satu upaya untuk merespon keberadaan ilmu keinsinyuran yang semakin berkembang, Program Studi Program Profesi Insinyur (PSPPi) Fakultas Teknik Universitas Lampung mengadakan Seminar Nasional Insinyur Profesional. Kegiatan ini dilakukan secara rutin setiap tahun sebagai salah satu wujud kepedulian akan hadirnya pengembangan ilmu Keinsinyuran yang berkelanjutan. Kegiatan ini menghadirkan narasumber yang kompeten di bidangnya dan diikuti oleh para insinyur dari berbagai bidang disiplin ilmu. Selaras dengan Visi Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM) Universitas Lampung yaitu menjadi lembaga yang terkenal di tingkat nasional dan internasional untuk penelitian dan penerapan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni (ipteks), kegiatan ini akan menghasilkan publikasi penelitian serta penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang dikenal di tingkat nasional.

Kami mengucapkan terimakasih untuk semua dukungan dari berbagai pihak dalam penyelenggaraan Seminar ini. Semoga kegiatan ini dapat memberikan kontribusi dalam pembangunan khususnya yang berkenaan dengan bidang keteknikan.

Ketua Panitia Seminar Nasional





Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Optimalisasi produktivitas pada kegiatan pengangkutan di lokasi Tambang Batubara Arief Andriansyah^a, Herry Wardono^b, Armijon^c

^aProyek Pemeliharaan Jalan Tol Ruas Terbanggi Besar – Kayu Agung, PT. Waskita Karya (persero) Tbk., Jl. MT Haryono Kav. No 10 Cawang, Jakarta 13340

^{bc}Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Unila, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Masuk 10 Agustus 2023

Diterima 10 September 2023

Kata kunci:

batubara

Jalan

kecepatan

pengangkutan

produktivitas

ABSTRAK

Karya ilmiah membahas tentang ketidaktercapaian target produktivitas pengangkutan (hauling productivity) pada kegiatan pertambangan batubara di Site Muara Tiga Besar Utama (MTBU, Tanjung Enim, Sumatera Selatan). Penulis mengumpulkan data – data penyebab tidak tercapainya target tersebut, baik data primer maupun data sekunder. Kemudian penulis mencari akar penyebab tidak tercapainya target tersebut, akar penyebab tersebut antara lain kondisi permukaan jalan yang kurang mendukung, lebar badan jalan yang menyempit, kecepatan rata-rata (*average speed*) di bawah standart, banyaknya perimpangan tidak efektif di front, dan lain sebagainya. Tentunya kondisi ini selain menciptakan ketidaktercapaian produktivitas pengangkutan, hal ini juga meningkatkan biaya produksi, khususnya dalam biaya bahan bakar dan perawatan permukaan roda alat angkut. Penulis melakukan tindakan perbaikan antara lain memperbaiki lebar badan jalan yang mengalami penyempitan, menghampar agregat material kelas A dan melakukan pengecekan terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR) pada area jalan, melandaikan beberapa titik jalan yang memiliki kemiringan yang curam, menerapkan proses pemadatan perkerasan badan jalan sesuai prosedur, membuat design tempat pemberhentian alat angkut, membuat design pengalihan akses jalan, dan lain sebagainya. Dengan beberapa perbaikan tersebut, dihasilkan terdapat kenaikan angka kecepatan rata-rata alat angkut dari 20,11 km/jam menjadi 22,36 km/jam. Dengan meningkatnya angka kecepatan rata-rata, angka produktivitas pengangkutan pun meningkat dari angka 85,75% menjadi 98,5% atau setara dengan 842 m³/jam. Seiring dengan hal tersebut, angka produksi batubara pun meningkat.

1. Pendahuluan

Batu bara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan nitrogen dan oksigen. Batu bara juga merupakan batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk, bisa berbentuk kubus, balok, bulat, atau segitiga. Batu bara memiliki banyak manfaat bagi kehidupan sehari-hari, yaitu sebagai sumber bahan bakar pembangkit listrik, menghasilkan berbagai produk gas, membantu industri baja, membantu produksi semen, dan lain sebagainya

Pertambangan batubara merupakan salah satu lini bisnis yang menjadi penopang dalam kemajuan perekonomian di Indonesia. Dengan adanya ekspor batu bara ke luar negeri diharapkan dapat mendatangkan keuntungan bagi negara Indonesia. Dalam upaya penambangan batu bara, perlu dilakukan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi yang cukup matang, sehingga tercipta pekerjaan penambangan yang cukup efektif dan optimal. Dalam

penambangan batu bara, sebelum mendapatkan batu bara yang diinginkan, penambang harus melaksanakan pembersihan lahan (land clearing) dan penggalian material tanah (overburden) yang berada di atas lempengan batu bara.

PT. Pamapersada Nusantara selaku kontraktor utama penambangan pada site Muara Tiga Besar Utara (MTBU) milik PT. Bukit Asam (Persero) Tbk (PTBA) pada Unit Penambangan Tanjung Enim, Kab. Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan bertugas melaksanakan pembersihan lahan, penggalian tanah, penggalian batu bara, dan pengangkutan batu bara ke stockpile. Dalam pelaksanaan penambangan terdapat 3 pokok pekerjaan yaitu

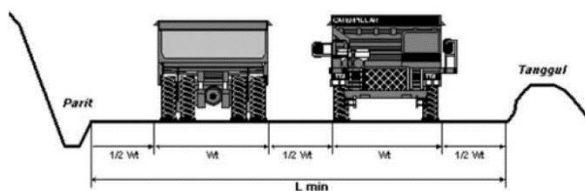
1. Penggalian (loading) material tanah pada area tambang (*fleet*)
 2. Pengangkutan (*hauling*) material tanah dari area tambang (*fleet*) ke arah disposal
 3. Pembuangan (*dumping*) material tanah pada area disposal
- Dari 3 kegiatan di atas, perlu dilaksanakan dengan baik dari tahap perencanaan, pelaksanaan, dan monitoring sehingga dapat tercapai target yang diinginkan. Penulis selaku *Mine Infrastructure Engineer* PT. Pamapersada Nusantara bertugas dan bertanggung jawab untuk menganalisa dan merencanakan

tindakan evaluasi terhadap 3 point di proyek, yaitu terkait stabilitas lereng tambang, proses pengangkutan (hauling) material, dan system dewatering. Tetapi dalam karya ilmiah ini pembahasan akan berfokus pada analisa dan tindakan evaluasi penulis pada proses pengangkutan (hauling) material tanah dari area tambang (*fleet*) ke arah disposal. Semakin cepat proses pengangkutan (hauling) dilaksanakan, semakin cepat efektif pekerjaan penambangan. Pada karya ilmiah ini, akan dibahas permasalahan terkait produktivitas pengangkutan (hauler productivity) yang tidak memenuhi target. Akibat dari kondisi tersebut tentunya ada banyak target produksi batu bara yang tidak tercapai (*loss production*). Beberapa parameter yang akan dibahas dalam karya ilmiah ini terkait pelaksanaan pengangkutan (*hauling*) yaitu produktivitas pengangkutan (*hauling productivity*), durasi siklus (*cycle time*), durasi pengangkutan (*travel time*), dan kepadatan lalu lintas (*traffic density*). Analisa dan penentuan metode penanganan juga akan dibahas pada penelitian ini. Penelitian dan analisa mengenai penyebab menurunnya produktivitas pengangkutan (*hauling productivity*) dan solusi penanganan akan dibahas pada karya ilmiah ini. Melihat pentingnya lini bisnis produksi batu bara untuk negeri kita, dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi para engineer di masa yang akan datang dalam menjalankan pertambangan batu bara. Dengan memiliki semakin banyak wawasan, para engineer dapat melaksanakan kegiatan penambangan dengan Langkah dan metode yang lebih efektif dan efisien.

Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan subgrade dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti (Syauwalul : 2022). Jalan pertambangan adalah jalan khusus untuk kegiatan pertambangan dan berada pada area pertambangan yang terdiri atas jalan penunjang dan jalan tambang. Permasalahan utama konstruksi jalan tambang yang dilalui oleh beban berat adalah kecilnya nilai daya dukung tanah dasar, sehingga ketebalan jalan akan semakin besar, yang berpengaruh terhadap biaya pengerjaan yang tidak sedikit. Daya dukung subgrade dalam analisis perencanaan dinyatakan dengan nilai CBR (California Bearing Ratio). Penentuan kekuatan subgrade dengan percobaan CBR, akan didapatkan nilai untuk menentukan tebal perkerasan jalan. Dalam metode AASHTO 1993, modulus resilien (MR) digunakan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Penentuan nilai modulus resilien (MR) dilakukan menggunakan Persamaan. Secara umum jalan angkut berfungsi untuk menunjang kelancaran dalam operasi penambangan khususnya dalam kegiatan pengangkutan. Keadaan jalan yang dapat mempengaruhi kegiatan kegiatan pengangkutan dapat diatasi dengan melakukan perubahan pada design atau rancangan jalan tersebut. Adapun faktor – faktor yang harus diperhatikan adalah

1. Lebar Jalan

Lebar jalan angkut pada kondisi lurus maupun tikungan berbeda. Kendaraan memerlukan ruang gerak yang lebih besar pada kondisi tikungan dibandingkan pada kondisi lurus.



Gambar 1.1 Tampak Badan Jalan Jalur Lurus

Kriteria lebar untuk jalur yang ditempuh dari segmen pengangkutan luns harus didasarkan pada kendaraan terluas yang digunakan (Hustrulid & Kuchta, 1995). Rumus perhitungan lebar jalan lurus sebagai berikut :

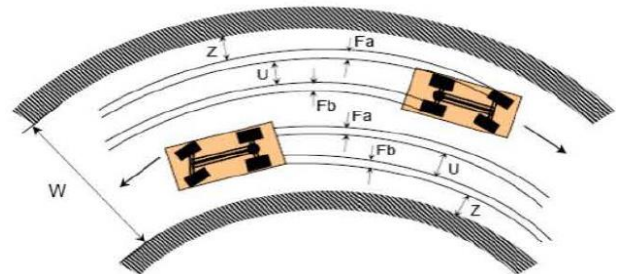
$$L (min) = [(n.Wt)+\{(n+1)(1/2.Wt)\}]$$

Keterangan :

L (min) = lebar minimum pada jalur lurus (m)

N = jumlah jalur

Wt = lebar satu unit kendaraan (m)



Gambar 1.2 Tampak Badan Jalan Jalur Tikungan

Rumus perhitungan lebar jalan pada tikungan :

$$W min = \{(2x(U+Fa+Fb+Z))+C\}$$

$$Z = \{(U+Fa+Fb)/2\}$$

Keterangan :

Wmin : Lebar jalan pada jalur tikungan (m)

U : Jarak jejak roda truck (m)

Fa : Lebar jantai depan (m)

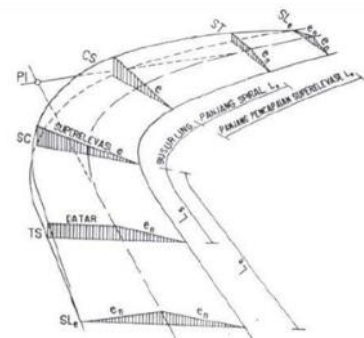
Fb : Lebar jantai belakang (m)

Z : Jarak sisi luar truck ke tepi jalan (m)

C : Jarak antar truck (m)

2. Superelevas

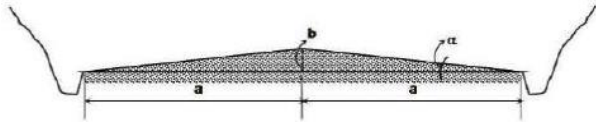
Merupakan kemiringan jalan yang terdapat pada belokan atau tikungan. Superelevasi erat kaitannya dengan jari-jari tikungan maupun kecepatan dari kendaraan yang melintasinya



Gambar 1.3 Perubahan Kemiringan pada Tikungan

3. Cross Slope

Merupakan kemiringan jalan pada jalan lurus dikarenakan perbedaan ketinggian pada sisi permukaan jalan. Kemiringan tersebut juga berfungsi untuk meminimalisir adanya genangan air pada badan jalan. Tingkat kemiringan badan jalan (cross slope) yang memungkinkan pemindahan air permukaan secara cepat tanpa mempengaruhi control alat angkut harus diperhitungkan (Kaufnan, 1977). Menurut Hustrulid & Kuchta (1995), sebagian besar jalan tambang dibangun dari kerikil dan pecahan batuan. Sedangkan menurut Kepmen ESDM NO. 1827 menyatakan bahwa dalam pembuatan jalan tambang diperlukan kemiringan melintang (cross fall) paling kurang 2% (dua persen) dari lebar jalan.



Gambar 1.4 Kemiringan Badan Jalan

Keterangan :

a = jarak horizontal

b = tinggi vertikal pada poros memanjang jalan

α = Cross Slope

4. Kemiringan Jalan

Merupakan suatu tanjakan/turunan pada jalan angkut di mana tingkat kecuraman maupun kelandaian dari tanjakan/turunan tersebut akan berpengaruh terhadap produksi dari alat angkut. Hal ini dikarenakan adanya tahanan pada tanjakan (grade resistance) yang harus diatasi oleh mesin dari alat angkut.

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

Keterangan =

Δh = beda jarak vertikal

Δx = beda jarak horizontal

Menurut Kepmen ESDM No. 1827 menyatakan bahwa kemiringan (grade) jalan tambang maksimal 12% (dua belas persen) setelah mempertimbangkan kemampuan alat angkut, material pembentuk jalan dan rasio penggunaan bahan bakar.

5. Tanggul Pengaman (Safety Berm)

Menurut Hustrulid & Kuchta (1995), untuk tanggul tersebut, pedoman dalam rancangannya adalah paling tidak tingginya harus sama atau lebih besar dari nilai static rolling radius roda alat angkut. Persamaan menghitung besarnya nilai static rolling radius dapat digunakan dengan persamaan :

$$TH = 1,05 \times 2 \times SRR$$

Keterangan :

SRR = static rolling radius (m)

TH = tinggi roda alat angkut (m)

Menurut Kepmen ESDM No. 1827 menyatakan bahwa pada sisi luar badan jalan tambang diperlukan tanggul pengaman dengan tinggi minimum 3/4 (tiga per empat) dari diameter roda kendaraan terbesar.

Angka California Bearing Ratio (CBR)

Angka California Bearing Ratio (CBR) yaitu perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban standar (standard load) dan disajikan dalam persentase (Soedarmo & Purnomo, 1993).

$$CBR = \frac{PT}{PS} \times 100\%$$

Keterangan :

PT : beban percobaan (test load)

PS : beban standar (standard load)

Angka California Bearing Ratio (CBR) menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berbentuk batu pecah dengan nilai CBR sebesar 100%.

2. Metodologi

2.1 Persiapan Bahan dan Data

Pengumpulan data primer dan sekunder dilakukan melalui :

- Data Evaluator dari Tim Engineering PT. Pamapersada Nusantara
- Observasi / pengamatan langsung terhadap proses pengangkutan (*hauling*)

2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan secara berurutan dan terdiri dari beberapa tahapan, yaitu :

1. Penentuan target-target pekerjaan sesuai program kerja perusahaan
2. Pengumpulan data – data aktual lapangan
3. Analisa perhitungan target produktivitas sesuai klasifikasi ukuran dan jenis alat (Januari 2015 s.d April 2015)

Periode		Jan' 2015				
Avg. Distance (m)	2.944	Total HD	Target Prod'ty	Produksi	Impact	
	n HD	n PC				
PC 2000 NB	6	8	48	115	5500	46%
PC 1250 NB	6	8	42	84	3526	30%
PC 800 NB	4	7	28	104	2907	24%
PC 2000 CL	4	7	56	116	6509	49%
PC 1250 CL	5	7	35	109	3813	29%
PC 800 CL	4	7	28	105	2941	22%

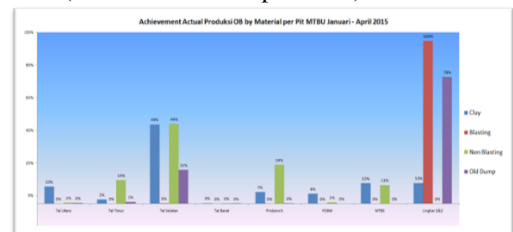
Periode		Feb' 2015				
Avg. Distance (m)	2.622	Total HD	Target Prod'ty	Produksi	Impact	
	n HD	n PC				
PC 2000 NB	6	8	48	124	5967	52%
PC 1250 NB	5	7	35	91	3191	28%
PC 800 NB	3	7	21	112	2347	20%
PC 2000 CL	6	8	48	126	6061	48%
PC 1250 CL	5	7	35	118	4119	33%
PC 800 CL	3	7	21	113	2376	19%

Periode		Mar' 2015				
Avg. Distance (m)	2.622	Total HD	Target Prod'ty	Produksi	Impact	
	n HD	n PC				
PC 2000 NB	6	9	54	118	6353	53%
PC 1250 NB	6	7	42	86	3633	30%
PC 800 NB	3	6	18	106	1914	16%
PC 2000 CL	7	10	70	119	8358	53%
PC 1250 CL	5	7	35	112	3910	25%
PC 800 CL	4	8	32	108	3444	22%

Periode		Mar' 2015				
Avg. Distance (m)	2.541	Total HD	Target Prod'ty	Produksi	Impact	
	n HD	n PC				
PC 2000 NB	5	10	50	128	6396	52%
PC 1250 NB	5	7	35	94	3285	27%
PC 800 NB	3	8	24	111	2669	22%
PC 2000 CL	6	10	60	130	7800	53%
PC 1250 CL	5	7	35	121	4233	29%
PC 800 CL	3	8	24	113	2702	18%

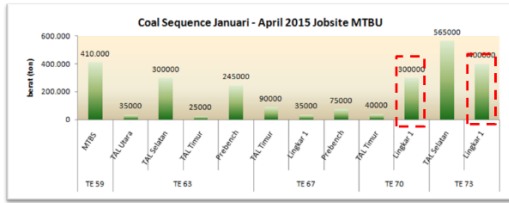
Tabel 2.1 Produktivitas Sesuai Klasifikasi Alat

4. Analisa perhitungan target produktivitas sesuai jenis material (Januari 2015 s.d April 2015)



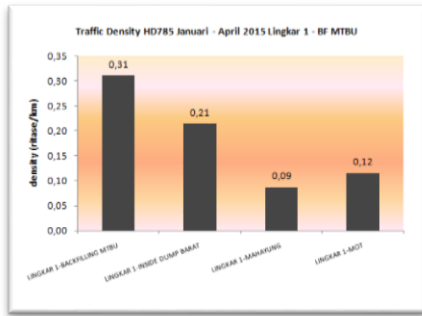
Grafik 2.1 Achievement Produksi Material OB

5. Perhitungan target produksi batu bara di masing-masing area (*fleet*)

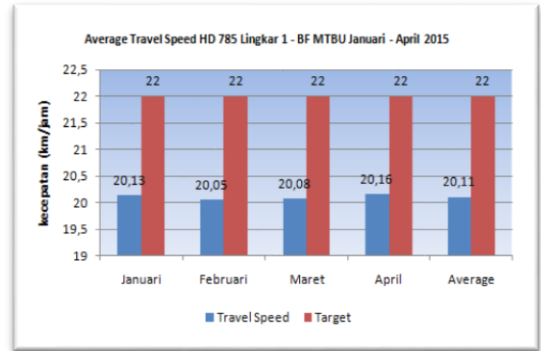


Grafik 2.2 Coal Sequence Januari s.d April 2015

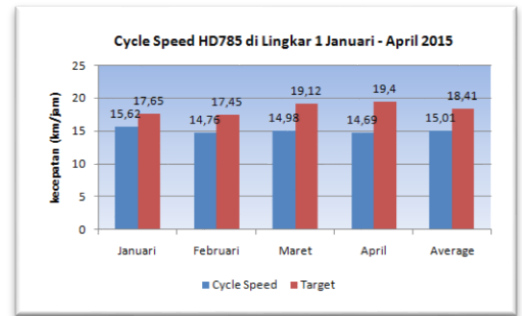
6. Analisa perhitungan kepadatan lalulintas dan produktivitas pengangkutan (hauling productivity)



Grafik 2.3 Kepadatan lalulintas Akses Pengangkutan



Grafik 2.5 Kecepatan Rata-Rata Pengangkutan

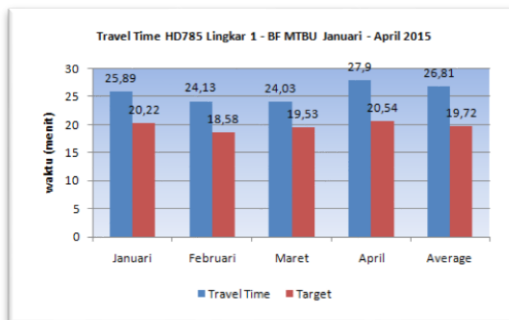


Grafik 2.6 Plan Vs Actual Cycle Speed

Route	Plan (m ³ /jam)	Average (m ³ /jam)	Deviasi on (m ³ /jam)	Duratio n	Loss Production (m ³)
Lingkar 1 - MTBU	98	84	14	36.351	508.171
Lingkar 1 - IDB	157	110	48	5.698	270.864
Lingkar 1 - Mahayung	69	58	11	981	10.709
Lingkar 1 - MOT	94	86	8	219	1.642

Tabel 2.2 Produktifitas Pengangkutan setiap Fleet

7. Analisa perhitungan waktu siklus (cycle time), kecepatan pengangkutan (travel speed), dan kecepatan rata-rata (average speed)



Grafik 2.4 Target dan Pencapaian Travel Time

8. Analisa penggunaan bahan bakar alat (fuel consumption)

Periode (thn 2015)	Fuel Consumption (ltr/jam)	Productivity (m ³ /jam)	Waiting Time (jam/ritase)	Fuel Waste (ltr)
Januari	60,00	446,11	0,08	52,64
Februari	61,79	455,00	0,01	70,41
Maret	63,46	484,00	0,09	68,35
April	62,16	583,00	0,10	91,05

Tabel 2.3 Pemborosan Bahan Bakar Alat Berat

3. Hasil dan pembahasan

Setelah melakukan pengumpulan data baik primer maupun sekunder, didapati kondisi aktual dalam proses pengangkutan (hauling). Penulis juga melakukan evaluasi guna mendapatkan akar permasalahan yang menyebabkan tidak tercapainya target produktivitas perusahaan. Akar penyebab tersebut antara lain material perkerasan jalan yang kurang memadai, pekerjaan lain yang memakan badan jalan, kepadatan lalulintas (traffic density) melebihi kapasitas jalan, dan lain sebagainya.

No.	Tahapan	Faktor	Aktualisasi
1.	Perencanaan	Metode	Perencanaan pekerjaan konstruksi jalan masih sebatas trase dan geometri
		Metode	Perencanaan masih bersifat sama rata
		Metode	Perencanaan segmen jalan output masih berada di arean boundary galian
2.	Pelaksanaan	Man	Kurangnya koordinasi antar pengawas lapangan
			Tidak tersedianya material subgrade untuk perkerasan jalan

			Perbaikan tidak dilaksanakan sesuai prosedur yang berlaku
			Kerusakan jalan tidak dapat segera diperbaiki
3.	Monitoring & Evaluasi	Metode	Kepadatan lalu lintas melebihi kapasitas jalan
			Aktivitas pengangkutan terganggu oleh pekerjaan lain di ruas jalan

Tabel 3.1 Akar Penyebab Permasalahan

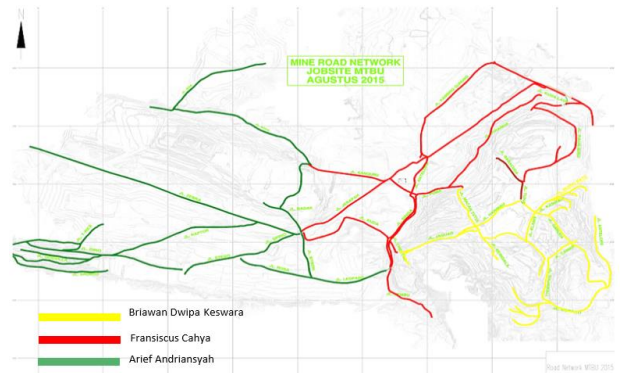
Selanjutnya dilakukan beberapa implementasi perbaikan yaitu antara lain pengalihan trase jalan, perbaikan perkerasan badan jalan, dan lain sebagainya.

No.	Akar Penyebab	Implementasi Perbaikan
1.	Pembagian PIC mine infra belum efektif	Menetapkan mineinfra engineer Membuat detil pekerjaan jalan lebih rinci
2.	Adanya pembangunan pilar conveyor milik PT. BA yang memakan ruas badan jalan	Membuat design pengalihan jalan di lokasi hambatan Melakukan metode pemadatan sesuai prosedur
3.	Belum adanya acuan prioritas perbaikan	Mencantumkan prioritas pekerjaan di Work Order Memasang patok acuan batas penghamparan base coarse
4.	Rute jalan lain tidak memenuhi standart	Melakukan perbaikan & Mendesign pembuatan TPM
5.	Material layak untuk konstruksi jalan belum terpisah dengan material lain	Mengalokasikan tempat stock material dan berkoordinasi dengan pengawas menyangkut pemanfaatannya
6.	Pembuatan & perawatan jalan di front kurang efektif	Mendesign pembuatan trase jalan baru dan melakukan perawatan & perbaikan jalan di front

Tabel 3.2 Penerapan / Implementasi Ide Perbaikan

Rincian implementasi perbaikan sebagai berikut :

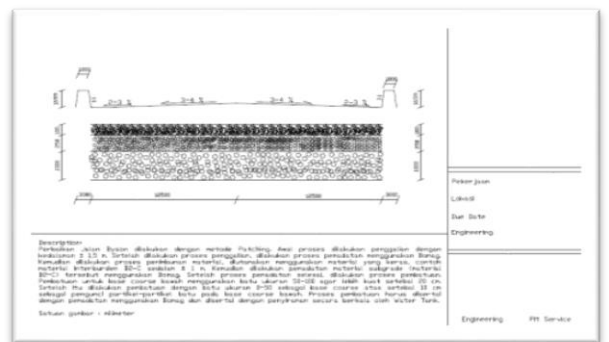
3.1. Pembagian *Person In Charge (PIC) Mine Infra Engineer* di setiap area



Gambar 3.1 Skema Pembagian Area *Mine Infra Engineer* Porsi pembagian kerja antar *mineinfra engineer* yang awalnya belum terorganisasi, selanjutnya dilakukan pembagian porsi kepada 3 personil *mineinfra engineer* pekerjaan berdasarkan wilayah.

3.2. Pembuatan Detil Lapisan Perkerasan Jalan

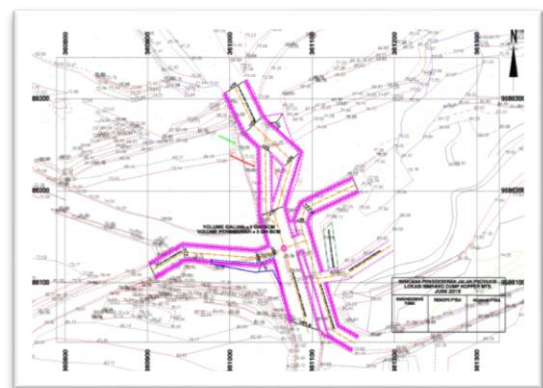
Penulis melakukan implementasi perbaikan lapisan perkerasan jalan pada Jl. Byson, di mana terdapat lapis agregat kelas A setebal 0,50 meter dan lapis agregat kelas B setebal 0,75 meter.



Gambar 3.2 Potongan Melintang Perkerasan Badan Jalan

3.3. Pembuatan Design Pengalihan Jalan di Lokasi Hambatan

Terdapat Pembangunan pilar conveyor milik PT. Bukit Asam ((PTBA) di simpang Jl. Singa yang memakan ruas badan jalan. Implementasi perbaikan yang dilakukan penulis yaitu mendesign pembuatan alternatif jalan sehingga aktivitas pengangkutan (*hauling*) tidak terganggu. Penulis juga mengarahkan pelaksana dalam pengerjaan di lapangan untuk bekerja sesuai prosedur, mengingat lapisan tanah dasar (*subgrade*) akses pengalihan merupakan tanah ekspansif yang memiliki daya dukung yang rendah.



Gambar 3.3 Design Pengalihan Akses Jalan

3.4. Melakukan Metode Pemadatan sesuai Prosedure

Penerapan prosedur penghamparan dan pemadatan lapis perkerasan badan jalan juga penulis terapkan pada pelaksana lapangan. Prosedur tersebut antara lain maksimal pemadatan tiap *layer* maksimal tebal ± 20 cm, pemadatan dengan metode 6 - 8 lintasan, *overlap* setiap pemadatan maksimal 25 cm. Diharapkan dengan penerapan pekerjaan sesuai prosedur, material badan jalan memiliki daya dukung yang tinggi.



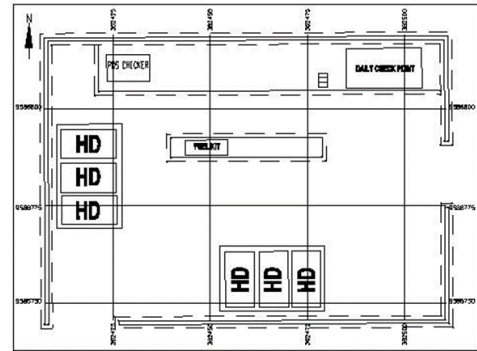
Gambar 3.4 Pemadatan Perkerasan Badan Jalan

- 3.5. Pengujian Ketahanan Perkerasan Badan Jalan**
Sebagai bahan evaluasi, dilakukan uji *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) sebelum dan sesudah tindakan implementasi. Sebelum dilakukan tindakan implementasi, angka *California Bearing Ratio* (CBR) hasil uji DCP sebesar 28%, sedangkan setelah dilakukan tindakan perbaikan yaitu pembuatan detail design lapis perkerasan jalan dan penerapan di lapangan sesuai prosedur, didapat angka CBR sebesar $\geq 50\%$.



Gambar 3.5 Uji Dynamic Cone Penetration (DCP)

- 3.6. Pembuatan Design Tempat Pemberhentian pada Akses Jalan**
Ketika jam istirahat, banyak alat berat terutama *Heavy Duty* (HD) yang berhenti di pinggir jalan. Kondisi tersebut membuat ruas badan jalan yang dapat dilewati semakin sempit, untuk mengatasi hal tersebut, penulis mendesign tempat pemberhentian bagi operator alat berat beserta parkir alat berat *Heavy Duty* (HD).



Gambar 3.6 Design Tempat Pemberhentian Alat Berat

- 3.7. Pengalokasian Tempat Stok Material Perkerasan Badan Jalan**

Dalam perbaikan lapis perkerasan badan jalan, diperlukan material yang cukup bagus atau dikenal dengan istilah material interburden. Penulis menginisiasi pengelompokan penimbunan material hasil gali *front*. Material yang dinilai bagus dan memiliki daya dukung yang cukup baik, dapat digunakan sebagai lapis perkerasan badan jalan.



Gambar 3.8 Stok Material Perkerasan Badan Jalan

- 3.8. Evaluasi Trase Jalan dan Perbaikan jalan di *Front***
Pada beberapa lokasi *fleet*, terdapat beberapa akses jalan yang tidak terurus sehingga membuat *Heavy Duty* (HD) yang akan keluar maupun memasuki area *fleet* menjadi terhambat. Maka penulis mengevaluasi Kembali efektifitas akses-akses tersebut dan melakukan perawatan pada jalan tersebut.



Gambar 3.9 Kondisi Jalan di *Front* Pasca Perbaikan

Dengan beberapa implementasi perbaikan, maka didapat hasil sebagai berikut :

- Kecepatan rata-rata HD785 dari angka 20,11 km/jam menjadi 22,36 km/jam
- Peningkatan produktivitas pengangkutan dari angka 85,75% menjadi 98,5% atau setara dengan 842 m³/jam
- Rata – rata *life time tyre* periode Januari – April 2015 sebesar 9.031 jam menjadi rata-rata *life time tyre* periode Mei – September 2015 sebesar 10.171 jam.
- Nilai rata – rata *empty stop time* (EST) dari $\pm 5,52$ menit menjadi ± 2 menit

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil implementasi perbaikan yaitu meningkatnya kecepatan rata-rata (*average speed*) pengangkutan dari 20,11 km/jam menjadi 22,365 km/jam dan produktivitas pengangkutan (*hauling productivity*) dari 85,75 % menjadi 98,5 %. Dengan meningkatnya produktivitas pengangkutan (*hauling productivity*), secara otomatis pencapaian volume produksi batubara pun meningkat sehingga PT Pamapersada Nusantara selaku kontraktor utama bisa mendapatkan kepercayaan (*trust*) dari pihak *owner* untuk bekerja Kembali di masa yang akan datang.

Diharapkan dengan adanya karya ilmiah ini, para *engineer* dapat menemukan inovasi-inovasi lain supaya menciptakan kondisi kerja yang lebih baik.

5. Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut mendukung terciptanya karya ilmiah ini, yaitu kepada pihak keluarga yang selalu memberikan semangat dan para pengajar yang berkenan memberikan arahan selama berjalannya proses perkuliahan Program Studi Profesi Insinyur. Dengan terciptanya karya ilmiah ini semoga dapat memberi manfaat bagi semua pihak.

6. Daftar pustaka

- Aldiansyah., Rauf Husein, Jamal., Nurwaskito, Arif. (2016) Analisis Geometri Jalan di Tambang Utara pada PT. Ifishdeco Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. Jurnal Geomine, Vol 04, No 1.
- Wibowo Saputra, Arip., Saismana, Uyu., Noor Hakim, Romla., Londong, Christian. (2019). Evaluasi Jalan Angkut Tambang Berdasar Geometri dan Daya Dukung pada Lapisan Tanah Dasar. Jurnal Geosapta Vol. 5 No. 1
- Akbar, Ali., Widodo, Sri., Nurwaskito, Arif., Ilham Kadar, Muhammad. (2022). Evaluasi Jalan Tambang pada Tambang Batubara di PT. Lamindo Intermultikon. Mining Science and Technology Journal, Volume 1, Nomor 1.
- Rizqi, Syauwalul., Darma, Yusria., Chaliqi Taufiq, Luthfi. (2022). Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Tambang dengan Metode Giroud-Han dan Metode AASHTO 1993 (Studi Kasus : Aceh Timur). Journal of The Civil Engineering Student Volume 4, Nomor 3, hal. 232-238