

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Teori Ban

Ban adalah salah satu komponen kendaraan yang krusial karena bersentuhan langsung dengan jalan, sekaligus sebagai *output* terakhir dari tenaga yang dihasilkan oleh mesin. Ban juga merupakan produk campuran yang rumit/kompleks lebih dari 200 jenis bahan baku.

Fungsi utama dari ban adalah membawa, memutar, mengendalikan, mengerem dan akselerasi bagi kendaraan. Ban harus tahan terhadap banyak bentuk agresi dan penggunaan, tahan lama dan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kenyamanan, mekanis, dan penggunaan bahan bakar. Pemberian kode posisi ban pada *dump truck* berdasarkan letaknya (depan atau belakang) dapat diamati pada gambar 3.1.

Ban yang digunakan pada *dump truck* di tambang adalah jenis ban *off-road tire* (gambar 3.2). Ban jenis ini memiliki ketahanan spesifik terhadap abrasi yang berasal dari permukaan jalan yang kasar ataupun yang licin karena berlumpur hingga yang berbatu, dengan kata lain kualitas jalan yang buruk (seperti kondisi umum jalan *hauling road* di tambang).

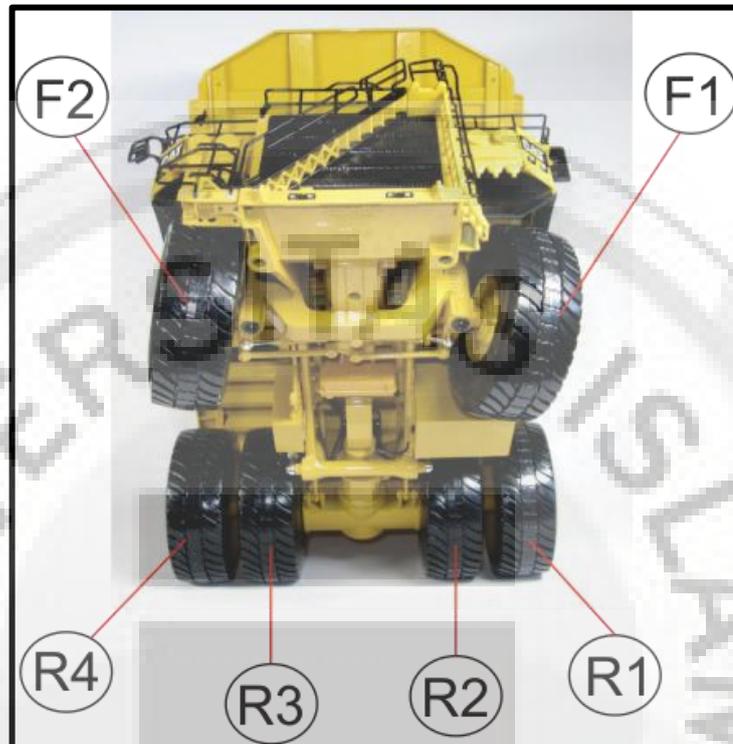
3.1.1 Konstruksi Ban

Secara umum, ban terdiri dari beberapa bagian :

- Tapak Ban (*Tread*)

Tapak ban (*tread*) adalah bagian terluar (kulit) dari ban yang berfungsi untuk menahan abrasi dan goresan.

Pola pada *tread* memberikan traksi yang baik pada ban, penggunaan yang lebih lama, dan ketahanan lebih terhadap goresan.



Sumber : <http://www.miniature-construction-world.co.uk/cat-797f.html> [diakses 12/12/2015]

Gambar 3. 1 Kode Posisi Ban Pada Dump Truck

Keterangan :

F1 : depan kiri (*front left*)

F2 : depan kanan (*front right*)

R1: belakang samping kiri (*rear side left*)

R2: belakang tengah kiri (*rear mid-left*)

R3: belakang tengah kanan (*rear mid-right*)

R4: belakang samping kanan (*rear side right*)

Service	TRA classification	Tread	Use
Earthmover	E-1	Rib	For front wheels of dump trucks
	E-2	Traction	For scrapers used on sandy ground and soft soil where traction is necessary.
	E-3	Rock	For dump trucks and scrapers used where resistance against external damage and abrasion is important.
	E-4	Rock Deep Tread	For scrapers and dump trucks used where resistance against external damage and abrasion is required.
	E-7	Flotation	For carry-all scrapers stronger than E3, used where only flotation is needed.
Grader	G-1	Rib	For front wheels of graders.
	G-2	Traction	For rear wheels of graders used where traction is necessary.
	G-3	Rock	For rear wheels of graders used where resistance against external damage and abrasion is necessary, rather than traction.

Sumber : komatsu specifications&application handbook 30th edition

Gambar 3. 2 Klasifikasi *Off-road Tire*

- *Breaker*

Breaker adalah lapisan tambahan berupa kawat yang dilapisi karet di antara lapisan luar dan *tread*. Fungsinya adalah untuk mencegah goresan mencapai kawat *ply* melalui *tread* serta menyerap guncangan.

- *Plies*

Ban terdiri dari beberapa *ply* yang melapisi bagian luar dan dalam terbuat dari benang nilon yang tahan terhadap tegangan dan berfungsi untuk menjaga tekanan ban yang menahan beban.

- Lapisan dalam (*Inner-liner*)

Lapisan ini terbuat dari karet yang melindungi bagian dalam antar *bead* pada ban *tubeless*, seperti *tube* pada ban *tube-type*, yang juga berfungsi untuk mencegah penurunan tekanan ban.

- *Beads*

Bagian ini menempel pada *velg*. Pemasangan yang benar mencegah ban keluar dari *velg* pada saat bergerak.

- *O-Ring (rim packing)*

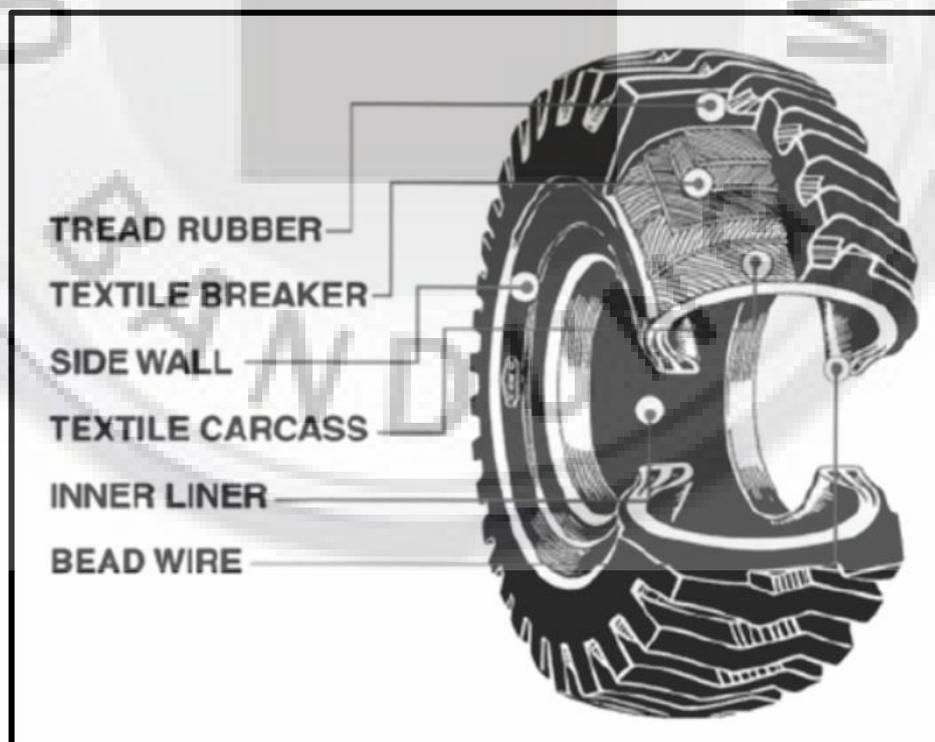
Bagian ini mencegah udara keluar melalui celah pada *velg*.

- Sisi Luar Ban (*Side-walls*)

Bagian ini terbuat dari karet yang fleksibel berfungsi untuk melindungi bagian samping ban, dapat melentur tanpa menjadi retak.

- *Carcass*

Bagian ini terbuat dari lembaran – lembaran *ply cord* dan berfungsi untuk menahan berat, guncangan, tumbukan dan tekanan angin. Bagian – bagian ban secara umum dapat diamati juga pada gambar 3.3.



Sumber : *komatsu specifications&application handbook 30th edition*

Gambar 3. 3 Bagian-bagian Ban

3.1.2 Konstruksi Ban Bias

Area telapak ban (*crown*) dan dinding samping pada ban bias (gambar 3.4) dibentuk oleh struktur lapisan yang sama. Segala bentuk peregangan yang akan menimpa/mengenai tapak mengakibatkan :

- Area kontak ban pada permukaan ban yang mengalami deformasi
- Gesekan dengan permukaan tanah

Selain itu, lapisan rangka yang mempunyai kecenderungan untuk saling berpotongan satu dengan yang lain mengakibatkan :

- Ban lebih cepat aus
- Daya cengkeram yang buruk
- Konsumsi bahan bakar yang tinggi
- Kurangnya kendali jalan
- Suhu yang memanas
- *Crown* mudah sobek



Sumber : <http://www.michelin.com> [diakses 02/09/2014]

Gambar 3. 4 Konstruksi Ban Bias

3.1.3 Konstruksi Ban Radial

Pada konstruksi ban radial (gambar 3.5), dinding luar ban dan area tapak berfungsi secara terpisah. Telapak yang tidak terpengaruh dengan peregangan dinding samping. Hal itu berpengaruh pada :

- Berkurangnya deformasi pada area kontak di permukaan jalan
- Berkurangnya gesekan dengan permukaan jalan
- Tidak ada pergerakan di antara lapisan *casing*.

Oleh karena itu, ban radial memiliki kelebihan :

- Masa pakai ban yang lebih lama.
- Daya cengkram yang lebih kuat.
- Jarak pengereman yang lebih pendek.

Tekanan yang merata pada seluruh permukaan area kontak. Hal ini memberikan efek pengendalian yang lebih baik.

- Konsumsi bahan bakar yang lebih irit.
- Kendali yang mulus di jalan.
- Tidak mudah panas, meningkatkan keamanan berkendara.
- Perlindungan yang lebih baik terhadap tusukan.



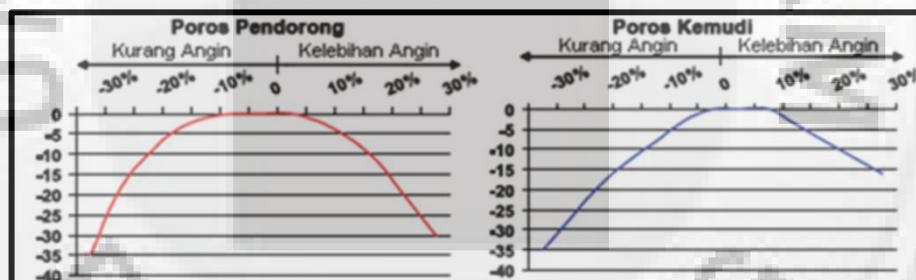
Sumber : <http://www.michelin.com> [diakses 02/09/2014]

Gambar 3. 5 Konstruksi Ban Radial

3.2.4 Tekanan Ban

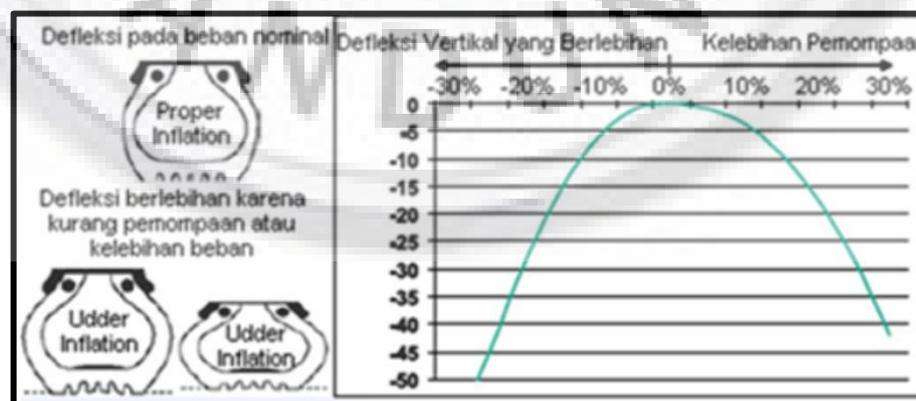
Tekanan udara pada ban untuk kendaraan harus disesuaikan dengan beban, kecepatan dan kondisi penggunaan. Penggunaan tekanan yang tepat berpengaruh besar terhadap umur pakai ban (gambar 3.6 dan 3.7) hingga ke biaya pengangkutan (gambar 3.8).

Perawatan/pemeliharaan ban yang wajib dilakukan adalah menjaga agar tekanan udara sesuai dengan rekomendasi pabrik. Tidak ada ban luar atau ban dalam yang sama sekali bebas dari kehilangan tekanan udara. Untuk menghindari bahaya dari kurangnya tekanan, udara yang hilang harus diganti. Tekanan udara mempunyai pengaruh langsung dalam performa ban - baik masa, umur pakai tapak, hingga ketahanannya. Perkiraan pengaruhnya dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Sumber : <http://www.michelin.com> [diakses 02/09/2014]

Gambar 3. 6 Contoh Grafik Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Usia Tapak



Sumber : <http://www.michelin.com> [diakses 02/09/2014]

Gambar 3. 7 Contoh Grafik Hubungan Tekanan dengan Usia Casing Ban

Tekanan yang Tepat	Kurang Angin 20% (kemudi)	Kelebihan Beban 20%
Harga : 100% Jarak Tempuh : 100%	Harga : 100% Jarak Tempuh : 85%	Harga : 100% Cosing Life : 73%
Rasio Biaya / Kilometer		
Modal Awal = 100% Jarak Tempuh = 100% = 1	Modal Awal = 100% Jarak Tempuh = 85% = 1.17	Modal Awal = 100% Cosing Life = 73% = 1.37
Tepat = 100%	Biaya Tambahan = 17%	Biaya Tambahan = 37%

Sumber : <http://www.michelin.com> [diakses 02/09/2014]

Gambar 3. 8 Contoh Pengaruh Tekanan Ban Terhadap Biaya Pengangkutan

3.3 Indikator Kinerja Utama Ban

Indikator kinerja utama atau yang lebih dikenal dengan *key performance indicator* (KPI) merupakan parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur performa ban, yang terdiri dari :

3.3.1 Ton Kilometer Perjam

Ban yang bergesekan dengan jalan akan menimbulkan panas sehingga meningkatkan suhu pada ban. Jika peningkatan suhu tersebut melampaui toleransinya, maka ban akan mengalami deformasi. Hal tersebut diakibatkan oleh beban yang diterima oleh ban.

Kecepatan juga berpengaruh terhadap timbulnya gesekan sehingga meningkatkan suhu ban. Pabrik ban telah memberikan rekomendasi seberapa besar beban dan kecepatan yang dapat diterima oleh ban, yang disebut dengan ton kilometer perjam (*ton kilometer perhour*) atau TKPH *rating*. TKPH di lapangan dapat berbeda dengan rekomendasi pabrik.

Perbedaan tersebut dapat dianalisis dari beban dan kecepatan operasional ban. Tujuan akhirnya adalah agar sedapat mungkin TKPH aktual mendekati atau sama dengan TKPH rating dari pabrik, sehingga defromasi ban akan berkurang dan dapat menambah waktu kerja ban.

Rumus TKPH adalah sebagai berikut :

$$TKPH = \frac{\text{Beban kosong} + \text{Beban Isi}}{2} \times \frac{\text{kecepatan isi} + \text{kecepatan kosong}}{2}^*$$

Keterangan :

- Beban kosong dan isi dalam ton
- Kecepatan dalam km/jam

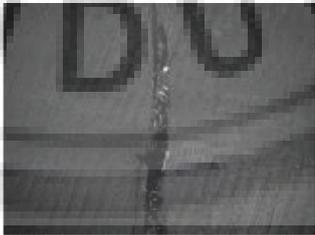
3.3.2 Tingkat Penggunaan Tapak Ban

Tingkat penggunaan tapak ban lebih dikenal dengan *tread utilization rate* atau disingkat TUR. Parameter ini dapat memperlihatkan seberapa besar penggunaan ban dari pertama dipasang hingga habis masa pakainya (*scrap*). Penentuannya berdasarkan kecepatan penurunan ketebalan kembangan ban (*tread*).

3.3.3 Jenis Kerusakan Ban

Kerusakan ban terdiri dari bermacam-macam tergantung dari penyebabnya. Apabila ban sudah rusak, maka ban tersebut harus dibuang (*discrap*). Jenis kerusakan ban dapat diamati pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Jenis Kerusakan Ban

No.	Jenis Kerusakan	Gambar	Keterangan
1.	<i>Cut separation</i>		Terjadi akibat tekanan berlebih sehingga menyebabkan ban pecah dan sobek.

* Komatsu Performance Handbook 30th Edition

2.	<i>Impact break</i>		Terjadi akibat benturan pada ban yang diisi udara berlebih (<i>overpressure</i>).
3.	<i>Fabric carcass fatigue</i>		Terjadi akibat ban yang <i>underpressure</i> sehingga bagian samping mengalami deformasi dan merusak bagian <i>carcass</i> .
4.	<i>Side-wall cut</i>		Sobekan pada bagian samping ban akibat akibat benda tajam.
5.	<i>Chunking</i>		Blok <i>tread</i> terbuka sebagian, akibat : - <i>Overspeed</i> - <i>Overacceleration/ deceleration</i> - Slip
6.	<i>Irregular wear</i>		<i>Tread</i> ban habis tidak merata, akibat : - Pengaturan suspensi tidak merata - Rotasi ban tidak tepat waktu - <i>Axle-beam</i> /poros ban bengkok

Sumber : [//www.goodyearotr.com/cfmx/web/otr/info/pdf/otr_MaintenanceManual.pdf](http://www.goodyearotr.com/cfmx/web/otr/info/pdf/otr_MaintenanceManual.pdf)

3.4 Kondisi Jalan Angkut (*Hauling Road*)

Kondisi *front* kerja juga sangat berpengaruh terhadap usia pakai ban.

Parameter–parameternya antara lain :

3.4.1 Tahanan Gulir (*Rolling Resistance*)

Kondisi jalan tambang berpengaruh terhadap umur pakai ban, salah satu parameternya adalah tahanan gulir. Tahanan gulir (*rolling resistance*) adalah segala gaya-gaya luar (*external forces*) yang berlawanan dengan arah gerak kendaraan yang berjalan di atas jalur jalan atau permukaan tanah. RR (*rolling resistance*) tergantung pada kekerasan dan kemulusan permukaan jalan. Semakin keras dan mulus atau rata jalan semakin kecil RR-nya (tabel 3.2 dan 3.3). Untuk ban karet, tekanan dan keadaan permukaan ban yang terkena pengaruh, baik ban baru ataupun lama, hingga jenis kembangan pada ban tersebut.

Tabel 3. 2 Angka Tahanan Gulir Untuk Berbagai Kondisi Jalan

No.	Kondisi Jalan	RR (lbs/ton)		
		Tekanan Ban Tinggi	Tekanan Ban Rendah	Rata-rata
1	<i>Smooth concrete</i>	35	45	40
2	<i>Good asphalt</i>	40-65	50-60	45-60
3	<i>Hard earth, smooth, well maintained</i>	40-70	50-70	45-70
4	<i>Dirt road, average construction road, little maintenance</i>	90-100	80-100	85-100
5	<i>Dirt road, soft, rutted, poorly maintained</i>	100-140	70-100	85-120
6	<i>Earth, muddy, rutted, no maintenance</i>	180-220	150-220	165-210
7	<i>Loose sand and gravel</i>	260-290	220-260	240-275
8	<i>Earth, very muddy, soft</i>	300-400	280-340	290-370

Sumber : pemindahan tanah mekanis (Partanto, 1996)

Tabel 3. 3 Angka Tahanan Gulir Dinyatakan dalam Persen

No	Kondisi Jalan	RR (% berat kendaraan dlm lbs)
1	<i>Concrete, rough, dry</i>	2
2	<i>Compacted dirt and gravel, well maintained, no tire penetration</i>	2
3	<i>Dry dirt, fairly compacted, slight tire penetration</i>	3
4	<i>Firm, rutted dirt, tire penetration approximately 2"</i>	5
5	<i>Soft dirt fills, tire penetration approximately 4"</i>	8
6	<i>Loose sand and gravel</i>	10
7	<i>Deeply rutted dirt, spongy base, tire penetration approximately 8"</i>	16

Sumber : pemindahan tanah mekanis (Partanto, 1996)

3.4.2 Koefisien Traksi (*Coefficient of Traction*)

Coefficient of traction (CT) adalah suatu faktor yang menunjukkan berapa bagian dari seluruh berat kendaraan itu pada ban atau “*track*” yang dapat dipakai untuk menarik mendorong atau suatu faktor pengali yang dikalikan dengan jumlah berat kendaraan pada ban untuk menunjukkan rimpull maksimum antara ban dengan permukaan jalan tepat sebelum roda slip.

Tabel 3. 4 Persentase CT Untuk Berbagai Kondisi Jalan

No.	Kondisi Jalan	Ban Karet (%)
1.	<i>Dry, rough concrete</i>	80-100
2.	<i>Dry, clay loam</i>	50-70
3.	<i>Wet, clay loam</i>	40-50
4.	<i>Wet sand and gravel</i>	30-40
5.	<i>Loose, dry sand</i>	20-30

Sumber : pemindahan tanah mekanis (Partanto, 1996)

3.4.3 Tahanan Kemiringan (*Grade Resistance*)

Tahanan kemiringan adalah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilaluinya (tabel 3.5). Faktor yang mempengaruhi *grade resistance* (GR) antara lain :

- Besarnya kemiringan jalan (dalam persen). Kemiringan di sini berarti terdapat perbedaan elevasi (naik/turun) 1 meter atau 1 feet setiap jarak 100 meter atau 100 feet.
- Berat kendaraan itu sendiri (kosong atau bermuatan) dinyatakan dalam gross ton.

Tabel 3. 5 Pengaruh Kemiringan Jalan Terhadap Tahanan Kemiringan

Kemiringan (%)	GR (lb/ton)	Kemiringan (%)	GR (lb/ton)	Kemiringan (%)	GR (lb/ton)
1	20,0	9	179,2	20	392,3
2	40,0	10	199,0	25	485,2
3	60,0	11	218,0	30	574,7
4	80,0	12	238,4	35	660,6
5	100,0	13	257,8	40	742,8
6	119,8	14	277,4	45	820,8
7	139,8	15	296,6	50	894,4
8	159,2				

Sumber : pemindahan tanah mekanis (Partanto, 1996)