

EVALUASI KINERJA BAN HD 785-7 DAN 777 PADA JALAN ANGKUT TAMBANG DARI FRONT 2 KE CRUSHER III A DAN III B PENAMBANGAN BATU KAPUR PT. SEMEN PADANG

Indra Lesmana Putra^{1*} and Dedi Yulhendra^{2**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*serdadu.2121@gmail.com

**dediyulhendra@ft.unp.ac.id

Abstract. PT. Semen Padang is one of the companies engaged in limestone mining located in Bukit Karang Putih, Indarung, Padang City. Each transport activity requires a mechanical device as a means to facilitated transport activities. PT. Semen Padang uses dump trucks Komatsu HD 785-7 and Caterpillar 777 D to move material from loading point to the Crusher. One of the important component of dump truck in transportation activities is the tires. Tires are one of the important components because the tires are in direct contact with the road surface. The main function of the tires is to hold the weight of a vehicle and the charge that is tangent to the ground surface, controlling the running of the vehicle and continue the power from the engine. So that the selection of proper tires becomes an important factor for the operation to run smoothly. To minimize the risk of tire damage, it is necessary to evaluate the performance of tires by conducting analysis of Key Performance Indicator (KPI) parameters. Which are used to measure tire performance are Ton Kilometer Per Hour (TKPH), Tread Utilization Rated (TUR), Lifetime, and transport condition. If the actual TKPH value has exceeded the TKPH rating, then the lifetime of the tires is not optimum, because it has passed the tire endurance limit. For the percentage value of the actual tire tread level (TUR), all tire used in the dump truck unit at the location must have a TUR safety standard of 85%.

Keywords: Tires, Dump Trucks, KPI, TKPH, TUR, Lifetime.

1. Pendahuluan

PT. Semen Padang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan, PT. Semen Padang (Persero) merupakan salah satu produsen semen nasional di Indonesia yang daerah pemasarannya meliputi Sumatera sampai Kalimantan. Selain untuk memenuhi kebutuhan domestik, PT. Semen Padang (Persero) juga memasarkan produknya ke negara-negara tetangga di Asia Tenggara dan Asia Selatan.

Batu kapur merupakan salah satu bahan baku utama dalam proses pembuatan semen yang diperoleh dari penambangan yang dilakukan di Bukit Karang Putih. Penambangan batu kapur dilakukan dengan cara tambang terbuka (quarry) dengan metode benching system yaitu sistem penambangan yang membentuk jenjang-jenjang yang membagi areal penambangan menjadi beberapa front dan lantai kerja^[1].

Untuk mendukung proses pengangkutan guna memindahkan material batu kapur hasil pembongkaran menuju tempat alat peremuk (crusher) di Bukit Karang Putih, alat angkut yang digunakan dari proses loading sampai dumping point adalah Dump Truck.

Dalam proses loading dan hauling, alat angkut (dumptruck) merupakan alat yang rentan mengalami

kerusakan terutama pada ban (tire). Ban merupakan komponen penting dalam suatu sistem pengangkutan tambang khususnya alat angkut. Jam kerja yang tinggi dari alat angkut merupakan tuntutan produksi, menyebabkan kerja dari ban sebagai komponen yang bersinggungan langsung dengan permukaan jalan yang bervariasi semakin berat dan berisiko untuk mengalami kerusakan.

Pada banyak perusahaan tambang, tuntutan akan tingkat produksi yang tinggi menyebabkan dibutuhkan ban yang berkualitas dan tahan lama. Hal ini tidak terlepas dari mahalnya biaya penggantian ban dan terbatasnya bahan baku pembuatan ban yaitu karet.

Untuk meminimalisir resiko kerusakan ban perlu dilakukan pengelolaan ban yaitu mengevaluasi kinerja ban dengan melakukan analisis tentang parameter KPI (key performance indicator) dari ban. Tiga diantaranya yaitu TKPH (ton kilometer per hour), TUR (tread utilization rate), dan umur (lifetime) dari ban. Geometri jalan tambang yang tidak sesuai standart juga merupakan salah satu faktor kerusakan dini pada ban (tire), dengan diketahuinya nilai parameter-parameter dan faktor kerusakan dini tersebut, penyebab kerusakan

pada ban dapat teridentifikasi dan produktivitas alat akan meningkat.

Untuk mencapai hasil produksi yang sesuai dengan target yang telah ditetapkan, sangat penting melakukan analisis terhadap kinerja alat angkut (dumptruck). Sehingga diharapkan akan dihasilkan target produksi dengan optimal dan aman.

2. Lokasi Penelitian

2.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian

Lokasi tambang PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih terletak di Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat ±15 Km di sebelah Timur Kota Padang. Secara geografis terletak pada 1° 04' 30" LS sampai 1° 06' 30" LS dan 100° 15' 30" BT sampai 100° 18' 30" BT, Arah barat berbatasan dengan kota padang, ke arah Timur dengan Kabupaten Solok, ke arah Utara dengan Kabupaten Agam dan ke arah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan.



Gambar 1. Lokasi Tambang PT. Semen Padang

Lokasi penelitian berada pada front II, dimana jarak jalan angkut dari loading point ke crusher III A dan III B adalah ±2,4 km. Gambar 2 memperlihatkan desain layout jalan angkut di front II.



Gambar 2. Desain Layout Jalan Angkut di Front II

3. Kajian Teori

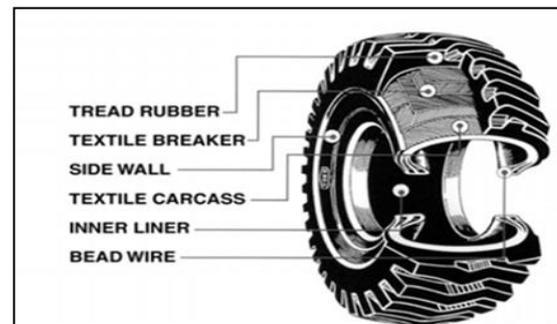
3.1 Ban Off The Road

Ban off the road merupakan penggerak akhir dari kendaraan yang bersinggungan langsung dengan jalan

yang tidak rata, kasar, buruk, dan berbatu, serta mempunyai ketahanan terhadap keausan dan irisan yang baik bila dibandingkan dengan jenis ban yang lain.

Konstruksi utama dari ban terdiri dari empat bagian yaitu tread, carcass, breaker dan bead. Sedangkan bagian yang mempunyai fungsi utama terdiri dari crown, shoulder, sidewall, dan bead. Seperti dijelaskan sebagai berikut^[2].

- 1) Tread, merupakan kulit luar dari ban, melindungi carcass dari keausan dan kerusakan, yang mana bagian ini berhubungan langsung dengan permukaan jalan.
- 2) Sidewall, terbuat dari karet yang fleksibel untuk melindungi bagian samping ban. Berfungsi melindungi plies dari guncangan dan cut.
- 3) Carcass, ada di dalam ban. Berfungsi untuk menahan berat, guncangan, tumbukan, dan tekanan angin. Terbuat dari lembaran-lembaran kawat baja tipis, yang terbungkus oleh karet yang berfungsi untuk melindungi dari kerusakan luar.
- 4) Inner liner, terdiri dari lapisan karet yang melindungi bagian dalam bead untuk mencegah kehilangan tekanan dari ban.
- 5) Breaker, cord yang digunakan di dalam carcass dapat mengalami kerusakan karena kondisi jalan yang buruk. Oleh karena itu, ditempatkan breaker diantara tread dan carcass sebagai peredam guncangan atau tumbukan.
- 6) Bead, digunakan di carcass. Berfungsi untuk menahan kedua ujung dari cord dan menjamin pemasangan yang kuat dari ban dan velg. Struktur ban off the road secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.

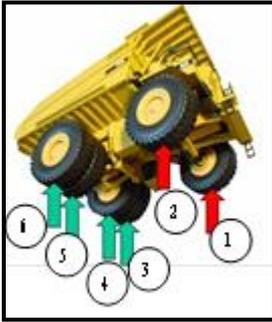


Gambar 3. Struktur Ban Off The Road

3.1.1 Posisi Ban

Penamaan posisi ban, untuk penamaan posisi ban pada dump truck dimulai dari ban kiri depan, begitupun sebaliknya untuk ban belakang juga dimulai dari sebelah kiri. Agar lebih jelas, dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini disertai keterangan ban.

1. Kiri depan
2. Kanan depan
3. Kiri luar belakang
4. Kiri dalam belakang
5. Kanan dalam belakang
6. Kanan luar belakang



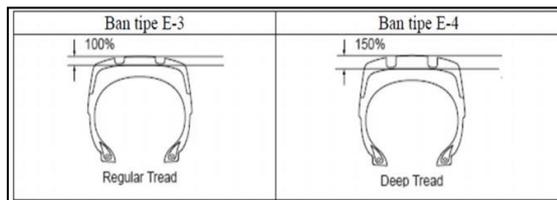
Gambar 4. Posisi Ban Dump Truck

3.1.2 Klasifikasi Ban

Pada alat angkut dump truck yang masuk kedalam kategori earthmover^[3], ban diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu:

1. E-3 adalah ban yang cocok digunakan pada daerah dengan material yang terdiri dari batuan keras, dimana ketahanan terhadap kerusakan eksternal menjadi aspek penting.
2. E-4 adalah ban yang cocok digunakan pada daerah dengan material yang membutuhkan ketahanan yang lebih kuat terhadap kerusakan eksternal (lempung/lumpur) dan abrasi.

Perbedaan kedua klasifikasi ban (E-3 dan E-4) di atas dapat dilihat pada gambar 4. berikut ini.



Gambar 5. Ketebalan Tread ban berdasarkan type

Perbedaan antara ban kode E-3 dan E-4 adalah ban untuk material keras memiliki ketebalan tread yang lebih kecil dibanding dengan ban untuk material berlumpur.

3.1.3 Karakteristik Ban

Agar ban dapat bekerja secara optimal pemilihan ban harus disesuaikan dengan kondisi kerja yang ada di lapangan, yaitu berdasarkan kebutuhan akan ketahanan terhadap cut dan heat. Berikut adalah pembagian karakteristik ban^[4].

1. General purpose : ban yang mempunyai ketahanan yang seimbang terhadap cut dan heat.
2. Cut resistanc : ban yang mempunyai ketahanan baik terhadap cut akibat material lepas maupun benda tajam.
3. Heat resistance : ban yang mempunyai ketahaan yang baik terhadap panas (heat), sesuai untuk pengangkutan jarak jauh.

3.1.4 Pola Kembangan

Kembangan ban memiliki fungsi untuk memberikan daya cengkram pada saat ban dioperasikan sehingga bentuk dan pola alurnya dibuat berdasarkan kondisi jalan yang dilaluinya

3.1.5 Ban Radial dan ban bias

Bedasarkan struktur dan kontruksi pembentukannya ban dibedakan menjadi dua tipe yaitu ban radial dan ban bias.

1. Ban Radial
 - a. Single bead
 - b. Single ply sehingga sidewall lebih fleksibel
 - c. Tread dan sidewall tidak berhubungan (90°)
 - d. Dilengkapi lapisan bead steel
2. Ban Bias
 - a. Terdiri dari sejumlah bead
 - b. Terdiri dari nylon plies
 - c. Tread dan sidewall saling berhubungan
 - d. Dilengkapi breaker untuk melindungi carcass

3.1.6 Faktor yang Mempengaruhi kerusakan ban

Bila ditinjau dari penyebabnya, maka jenis kerusakan ban dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu^[5]:

1. Road hazard : kerusakan yang diakibatkan kondisi dan material yang ada di lapangan, diantaranya cut separation, impact break, sidewall cut, cut cheaping, cut trough, dan shoulder cut.
2. Worn Out : kerusakan yang diakibatkan keausan (normal).
3. Kerusakan lain (other) : kerusakan yang diakibatkan TKPH berlebih, dan masalah tekanan angin. Diantaranya chungking irregular wear, ply separation, bead bulging, bead separation, heat separation, dan run flat.

3.1.7 Faktor yang mempengaruhi performa ban

1. Kondisi Jalan
 - a. Kemiringan jalan (grade)
Menurut United State Bureau Of Mines (USBM) kemiringan jalan yang disarankan pada suatu jalan tambang adalah < 10% ^[6]. Hal ini didasarkan pada kekuatan mesin alat angkut ketika membawa beban berat. Tetapi idealnya kemiringan jalan untuk menjaga umur ban berkisar antara 5- 6%. Hal ini dikarenakan semakin tinggi jalan, maka ban akan lebih mudah untuk selip dan umurnya lebih singkat.
 - b. Dimensi jalan
Lebar standart jalan angkut adalah 4 kali lebar unit terbesar yang melalui jalan tersebut.
 - c. Kemiringan melintang jalan
Kemiringan merupakan suatu faktor penting dalam pengerasan jalan, yang bertujuan mengalirkan air dari permukaan jalan ke sisi jalan, sehingga mempengaruhi tingkat kekerasan jalan.
 - d. Lapisan pengerasan jalan
Lapisan ini diperlukan untuk memberikan daya dukung jalan dalam menahan beban yang diberikan alat angkut. Beban yang diterima oleh lapisan ini akan diteruskan dengan sistem penyebaran tekanan, sehingga semakin kebawah beban akan semakin kecil
 - e. Perawatan jalan
Perawatan jalan dengan membersihkan material lepas yang berserakan di jalan, sangat penting dilakukan untuk menghindari kerusakan premature

pada ban, seperti pembersihan tumpahan batu di jalur hauling, dan penyiraman rutin untuk jalan yang berdebu

2. Muatan dan Distribusi Muatan

Muatan merupakan factor utama mempengaruhi nilai TKPH di lapangan, sehingga pemantauan terhadap nilai muatan sangat besar pengaruhnya terhadap nilai TKPH dan umur penggunaan ban. Berdasarkan rekomendasi yang terdapat dalam komatsu handbook 30th edition, diketahui bahwa kapasitas muatan maksimum untuk dump truck tipe HD 785-7 sebesar 91 ton. Apabila muatan actual melebihi rekomendasi tersebut, dapat menyebabkan nilai TKPH melebihi nilai maksimum yang diizinkan, sehingga berpotensi terjadinya kerusakan dini pada ban.

3. Laju Kendaraan

Sama halnya seperti muatan, laju kendaraan juga merupakan faktor utama mempengaruhi nilai TKPH. Memang tidak ada batasan khusus untuk nilai laju, kecuali dari prosedur safety yang ditetapkan perusahaan. Namun kombinasi antara laju yang berlebihan ditambah jumlah muatan yang diangkut berpotensi meningkatkan nilai TKPH, sehingga harus diusahakan kombinasi yang ideal dari dua parameter ini yang menghasilkan nilai TKPH yang tidak melebihi nilai maksimum.

4. Tekanan Ban

Tekanan sangat mempengaruhi performa ban. Nilai tekanan yang ideal dipengaruhi total muatan yang diangkut unit truk, sehingga dibutuhkan nilai tekanan tertentu yang ideal sesuai rata-rata muatan yang diangkut oleh unit truk. Apabila nilai tekanan berlebih (over inflation) dapat menyebabkan kerusakan pada ban diantaranya adalah :

- Crown area (bagian tengah) cepat gundul.
- Mengurangi daya tahan cut
- Mudah rusak karena benturan.

Sedangkan apabila tekanan di bawah nilai ideal dapat menyebabkan :

- Ban lebih cepat panas (heat separation)
- Bagian shoulder ban gundul dengan tidak merata.

5. Kondisi Loading Point dan Disposal

Kondisi loading point dan disposal, merupakan salah satu penyebab terbesar terjadinya kerusakan pada ban, sehingga harus dilakukan maintenance agar kondisinya ideal. Kondisi loading dan disposal yang tidak optimal dapat menyebabkan tingginya kerusakan ban akibat terbentur material.

6. Pengoperasian Dump Truck

Kemampuan operator dalam mengoperasikan dump truck dapat mempengaruhi pemakaian ban. Cara pengoperasian yang tidak baik dapat mempengaruhi kinerja ban seperti pengereman mendadak, mengoperasikan unit secara kasar, dan kondisi parkir yang tidak baik (overback-warding).

7. Jenis Material

Pemilihan ban harus disesuaikan dengan jenis material di lapangan. Pada kondisi jalan dengan material keras (hard rock) ban cenderung mengalami tingkat kenaikan panas yang lebih

tinggi, sehingga dibutuhkan ban yang memiliki ketahanan terhadap panas yang baik agar ban tidak mengalami overheating. Pada material lunak ban cenderung mudah slip, dan kemungkinan tingkat keterpotongan tinggi, sehingga dibutuhkan ban yang memiliki daya cengkram yang kuat, agar potensi slip berkurang, dan ketahanan terhadap cut yang baik, sehingga kerusakan pada ban akibat potongan material lepas dapat diminimalisir.

3.2 Tire Management System.

1. Pemilihan Ban

Pemilihan ban merupakan suatu proses untuk memilih ban yang sesuai dengan medan operasi, dengan memperhatikan aspek-aspek penambangan dan teknis itu sendiri.

2. Penanganan Ban

Penanganan ban meliputi proses penyimpanan dari ban, sebelum digunakan pada unit. Beberapa prosedur standart dalam penanganan ban diantaranya:

- Penyimpanan ban direkomendasikan di dalam ruangan, jika terpaksa disimpan di luar ruangan sebaiknya ditutup oleh atap atau pelindung lain.
- Ban dijauhkan dari pengaruh ozon dan bahan kimia.
- Posisi ban diletakkan secara vertical bukan horizontal.
- Pemindahan ban menggunakan penjepit ban (tire handler), dan menggunakan bead protector.

3. Pemakaian ban

Pemakaian ban yang baik dapat meningkatkan kinerja dari ban. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa aspek diantaranya kerapihan tambang, perawatan jalan, dan operator.

4. Pemeliharaan Ban

Pemeliharaan ban meliputi beberapa proses kerja, yang terdiri dari :

- Pengecekan tekanan angin
Untuk mencegah under inflation, yang dapat menyebabkan keausan tidak merata pada bagian shoulder dan over inflation, dapat menyebabkan crown area aus dan mengurangi daya tahan terhadap potongan (cut).
- Pengecekan ban
Prosedur dalam melakukan pengecekan ban, yaitu melakukan pemeriksaan komponen-komponen penting dari ban. Diantaranya adalah tread, sidewall, bead, shoulder, Rim
- Bongkar pasang ban
- Salah satu kerusakan yang sangat merugikan adalah kesalahan prosedur saat memasang atau melepas ban, dibutuhkan Tire Man yang mengetahui dan memahami alat serta prosedur pemasangan.
- Perbaikan ban (tire repair)
- Perawatan rim
- Perawatan sarana dan peralatan
- Keselamatan (safety)

5. Pencatatan, analisa dan kesimpulan
 Prosedur ini terdiri dari proses pencatatan database mulai dari waktu ban terpasang, terpakai, sampai terbuang, dan ban yang dinyatakan scrab. Analisa yang dilakukan berguna untuk mengetahui berapa umur yang tercapai, cost tire, dan kualitas masing-masing merk ban. Dengan dilakukannya analisis terhadap parameter di atas, dapat dilakukan evaluasi dan sistem manajemen ban terhadap kinerja ban actual di lapangan [7].

3.3 Key Performance Indicator

3.3.1 Ton Kilometer Per Hour

TKPH aktual adalah TKPH yang dihitung dari data yang tercatat pada Payload meter (PLM) yang terpasang pada unit dump truck.

Seperti yang kita ketahui bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi atau harus dipertimbangkan dalam pemilihan dan pemakaian ban, terutama jenis off the road tire. Seperti tekanan angin pada ban (pressure), kecepatan, muatan terhadap nilai TKPH rating dari ban yang diproduksinya dimana TKPH merupakan fungsi dari berat (muatan) dan jumlah kilometer dalam 1 jam operasi pada suhu standar pemakaian 38° [8].

TKPH standart biasanya sudah tertera pada manual book pada masing-masing merk ban, sesuai dengan type dan spesification.

Namun nilai TKPH standart juga dapat dianalisa melalui spesifikasi yang dibutuhkan dari ban pada kondisi kerja yang standar berdasarkan data operasi kendaraan yang direncanakan.

Dengan persamaan [8] :

$$TKPH_{cb} = Q_m \times V_m \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

Q_m = rata-rata berat muatan pada ban (ton).

V_m = kecepatan operasi rata-rata (km/jam).

Rata-rata berat muatan per ban (Q_m) dapat ditentukan dengan persamaan [8] :

$$Q_m = (Q_c + Q_v) / 2 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

Q_c = muatan/ban pada kendaraan yang bermuatan (ton).

Q_v = muatan/ban pada kendaraan kosong (ton).

Perhitungan Q_m pada setiap ban merupakan perhitungan yang bersifat teoritis.

Pada saat menghitung muatan rata-rata per ban pada penggerak roda depan maupun penggerak roda belakang, nilai terbaik berdasarkan perhitungan Q_m dimasukkan dalam perhitungan TKPH.

Jumlah kilometer yang dijelajahi selama 1 jam (V_m) ditentukan dengan persamaan [8] :

$$V_m = (L \times N) / H \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

L = panjang 1 kali perjalanan satu trip (km) dihitung dari kecepatan rata-rata tertinggi.

N = jumlah perjalanan (trip dalam 1 shift).

H = waktu operasi dump truck di jalan per shift.

Persamaan ($Q_m \times V_m$) merupakan perhitungan untuk menetapkan TKPH standart. Sedangkan untuk

memperhitungkan TKPH di lapangan, ada dua faktor yang harus diperhitungkan yaitu panjang perjalanan untuk 1 trip atau 1 cycle, jika jarak melebihi 5 km digunakan TKPH_{cb} dengan koefisien K1 dan yang kedua adalah temperature ban di lapangan maksimum ditetapkan 38°C.

Jika kecepatan meningkat maka akan terjadi peningkatan temperature ban melebihi 38°C maka nilai TKPH akan meningkat, demikian sebaliknya jika temperature dibawah 38°C maka nilai TKPH akan menurun.

3.3.2 Tread Utilization Rated (TUR)

TUR merupakan salah satu parameter KPI yang menunjukkan persentase sampai seberapa optimum penggunaan / pemakaian tebal tread dari ban tersebut dipasang sampai ban dinyatakan scrab. Nilai standar international TUR adalah sebesar 85%.

3.3.3 Lifetime

Merupakan waktu pemakaian ban yang dinyatakan dalam hours meter (HM) hingga dinyatakan scrab, baik akibat kerusakan normal ataupun kerusakan prematur.

3.4 Geometri Jalan Angkut

3.4.1 Lebar Jalan Angkut

a. Lebar pada jalan lurus

Lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan lajur ganda atau lebih, menurut Aashto Manual Rural High Way Design harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan. Lebar jalan angkut pada jalan lurus dapat dirumuskan sebagai berikut [9] :

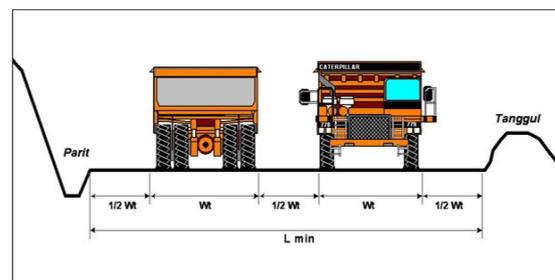
$$L = n \times W_t + [(n + 1) (0.5 \times W_t)] \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

L_{min} = Lebar jalan angkut minimum (meter).

n = Jumlah jalur

W_t = Lebar alat angkut (meter)



Gambar 6. Lebar jalan angkut dua jalur pada jalan lurus.

b. Lebar jalan pada tikungan

Awang Suwandhi (2004) menjelaskan, bahwa lebar jalan angkut pada tikungan dapat dihitung dengan menggunakan rumus [9] :

$$W = n (U + Fa + Fb + Z) + C \dots\dots\dots(5)$$

$$C = Z = 1/2 (U + Fa + Fb) \dots\dots\dots(6)$$

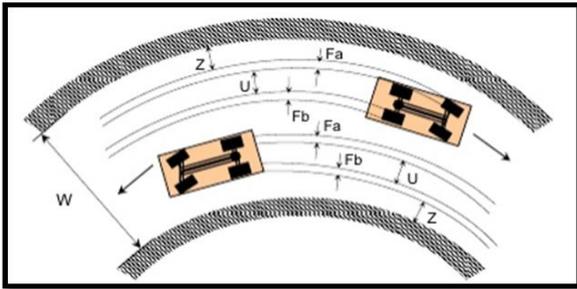
Dimana :

W = Lebar jalan angkut minimum pada belokan (m)

U = Lebar jejak roda (m)

Fa = Lebar jantai depan (m).

Fb = Lebar jantai belakang (m).
 C = Jarak antara kendaraan (m).
 Z = Lebar bagian tepi jalan (m).



Gambar 7. Lebar jalan angkut pada tikungan

3.4.2 Kemiringan Jalan

a. Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan (grade) jalan angkut merupakan suatu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kegiatan kajian terhadap kondisi jalan tambang. Hal ini dikarenakan kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut (dump truck) baik dari pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan^[9, 10].

Grade jalan biasanya dinyatakan dalam persen (%) dalam pengertiannya, kemiringan 1% berarti naik atau turun 1 meter untuk setiap jarak mendatar sebesar 100 meter.

Kemiringan (grade) dapat dihitung melalui persamaan^[9, 10] :

$$\text{Grade } (\alpha) = - \frac{\Delta h}{\Delta x} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

Δh = beda tinggi antar dua titik yang diukur
 Δx = jarak datar antara dua titik yang diukur

3.4.3 Konstruksi Jalan Pengangkutan

Konstruksi jalan adalah suatu lapisan penyusun jalan yang tersusun dari bahan bahan pengerasan dan diletakkan di atas tanah dasar, atau sub grade. Secara umum pengerasan jalan harus cukup kuat untuk memenuhi dua syarat yaitu^[10]

- a. Secara keseluruhan harus mampu untuk menahan beban kendaraan maksimum yang berada di atasnya, sehingga apabila daya dukung jalan tidak dapat menahan beban yang diterima, maka kondisi jalan akan mengalami penurunan dan pergeseran. Yang dapat berakibat pada jalan yang akan bergelombang dan banyak cekungan-cekungan.
- b. Permukaan jalan harus mampu untuk menahan gesekan roda kendaraan, pengaruh air dan hujan. Jika hal ini tidak terpenuhi maka jalan akan mengalami kerusakan yang bermula dari lubang-lubang kecil, semakin besar dan kemudian akan menjadi rusak berat.

3.4.4 Daya Dukung Material

Kemampuan material untuk mendukung alat angkut yang berada di atasnya. Suatu alat angkut akan memberikan ground pressure. Perlawanan yang

diberikan material itulah yang disebut daya dukung material.

Untuk mengetahui kemampuan jalan angkut terhadap beban dan muatan yang melaluinya perlu diketahui daya dukung material dan beban kendaraan. Beban pada roda untuk setiap kendaraan dapat diketahui berdasarkan spesifikasi dari pabrik pembuatannya, sedangkan untuk mengetahui luas bidang kontak (contact area dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut^[9] :

$$\text{Contact area (in}^2) = \frac{0,9 \times \text{berat pembebanan roda (lbs)}}{\text{tekanan dalam ban (psi)}}$$

Setelah luas bidang kontak antara roda kendaraan dengan permukaan jalan diketahui, maka besar beban kendaraan yang diterima oleh permukaan jalan dapat dihitung dengan persamaan^[9] :

$$\text{DDM (lb/ft}^2) = \frac{\text{beban pada tiap roda (lb)}}{\text{contact area (in}^2)}$$

Untuk mengetahui macam kekuatan pengeras jalan angkut terhadap beban kendaraan yang akan melaluinya, perlu dibandingkan dengan hasil perhitungan beban di lapangan.

Dalam setiap perhitungan, beban roda yang terbesar yang digunakan sebagai dasar penentuan kesesuaian daya dukung tanah dengan beban yang melintas di atasnya. Jika tanah dasar sudah mampu mendukung beban pada roda yang terbesar maka beban pada roda yang lebih kecil tidak perlu diperhitungkan lagi.

Untuk mengetahui macam kekuatan pengeras jalan angkut terhadap beban kendaraan yang akan melaluinya, perlu dibandingkan dengan hasil perhitungan beban di lapangan.

4. Metode Penelitian

4.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan adalah metodologi penelitian terapan (Applied Research). penelitian terapan adalah penelitian yang lebih menekankan pada penerapan ilmu, aplikasi ilmu, ataupun penggunaan ilmu untuk dan dalam masyarakat, ataupun untuk keperluan tertentu seperti : industri, usaha, dan lain-lainnya. Penelitian terapan merupakan suatu kegiatan yang sistematis dan logis dalam rangka menemukan sesuatu yang baru atau aplikasi baru dari penelitian-penelitian yang telah pernah dilakukan selama ini^[11].

Di dalam melaksanakan penelitian ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Adapun urutan pengerjaan penelitian sebagai berikut.

4.2 Teknik Pengumpulan Data

Penulis menggunakan dua metode pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data langsung yang berasal dari lapangan. Sedangkan data sekunder yaitu data yang berasal dari literatur dan wawancara dengan pihak perusahaan.

4.2.1 Data Primer

- 1) Produktifitas alat angkut
- 2) Geometri jalan
- 3) Waktu edar (cycle time)

4.2.2 Data Sekunder

- 1) Data jenis dan type ban yang diteliti.
- 2) Tire Specification (spesifikasi ban).
- 3) Lifetime (data umur ban).
- 4) Spesifikasi alat.
- 5) Cost tire (harga ban)

4.2.3 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan bagi penulis, selanjutnya penulis menggunakan rumus-rumus melalui literatur yang ada untuk mengolah data. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan statistik, distribusi frekuensi, dan penggambaran menggunakan grafik.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Geometri Jalan

Tabel 1. Segmen Jalan Angkut

No	Segmen	Koordinat			Jarak (m)	Lebar (m)	Keterangan
		X	Y	Z			
1	M 0	9893108	663625	195	0	26,20	LURUS
2	M 0 – M 1	9893090	663696	200	74	28,30	TIKUNGAN
3	M 1 – M 2	9893077	663742	196	49	15,30	LURUS
4	M 2 – M 3	9893077	663792	190	50	17,10	LURUS
5	M 3 – M 4	9893027	663929	187	146	20,50	LURUS
6	M 4 – M 5	9892961	663974	188	80	16,20	LURUS
7	M 5 – M 6	9892852	664039	186	127	27,50	TIKUNGAN
8	M 6 – M 7	9892771	664055	189	84	27,50	TIKUNGAN
9	M 7 – M 8	9892813	664253	205	203	22,10	TIKUNGAN
10	M 8 – M 9	9892851	664341	211	95	19,10	TIKUNGAN
11	M 12 – M11	9892959	664350	221	109	12,40	LURUS
12	M 11 – M 10	9892911	664495	237	153	12,20	LURUS
13	M 10 – M 7	9892845	664538	233	80	16,20	LURUS
14	M 7 – M 8	9892783	664632	232	113	17,40	LURUS

Komatsu HD 785-7 memiliki lebar paling besar yaitu 6,885 meter sedangkan Caterpillar 777-D memiliki lebar 6,048 meter. Lebar komatsu HD 785-7 akan digunakan sebagai acuan perhitungan lebar minimum jalan angkut. Komatsu HD 785-7 lebih lebar dibanding dengan Caterpillar 777-D, maka lebar Komatsu HD 785-7 akan dijadikan acuan untuk menentukan *standart* lebar jalan angkut menurut *AASHTO*. Untuk spesifikasi HD 785-7 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Spesifikasi dan Perhitungan Lebar Jalan

Nama Unit HD Komatsu 785-7			
Spesifikasi	Simbol	Satuan	
		Milimeter (mm)	Meter (m)
Lebar Unit	Wt	6,885 mm	6.89 meter
Lebar Roda	U	3,500 mm	3.50 meter
Jarak Roda depan dengan bagian depan	Ad	2,150 mm	2.15 meter
Jarak roda belakang dengan bagian belakang	Ab	3,190 mm	3.19 meter
Lebar Tonjolan Depan	Fa	Ad Sin α = 1,41 meter	
Lebar Tonjolan Belakang	Fb	Ab Sin α = 2,09 meter	
Sudut Pengimpangan Roda Depan	α	41.0 °	
Jumlah Jalur	n	2	

5.1.1 Lebar Jalan

1. Lebar Jalan Angkut Minimum Pada Jalan Lurus

Berdasarkan dari spesifikasi teknisnya, dump truck Komatsu HD 785-7 mempunyai lebar 6,89 meter sehingga lebar jalan angkut pada kondisi lurus adalah :

$$L(m) = n.Wt + (n + 1) (1/2.Wt)$$

Keterangan :

L(m) : lebar minimum jalan angkut (meter)

N : jumlah jalur

W(t) : lebar alat angkut (meter)

Maka :

$$N = 2$$

$$Wt = 6,89 \text{ m}$$

$$L(m) = 2 \times 6,89 + (2 + 1) (1/2 \times 6,89)$$

$$= 13,78 + (3) (3,445)$$

$$= 13,78 + 10,335$$

$$= 24,115$$

$$= 24,12 \text{ meter}$$

2. Lebar Jalan Angkut Minimum Pada Jalan Tikungan

Untuk 2 (dua) jalur jalan angkut, maka lebar minimum pada tikungan didasarkan pada lebar atau jarak jejak roda kendaraan, lebar tonjolan atau jantai truk bagian depan dan belakang pada saat membelok. Diperhitungkan pula jarak antar truk pada saat persimpangan serta jarak sisi luar truk ditepi jalan.

Persamaan yang digunakan adalah :

$$W_{min} = n (U + Fa + Fb + Z) + C$$

Keterangan :

W : lebar jalan angkut pada tikungan (meter)
 U : lebar jantai roda (meter)
 Fa : lebar tonjolan depan (meter)
 Fb : lebar tonjolan belakang (meter)
 Z : lebar bagian tepi jalan (meter)
 C : lebar antar truk (meter)
 Alat angkut yang digunakan adalah dump truck Komatsu HD 785-7, spesifikasi teknis alat tersebut sebagai berikut :

- Lebar jantai roda (U) = 3,50 meter.
- Lebar tonjolan depan (Fa) = 1,41 meter.
- Lebar tonjolan belakang (Fb) = 2,09 meter.
- Lebar antar Truck = C = Z = 3,50 meter.

Sehingga lebar jalan angkut pada tikungan :
 $W_{min} = 2 (3,50 + 1,41 + 2,09 + 3,50) + 3,50$
 $= 2 (10,5) + 3,50$
 $= 21,00 + 3,50$
 $= 24,50 \text{ meter.}$

3. Jarak Antara Dua Truk Yang Bersimpangan (C=Z)

$$C = Z = [\frac{1}{2}(U + Fa + Fb)]$$

$$= [\frac{1}{2} (3,50 + 1,41 + 2,09)]$$

$$= [1/2 (7)]$$

$$= 3,50 \text{ meter.}$$

4. Lebar Total Jalan Lurus

a. Tinggi Berm

Rumus :

$$X = \frac{2}{3} \times 1,7 \text{ m}$$

$$= 1,13 \text{ m}$$

b. Lebar Berm

Rumus :
 (Lebar Berm x Tinggi Berm) + 1
 Lebar Berm yang ditetapkan perusahaan adalah 2 meter.

$$\text{Lebar Berm} = (2 \text{ m} \times \text{Tinggi Berm}) + 1$$

$$= (2 \text{ m} \times 1,13 \text{ m}) + 1$$

$$= (2,26 \text{ m}) + 1$$

$$= 3,26 \text{ m.}$$

c. Lebar Parit

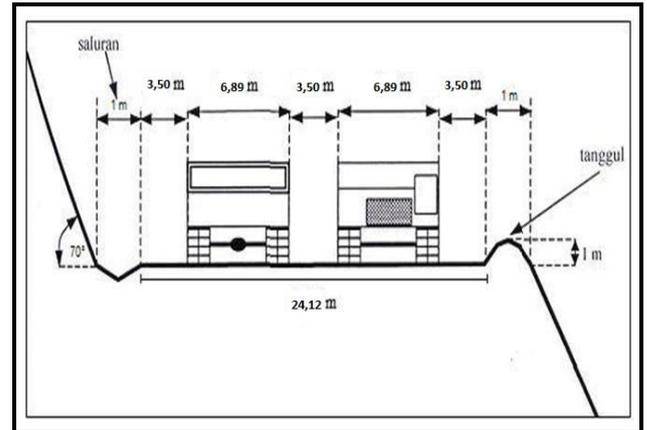
Rumus :
 Lebar Berm x 0,5
 Lebar Parit = Lebar Berm x 0,5
 $= 3,26 \text{ m} \times 0,5$
 $= 1,63 \text{ m.}$

d. Total Lebar Jalan Angkut

Rumus :
 $L_{min} + \text{Lebar Berm} + 1$
 Total lebar jalan angkut = $L_{min} + \text{Lebar Berm} + 1$
 $= 24,12 \text{ m} + 3,26 \text{ m} + 1$
 $= 28,38 \text{ m.}$

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa jalan angkut dump truck yang harus dibuat adalah 24,12 meter untuk jalan lurus dan 24,50 meter untuk jalan pada tikungan. Perhitungan lebar jalan tersebut belum termasuk untuk lebar tanggul dan parit. Sementara untuk total lebar jalan angkut di PT. Semen Padang sesuai dengan ketentuan perusahaan adalah 28,38 meter.

Gambar hasil perhitungan lebar jalan angkut minimum untuk dump truck pada jalan lurus, dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Lebar jalan angkut lurus minimum

5.1.2 Jarak dan Grade Jalan

Grade jalan biasanya dinyatakan dalam persentase, dimana grade 1% merupakan kemiringan permukaan yang menanjak atau menurun 1 meter secara vertikal dalam jarak horizontal 100 meter. Grade dapat dihitung dengan menggunakan rumus : $Grade (\%) = \Delta h / \Delta x \times 100 \%$. Jarak dan grade jalan dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 3. Jarak dan Grade Jalan

No	Segmen	Jarak Angkut (meter)	Grade Standar (%)	Grade Jalan (%)	Keterangan
1	M 0	0	10	0	LURUS
2	M 0 – M 1	74	10	6,77	TIKUNGAN
3	M 1 – M 2	49	10	-8,19	LURUS
4	M 2 – M 3	50	10	-12,08	LURUS
5	M 3 – M 4	146	10	-2,05	LURUS
6	M 4 – M 5	80	10	1,25	LURUS
7	M 5 – M 6	127	10	-1,57	TIKUNGAN
8	M 6 – M 7	84	10	3,57	TIKUNGAN
9	M 7 – M 8	203	10	7,90	TIKUNGAN
10	M 8 – M 9	95	10	6,32	TIKUNGAN
11	M 12 – M11	109	10	9,21	LURUS
12	M 11 – M 10	153	10	-10,51	LURUS
13	M 10 – M 7	80	10	-5,01	LURUS

5.1.3 Material Jalan

Adapun material jalan angkut (road material) yang terdapat pada jalan tambang (mining road) di perusahaan PT. Semen Padang terdiri dari material berupa limestone, silika, dan tufa.

5.1.4 Daya Dukung Material

$$\text{Contact Area (in}^2\text{)} = \frac{0,9 \times \text{Berat Pembebanan Roda (lb)}}{\text{Tekanan Ban (psi)}}$$

Tabel 4. Spesifikasi Ban Depan

Penggunaan	Nilai
Beban pada poros (kg) Bermuatan (lb)	155,23 ton 342126,92 (lb)
Distribusi truk pada as depan	31,5 %
Beban poros	31,5 % x 342126,92 lb = 107769,98 lb
1 kg	2,204 lb
1 psi	144 psf
Jumlah ban	2 buah
Tekanan udara ban	± 82 psi

perhitungan untuk beban yang diterima oleh setiap roda dan beban yang diterima oleh permukaan jalan.

- Beban yang diterima setiap roda :
 $= (107769,98 \text{ lb}) / (2)$
 $= 53884,99 \text{ lb}$
 $= (0,9 \times 53884,99) \text{ lb} / (82 \text{ psi})$
 $= 591,42 \text{ inch}^2$
- Beban yang diterima permukaan jalan adalah :
 $= (53884,99 \text{ lb}) / (591,42 \text{ inch}^2)$
 $= 91,1 \text{ psi}$
 $= 13118,4 \text{ psf}$

Tabel 5. Beban yang diterima roda

Penggunaan	Nilai
Beban pada poros (kg) Bermuatan (lb)	155,23 ton (342126,92) lb
Distribusi truk pada as belakang	68,5 %
Beban poros	68,5 % x 342126,92 lb = 234356,94 lb
Jumlah ban	4 buah
Tekanan udara ban	± 85 psi
Equivalen beban roda tunggal	2,17

- Beban yang diterima tiap roda :
 $= (234356,94 \text{ lb}) / 4$
 $= 58589,24 \text{ lb}$
- Beban equivalen tiap set roda
 $= 2,17 \times 58589,24 \text{ lb}$
 $= 127138,65 \text{ lb}$
- Luas daerah kontak
 $= ((0,9 \times 127138,65) \text{ lb}) / (85 \text{ psi})$
 $= 1346,17 \text{ inch}^2$
- Beban yang diterima jalan
 $= (127138,65 \text{ lb}) / (1346,17 \text{ inch}^2)$
 $= 94,4 \text{ psi}$
 $= 13593,6 \text{ psf}$

5.1.5 Rolling Resistance

Tabel 6. Beban yang diterima roda

Lokasi	Kedalaman Tire Penetration	
	(Cm)	(Inchi)
Loading	3,4 cm	1,337458 inch
Hauling	2,3 cm	0,904751 inch
Dumping	6,3 cm	2,478231 inch

Dari tabel kedalaman tire penetration di atas, maka dapat dihitung nilai rolling resistance dengan persamaan :

$$RR = \{20 \text{ kg/ton} + (15 \text{ kg/ton} \times T_p \text{ inchi})\} \times GVW$$

Maka nilai rolling resistance pada front II penambangan menuju crusher III A dan III B adalah :

- Loading
 $RR = \{20 \text{ kg/ton} + (15 \text{ kg/ton} \times 1,337458)\}$
 $= \{20 \text{ kg/ton} + 20,06187\}$
 $= 40,06187 \text{ kg/ton} \sim 4,006187 \%$
- Hauling
 $RR = \{20 \text{ kg/ton} + (15 \text{ kg/ton} \times 0,904751)\}$
 $= \{20 \text{ kg/ton} + 13,571265\}$
 $= 33,571265 \text{ kg/ton} \sim 3,3571265 \%$
- Dumping
 $RR = \{20 \text{ kg/ton} + (15 \text{ kg/ton} \times 2,478231)\}$
 $= \{20 \text{ kg/ton} + 37,173465\}$
 $= 57,173465 \text{ kg/ton} \sim 5,7173465 \%$

5.2 Ton Kilometer Per Hour (TKPH)

Tabel 7. Data Cycle Time Pengangkutan Batu Kapur

Average Cycle Time (min)	Average Payload (Ton)	Average Distance (km)	Average Speed (km/h)
14,956 min	94,45 ton	2,4 km	23 km/h

Tabel 8. Spesifikasi HD 785-7

Weight			Weight Distribution			
Empty (kg)	Max load (kg)	Gross (kg)	Empty (kg)		Gross (kg)	
			Front	Rear	Front	Rear
72.300	91.000	163.300	33.980 (47%)	38.320 (53%)	51.440 (31,5%)	111.860 (68,5%)

- Berat kotor unit
 Berat kotor unit = berat total (ton) + payload (ton)
 $= 72,3 \text{ ton} + 94,45 \text{ ton}$
 $= 166,75 \text{ ton}$
- Beban saat muatan
 - Depan (2) ton
 $= (\text{Berat Kotor Unit} \times \text{berat Unit Isi (Front)}) / (100)$
 $= (166,75 \text{ ton} \times 31,5) / (100)$
 $= 52,52625$
 $= 52,53 \text{ ton}$

- b. Belakang (4) ton
 $= (\text{Berat Kotor Unit} \times \text{berat Unit Isi (Front)}) / (100)$
 $= (166,75 \text{ ton} \times 68,5) / (100)$
 $= 114,22375$
 $= 114,22 \text{ ton}$
- 3. Beban ban waktu kosong
 - a. Depan $= (\text{Berat Unit Kosong}) / (2)$
 $= (33,98 \text{ ton}) / (2)$
 $= 16,99 \text{ ton}$
 - b. Belakang $= (\text{Berat Unit Kosong}) / (4)$
 $= (38,32 \text{ ton}) / (4)$
 $= 9,58 \text{ ton}$
- 4. Beban ban waktu bermuatan
 - a. Depan $= (\text{Berat Unit Isi}) / 2$
 $= (52,53 \text{ ton}) / (2)$
 $= 26,265$
 $= 26,27 \text{ ton}$
 - b. Belakang $= (\text{Berat Unit Isi}) / (4)$
 $= (114,22 \text{ ton}) / (4)$
 $= 28,555$
 $= 28,56 \text{ ton}$
- 5. Rata-rata beban
 - a. Front $= (\text{Beban Ban Kosong} + \text{Beban Ban Isi}) / (2)$
 $= (16,99 \text{ ton} + 26,27 \text{ ton}) / (2)$
 $= 21,63 \text{ ton}$
 - b. Rear $= (\text{Beban Ban Kosong} + \text{Beban Ban Isi}) / (2)$
 $= (9,58 \text{ ton} + 28,56 \text{ ton}) / (2)$
 $= 19,07 \text{ ton}$

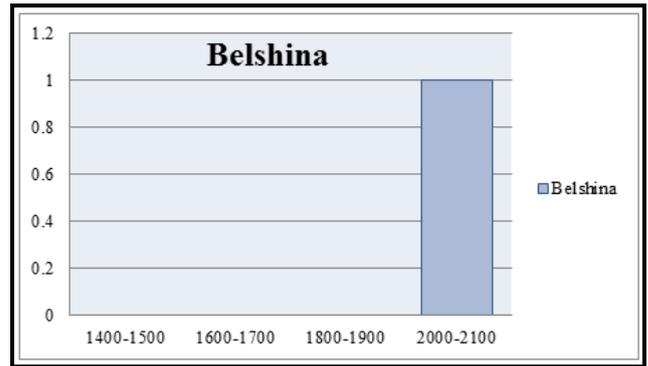
Rata-rata Kecepatan = 23 km/h

TKPH Lapangan

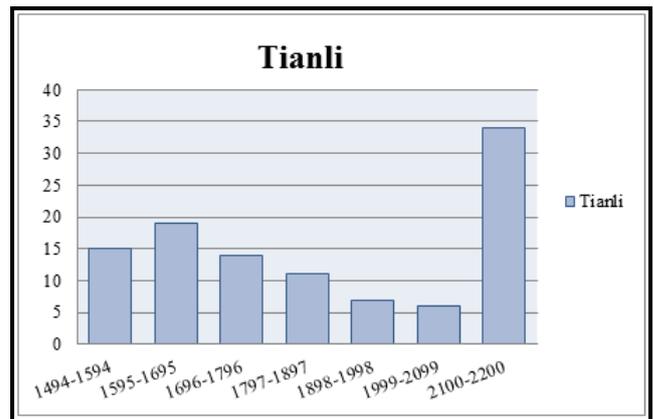
- 1. Front (depan) = Rata-rata Beban x Kecepatan Rata-rata
 $= 21,63 \text{ ton} \times 23 \text{ km/h}$
 $= 497,49$
- 2. Rear (belakang) = Rata-rata Beban x Kecepatan Rata-rata
 $= 19,07 \text{ ton} \times 23 \text{ km/h}$
 $= 438,61$

5.3 Umur Ban

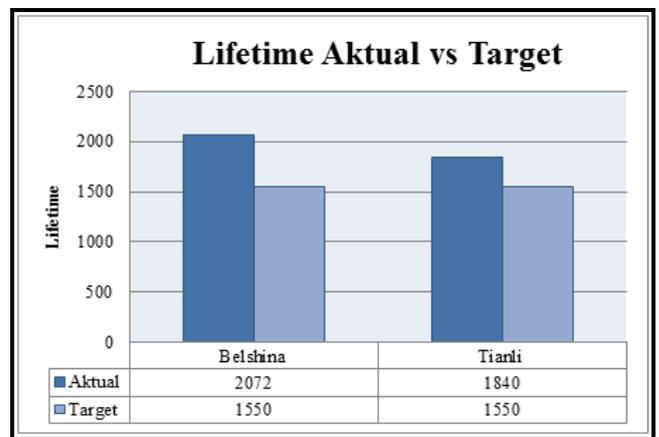
Lifetime merupakan salah satu parameter KPI (*Key Performance Indicator*). Dimana *lifetime* menunjukkan umur yang dicapai oleh ban, dari awal ban digunakan sampai ban dinyatakan *scrap*. Dari data *lifetime* rata-rata ban yang dinyatakan *scrap* pada bulan Januari-Desember yang terdapat pada lampiran, dapat direkapitulasi performa setiap merk ban ukuran 27.00 – 49. Berdasarkan umur rata-rata yang dicapai setiap merk ban, perbedaan (*deviasi*) pencapaian umur aktual ban dengan target yang diberikan pada ban ukuran 27.00 – 49.



Gambar 9. Histogram *Lifetime* Ban Belshina 27.00-49



Gambar 10. Histogram *Lifetime* Ban Tianli 27.00-49

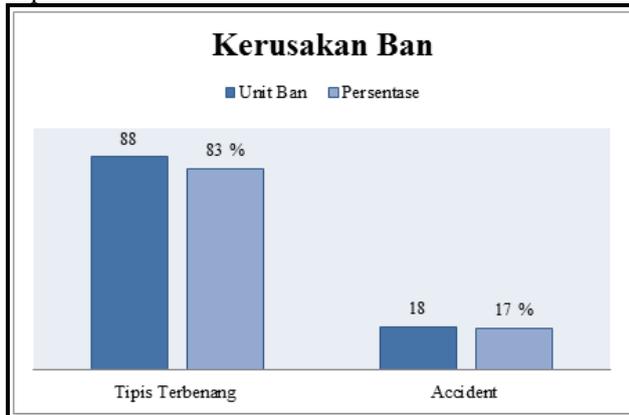


Gambar 11. Grafik *Lifetime* Aktual vs Target Ban 27.00-49

Pada ban merk Tianli terdapat sebanyak 48 unit ban yang masih berada di bawah target yaitu 1550 jam, sedangkan dari histogram ban merk Belshina memiliki nilai *lifetime* rata-rata sebesar 2072 jam yang mencapai target yang sudah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 1550 jam.

Untuk ban yang dinyatakan *scrap* atau rusak pada bulan Januari sampai dengan Desember dengan merk Belshina adalah sebanyak 1 unit ban, dengan nilai *deviasi* 522, dan persentase 33,67%. Sedangkan untuk ban dengan merk Tianli yang dinyatakan *scrap* adalah sebanyak 106 unit, nilai *deviasinya* 290, dan persentase sebesar 19%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, kerusakan pada ban ukuran 27.00-49 lebih banyak terjadi pada ban dengan merk Tianli.

Untuk melihat penyebab kerusakan ban yang menyebabkan ban mengalami penurunan *lifetime*, dapat dilihat dari Gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Kerusakan Ban

5.4 Tread Utilization Rated (TUR)

Tread Utilization Rated merupakan salah satu parameter *Key Performance Indicator* (KPI), yang menunjukkan seberapa optimum penggunaan kembangan (*tread*) ban dari ban tersebut awal digunakan sampai pada ban dinyatakan *scrap*. Dari data persen (%) *Tread Utilization Rated* (TUR) ban pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember yang terdapat pada lampiran, dapat direkapitulasi performa setiap merk ban berdasarkan nilai TUR untuk ban berukuran 27.00-49 dari 106 unit ban, bisa dilihat pada tabel 12 di bawah ini.

No	Merk	Lifetime Average (HM)	TUR (%)	Standar (%)	Deviasi (%)
1	Belshina	2072	66.33 %	85 %	18.67 %
2	Tianli	1840	81.29 %	85 %	3.71 %
Average		1956	73.81 %		11.19 %

Berdasarkan data pada tabel 15 di atas terlihat bahwa, nilai *Tread Utilization Rate* (TUR) rata-rata ban ukuran 27.00-49 dari dua merk yaitu Belshina dan Tianli masih berada di bawah nilai ketetapan standart TUR yaitu sebesar (85%). Dan dari tabel 15 juga dapat dibuat grafik perbandingan antara nilai *Tread Utilization Rated* (TUR) dengan *lifetime* yang tercapai pada kedua merk ban.

6. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

- Ban yang digunakan oleh perusahaan adalah *OFF THE ROAD BIAS TIRES* (OTR BIAS), dengan merk Belshina dan Tianli, ukuran 27.00-49.
- Nilai TKPH aktual ban ukuran 27.00-49 pada pengangkutan material batu kapur adalah sebesar 497,49 untuk ban depan dan 438,61 untuk ban belakang.

- Pada ban merk Belshina ukuran 27.00-49, *lifetime* rata-rata mencapai target yaitu sebesar 2072 jam, dengan persentase TUR sebesar 66,3 %.
- Pada ban merk Tianli ukuran 27.00-49, *lifetime* rata-rata juga mencapai target yaitu sebesar 1840 jam, dengan persentase TUR sebesar 81,29 %. Dan terdapat sebanyak 48 unit ban yang belum mencapai target dari total 106 unit ban.
- Faktor kerusakan dominan pada ban adalah *road hazard*, disebabkan karena tipis terbenang dengan persentase 83%, dan akibat *accident* sebesar 17%.

5.2 Saran

- Perbaiki kondisi di front penambangan, dengan mengoptimalkan penggunaan *wheel loader*, agar material-material yang berupa bongkahan batuan berada pada satu tempat (tumpukan), supaya mempermudah *exavator* ketika melakukan *loading* ke *dump truck*, sehingga *waiting time* dari *dump truck* tidak terlalu lama.
- Pengawasan pada *loading point* lebih ditingkatkan, untuk meminimalisir terjadinya *accident* pada ban. Dengan rutin membersihkan tumpahan material dari *dump truck* disepanjang *loading point* dengan bantuan unit *grader*.
- Lebih memperhatikan area *dumping point* yaitu *crusher* III A dan III B, masih banyak terdapat sisa material batuan di depan *crusher*, karena material tidak *full* masuk ke dalam *crusher*. Untuk mengurangi resiko unit melindas tumpukan material (*over-back warding*).
- Melakukan penyiraman jalan tambang (*mine road*) minimal 3x dengan *water truck*, karena kondisi jalan yang berdebu akibat dari peledakan batuan (*blasting*) dan tingginya aktifitas *dump truck*, sehingga tidak membahayakan operator.
- Sebaiknya menghindari melakukan penggunaan ban dengan tebal kembangan yang berbeda (*mismatching*), karena tingkat keausan akan lebih besar, ban akan lebih cepat panas, dan resiko kerusakan relatif lebih besar.
- Setiap ban alat berat (*dump truck*) sebaiknya mempunyai kartu pencatatan ban (KPB), untuk mencatat *history* ban mulai dari pemasangan sampai dengan habis pakai. Dengan sistem pencatatan yang baik, akan diketahui masalah yang umum terjadi dan mengambil langkah penanganan yang tepat.

Daftar Pustaka

- Suwandhi, Awang. *Perencanaan Jalan Tambang*. Bandung: UNISBA. (2004)
- Murprasetyo, Widyanto. *Evaluasi Kinerja Ban pada Sistem Pengangkutan Tambang X. Jurusan Teknik Pertambangan*. Bandung: ITB. (2009)
- Anonim A. *Komatsu Specification and Application Handbook 30th Edition*. (2009)
- Anonim B. *Manual Book KOMATSU HD 785-7*. Tokyo: Japan. (2016)
- Anonim C. *Tires BELSHINA Catalogue OTR*. Belarus: Europe. (2016)

6. Nabella, M. *Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan Dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit Di Pt Gunung Sampurna Makmur, Desa Rengasjajar Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat.* (2016)
7. Erizal. *Manajemen Alat-Alat Berat (MAB).* Indonesia: PT. United Tractors Tbk. (2017)
8. Sari, Laura Puspita. *Analisa Performance Ban pada Unit Produksi Overburden HD-785 Terhadap Produktifitas Tambang Batubara. Prodrum Studi Teknik Pertambangan.* Yogyakarta: Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. (2020)
9. Sumarya. *Bahan Ajar Peralatan Tambang dan Penanganan Material.* Padang: Universitas Negeri Padang. (2012)
10. Nur, Pratomo Kurniawan dkk., *Jurnal Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Andesit ke Crusher II pada Penambangan Batu Andesit di PT. Gunung Kecapi, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat.* Bandung: UNISBA. (2016)
11. Yusuf, A. M., *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif & penelitian gabungan.* Prenada Media. (2016)