

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan di PT. Mutiara Tanjung Lestari (PT. MTL) tepatnya di Binungan *Mine Operation I* (BMO I), Berau, kalimantan Selatan.

2.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Mutiara Tanjung Lestari (PT. MTL) adalah perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan khususnya pada batu bara yang beroperasi di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Saat ini PT. Mutiara Tanjung Lestari (PT.MTL) sendiri lebih fokus bisnis pada coal hauling dan hauling road maintenance.

2.1.2 Visi dan Misi

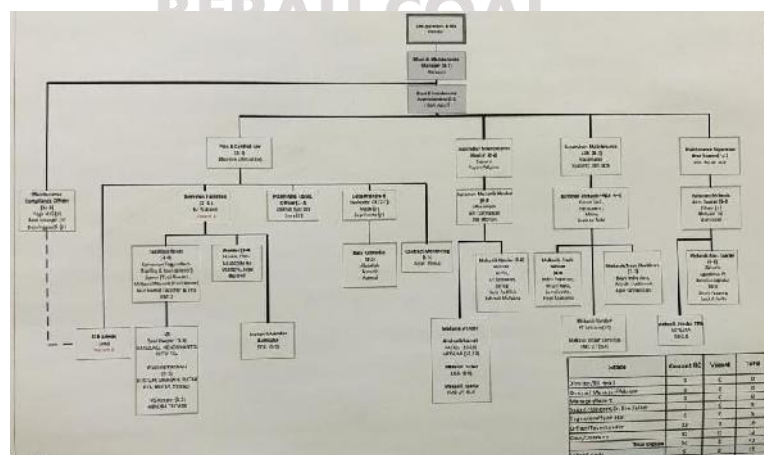
1. Visi

Visi dari PT. Mutiara Tanjung Lestari (PT. MTL) sendiri adalah menjadi perusahaan jasa pertambangan terkemuka di Indonesia

2. Misi

Sedangkan untuk misi dari PT.MTL adalah mengutamakan pelayanan kepada *customer*, pengembangan daya manusia, menjalin kemitraan, mendukung pembangunan masyarakat dan negara, mengutamakan keselamatan dan kelestarian lingkungan, dan memaksimalkan nilai keuntungan.

2.1.3 Struktur Organisasi



Gambar 2.1 Struktur Organisasi
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

2.1.4 Kegiatan Umum Perusahaan

PT. Mutiara Tanjung Letari (PT.MTL) bergerak spesialis menyediakan jasa pertambangan kepada pemilik tambang, sehingga dapat membantu produksi batu bara guna memenuhi permintaan konsumen dari luar negeri atau dalam negeri.

PT. Mutiara Tanjung Letari (PT.MTL) juga mengutamakan ketersediaan alat agar beroperasi dalam keadaan baik dan siap digunakan. Dengan ini, PT. Mutiara Tanjung Letari (PT.MTL) juga melakukan kegiatan maintenance secara terjadwal yang dibuat oleh planner.

2.2 Pengenalan Unit

Perkembangan industri otomotif dalam hal ini yaitu alat berat sebagai sarana logistik untuk alat angkut hasil pertambangan ini sangat tinggi dan bersaing. Alat berat adalah mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pertambangan ini. Sesuai dengan namanya, alat berat biasanya digunakan untuk mempermudah dan membantu manusia mengerjakan pekerjaan berat. Salah satu alat berat yang beroperasi dipertambangan, yaitu *trailer*. *Trailer* merupakan salah satu unit produksi yang banyak digunakan di dunia pertambangan. Unit ini mempunyai fungsi sebagai alat pengangkut material untuk jarak jauh dimana materialnya di isikan oleh *excavator* atau *wheel loader* maupun *shovel*. PT. Mutiara Tanjung Lestari memiliki 2 jenis *trailer*, yaitu :

2.2.1 Volvo FH16

Volvo FH16 merupakan truk berat yang diproduksi oleh perusahaan Swedian Volvo Trucks yang dikenalkan pada akhir tahun 1993. FH adalah singkatan dari *Forward Heigh* dan 16 adalah kapasitas dari mesin ini yaitu 16.000 cc.



Gambar 2.2 Volvo FH16
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

2.2.2 Scania R580

Scania R580 merupakan produksi dari Swedia yang berdiri dari tahun 1819. Arti dari R580 sendiri yaitu R adalah tipe dari kabin unit ini (tinggi kabin), sedangkan 580 adalah *Hours Power* (daya kuda). Untuk mesin scania ini menggunakan tipe D16 dengan tipe V8 yang berkapasitas 16.400 cc.



Gambar 2.3 Scania R580

Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

2.3 Suspension

Suspension (suspensi) merupakan suatu bagian yang berfungsi untuk menciptakan kenyamanan bagi operator. Sistem ini bekerja dengan cara menyerap kejutan dari permukaan jalan yang tidak merata. *Suspension* (suspensi) berada pada bawah kabin unit scania R580. Sehingga sistem *suspension* (suspensi) sangat dibutuhkan untuk kenyamanan saat beroperasi (Buntarto, dkk, 2002). Beberapa fungsi utama dari *suspension* (suspensi), sebagai berikut :

1. Menyerap getaran, oksilasi, dan kejutan yang ditimbulkan oleh permukaan jalan yang tidak rata.
2. Memindahkan gaya gerak *body* kabin akibat pengereman melalui gesekan anatar jalan dengan roda.
3. Sebagai titik tumpu kabin dan memelihara geometris antara kabin, dan roda.



Gambar 2.4 Suspensi Kabin
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

2.4 Anti Roll Bar

Anti roll bar atau yang sering dikenal sebagai *stabilizer* ini merupakan komponen yang menjaga stabilitas pada saat berada pada kemiringan dan belokan pada kondisi medan. Jika pada kabin unit scania R580 anti roll bar adalah salah satu bagian dari suspensi yang membantu mengurangi *body roll* kabin *trailer* saat berjalan dipermukaan yang tidak rata. Anti roll bar ini dihubungkan dengan *york bar* (dudukan shock) kiri dan kanan melalui tuas pendek. Anti roll bar biasanya berbentuk “U” yang dibuat dari batang baja. Fungsi dari anti roll bar itu sama dengan suspensi yaitu :

- ❖ Mengurangi *body lean*
- ❖ Membatasi perilaku *understeer* dari kendaraan pada saat keadaan sedang *handling* pada saat menikung



Gambar 2.5 Anti Roll Bar
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

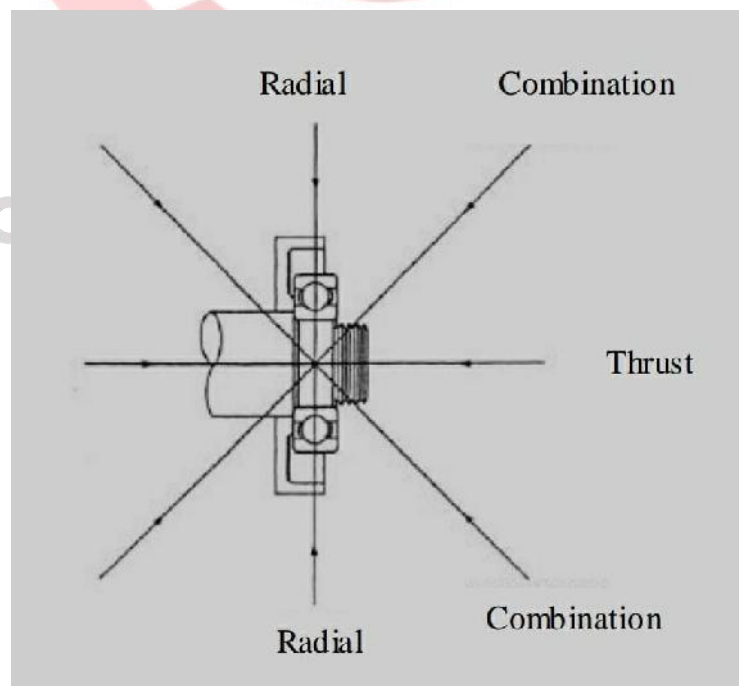
2.5 Bearing

Bearing (bantalan) adalah elemen yang menumpu poros beban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika *bearing* tidak berfungsi dengan baik, maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya. Bahkan dapat memberikan kerusakan pada komponen lainnya. Jadi, *bearing* dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung. (Sularso dan Suga, 1978). *Bearing* ini memiliki jadwal penggantian pada PT. Mutiara Tanjung Lestari (PT. MTL) ini, yaitu pada setiap 3000 *Hours Meter* (HM).

2.6 Klasifikasi Bearing

Secara umum *bearing* dapat diklasifikasikan berdasarkan arah beban dan berdasarkan konstruksi atau mekanismenya mengenai gesekan. Berdasarkan arah beban yang bekerja pada bantalan, seperti ditunjukkan pada gambar 2.6, *bearing* dapat diklasifikasikan menjadi :

- *Bearing radial*: menahan beban dalam arah radial
- *Bearing aksial* : menahan beban dalam arah aksial
- *Bantalan* yang mampu menahan kombinasi beban dalam arah radial dan arah aksial



Gambar 2.6 Arah beban Pada *Bearing*
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Untuk klasifikasi *bearing* yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 2 jenis yang berbeda, yaitu :

2.6.1 *Bearing Original*

Bearing original ini menggunakan tipe *spherical roller bearing* adalah sebuah *bearing* dengan elemen bergulir atau *rolling-element bearing* yang memungkinkan adanya perputaran bergesekan rendah, sekaligus meminimalisir terjadinya ketidaksesuaian sudut. Biasanya, *bearing* jenis ini membantu kinerja poros yang berputar dalam lubang cincin bagian dalam yang mungkin saja tidak selaras dengan cincin bagian luar. *Bearing original* ini merupakan bawaan pabrik dengan merek yang sama dengan unitnya, yaitu scania. Kelebihan *bearing* ini yaitu memiliki sifat yang sangat fleksibel untuk bergerak memutar serta pergerakan atas bawah. Sehingga sangat cocok digunakan pada kabin trailer scania R580 yang memberikan kenyamanan pada operator saat unit digunakan di jalan yang tidak rata atau berlubang.



Gambar 2.7 *Bearing Original (Spherical Roller Bearing)*
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

2.6.2 *Bearing After Market*

Bearing ini disebut *deep groove ball bearing* merupakan sebuah *bearing* yang menggunakan bola baja di sisi dalamnya. Untuk *bearing after market* ini menggunakan merek *Svenska Kugellager Fabriken (SKF)*, merek ini berasal dari Swedia, namun sudah dimanufaktur di Indonesia. Jenis *bearing* ini memiliki kinerja yang sederhana tetapi sangat efektif. Berbeda dengan *bearing original*, pergerakan dari *bearing* ini hanya memutar saja.



Gambar 2.8 Bearing After Market (Deev Grove Ball Bearing)
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

2.7 Pelumasan pada Bearing

Karena fungsinya yang sangat penting, *bearing* membutuhkan perawatan yang baik sehingga mendapatkan umur kerja yang panjang. Salah satu perawatan yang utama pada *bearing* adalah pelumasan. Berikut ini adalah fungsi pelumasan pada *bearing* :

1. Membentuk lapisan pada *bearing* sehingga membantu pada saat bekerja serta mencegah keausan dan kerusakan *premature* pada *bearing*.
2. Menyerap panas yang timbul pada saat unit beroperasi.
3. Mencegah kontaminasi kotoran-kotoran yang berasal dari luar.
4. Mencegah korosi pada *bearing*.
5. Sebagai sistem *sealing* atau penyegelan pada *bearing*.

2.7.1 Grease Lubrication

Grease adalah zat pelumas yang berstruktur semi-solid. *Grease* dibuat dari minyak mineral atau nabati yang dicampuri dengan zat pengental. Terkadang juga ditambahkan dengan zat *aditive* seperti PTFE, grafit, dan molibdenum desulfid untuk memperbaiki sifat-sifat pelumas tersebut.

Grease digunakan pada mekanisme *bearing* yang hanya dibutuhkan sedikit pelumasan. Pelumasan ini berfungsi sebagai pencegah masuknya kotoran-kotoran dari luar ke dalam *bearing*.

2.7.2 Jenis Shield Untuk Grease Lubrication

Penggunaan *grease* pada *bearing* dapat diklasifikasikan berdasarkan desain dari *bearing* tersebut menjadi tiga, yaitu:

1. *Single Shield Bearing*

Tipe ini merupakan hanya salah satu dari sisinya dibuat sebuah dinding tipis (*shield*). Dinding tipis ini berfungsi sebagai penjaga agar kotoran-kotoran yang tercampur dengan grease diluar tidak masuk kedalam sisi *roller*.

2. *Double Shield Bearing*

Sama seperti *single shield*, tetapi tipe ini memiliki dua dinding di sisi *roller*. Dengan desain ini akan mendapatkan perlindungan yang lebih maksimal terhadap *roller*.

3. *Open Bearing*

Berbeda dengan dua tipe sebelumnya, tipe jenis ini tidak memiliki dinding (*shield*) untuk melindungi *roller*. Namun, jenis ini yang sering digunakan dalam dunia industri karena cocok dengan beban yang tinggi. Namun, walaupun sering digunakan dalam dunia industri tipe ini sangat jarang dilakukan *maintenance* karena, *bearing* yang menggunakan tipe *open* adalah *bearing original* yang terletak didalam sehingga tidak memungkinkan pemberian pelumas dari luar. Sehingga kotoran yang ada diluar masuk kedalam *roller* yang mengakibatkan kerusakan.

2.8 *Maintenance*

Maintenance adalah serangkaian kebijakan yang diperlukan untuk mempertahankan atau mengembalikan suatu barang dalam keadaan operasional yang efektif. (Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson, 1994, 1).

2.8.1 *Tujuan Maintenance*

Maintenance memiliki tujuan utama supaya suatu mesin dapat bekerja dengan efektif, diantaranya yaitu : (John D. Campbell dan Andrew K.S. Jardine, 2001, 12).

1. Memaksimalkan waktu operasi atau kapasitas produksi.
2. Mengoptimalkan kemampuan produksi.
3. Meminimalkan biaya per unitnya.
4. Meminimalkan resiko hilangnya kapasitas produktif.
5. Meminimalkan terjadinya kecelakaan terhadap karyawan.
6. Meminimalkan kerusakan.

2.8.2 Jenis-Jenis Maintenance

Pemeliharaan dapat dikategorikan sebagai enam jenis diantaranya adalah : *corrective maintenance*, *preventive maintenance*, *predictive maintenance*, *maintenance prevention*, *adaptive maintenance*, dan *perfective maintenance*. (Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson, 1994, 15-16). Berikut ini merupakan penjelasan dari ke enam jenis *maintenance* :

1. *Corrective maintenance*

Corrective maintenance merupakan kegiatan *maintenance* yang tidak terjadwal, artinya *maintenance* yang tidak terjadwal dikarenakan penyebab dari suatu kegagalan sistem produk. Kegiatan *corrective* ini dilakukan setelah komponen mengalami kerusakan yang tujuannya untuk mengembalikan kondisi sistem yang rusak tersebut pada kondisi semula. Pada *maintenance* tersebut dapat mengidentifikasi dan verifikasi beberapa gejala kegagalan yaitu isolasi kegagalan, pengecekan pada bagian yang mengalami kerusakan, melakukan pemindahan ini dilakukan jika terjadinya kerusakan suatu produk.

2. *Preventive maintenance*

Preventive maintenance merupakan aktivitas pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal, kegiatan ini bertujuan untuk mempertahankan akibat terjadinya kegagalan, memeriksa kegagalan, menurunkan performa tingkat keandalan komponen atau menemukan penyebab kerusakan yang tidak diprediksi dan meningkatkan ketersediaan komponen sistem tersebut.

Preventive maintenance dapat dikategorikan menjadi empat bagian diantaranya, yaitu:

a. *Time Directed Maintenance*

Pemeliharaan waktu terarah merupakan kegiatan perawatan berdasarkan waktu variabel. Kegiatan lainnya untuk menerapkan sistem *time directed maintenance* ada dua kebijakan tersebut yang pertama *periodic maintenance* ialah pencegahan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal yang bertujuan untuk penggantian suatu komponen berdasarkan waktu yang sudah ditentukan. Sedangkan yang kedua *non-condition maintenance* adalah pencegahan pemeliharaan yang dilakukan kegiatan dari operator seperti *cleaning*, *inspection* dan *lubrication*. Ada dua jenis faktor yang mendasari untuk kegiatan berdasarkan waktu perawatan:

- Faktor Keselamatan dan Keamanan

Keselamatan dan keamanan merupakan faktor kebijakan yang sangat penting untuk keselamatan pekerja, apabila tidak diterapkan maka

nyawa operator yang jadi resikonya jika terjadi kecelakaan pada kegiatan pemeliharaan.

- Faktor Ekonomi

Faktor keuangan ini dilakukan untuk kegiatan pemeliharaan itu sendiri membutuhkan biaya yang sangat besar apabila terjadinya kerusakan pada komponen tersebut. Oleh karena itu perawatan pencegahan dengan penggantian komponen dilakukan secara terjadwal pada waktu interval tertentu.

b. Condition Based Maintenance

Pemeliharaan berdasarkan kondisi merupakan pencegahan yang sesuai dilakukan untuk kondisi yang berlangsung dimana variabel waktu dapat dipastikan secara tepat. Kebijakan keadaan terjadi seperti ini bisa dilakukan dengan memprediksi perawatan (*predictive maintenance*), kegiatan tersebut merupakan perawatan yang dilakukan secara benar-benar diperlukan dengan pemulihan ke tingkat awal.

c. Failure Finding

Penemuan kegagalan atau *failure finding* merupakan kegiatan pencegahan dengan memeriksa fungsi yang tidak dapat diketahui (*hidden function*) secara periodik agar memastikan suatu komponen kapan akan mengalami kerusakan.

d. Run To Failure

Kegiatan ini bisa disebut juga dengan perawatan tidak terjadwal dimana kegiatan pemeliharaan tersebut tidak melakukan usaha dan mengevaluasi untuk mengatasipasi kerusakan. Suatu komponen jika tidak dilakukan perawatan sehingga dibiarkan begitu saja bekerja maka kejadian ini sangat merugikan perusahaan itu sendiri karena mengalami keterhambatan suatu proses produksi.

3. Predictive Maintenance

Predictive Maintenance merupakan kegiatan perawatan dengan tujuan untuk pendeteksian timbulnya penurunan suatu komponen. Untuk perawatan seperti ini dibutuhkan mencari penyebab faktor gangguannya. Faktor tersebut harus dihilangkan dengan dilakukan langkah-langkah pencegahan yang sesuai, sebelum suatu sistem dapat mengalami dampak penurunan secara signifikan.

4. *Maintenance Prevention*

Pada pencegahan pemeliharaan ini kegiatan yang mengurangi proses terjadinya *downtime* pada suatu mesin, perawatan ini digunakan dalam konsep *total productive maintenance* (TPM) bertujuan untuk meningkatkan produktivitas di lingkungan perusahaan serta mengurangi biaya komponen lainnya.

5. *Adaptive Maintenance*

Adaptive Maintenance ini berkesinambungan dengan perangkat lunak komputer dan bagaimana cara merubah pemrosesan data.

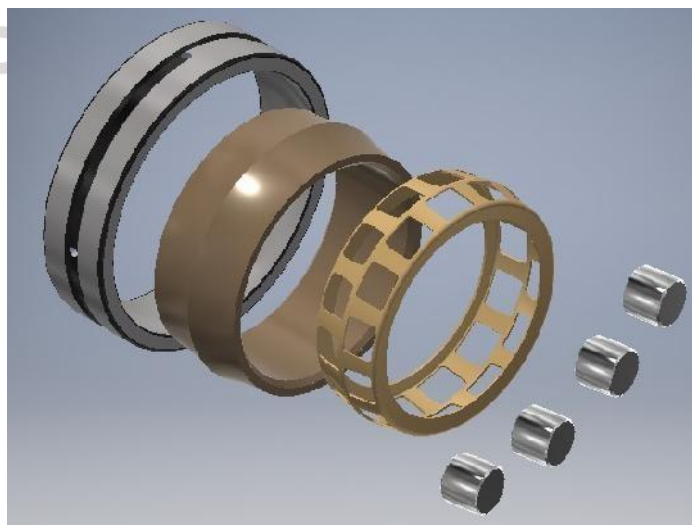
6. *Adaptive Maintenance*

Maintenance seperti ini dilakukan untuk mengacu perubahan agar meningkatkan kinerja pengemasan atau pemeliharaan.

2.9 Spesifikasi Bearing

2.9.1 Bearing Original

Pada gambar 4.2 dibawah, *bearing original* yang menggunakan tipe *spherical roller bearing* atau tipe silinder yang mempunyai dua baris *roller* yaitu *outer ring* dan *inner ring* dan sebuah *cage*. *Spherical roller bearing* memiliki *roller* sebanyak dua baris maka memiliki kemampuan lebih baik dari pada tipe *ball bearing*. Sehingga *bearing* jenis ini sangat sering digunakan oleh industri pertambangan, terutama pada *anti roll bar* kabin scania R580.



Gambar 2.9 *Inventor Bearing Original*
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

1. *Outer Ring*

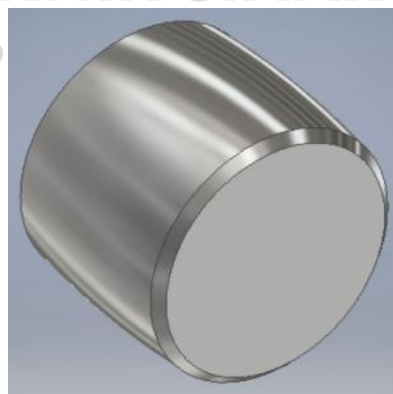
Outer ring berfungsi sebagai penahan bola atau silinder berputar pada tempatnya. *Outer ring* terbuat dari material yang keras, seperti baja atau chrome, yang kekuatannya mempengaruhi beban yang diterima dan masa pemakaiannya. *Outer ring* memiliki bentuk *raceway*.



Gambar 2.10 *Outer Ring Bearing Original*
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

2. *Roller Rolling Elements*

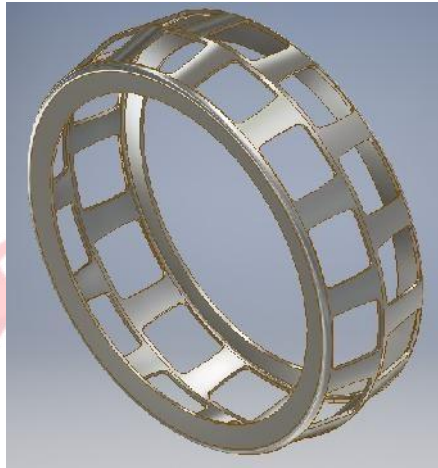
Spherical rolling element berfungsi sebagai silinder agar mengurangi gesekan rotasi dan mendukung beban radial dan aksial.



Gambar 2.11 *Roller Rolling Element*
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

3. Cage

Cage (kurungan) fungsinya untuk menjaga silinder pada tempatnya dan tidak saling bertabrakan atau bergesekan satu dengan yang lain.



Gambar 2.12 Cage Bearing Original
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

4. Inner Ring

Inner ring sama seperti *outer* yaitu berfungsi sebagai penahan bola atau selinder berputar pada tempatnya. Tetapi perbedaan dengan *outer ring* adalah *inner ring* memiliki *raceway* berbentuk dua.



Gambar 2.13 Inner Ring Bearing Original
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

Untuk part number yang digunakan pada *bearing original* atau *spherical roller bearing* pada anti roll bar ini adalah 21304 CD E4 yang memiliki arti sebagai berikut.

21304	CC
-------	----

- 1 digit angka pertama menyatakan jenis *bearing*.
- 1 digit angka kedua menyatakan radial *bering*
- 1 digit angka ketiga menyatakan diameter series
- 2 digit angka keempat dan kelima menyatakan diameter *bearing*.
- 2 huruf terakhir menyatakan *radial Clearance*. Yang artinya besarnya gap atau celah antara bola dengan *cage* atau *dudukan bearing*.

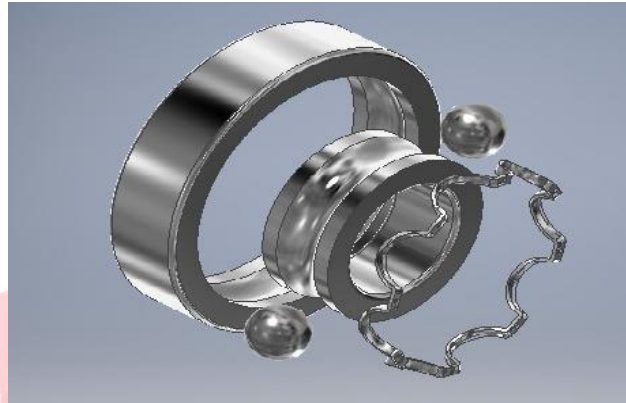
Dari kode *bearing* diatas, dapat diketahui spesifikasi untuk 21304. *Bearing* dengan kode 21304 menggunakan material baja, *spherical roller bearing* (6), *extra light thrust* (1), dengan lubang *bearing* 3 mm (3), *bore* 20 mm(04), tanpa ada *shield* di dua sisi *bearing*.

Tabel 2.1 Spesifikasi Bearing Original

Dimension			Basic Load Ratings		Fatigue Load Limit	Speed Rating		Mass	Desain
			Dynamic	Static		Refeence Speed	Limiting Speed		
d	D	B	C	C ₀	P _u				
mm			kN		kN	r/min		Kg	
20	52	15	49,9	44	4,75	13.000	17.000	0,28	

2.9.2 *Bearing After Market*

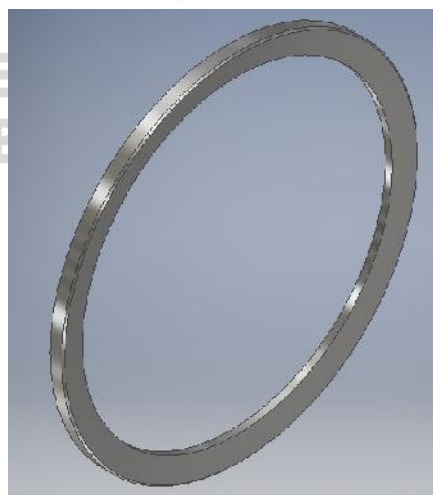
Pada gambar 4.3 dibawah, *bearing* ini menggunakan tipe *deev-grove ball* atau menggunakan tipe bola yang hanya mempunyai satu *roller* yaitu *outer ring* dan *inner ring*, *cage* (kurungan), serta *shields*. *Bearing* ini adalah *bearing* yang digunakan PT. Mutiara Tanjung Lestari pada kabin scania R580 pada saat ini.



Gambar 2.14 Inventor Bearing After Market
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

1. *Shields*

Shields berfungsi sebagai penutup agar kotoran tidak masuk ke dalam *bearing* dan menjaga pelumas tetap bersih.



Gambar 2.15 Shield Bearing After Market
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

2. *Outer ring*

Outer ring berfungsi sebagai penahan bola berputar pada tempatnya. *Outer ring* terbuat dari material yang keras, seperti baja atau chrome, yang kekuatannya mempengaruhi beban yang diterima dan masa pakaiannya.



Gambar 2.16 *Outer Ring Bearing After Market*
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

3. *Ball Rolling elements*

Ball rolling element berfungsi sebagai silinder agar mengurangi gesekan rotasi dan mendukung beban radial dan aksial.



Gambar 2.17 *Ball Rolling Element*
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

4. Cage

Cage (kurungan) fungsinya untuk menjaga silinder pada tempatnya dan tidak saling bertabrakan atau bergesekan satu dengan yang lain.



Gambar 2.18 *Cage Bearing After Market*
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

5. Inner ring

Inner ring sama seperti *outer* yaitu berfungsi sebagai penahan bola atau selinder berputar pada tempatnya.



Gambar 2.19 *Inner Ring Bearing After Market*

Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

Untuk part number yang digunakan pada *bearing* anti roll bar after market di PT. Mutiara Tanjung Lestari yaitu SS6304ZZC3 yang dapat diartikan tentang jenis material yang digunakan, jenis *bearing*, seri *bearing*, diameter *bearing*, jenis bahan penutup, serta besarnya bola yang digunakan dan *cage* atau dudukan bola *bearing* tersebut.

6304	ZZ/C3
------	-------

- a. 1 digit angka pertama menyatakan jenis dari *bearing*.
- b. 1 digit angka kedua menyatakan seri *bearing*.
- c. 2 digit angka ketiga dan keempat menyatakan diameter *bearing*.
- d. Kode huruf terakhir menyatakan jenis bahan penutup *bearing*.
- e. Huruf C dan angka paling belakang menyatakan *radial clearance*. *Radial clearance* adalah besarnya gap antara bola dan *cage* (dudukan *bearing*). Gap atau celah ini bertujuan untuk jika terjadi pemuaian pada *bearing* akibat panas, *bearing* masih bisa berputar.

Dari kode bearing diatas, dapat diketahui spesifikasi untuk SS 6304 ZZ-C3. *Bearing* dengan kode SS 6304 ZZ-C3 menggunakan material *stainless steel*, *single row deep groove ball bearing* (6), *medium* (3), dengan bore 20 mm(04), dan *double shield* (ZZ), serta *internal radial clearance* lebih besar dari normal (C3).

Tabel 2.2 Spesifikasi Bearing After Market

Dimension			Basic Load Ratings		Fatigue Load Limit	Speed Rating		Mass	Desain
			Dynamic	Static		Reference Speed	Limiting Speed		
d	D	B	C	C ₀	P _u				
mm			kN		Kn	r/min		Kg	
20	52	15	16,8	7,8	0,335	30.000	15.000	0,15	

2.10 Perhitungan Beban dan Umur *Bearing*

Dalam perhitungan ini jenis *bearing* yang digunakan ada 2, yaitu *bearing original* dan *bearing after market*. Perhitungan yang dilakukan antara lain perhitungan beban ekuivalen dan umur *bearing* sebagai berikut.

2.10.1 Perhitungan Beban Ekuivalen

Suatu beban yang besarnya sedemikian rupa hingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya disebut beban ekuivalen. Untuk mengetahui nilai *V,X,Y* dan *X₀,Y₀* dapat ditentukan pada gambar 2.20 dibawah.

Jenis bantalan			Beban putar pada cincin dalam	Beban putar pada cincin luar	Baris tunggal		Baris ganda				e	Baris tunggal		Baris ganda	
					$F_d/\sqrt{F_r} > e$		$F_d/\sqrt{F_r} \leq e / F_d/\sqrt{F_r} > e$								
					X	Y	X	Y	X	Y		X ₀	Y ₀	X ₀	Y ₀
Bantalan bola dalam	F_d/C_0	= 0,014			2,30				2,30	0,19					
		= 0,028			1,99				1,90	0,22					
		= 0,056			1,71				1,71	0,26					
		= 0,0084			1,55				1,55	0,28					
		= 0,11	1	1,2	0,56	1,45	1	0	0,56	1,45	0,30	0,6	0,5	0,5	
		= 0,17			1,31				1,31	0,34					
		= 0,28			1,15				1,15	0,38					
		= 0,42			1,04				1,04	0,42					
		= 0,56			1,00				1,00	0,44					
Bantalan bola sudut	a	= 20°			0,43	1,00		1,09	0,70	1,63	0,57		0,42		0,84
		= 25°			0,41	0,87		0,92	0,67	1,41	0,68		0,38		0,76
		= 30°	1	1,2	0,39	0,76	1	0,78	0,63	1,24	0,80	0,5	0,33	1	0,66
		= 35°			0,37	0,66		0,66	0,60	1,07	0,95		0,29		0,58
		= 40°			0,35	0,57		0,55	0,57	0,93	1,14		0,26		0,52

Gambar 2.20 Faktor-Faktor *V,X,Y* Dan *X₀,Y₀*
Sumber : Sularso Dan Kiyokatsu Suga

Untuk dapat melakukan perhitungan beban ekuivalen pada *bearing* dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$P = X.F_r + Y.F_a$$

Keterangan :

P = beban ekuivalen (N)

X = faktor beban radial

F_r = beban radial (N)

Y = faktor beban aksial

F_a = beban aksial (N)

Untuk mencari beban aksial dan beban radial dapat digunakan rumus berikut :

Beban aksial = $F_a = C_0 \cdot 0,056$

Beban radial = $F_r = F_a / V.e$

Untuk mencari faktor beban aksial dan faktor beban radial rumus yang digunakan sebagai berikut :

F_a / C_0

Untuk mengubah satuan kN ke kg dapat menggunakan rumus berikut :

$F = m \cdot g \longrightarrow m = F / g$

2.10.2 **Umur Bearing**

Untuk menghitung umur *bearing* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$L = (C/P)^b$

Keterangan :

L = umur bantalan

C = beban dinamis

P = beban ekuivalen

b = konstanta 3 untuk *ball bearing*, konstanta 10/3 untuk *roller bearing*