



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Maintenance*

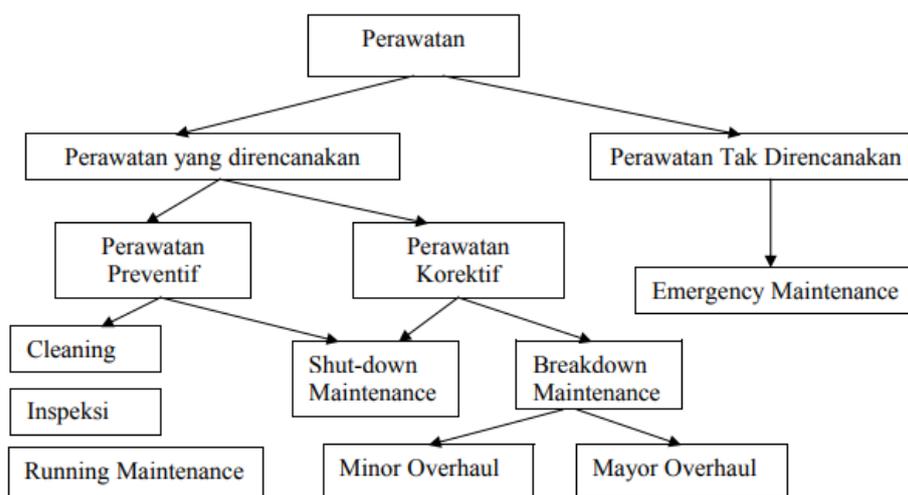
Menurut Ni'mah (2015), *maintenance* atau perawatan merupakan serangkaian tindakan yang dilakukan untuk menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dengan melakukan perbaikan, penyesuaian, atau penggantian yang diperlukan untuk memastikan bahwa fasilitas atau peralatan tersebut beroperasi sesuai dengan rencana dan memenuhi standar produksi yang diinginkan. *Maintenance* meliputi kegiatan pemeliharaan rutin, inspeksi, perbaikan, pemeliharaan pencegahan, dan penggantian komponen yang rusak atau aus. *Maintenance* juga memiliki banyak fungsi dan keuntungan. Kegiatan ini melibatkan serangkaian tugas dalam kegiatan produksi yang dilakukan untuk memastikan bahwa peralatan, mesin, sistem, atau fasilitas tetap beroperasi dengan baik. Tujuan dari kegiatan *maintenance* adalah:

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi kebutuhan produk itu sendiri dan memastikan proses produksi berjalan lancar.
3. Untuk membantu menjaga modal yang diinvestasikan dan mengurangi pemakaian dan penyimpangan.
4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara efektif dan efisien.
5. Menghindari kegiatan pemeliharaan yang berpotensi membahayakan keselamatan pekerja.
6. Bekerjasama secara erat dengan fungsi-fungsi utama lain dalam perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu

mengoptimalkan tingkat keuntungan (*return on investment*) dan meminimalkan total biaya (Ni'mah, 2015).

2.2 Jenis-Jenis *Maintenance*

Menurut Daryus (2019), bila ditinjau dari saat pelaksanaan pekerjaan perawatan, perawatan dapat dibagi menjadi dua cara yaitu perawatan yang direncanakan (*planned maintenance*) dan perawatan yang tidak direncanakan (*unplanned maintenance*). Berikut adalah skema pembagian perawatan.



Gambar 2.1 Skema Pembagian Perawatan
(Sumber: Buku Manajemen Perawatan Mesin)

1. Perawatan yang direncanakan (*Planned Maintenance*)

Pemeliharaan yang direncanakan adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan mempertimbangkan masa depan, mengawasi, dan mencatat sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya.

Pemeliharaan yang direncanakan terdiri dari:

a. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance adalah kegiatan perawatan yang direncanakan untuk mencegah suatu kerusakan. Kegiatan ini meliputi inspeksi, pelumasan, dan penyetulan agar peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

b. *Corrective Maintenance*

Corrective maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas atau peralatan sehingga mencapai standar yang dapat diterima. Dalam perbaikan dapat dilakukan peningkatan-peningkatan sedemikian rupa, seperti melakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik.

2. Pemeliharaan yang tidak direncanakan (*Unplanned Maintenance*)

Pemeliharaan darurat adalah pemeliharaan di mana tindakan cepat diperlukan untuk mencegah hasil yang serius, seperti kehilangan produksi, kerusakan yang signifikan pada peralatan, atau masalah keselamatan kerja.

a. *Emergency Maintenance*

Adalah pekerjaan perbaikan yang harus segera dilakukan karena terjadi kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga.

2.3 *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance atau pemeliharaan prediktif adalah metode yang bertujuan untuk menilai kondisi peralatan guna memprediksi waktu yang tepat untuk melakukan pemeliharaan. Keunggulan utama dari pemeliharaan prediktif adalah memungkinkan penjadwalan pemeliharaan dan mencegah terjadinya kegagalan peralatan yang tidak terduga. Dengan memahami kebutuhan pemeliharaan, kegiatan pemeliharaan dapat direncanakan dengan lebih baik dan dapat meningkatkan ketersediaan industri. Manfaat potensial lainnya meliputi perpanjangan umur penggunaan peralatan, peningkatan keselamatan instalasi, lebih sedikit kecelakaan dengan dampak negatif terhadap lingkungan, dan optimasi dalam penanganan suku cadang (Putra, 2023)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4 Preventive Maintenance

Menurut Daryus (2019), *preventive maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan dengan jadwal yang teratur sehingga terkadang disebut sebagai “perawatan yang terencana”. Tujuan dilakukan kegiatan *preventive maintenance* adalah memperkecil penyebab-penyebab kerusakan sebelum kerusakan terjadi. Kegiatan *preventive maintenance* meliputi inspeksi, pelumasan, dan pengecekan mesin dengan teliti. Frekuensi inspeksi ditetapkan menurut tingkat prioritas suatu mesin, tingkat kerusakan, dan tingkat kelemahan mesin. *Preventive maintenance* mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mencapai tingkat kesiapan industri yang maksimum dengan mencegah kerusakan dan mengurangi periode waktu perbaikan menjadi seminimum mungkin.
2. Menjaga kondisi mesin sebaik mungkin untuk mempertahankan produk yang berkualitas tinggi.
3. Memperkecil tingkat kerusakan dan menjaga nama baik industri.
4. Menjamin keselamatan pekerja.
5. Menjaga industri pada tingkat efisiensi produksi yang maksimum.

2.4.1 Inspeksi

Pekerjaan inspeksi terbagi menjadi inspeksi luar dan inspeksi dalam. Inspeksi luar bertujuan untuk mengamati dan mendeteksi kelainan pada mesin yang sedang beroperasi, seperti suara tidak normal, getaran, panas, asap, dan lain-lain. Sementara itu, inspeksi dalam difokuskan pada pemeriksaan elemen-elemen mesin yang berada di dalam, seperti roda gigi, ring, paking, bantalan, dan komponen lainnya. Inspeksi dikategorikan menjadi 2 macam (Daryus, 2019):

1. Kategori mesin yang penting. Mesin-mesin dalam kelompok ini sangat besar pengaruhnya terhadap jalannya produksi secara keseluruhan, sedikit saja terjadi gangguan akan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memerlukan waktu yang lama untuk memperbaikinya. Untuk itu perlu diberikan penekanan yang lebih kepada inspeksi mesin-mesin tersebut.

2. Kategori mesin biasa. Frekuensi inspeksi untuk kelompok ini tidak terlalu berpengaruh terhadap jalannya produksi.

2.4.2 Pelumasan

Komponen-komponen mesin yang bergesekan seperti *bearing* harus diberi pelumasan secara benar agar dapat bekerja dengan baik dan memiliki umur pakai yang lama. Dalam pemberian pelumas yang benar perlu diperhatikan jenis pelumas yang digunakan, kuantitas pelumas, bagian yang diberi pelumas dan interval dilakukannya kegiatan pelumasan (Daryus, 2019).

2.4.3 Perencanaan dan Penjadwalan

Suatu jadwal pemeliharaan perlu disiapkan dan harus dilaksanakan dengan baik. Program perawatan harus dibuat secara lengkap dan terperinci menurut spesifikasi yang diperlukan, seperti adanya jadwal harian, mingguan, bulanan, tiap tiga bulan, tiap setengah tahun, setiap tahun dan sebagainya (Daryus, 2019).

2.4.4 Pencatatan dan Analisis

Catatan-catatan yang perlu dibuat untuk membantu kelancaran pekerjaan perawatan adalah:

1. Buku manual operasi
2. Manual instruksi perawatan
3. Kartu riwayat mesin
4. Daftar permintaan suku cadang
5. Kartu inspeksi
6. Catatan kegiatan harian
7. Catatan kerusakan, dan lain-lain.

Catatan-catatan ini akan membantu dalam menentukan perencanaan pemeliharaan untuk kedepannya dan keputusan-keputusan yang akan diambil (Daryus, 2019).

2.5 Perencanaan Waktu Perawatan

Kegiatan perawatan pada setiap mesin perlu diseimbangkan. Jika perawatan terlalu jarang (*under-maintained*) dapat menyebabkan kerusakan dini (prematur), sedangkan perawatan yang berlebihan dapat menimbulkan pekerjaan-pekerjaan yang tidak diperlukan sehingga terjadi pemborosan (Daryus, 2019). Frekuensi perawatan dapat ditentukan berdasarkan:

1. Skala waktu kalender
 - a. Mingguan
 - b. Bulanan
 - c. Triwulanan
 - d. Tahunan, dan seterusnya.
2. Waktu operasi, misalnya:
 - a. Jam operasi
 - b. Jumlah putaran operasi
 - c. Jarak tempuh

2.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah metode untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kegagalan untuk mencegah kegagalan berikutnya (Hanif Yulinda, 2015). Untuk mengidentifikasi kegagalan potensial, terdapat 3 parameter nilai atau skor masing-masing mode kegagalan berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*). Dalam proses pembuatan *FMEA*, perhitungan nilai risiko prioritas (*RPN*) dilakukan untuk mengidentifikasi komponen kritis dari suatu mesin dan selanjutnya akan dilakukan pengkategorian terhadap konsekuensi kegagalan yang terjadi pada setiap komponen mesin (Hendratmoko & Pranoto, 2023). Nilai dari *RPN* akan menentukan seberapa kritis komponen pada mesin (Ginting, 2019). Perhitungan *RPN* menggunakan rumus berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

Nilai *RPN* yang dihasilkan menunjukkan tingkat prioritas perhatian yang harus diberikan pada area atau komponen tertentu dalam sistem (Suherman & Cahyana, 2019). Berikut ini adalah rating untuk *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.

Tabel 2.1 Tingkat *Severity*

Nilai	<i>Criteria of Severity Effect</i>
1	Tidak ada efek
2	Tidak efektif, pekerja tidak menyadari masalah
3	Tidak ada dampak, pekerja sadar akan masalahnya
4	Fungsi berubah dan banyak pekerja memperhatikan masalahnya
5	Pengurangan kenyamanan fungsi penggunaan
6	Hilangnya fungsi kenyamanan
7	Pengurangan fungsi utama
8	Hilangnya fungsi utama
9	Fitur utama hilang dan peringatan dipicu
10	Tidak bekerja sama sekali

(Sumber: Hartati, 2022)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2.2 Tingkat *Occurance*

Nilai	<i>Probability of Occurance</i>
1	Lebih dari 10000 jam operasi mesin
2	10000 - 6001 jam operasi mesin
3	6000 - 3001 jam operasi mesin
4	3000 - 2001 jam operasi mesin
5	2000 – 1001 jam operasi mesin
6	1000 – 401 jam operasi mesin
7	400 – 101 jam operasi mesin
8	100 - 11 jam operasi mesin
9	10 – 2 jam operasi mesin
10	Kurang dari 2 jam operasi mesin

(Sumber: Hartati, 2022)

Tabel 2.3 Tingkat *Detection*

Nilai	<i>Detection Design Control</i>
1	Pasti terdeteksi
2	Sangat mungkin ditemukan
3	Kemungkinan akan dikenali
4	Sangat mungkin ditemukan
5	Peluang sedang untuk ditemukan
6	Kecil kemungkinannya untuk terdeteksi
7	Sangat tidak mungkin terdeteksi
8	Probabilitas sangat rendah dan sulit dideteksi
9	Probabilitas sangat rendah dan sangat sulit untuk dideteksi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

10	Tidak mampu terdeteksi
----	------------------------

(Sumber: Hartati, 2022)

Setelah diketahui nilai *RPN* dari masing-masing komponen mesin, maka dapat ditentukan kriteria tingkat resiko mesin yang bertujuan untuk mengetahui prioritas perbaikan atau perawatan mesin sebagai upaya mencegah kegagalan kerja mesin (Hartati, 2022).

Tabel 2.4 Kriteria Tingkat Resiko

RPN	Tingkat Resiko
>100	Kritis
100 - 80	Tinggi
80 - 60	Sedang
<60	Rendah

(Sumber: Hartati, 2022)

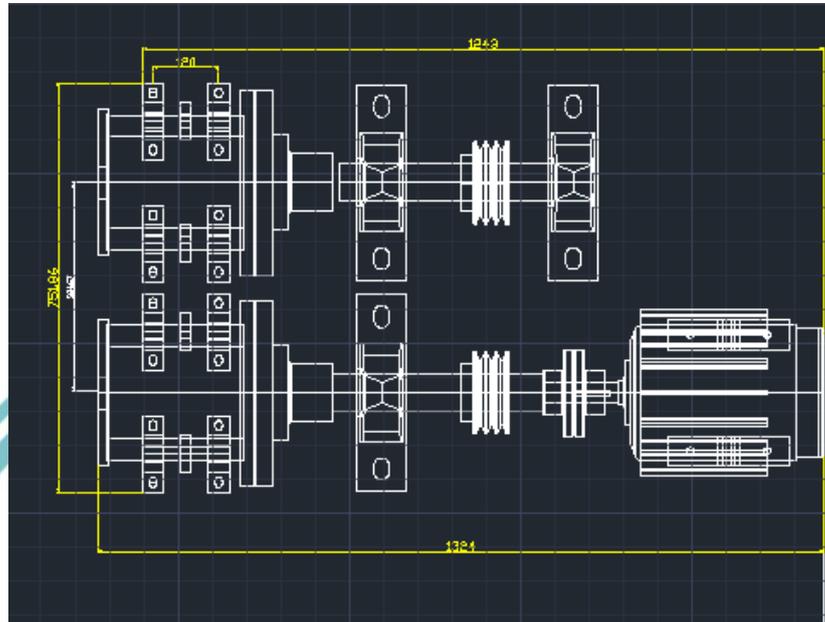
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.7 Mesin *Double Mould Centrifugal Casting*



Gambar 2.2 Desain Konstruksi Mesin *Double Mould Centrifugal Casting*
(Sumber: Dokumen PT XYZ)

Mesin *double mould centrifugal casting* merupakan mesin yang digunakan dalam proses pengecoran sentrifugal di mana terdapat dua cetakan yang digunakan secara simultan. Mesin ini berperan memproduksi *impeller wear ring* yang berfungsi untuk mengurangi kebocoran fluida dari zona tekanan tinggi di outlet impeller ke daerah tekanan rendah di inlet impeller (Chen et al., 2012). Dalam proses ini, logam cair atau suspensi keramik dimasukkan ke dalam cetakan yang berputar dengan kecepatan tinggi, sehingga gaya sentrifugal mengarahkan bahan cor ke dinding cetakan. Mesin pengecoran sentrifugal dua cetakan digunakan dalam proses pengecoran sentrifugal di mana dua cetakan digunakan secara bersamaan. Hal ini dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses pengecoran dan memungkinkan produksi massa yang efisien dengan kualitas yang konsisten dan tinggi di PT XYZ.

2.7.1 Komponen Mesin *Double Mould Centrifugal Casting*

Gambar 2.2 menunjukkan komponen-komponen mesin *double mould centrifugal casting*, berikut adalah penjelasannya.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Motor Listrik

Motor Listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada mesin *double mould centrifugal casting*, energi mekanik yang dihasilkan oleh motor listrik Teco 132S 4P digunakan untuk memutar kopleng.

2. Kopleng

Kopleng adalah bagian mesin yang digunakan untuk menghubungkan poros penggerak terhadap poros yang digerakkan, yang dapat dijalankan atau dihentikan sewaktu-waktu, tanpa menghentikan poros penggerak (Khurmi & Gupta, 2005). Kopleng pada mesin *double mould centrifugal casting* berfungsi sebagai penghubung antara poros dan motor listrik untuk mentransfer tenaga.

3. *Pillow Block Bearing*

Pillow block bearing terdiri dari braket pemasangan (*pillow block*) yang menampung *bearing* dan digunakan dalam aplikasi torsi rendah dan beban ringan. Pada konfigurasi ini, *pillow block* dipasang dengan baut ke pondasi, sementara poros dan cincin dalam *bearing* bebas berputar. *Pillow block bearing* adalah tipe *bearing* yang dirancang untuk mendukung dan menstabilkan poros rotasi dalam mesin. Pada konstruksi diatas, mesin *double mould centrifugal casting* menggunakan tiga buah *pillow block bearing* yang digunakan untuk menahan beban yang dihasilkan oleh rotasi poros.

4. *Pulley*

Pulley pada mesin *double mould centrifugal casting* berfungsi sebagai penggerak untuk mentransfer tenaga serta pengatur kecepatan rotasi poros.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. *Belt*

Belt berfungsi sebagai penghubung antara *pulley* pada poros mesin untuk mentransfer tenaga dengan gerakan rotasi yang efisien. Jenis *belt* yang digunakan pada mesin *double mould centrifugal casting* adalah *v belt* tipe b.

6. *Mould*

Mould pada mesin *double mould centrifugal casting* merupakan cetakan yang digunakan untuk membentuk produk cor.

7. Poros

Poros pada mesin *double mould centrifugal casting* berfungsi sebagai penghubung antara komponen-komponen mesin. Pada mesin ini, terdapat dua buah poros yang digunakan. Poros pertama merupakan poros yang sumber tenaganya berasal dari motor listrik dan berperan dalam perputaran di poros kedua. Poros kedua memiliki sumber tenaga dari poros pertama yang ditransmisikan melalui *pulley* dan *v belt*.

2.7.2 Prinsip Kerja Mesin *Double Mould Centrifugal Casting*

Prinsip kerja mesin *double mould centrifugal casting* adalah menggunakan gaya sentrifugal untuk mendistribusikan logam cair ke dalam cetakan yang berputar dengan kecepatan tinggi. Energi mekanik yang dihasilkan oleh motor listrik digunakan untuk memutar kopleng. Kopleng menghubungkan antara poros penggerak dan poros yang digerakkan serta mentransfer tenaga sehingga poros dapat berputar dan menggerakkan komponen lainnya. Terdapat dua poros pada konstruksi ini, poros pertama memperoleh sumber tenaga dari motor listrik. *Pulley* dan *v belt* berperan sebagai komponen penghubung antara poros pertama dan poros kedua yang berfungsi untuk mentransfer tenaga untuk perputaran di poros kedua. Proses dimulai dengan pemanasan material cor hingga menjadi cair,

kemudian dituangkan ke dalam cetakan yang berputar. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran cetakan membantu material cor menyebar secara merata ke seluruh bagian cetakan dan membentuk produk cor dengan presisi tinggi.

2.8 Bearing

Bearing (bantalan) adalah komponen mesin yang digunakan untuk menahan poros berbeban di mana beban tersebut dapat berupa beban aksial atau radial. Penggunaan *bearing* pada suatu mesin disesuaikan dengan tujuan dan fungsinya. *Bearing* bertugas sebagai tumpuan agar poros dapat berputar padanya. *Bearing* harus kokoh agar poros dan elemen mesin lainnya dapat bekerja dengan baik. Jika tidak, maka kinerja seluruh sistem akan menurun dan sistem tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya (Sularso & Suga K, 1991).

2.8.1 Klasifikasi *Bearing*

Menurut Sularso & Suga K (1991), *bearing* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Gerakan Terhadap Poros
 - a. *Bearing* Luncur
Pada jenis *bearing* ini terjadi gesekan luncur antara poros dengan *bearing*. Hal ini dikarenakan permukaan poros ditumpu oleh permukaan *bearing* yang diperantarai oleh lapisan pelumas.
 - b. *Bearing* Gelinding
Bearing jenis ini mengalami gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol (atau jarum) dan rol bulat.
2. Berdasarkan Arah Beban Terhadap Poros
 - a. *Bearing* Radial



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bearing ini memiliki arah beban yang tegak lurus dengan sumbu poros.

b. *Bearing* Aksial

Bearing ini memiliki arah beban yang sejajar dengan sumbu poros.

c. *Bearing* Gelinding Khusus

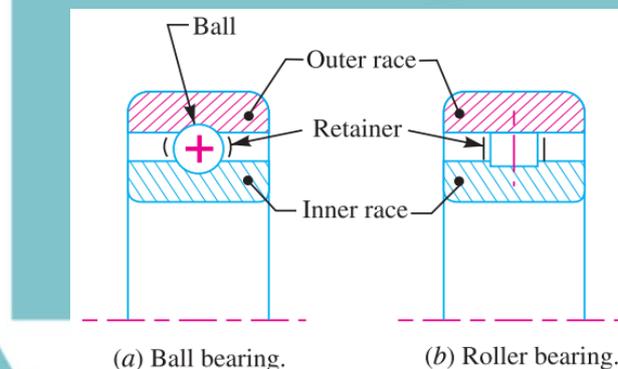
Bearing khusus ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus terhadap sumbu poros.

2.8.2 Tipe *Bearing* Gelinding

Terdapat dua tipe *bearing* gelinding (Khurmi & Gupta, 2005):

1. *Ball Bearing*
2. *Roller Bearing*

Bantalan bola dan rol terdiri dari cincin lintasan luar yang dibawa oleh rumah atau casing bantalan dan cincin lintasan dalam yang dipasang pada poros atau jurnal. Di antara cincin lintasan luar dan dalam terdapat bola atau rol seperti pada gambar dibawah ini.

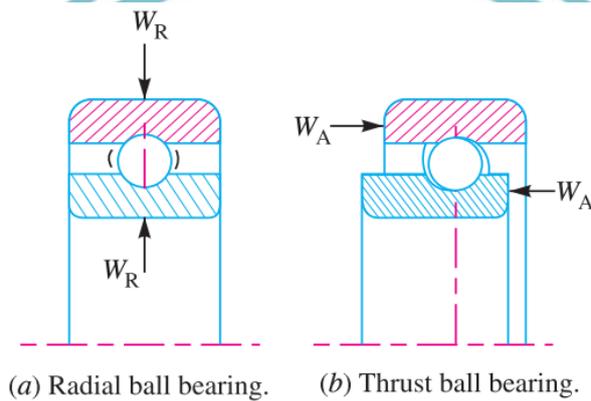


Gambar 2.3 Tipe *Bearing* Gelinding
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Bola ataupun rol yang ada pada *bearing* ditahan pada jarak yang tepat sehingga bola tidak bersentuhan satu dengan yang lainnya. Komponen tersebut adalah *cage* atau sangkar (separator; pemisah). Sangkar ini biasanya terdiri dari plat strip tipis dan biasanya terdiri dari dua bagian yang dirakit setelah bola ditempatkan secara tepat. Untuk beban yang tergolong ringan

biasanya menggunakan bantalan bola, sedangkan bantalan *roller* digunakan untuk beban yang berat. Ditinjau dari beban yang bekerja, *bearing* gelinding dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. *Bearing* beban radial
2. *Bearing* beban aksial

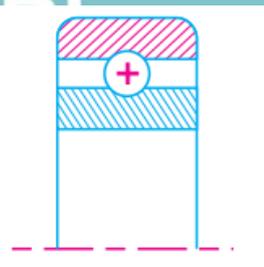


Gambar 2.4 *Bearing* Aksial dan Radial
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

a. *Radial Ball Bearing*

Berikut adalah tipe-tipe *radial ball bearing*:

- 1) *Single Row Deep Groove Ball Bearing*



Gambar 2.5 *Single Row Deep Groove Ball Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Bearing jenis ini digunakan karena memiliki kapasitas pembawa beban yang tinggi dan cocok untuk mesin yang memiliki kecepatan putar yang tinggi.



Hak Cipta :

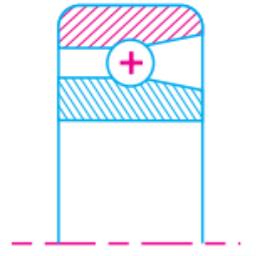
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

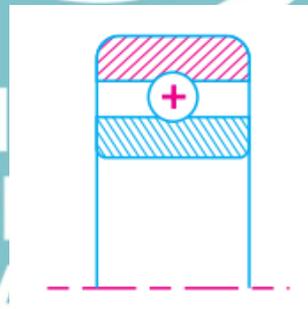
2) *Filling Notch Bearing*



Gambar 2.6 *Filling Notch Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Filling notch bearing memiliki tatik, atau *notches*, di lintasan cincin luar dan dalam. Hal ini memungkinkan bola tambahan untuk disisipkan. Kapasitas beban *bearing* tipe ini lebih besar karena memiliki jumlah bola yang lebih besar di dalamnya.

3) *Angular Contact Bearing*



Gambar 2.7 *Angular Contact Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Bearing ini memiliki salah satu sisi cincin lintasan luar yang dipotong untuk memungkinkan penyisipan lebih banyak bola. Namun, kedua cincinnya tidak memiliki potongan takik, atau *notch*. Dengan cara ini, *bearing* dapat menahan beban aksial yang cukup besar dalam satu arah dan beban radial yang cukup besar juga. *Angular contact bearing* biasanya digunakan dalam

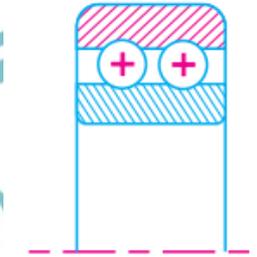


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pasangan untuk memungkinkan beban tekan aksial bergerak ke arah lainnya.

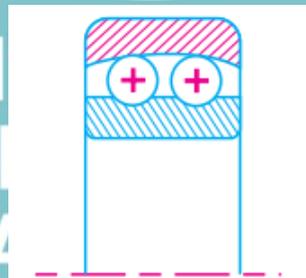
4) *Double Row Deep Groove Ball Bearing*



Gambar 2.8 *Double Row Deep Groove Ball Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Bearing ini dapat dibuat dengan kontak antara bola dan cincin lintasan secara radial atau sudut. *Bearing* baris ganda lebih kecil dan memiliki kapasitas beban yang lebih kecil daripada *bearing* baris tunggal.

5) *Self-Aligning Bearing*



Gambar 2.9 *Self Aligning Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Bearing ini memungkinkan defleksi poros hingga 2–3 derajat. Kelonggaran normal dalam *bearing* terlalu kecil untuk memungkinkan *misalignment* poros dibandingkan dengan rumahnya. Jika unit *bearing* dirakit dengan keberadaan *misalignment* poros, *bearing* tersebut dapat mengalami pembebanan yang melebihi nilai desainya dan



Hak Cipta :

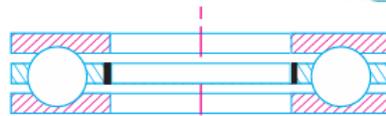
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

akan menyebabkan kegagalan dini (prematur).

Self-aligning bearing terdiri dari dua tipe, yaitu:

- i *Externally Self Aligning Bearing*
- ii *Internally Self Aligning Bearing*

b. *Thrust Ball Bearing (Axial)*

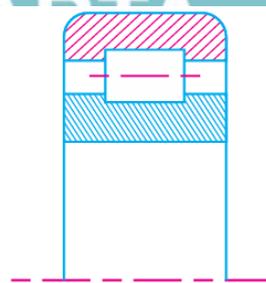


Gambar 2.10 *Thrust Ball Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Thrust ball bearing hanya dapat mengangkut beban tekan aksial murni pada kecepatan di bawah 2000 rpm. Bola ditarik keluar dari cincin lintasan oleh gaya sentrifugal saat bergerak dengan kecepatan tinggi. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan *angular contact ball bearing* pada kecepatan tinggi.

c. *Roller Bearing*

1) *Cylindrical Roller Bearing*



Gambar 2.11 *Cylindrical Roller Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Bearing ini memiliki pemandu *roller* yang pendek dan sangkar. *Bearing* ini memiliki koefisien gesek yang paling rendah dari tiap bentuk beban berat

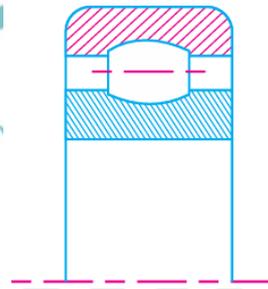


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

bearing kontak gelinding. *Bearing* jenis ini juga relatif kaku terhadap gerakan radial dan digunakan dalam kerja kecepatan tinggi.

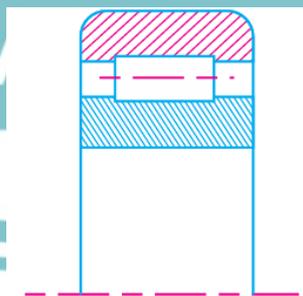
2) *Spherical Roller Bearing*



Gambar 2.12 *Spherical Roller Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Bentuk *bearing* ini adalah *self-aligning bearing*. Bentuk *self-aligning* pada *bearing* ini dicapai melalui penggerindaan salah satu lintasan *roller* dalam bentuk *sphere*. *Bearing* ini biasanya dapat menolerir *misalignment* sudut sekitar $1,5^\circ$ dan dapat membawa beban aksial dalam dua arah ketika digunakan dengan baris ganda *roller*.

3) *Needle Roller Bearing*



Gambar 2.13 *Needle Roller Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Bearing ini relatif lebih tipis atau kecil dan memenuhi ruang, sehingga tidak memerlukan sangkar atau penahan. *Bearing* ini digunakan ketika beban berat harus dibawa dengan gerakan

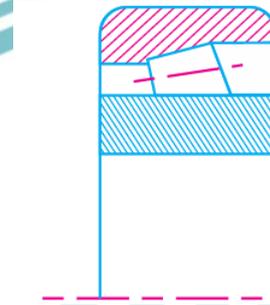


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

bolak-balik. Gerakan bolak-balik tersebut biasanya cenderung menjaga *roller* dalam posisi yang tepat.

4) *Tapered Roller Bearing*



Gambar 2.14 *Tapered Roller Bearing*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Roller dan lintasan *bearing* ini dibentuk konis atau tirus dengan elemen yang saling berpotongan pada satu titik. Jenis *bearing* ini dapat membawa beban radial dan aksial sekaligus. *Bearing* jenis ini tersedia dalam bermacam kombinasi sebagai *double row bearing* dan dengan sudut konis yang berbeda untuk penggunaan besaran yang relatif berbeda dari beban radial dan aksial.

2.9 Beban Equivalen

Beban equivalen (P) didefinisikan sebagai beban konstan radial yang jika diaplikasikan pada *bearing* akan menunjukkan umur pakai yang sama seperti dibawah pembebanan pada kondisi aktual.:

$$P = (X \cdot V \cdot Fr + Y \cdot Fa)$$

Dimana:

Fr = Beban radial [N]

Fa = Beban aksial [N]

V = Faktor rotasi

1, untuk semua tipe *bearing* jika cincin dalam berputar

1, untuk *bearing self-aligning* jika cincin dalam diam

1,2, untuk semua tipe *bearing* kecuali *self-aligning*, jika cincin dalam diam

X = Faktor radial

Y = Faktor aksial

(Khurmi & Gupta, 2005)

Nilai faktor radial (X) dan faktor aksial (Y) untuk *bearing* berbeban dinamis ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 2.5 Nilai Faktor Radial dan Faktor Aksial

Type of bearing	Specifications	$\frac{W_A}{W_R} \leq e$		$\frac{W_A}{W_R} > e$		e								
		X	Y	X	Y									
Deep groove ball bearing	$\frac{W_A}{C_0} = 0.025$ = 0.04 = 0.07 = 0.13 = 0.25 = 0.50	1	0	0.56	2.0	0.22								
					1.8	0.24								
					1.6	0.27								
					1.4	0.31								
					1.2	0.37								
					1.0	0.44								
Angular contact ball bearings	Single row	1	0	0.35	0.57	1.14								
	Two rows in tandem		0	0.35	0.57	1.14								
	Two rows back to back		0.55	0.57	0.93	1.14								
	Double row		0.73	0.62	1.17	0.86								
Self-aligning bearings	Light series : for bores	1												
	10 – 20 mm						1.3	6.5	2.0	0.50				
	25 – 35						1.7	2.6	0.37					
	40 – 45						2.0	3.1	0.31					
	50 – 65						2.3	3.5	0.28					
	70 – 100						2.4	3.8	0.26					
	105 – 110						2.3	3.5	0.28					
	Medium series : for bores							1.0	0.65	1.6	0.63			
	12 mm											1.2	1.9	0.52
	15 – 20											1.5	2.3	0.43
25 – 50	1.6	2.5	0.39											
Spherical roller bearings	For bores :	1												
	25 – 35 mm						2.1	3.1	0.32					
	40 – 45						2.5	3.7	0.27					
	50 – 100						2.9	4.4	0.23					
Taper roller bearings	For bores :	1	0	0.4										
	30 – 40 mm						1.60	0.37						
	45 – 110						1.45	0.44						
	120 – 150	1.35	0.41											

(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Jika pembebanan pada suatu *bearing* hanya terdiri dari beban radial saja atau beban aksial saja, maka beban radial (F_r) atau beban aksial (F_a) tersebut adalah sama dengan beban ekuivalen (P) (Bhandari, 2008).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.10 Rumus Lifetime Bearing

Lifetime (umur pakai) *bearing* merupakan jumlah putaran atau jam kerja pada kecepatan konstan hingga ditemukannya titik kelelahan atau *fatigue* pada komponen *bearing* (bisa terjadi pada lintasan luar, lintasan dalam, maupun elemen gelinding). *Lifetime bearing* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^k \times 10^6$$

Dimana:

- L = Umur *bearing*
- C = Peringkat beban dasar dinamis N
- P = Beban Equivalen
- k = 3 untuk *ball bearing*
10/3 untuk *roller bearing*

(Khurmi & Gupta, 2005)

2.11 Faktor Koreksi Bearing

Fungsi faktor koreksi pada *bearing* adalah untuk menyesuaikan perhitungan umur nominal dasar *bearing* sehingga lebih akurat mencerminkan kondisi operasional yang sebenarnya. Faktor koreksi ini mempertimbangkan berbagai aspek yang dapat mempengaruhi umur *bearing*, seperti faktor keandalan, temperatur, dan kondisi operasi.

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dimana:

- L_n = Keandalan umur
 a_1 = Faktor keandalan
 a_2 = Faktor temperatur
 a_3 = Faktor kondisi kerja

(NTN, 2015)

Tabel 2.6 Faktor Keandalan *Bearing*

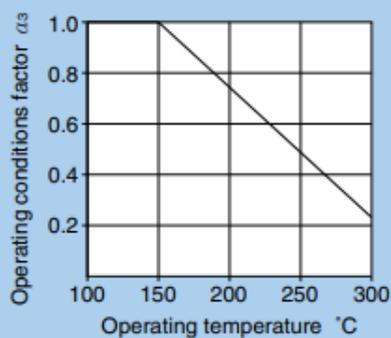
Reliability %	L_n	Reliability factor a_1
90	L_{10}	1.00
95	L_5	0.62
96	L_4	0.53
97	L_3	0.44
98	L_2	0.33
99	L_1	0.21

(Sumber: NTN *Bearing Catalogue*)

Tabel 2.7 Faktor Temperatur *Bearing*

Symbol	Max. operating temperature (°C)	Bearing characteristics factor a_2
TS2	160	1.00
TS3	200	0.73
TS4	250	0.48

(Sumber: NTN *Bearing Catalogue*)



Gambar 2.15 Faktor Kondisi Kerja
(Sumber: NTN *Bearing Catalogue*)

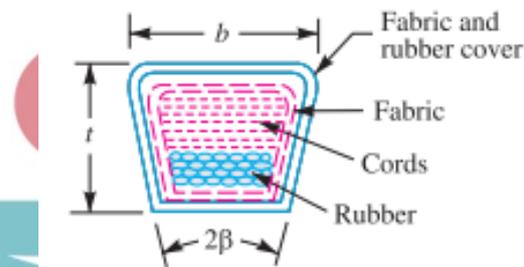


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

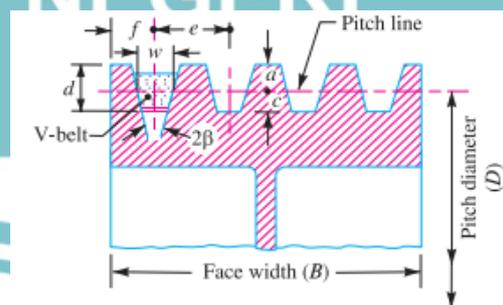
2.12 V Belt dan Pulley

Saat ini, *v belt* banyak digunakan di dalam dunia industri dikarenakan kemampuannya dalam mentransmisikan daya yang besar dari satu *pulley* ke *pulley* yang lainnya. Selain itu, karena harganya yang cukup terjangkau sehingga membuat jenis *belt* ini menjadi salah satu alat pemindah daya yang digemari oleh pelaku industri.



Gambar 2.16 Penampang V Belt
(Sumber: A Textbook of Machine Design)

Pulley V belt memiliki karakteristik khusus, yaitu terdapat celah yang memungkinkan alur v pada *v belt* masuk ke dalam *pulley* dan menjepitnya dengan erat. Gambar penampang *pulley v belt* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.17 Penampang V Grooved Pulley
(Sumber: A Textbook of Machine Design)

Berdasarkan *Indian Standards* (IS: 2494 – 1974), *v belt* memiliki lima tipe *belt*, yaitu A, B, C, D, E (Khurmi & Gupta, 2005). Untuk dimensi dari tiap-tiap tipe dapat dilihat pada tabel berikut.


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

 Tabel 2.8 Standar Dimensi *V Belt* Menurut IS: 2494 - 1974

Type of belt	Power ranges in kW	Minimum pitch diameter of pulley (D) mm	Top width (b) mm	Thickness (t) mm	Weight per metre length in newton
A	0.7 – 3.5	75	13	8	1.06
B	2 – 15	125	17	11	1.89
C	7.5 – 75	200	22	14	3.43
D	20 – 150	355	32	19	5.96
E	30 – 350	500	38	23	–

(Sumber: A Textbook of Machine Design)

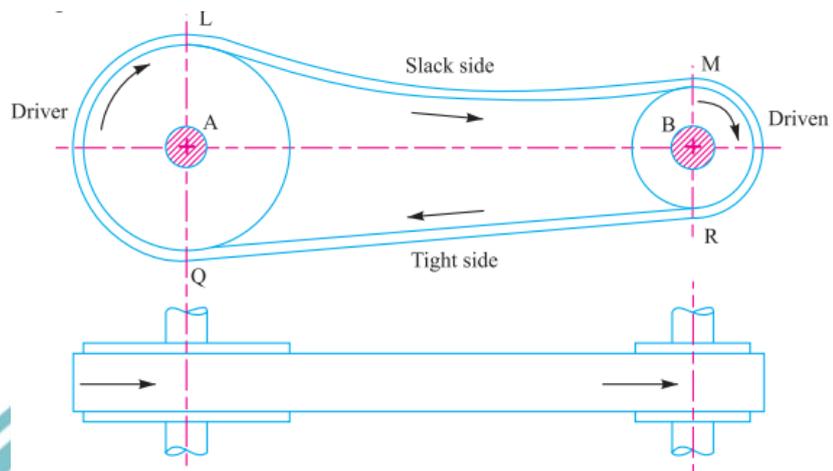
 Tabel 2.9 Standar Dimensi *V Grooved Pulley* Menurut IS: 2494 - 1974

Type of belt	w	d	a	c	f	e	No. of sheave grooves (n)	Groove angle (2β) in degrees
A	11	12	3.3	8.7	10	15	6	32, 34, 38
B	14	15	4.2	10.8	12.5	19	9	32, 34, 38
C	19	20	5.7	14.3	17	25.5	14	34, 36, 38
D	27	28	8.1	19.9	24	37	14	34, 36, 38
E	32	33	9.6	23.4	29	44.5	20	–

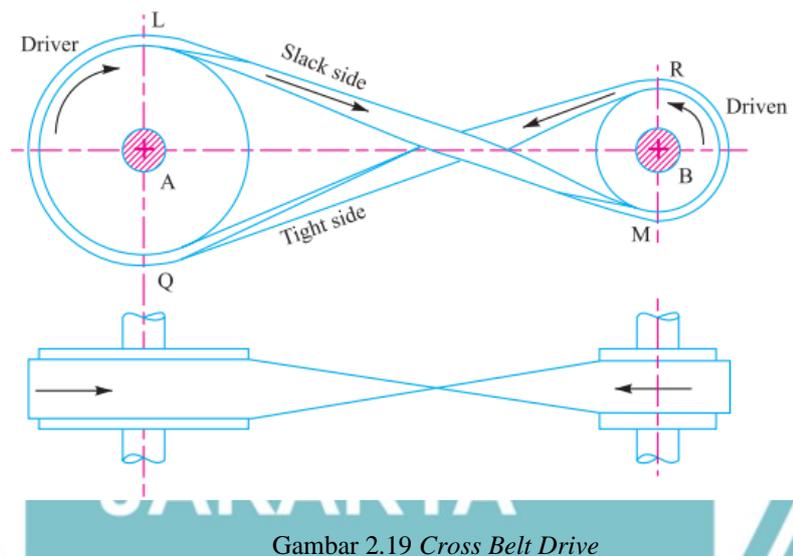
(Sumber: A Textbook of Machine Design)

2.12.1 Perbedaan Antara *Open Belt Drive* dan *Cross Belt Drive*

Dalam sistem transmisi antara *belt* dengan *pulley*, terdapat istilah *open belt drive* dan *cross belt drive*. *Open belt drive* adalah konfigurasi di mana sabuk menghubungkan bagian yang sama antara *pulley* penggerak dan *pulley* yang digerakkan. Misalnya, sisi atas *pulley* penggerak terhubung dengan sisi atas *pulley* yang digerakkan, dan sebaliknya. Sedangkan *cross belt drive* adalah konfigurasi di mana sabuk menghubungkan bagian yang berlawanan antara kedua *pulley*. Misalnya, sisi atas *pulley* penggerak terhubung dengan sisi bawah *pulley* yang digerakkan. *Cross belt drive* biasanya ditandai dengan bentuk sabuk yang bersilangan.



Gambar 2.18 Open Belt Drive
(Sumber: A Textbook of Machine Design)



Gambar 2.19 Cross Belt Drive
(Sumber: A Textbook of Machine Design)

2.12.2 Perhitungan Cross Section

Cross section atau luas penampang adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan bentuk dan ukuran potongan melintang dari *v belt*. Luas penampang *v belt* mencakup dimensi-dimensi geometris seperti lebar dan tinggi yang membentuk penampang tersebut.

$$a = b \cdot t$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Keterangan:

$a = \text{Cross section (mm}^2\text{)}$

$b = \text{Lebar } v \text{ belt (mm)}$

$t = \text{Tebal } v \text{ belt (mm)}$

(Khurmi & Gupta, 2005)

2.12.3 Perhitungan Tegangan Maksimum (T)

Tegangan maksimum adalah adalah tegangan terbesar yang terjadi pada sabuk, yang merupakan penjumlahan dari tegangan pada sisi kancang (T1) dan tegangan sentrifugal (Tc). Berikut adalah rumus untuk mencari besarnya tegangan maksimum.

$$T = T1 + Tc$$

Keterangan:

$T = \text{Tegangan maksimum (N)}$

$T1 = \text{Tegangan pada sisi kancang (N)}$

$Tc = \text{Tegangan sentrifugal (N)}$

(Khurmi & Gupta, 2005)

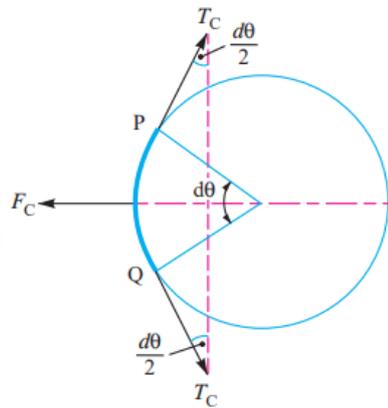
2.12.4 Perhitungan Tegangan Sentrifugal (Tc)

Tegangan sentrifugal adalah hasil dari gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal tersebut dapat meningkatkan tegangan pada kedua sisi sabuk, baik sisi yang kancang maupun yang kendur. Pada kecepatan di bawah 10 m/s, tegangan sentrifugal cenderung kecil, namun pada kecepatan di atas 10 m/s, tegangan sentrifugal memiliki dampak yang signifikan pada perhitungan (Khurmi & Gupta, 2005).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2.20 Tegangan Centrifugal
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

$$T_c = m \times v^2$$

Keterangan:

- T_c = Tegangan sentrifugal (N)
- m = Massa *belt* (Kg)
- v = Kecepatan linear (m/s)

(Khurmi & Gupta, 2005)

2.12.5 Perhitungan Kecepatan Linear

Untuk mencari kecepatan linear pada sebuah *pulley* dapat menggunakan rumus berikut.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

Keterangan:

- v = Kecepatan linear (m/s)
- D = Diameter *pulley* (m)
- n = Kecepatan putar (RPM)

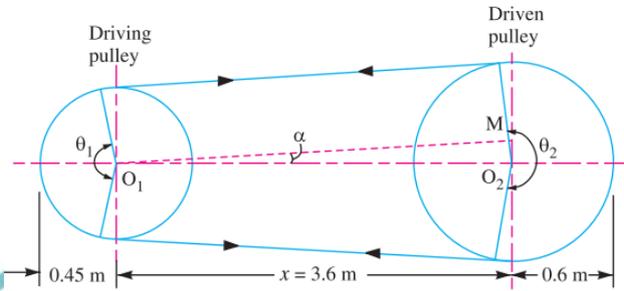
(Khurmi & Gupta, 2005)



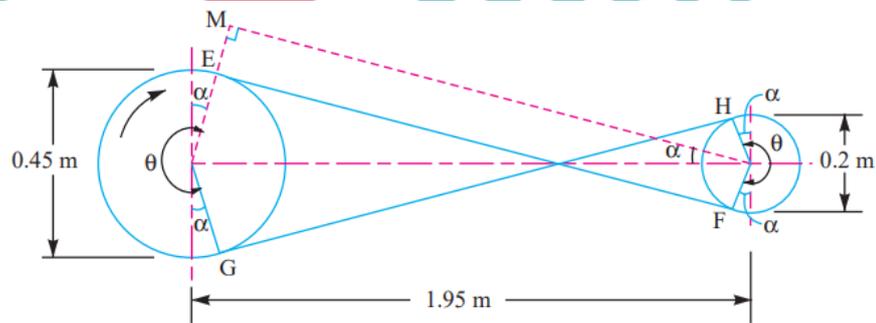
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.12.6 Sudut Kontak



Gambar 2.21 Sudut Kontak *Open Belt Drive*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)



Gambar 2.22 Sudut Kontak *Cross Belt Drive*
(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Besar sudut kontak antara *pulley* dan *belt* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\theta = 180^\circ - 2(\alpha) \text{ (untuk } open \text{ belt drive)}$$

$$\theta = 180^\circ + 2(\alpha) \text{ (untuk } cross \text{ belt drive)}$$

α bisa didapat dari rumus:

$$\sin \alpha = \frac{r_1 - r_2}{X}$$

Keterangan:

r_1 = Jari-jari *driver pulley* (mm)

r_2 = Jari-jari *driven pulley* (mm)

X = Jarak $O_1 - O_2$ (mm)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Khurmi & Gupta, 2005)

2.12.7 Jumlah Putaran *Belt*

Jumlah putaran pada *belt* dapat dicari menggunakan rumus dibawah ini:

$$u = \frac{v}{L}$$

Keterangan:

u = Jumlah putaran pada *belt* (put/s)

v = Kecepatan linear (m/s)

L = Panjang *belt* (m)

(Khurmi & Gupta, 2005)

2.13 Lifetime *Belt*

Lifetime belt ditentukan berdasarkan tegangan yang berulang, tegangan maksimal, tegangan *fatigue*, jumlah *pulley*, dan jumlah putaran per detik, sehingga *lifetime* dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$H = \frac{N_{base}}{3600 \cdot u \cdot \text{jumlah pulley}} \left(\frac{\sigma_{fat} \cdot a}{T} \right)^m$$

Keterangan:

H = Usia *belt* (jam)

σ_{fat} = Batas *fatigue* yang sesuai dengan basis kelelahan, untuk v *belt* 90 kgf/cm²

N_{base} = Basis pada tes *fatigue* dan diasumsikan memiliki nilai 10⁷ cycles

u = Jumlah putaran *belt* (put/s)

T = Tegangan maksimal (kgf)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

m = Untuk *v belt* memiliki nilai 8 sedangkan untuk *flat belt* memiliki nilai 5

a = *Cross section* (cm^2)

Nilai dari σ_{fat} dan m didapat berdasarkan riset *fatigue* pada *belt* yang dilakukan pada *Experimental Research Institute of Metal-Cutting Machine Tools* (Yulita, 2018) .

2.14 Pelumasan

Pelumasan adalah suatu tindakan menempatkan minyak pelumas diantara dua komponen untuk mencegah kontak langsung agar tidak terjadi keausan (*wear*). Pelumas memiliki peranan yang besar terhadap mesin, oleh karena itu diperlukan pemilihan jenis pelumasan yang tepat digunakan pada suatu sistem mesin dengan mempertimbangkan beberapa parameter seperti kondisi kerja, temperatur, dan tekanan (Adawiyah, 2014).

2.14.1 Pelumasan Pada *Bearing*

Pelumasan pada *bearing* bertujuan untuk melapisi permukaan kontak bergulir dan permukaan kontak geser dengan lapisan minyak tipis guna menghindari kontak langsung antar logam. Pelumasan yang efektif pada *bearing* berbantalan elemen bergulir memiliki efek sebagai berikut (Mott, 2004):

1. Untuk memberikan lapisan gesekan rendah antara elemen-elemen gelinding dan cincin-cincin bantalan serta pada titik-titik kontak dengan sangkarnya
2. Untuk melindungi komponen *bearing* dari korosi
3. Untuk membantu menurunkan suhu pada unit *bearing*
4. Untuk meneruskan panas yang dikeluarkan dari *bearing*
5. Membantu menghalau kotoran dan udara yang lembab pada *bearing*

Tahapan awal dalam proses pemilihan pelumasan adalah menentukan apakah akan menggunakan pelumas berjenis *grease* atau minyak. Dalam kebanyakan situasi, *grease* merupakan pilihan yang sesuai untuk *bearing* yang terbuka. *Grease* dipilih sebagai minyak pelumas yang paling sesuai untuk pelumasan dikarenakan faktor efektivitas biaya dan kesederhanaan. *Grease* mudah disimpan di dalam *bearing* dan *housing*, sehingga membutuhkan pengaturan pengepasan yang tidak terlalu rumit dibandingkan dengan pelumasan dengan minyak.

Pada *bearing* gelinding dengan suhu operasi berkisar antara 20°C - 55°C dipergunakan gemuk-konsisten (gemuk-kalsium) sebagai media pelumasannya. Sedangkan gemuk litium diterapkan untuk *bearing* dengan suhu operasi 30°C - 100°C (Stolk, J. & C. Kros, 1981).

2.14.2 NLGI Number

NLGI number merupakan angka yang menunjukkan seberapa padat atau lembut suatu *grease*. Memilih angka *NLGI* yang tepat merupakan hal penting agar pelumasan dapat berjalan dengan optimal. Menggunakan *grease* yang terlalu padat akan menyebabkan *grease* tidak dapat menjangkau tempat yang membutuhkan pelumasan. Jika menggunakan *grease* yang terlalu lembut, maka akan menyebabkan pelumas mudah keluar dari sistem. *NLGI number* diklasifikasikan menjadi 9 kelas. Tabel berikut menyajikan tiap-tiap kelas dari *NLGI number*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2.10 *NLGI Standard Consistency Grade Numbers of the Grease*

NLGI Grade	Penetration ranges, at 25 °C	Deformability
000	445-475	Very soft
00	400-430	Very soft
0	355-385	Soft
1	310-340	Creamy
2	265-295	Almost solid
3	220-250	Hard
4	175-205	Hard
5	130-160	Very hard
6	85-115	Very hard

(Sumber: https://www.researchgate.net/figure/NLGI-standard-consistency-grade-numbers-of-the_tbl1_352848768)

2.14.3 Pemilihan *Grease*

Dalam pemilihan *grease*, harus memperhatikan faktor beban, temperatur, dan kecepatan agar karakteristik *grease* yang dipilih sesuai dengan kebutuhan dalam penggunaannya. Berikut adalah panduan dalam pemilihan *grease* sesuai dengan petunjuk dari katalog SKF.

Tabel 2.11 Pemilihan *Grease* Secara Dasar

Basic selection table		
(Limited application information)		
Basic bearing grease selection		
Generally use	LGMT 2	All-purpose
Unless:		
Expected bearing temperature continuously > 100 °C/212 °F	LGHP 2	High temperature
Low ambient -50 °C/-58 °F, expected bearing temperature < 50 °C/122 °F	LGLT 2	Low temperature
Shock loads, heavy loads, vibrations	LGEP 2	High load
Food processing industry	LGFP 2	Food processing
Green biodegradable, demands for low toxicity	LGGB 2	Green biodegradable

Note: - For areas with relatively high ambient temperatures, use LGMT 3 instead of LGMT 2
 - For special operating conditions, refer to the range of special SKF bearing greases
 - For bearing temperatures > 200 °C / 392 °F (up to 260 °C / 500 °F) refer to LGET 2

(Sumber: *SKF Lubricant Catalogue*)

Tabel 2.11 menunjukkan pemilihan *grease* secara dasar. Selanjutnya, terdapat tiga parameter pengoperasian *grease* yang harus dipertimbangkan dan dapat dilihat pada gambar 2.23.

Bearing operating parameters

Temperature range		Load range		Load ratio
	°C	°F		C/P
L = Low	< 50	< 120	VH = Very high	< 2
M = Medium	50 to 100	120 to 210	H = High	~ 4
H = High	> 100	> 210	M = Medium	~ 8
EH = Extremely high	> 150 °C	> 300	L = Low	≥ 15

Speed range		Speed factor		
		Ball bearings	Spherical roller, tapered roller, CARB toroidal roller bearings	Cylindrical roller bearings
		$n d_m$ mm/min		
VL = Very low			< 30 000	< 30 000
L = Low		< 100 000	< 75 000	< 75 000
M = Medium		< 300 000	≤ 210 000	≤ 270 000
H = High		< 500 000	> 210 000	> 270 000
VH = Very high		≤ 700 000		
EH = Extremely high		> 700 000		

n = rotational speed [r/min]
 d_m = bearing mean diameter [mm]
 $= 0.5 (d + D)$

Gambar 2.23 Parameter Pengoperasian *Grease*
(Sumber: *SKF Lubricant Catalogue*)

Setelah mempertimbangkan ketiga parameter tersebut, dapat ditentukan pemilihan jenis *grease* yang disesuaikan dengan kebutuhan *bearing*. Pemilihan dapat dilakukan dengan mengikuti petunjuk gambar berikut.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Quick bearing grease selection guide

2^A

Bearing working conditions			Main additional properties	Grease recommended
Temperature	Speed	Shock		
M	M	M	General purpose for small/medium-sized bearings	LGMT 2
M	M	M	General purpose for larger bearings (or high ambient temp.)	LGMT 3
M	M	M	Food compatible	LGFP 2
M	M	M+H	Biodegradable, low toxicity, EP/anti-wear	LGGB 2
M	L	H	EP/anti-wear, good corrosion inhibition	LGEP 2
M	L	H	EP/anti-wear, good low temperature performance, anti-brinelling	LGWM 1
M	L	H	EP/anti-wear, severe vibrations, anti-brinelling, water resistance	LGHB 2
M	VL	VH	Excellent EP/anti-wear (solid additives), high viscosity	LGEM 2

Gambar 2.24 Panduan Pemilihan Grease (1)
(Sumber: SKF Lubricant Catalogue)

Quick bearing grease selection guide

2^A

Bearing working conditions			Main additional properties	Grease recommended
Temperature	Speed	Shock		
M	VL	VH	Excellent EP/anti-wear (solid additives), extremely high viscosity	LGEV 2
M	VL	VH	Extremely good EP, anti-brinelling, water resistance	LGHB 2
L	EH	L	Quiet running, very low start-up temperature	LGLT 2
L+M	EH	M	EP/anti-wear, very low start-up temperature	LGLC 2
M+H	M+H	M	Excellent corrosion protection, water resistance, long grease life	LGHP 2
H	L+M	H	Extremely good EP, anti-brinelling, water resistance	LGHB 2
H	L+M	M+H	EP/anti-wear, leakage resistant, water resistance	LGWA 2

Note: - For bearing temperatures > 200 °C / 392 °F (up to 260 °C / 500 °F) refer to LGET 2

Gambar 2.25 Panduan Pemilihan Grease (2)
(Sumber: SKF Lubricant Catalogue)

Berikut spesifikasi pelumas dari katalog pelumasan SKF.



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	LGMT 2	LGMT 3	LGEP 2	LGNL 2	LGWA 2	LGGB 2
DIN 51825 code	K2K-30	K3K-30	KP2G-20	KP2K-30	KP2N-30	ISO 12924 ISO-L-XD(L)CEB 2
NLGI consistency class	2	3	2	2	2	2
Thickener	Lithium	Lithium	Lithium	Calcium anhydrous	Lithium complex	Lithium/calcium
Colour	Red brown	Amber	Light brown	Yellow brown	Amber	Light brown
Base oil type	Mineral	Mineral	Mineral	Mineral	Mineral	Ester
Operating temperature range	-30 to +120 °C (-20 to +250 °F)	-30 to +120 °C (-20 to +250 °F)	-20 to +110 °C (-5 to +230 °F)	-30 to +110 °C (-20 to +230 °F)	-30 to +140 °C (-20 to +285 °F)	-40 to +90 °C (-40 to +195 °F)
Dropping point (min), ISO 2176	180 °C (355 °F)	180 °C (355 °F)	180 °C (355 °F)	140 °C (284 °F)	250 °C (480 °F)	165 °C (330 °F)
Base oil viscosity, DIN 51562 40 °C, mm ² /s	110	125	200	220	250	110
100 °C, mm ² /s	10	12	18	14	17	18
Penetration DIN ISO 2137 Worked, 60 strokes, 10 ⁻¹ mm	265-295	220-250	265-295	265-295	265-295	265-295
Prolonged (max.), 100 000 strokes, 10 ⁻¹ mm	+50	280	+50	+50 max.	+50	+50
Mechanical stability Roll stability, ASTM D 1831 (max.) 50 hrs at 80 °C, 10 ⁻¹ mm	+50	295	+50	+70 max.	+50	+70
V2F test, 144 hrs	M	M	M	M	M	-
Corrosion protection, Emcor ISO 11007, Distilled water	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0
ISO 11007 modified, Water washout	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	-
ISO 11007 modified, 0.5% NaCl	-	-	-	-	-	-
Water resistance (max.) DIN 51 807/1, 3 hrs at 90 °C	1	1	1	1	1	0
Oil separation DIN 51 817, 40 °C, %	1-6	1-3	2-5	1-5	1-5	1-3
Lubrication ability R2F, test B at 120 °C	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass at 140 °C (284 °F)	Pass at 90 °C (195 °F)
Copper corrosion (max.) DIN 51811 / ASTM D4048, 24 hrs at 100 °C	2 max. at 110 °C (230 °F)	2 max. at 130 °C (265 °F)	2 max. at 110 °C (230 °F)	2 max.	2 max.	2 max.
Grease life (min) R0F test L ₅₀ life, 10 000 r/min, hrs at °C	1 000 at 100 °C (212 °F)	1 000 at 130 °C (265 °F)	1 000 at 110 °C (230 °F)	1 000 at 110 °C (230 °F)	1 000 at 130 °C (265 °F)	1000 at 90 °C (195 °F)
EP performance 4 ball - Wear scar (max.) DIN 51 350, 1 400 N, mm	-	-	1.4	1.8 max. 2 800	1.8	1.8
4 ball - Weld load (min.) DIN 51350/4, N	-	-	2 800	2 800	2 600	2 600
<i>These characteristics represent typical values.</i>						

Gambar 2.26 Spesifikasi Grease
(Sumber: SKF Lubricant Catalogue)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	LGLT 2	LGWM 1	LGEP 1	LGWM 2	LGEM 2	LGEV 2
DIN 51825 code	KHC2G-50	KP1G-30	KP1K-20	KP2G-40	KPF2K-20	KPF2K-10
NLGI consistency class	2	1	1	1-2	2	2
Thickener	Lithium	Lithium	Lithium-Calcium	Calcium sulphonate complex	Lithium/calcium	Lithium/calcium
Colour	Beige	Brown	Beige	Light brown	Black	Black
Base oil type	PAO	Mineral	Mineral	Mineral/PAO	Mineral	Mineral
Operating temperature range	-50 to +110 °C (-60 to +230 °F)	-30 to +110 °C (-20 to +230 °F)	-20 to +120 °C (-4 to +240 °F)	-40 to +110 °C (-40 to +230 °F)	-20 to +120 °C (-5 to +250 °F)	-10 to +120 °C (15 to 250 °F)
Dropping point (min), ISO 2176	180 °C (355 °F)	170 °C (340 °F)	170 °C (340 °F)	300 °C (570 °F)	180 °C (355 °F)	180 °C (355 °F)
Base oil viscosity, DIN 51562 40 °C, mm ² /s 100 °C, mm ² /s	17 3.8	200 15	400 25	80 10	500 32	1300 49
Penetration DIN ISO 2137 Worked, 60 strokes, 10-1 mm Prolonged (max.), 100 000 strokes, 10-1 mm	265-295 +50	310-340 +50	310-340 +50	280-310 +30	265-295 +50	265-295 +50
Mechanical stability Roll stability, ASTM D 1831 (max.) 50 hrs at 80 °C, 10 ⁻¹ mm V2F test, 144 hrs	— —	— —	+50 —	+30 —	+50 M	+50 M
Corrosion protection, Emcor ISO 11007, Distilled water ISO 11007 modified, Water washout ISO 11007 modified, 0.5% NaCl	0-1 — —	0-0 0-0 0-0	0-0 0-0 0-0 (1% NaCl)	0-0 0-0 0-0	0-0 0-0 2-2	0-0 0-0 2-2
Water resistance (max.) DIN 51 807/1, 3 hrs at 90 °C	1	1	1	1	1	1
Oil separation DIN 51 817, 40 °C, %	1-5	8-13	1-5	1-3 at 60 °C (140 °F)	1-5	1-5
Lubrication ability R2F, test B at 120 °C	—	Pass at 100 °C (210 °F)	Pass at 80 °C (176 °F)	Pass	Pass, 100 °C (210 °F)	Pass, 100 °C (210 °F)
Copper corrosion (max.) DIN 51811 / ASTM D4048, 24 hrs at 100 °C	1 max.	2 max.	1 max. at 120 °C (250 °F)	2 max.	2 max.	1 max.
Grease life (min) R0F test L ₅₀ life, 10 000 r/min, hrs at °C	1 000 at 100 °C (210 °F) and 20 000 r/min.	1000 at 110 °C (230 °F)	1000 at 100 °C (210 °F)	1000 at 110 °C (230 °F)	1000 at 100 °C (210 °F)	1000 at 100 °C (210 °F)
EP performance 4 ball - Wear scar (max.) DIN 51 350, 1 400 N, mm 4 ball - Weld load (min.) DIN 51350/4, N	— 2 000 min.	1.8 2 800	1.8 3 400	2 4 000	1.2 3 400	1.2 3 000
<i>These characteristics represent typical values.</i>						

Gambar 2.27 Spesifikasi Grease
(Sumber: SKF Lubricant Catalogue)



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LGHB 2	LGHC 2	LGHP 2	LGHQ 2	LGET 2	LGFG 2	LGfq 2	LGED 2
KP2N-20	KP2N-20	K2N-40	K2P-30	KFK2U-40	KP2N-30	KP1/2N-40	KFK2U-30
2	2	2-3	2	2	2	1-2	2
Calcium sulphonate complex	Complex calcium sulphonate	Polyurea	Polyurea	PTFE	Calcium sulphonate complex	Calcium sulphonate complex	PTFE
Mineral	Brown beige	Blue	Blue	White	Brown	Pale brown	White
Mineral	Mineral	Mineral	Mineral	PFPE	Mineral	PAO/Mineral	PFPE
-20 to +150 °C (-5 to +300 °F)	-20 to +140 °C (-5 to +284 °F)	-40 to +150 °C (-40 to +300 °F)	-30 to +160 °C (-2 to +320 °F)	-40 to +260 °C (-40 to +500 °F)	-30 to +140 °C (-2 to +284 °F)	-40 to +130 °C (-40 to +266 °F)	-30 to +240 °C (-2 to +464 °F)
	300 °C (570 °F)	240 °C (465 °F)	260 °C (500 °F)	300 °C (570 °F)	280 °C (536 °F)	300 °C (570 °F)	300 °C (570 °F)
42S	450 31	96 10.5	110 12	400 38	150 16	320 30	460 42
265-295	265-295 +30	245-275 365 max.	265-295 385 max.	265-295 - +30 max. at 130 °C (265 °F)	265-295 +50 max.	265-295 +30 max.	265-295 30 max.
-20 to +50	+30 -	365 max. -	385 max. -	- -	+50 max. -	+30 max -	- -
0-0	0-0 -	0-0 0-0	0-0 0-1 2-2	1-1 -	0-0 0-0 0-0	0-0 -	0-0 -
1	1	1	1	0	1 max.	1 max.	1 max.
1-3 at	1-3 at 60 °C (140 °F)	3 max.	1-3	1-3	1-5	1-3	1-3
Pass at	Pass	Pass at 100 °C (210 °F)	Pass at 100 °C (210 °F)	-	Pass	Pass	-
2 max. at	2 max.	1 max. at 150 °C (300 °F)	2 max.	1 max. at 150 °C (300 °F)	1 max.	2 max.	1 max.
1000 at	1000 at 110 °C (230 °F)	1 000 at 150 °C (300 °F)	1 000 at 160 °C (302 °F)	1 000 at 220 °C (428 °F)	1 000 at 120 °C (248 °F)	1000 at 120 °C (248 °F)	1 000 at 200 °C (392 °F)
2	1.2 4000	- -	1 2600	- 8 000 min.	1 max 4000 min.	1.5 max. 3 400 min	- 8 000 min.

Gambar 2.28 Spesifikasi Grease (Sumber: SKF Lubricant Catalogue)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.14.4 Penentuan Jumlah *Grease* untuk Pengisian Awal

Menentukan jumlah *grease* pada pengisian awal sangat penting karena akan memastikan bahwa *bearing* memiliki pelumasan yang cukup untuk memastikan kinerja yang optimal. Jumlah *grease* yang tepat akan membantu mengurangi gesekan, mengurangi keausan, dan menjaga suhu operasi *bearing* tetap stabil. Ketika bantalan elemen pertama kali digunakan, bahan isi awal umumnya mengisi ruang kosong di sekitar elemen dan di antara *race*. Volume isi awal dapat didasarkan pada kapasitas bersih *bearing* selama ada ruang yang cukup di sisi elemen untuk memungkinkan *grease* berlebih keluar dari jalur elemen saat mesin mulai beroperasi. Berikut adalah rumus untuk menghitung kapasitas bersih *bearing*.

$$V = \frac{\pi}{4} B (D^2 - d^2) \times 10^{-3} - \frac{M}{7,8 \times 10^{-3}}$$

Dimana :

- V = Volume bebas dalam *bearing* (cm³)
 B = Lebar *bearing* (mm)
 D = Diameter luar *bearing* (mm)
 d = Diameter lubang (mm)
 M = Massa *bearing* (kg)

(Johnson, 2009)

2.14.5 Relubrikasi

Grease secara perlahan mengalami degradasi akibat pemakaiannya, oleh karena itu *grease* memiliki masa pakai yang terbatas. Umur pakai *grease* bergantung pada kondisi operasi *bearing* dan jenis *grease*. Oleh karena itu, *bearing* harus direlubrikasi jika sudah mencapai dua kondisi berikut (SKF, 2018):

1. Umur *grease* lebih pendek dari umur *bearing* yang ditentukan

2. Grease terkontaminasi

Untuk relubrikasi *grease* pada *pillow block bearing* yaitu melalui lubang di punggung *housing (nipple grease)* dengan menggunakan alat *grease gun*.



Gambar 2.29 Grease Gun
(Sumber: <https://www.walmart.com>)

2.14.6 Interval Relubrikasi

Interval relubrikasi *bearing* sangat penting untuk meningkatkan umur pakainya. Jika pelumasan dilakukan terlalu sering, bisa terjadi kelebihan pelumasan atau pemborosan *grease*. Namun jika pelumasan dilakukan terlalu jarang, akan terjadi kekurangan *grease* yang mengakibatkan penurunan umur pakai *bearing*.

$$t_f = K \left[\left(\frac{14 \times 10^6}{n \sqrt{d}} \right) - 4 \times d \right]$$

Keterangan:

- t_f = Waktu penggantian *grease* (jam)
- K = Faktor *bearing*
- n = Kecepatan putar poros (RPM)
- d = Diameter lubang (mm)

(Johnson, 2009)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Untuk menentukan faktor *bearing* dapat dilihat dalam tabel berikut:

Bearing Type	Bearing Factor, K
Radial ball bearings <ul style="list-style-type: none"> • Deep groove ball bearings • Angular contact ball bearings • Self aligning ball bearings 	1.0
Cylindrical roller bearings - non locating	1.5
Cylindrical roller bearings - locating	2.0
Cylindrical roller bearings - locating with a constantly acting small axial load	4.0
Cylindrical roller thrust bearings	10
Spherical roller bearings	2.0
Spherical roller bearings - axial or combined load	6
CARB bearings	2.0
Tapered roller bearings	2.0
Thrust ball bearings	2.0
Spherical roller thrust bearings - axial load and rotating shaft washer	4.0

Gambar 2.30 Faktor *Bearing* (K)
(Sumber: *Lubricant Application Volume and Frequencies*)

Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

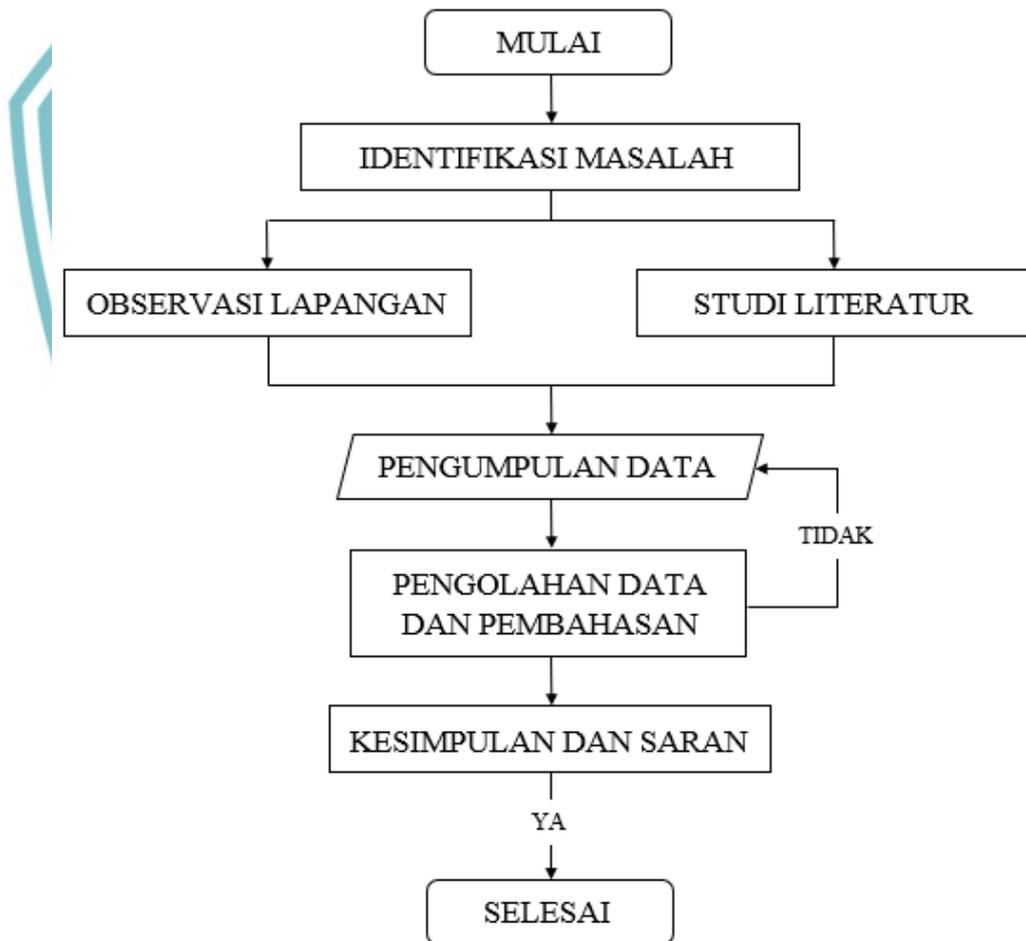
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir dari penelitian penulis yang berjudul “*Perancangan Sistem Pemeliharaan Untuk Mesin Double Mould Centrifugal Casting di PT XYZ.*”



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian
(Sumber: Dokumen Pribadi)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2 Penjelasan Langkah Kerja

3.2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, penulis melakukan identifikasi masalah perihal belum adanya sistem pemeliharaan untuk *mesin double mould centrifugal casting* milik PT XYZ yang saat ini masih dalam proses produksi sehingga penulis akan membuat kajian dalam rangka menyiapkan sistem pemeliharaan untuk mesin ini.

3.2.2 Observasi Lapangan

Penulis mengidentifikasi desain *mesin double mould centrifugal casting* milik PT XYZ. Selain itu, penulis juga melakukan observasi terhadap mesin *single mould centrifugal casting* mengenai prinsip kerja mesin serta bagian-bagian yang membutuhkan pemeliharaan yang dapat mendukung penelitian ini.

3.2.3 Studi Literatur

Tahap ini merupakan proses mencari dan menganalisis informasi dari karya-karya yang sudah ada mengenai topik tertentu. Pada kegiatan ini, penulis mencari informasi mengenai metode yang dipakai melalui buku, jurnal, dan laporan yang dapat membantu dalam memahami pengetahuan yang sudah ada serta menemukan arah penelitian yang tepat dari sumber yang terpercaya dan sesuai dengan topik yang diangkat. Metode yang diterapkan oleh penulis untuk penelitian ini adalah *FMEA* untuk menentukan komponen kritis pada mesin. Penulis juga menerapkan metode perhitungan untuk menentukan *lifetime* komponen kritis, interval relubrikasi dan interval penggantian komponen. Selain itu, penulis menerapkan metode *predictive maintenance* dan *preventive maintenance* untuk menentukan jadwal pemeliharaan dan SOP pemeliharaan mesin.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.4 Pengumpulan Data

Pada kegiatan ini, penulis mengumpulkan seluruh data yang didapatkan dari kegiatan observasi lapangan dan studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya.

3.2.5 Pengolahan Data dan Pembahasan

1. Perhitungan *Lifetime Bearing* dan *V belt*

Penulis melakukan perhitungan *lifetime bearing* dan *v belt* sebagai komponen kritis mesin yang sebelumnya telah dibekali di mata kuliah elemen mesin pada masa perkuliahan.

2. Perhitungan Kuantitas Pengisian *Grease* Pada *Bearing*

Jumlah *grease* pada pengisian awal akan berpengaruh terhadap *lifetime bearing*. Oleh karena itu, penulis akan melakukan perhitungan mengenai kuantitas *grease* pada pengisian awal.

3. Perhitungan Interval Relubrikasi *Bearing*

Grease memiliki masa pakai dalam penggunaannya, oleh karena itu penulis akan menentukan interval waktu relubrikasi *grease* agar pelumasan pada *bearing* terus berjalan secara optimal.

4. Pembahasan

Setelah melakukan pengolahan data, penulis membahas hasil dari perhitungan *lifetime bearing* dan *v belt* sehingga ditemukan waktu yang tepat untuk melakukan penggantian *bearing* serta *v belt* pada mesin *double mould centrifugal casting*. Setelah mendapatkan angka umur *bearing* dan *v belt*, penulis membuat kajian mengenai strategi *preventive maintenance* pada mesin yang meliputi pelumasan *bearing*, jadwal pemeliharaan, dan SOP pemeliharaan mesin.

3.2.6 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis dan saran agar permasalahan dapat

terselesaikan dengan baik serta mengetahui langkah yang akan diambil untuk kedepannya.

3.3 Metode Pemecahan Masalah

Metode yang diimplementasikan oleh penulis untuk memecahkan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 FMEA

Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode *FMEA* untuk menentukan komponen kritis pada mesin *double mould centrifugal casting*. Penentuan komponen kritis ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan komponen apa yang perlu mendapatkan prioritas tindakan secara optimal agar meminimalisir permasalahan terjadinya *breakdown* pada mesin *double mould centrifugal casting* di PT XYZ.

3.3.2 Prediksi Perhitungan

1. Perhitungan *Lifetime Bearing*

Perhitungan ini terdiri dari berbagai tahap, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan analisis pembebanan yang terjadi pada *bearing*,
- b. Menghitung beban pada komponen *mould*,
- c. Menghitung *cross section v belt*,
- d. Menghitung tegangan maksimum pada *v belt*,
- e. Melakukan perhitungan terhadap kecepatan linear pada *pulley*,
- f. Menghitung tegangan sentrifugal *v belt*,
- g. Melakukan perhitungan terhadap sudut kontak antara *v belt* dan *pulley*,
- h. Menghitung tegangan pada sisi kencang (*tight side*) dan sisi kendur (*slack side*),
- i. Menghitung reaksi tumpuan A dan B dari beban horizontal,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- j. Menghitung reaksi tumpuan A dan B dari beban vertikal,
- k. Menghitung reaksi tumpuan C dan D dari beban horizontal,
- l. Menghitung reaksi tumpuan C dan D dari beban vertikal,
- m. Menghitung beban resultan pada masing-masing titik tumpuan,
- n. Menghitung beban ekuivalen pada setiap *bearing*,
- o. Menghitung *lifetime bearing*.

Dengan ditemukannya *lifetime bearing*, maka waktu untuk pergantian *bearing* pada mesin *double mould centrifugal casting* dapat ditentukan.

2. Perhitungan Kuantitas Pengisian *Grease* Pada *Bearing*
Perhitungan ini menggunakan rumus empiris serta data spesifikasi *bearing* dari katalog.
3. Perhitungan Interval Relubrikasi *Bearing*
Data yang digunakan pada perhitungan ini berasal dari katalog *bearing*.
4. Perhitungan *Lifetime V Belt*
Tahapan perhitungan ini adalah sebagai berikut:
 - a. Menghitung jumlah putaran pada *v belt*,
 - b. Menghitung tegangan maksimum pada *v belt*,
 - c. Menghitung *cross section v belt*,
 - d. Menghitung *lifetime v belt*.

Dengan diketahuinya *lifetime v belt*, maka waktu untuk melakukan pergantian *v belt* pada mesin *double mould centrifugal casting* dapat ditentukan.

3.3.3 Predictive Maintenance

Penulis melakukan prediksi terhadap kegiatan pemeliharaan apa saja yang akan diterapkan pada mesin ini. Sebelum melakukan prediksi, penulis juga menganalisis desain rancangan mesin *double*

mould centrifugal casting sebagai langkah awal untuk menentukan sistem pemeliharaan yang tepat untuk mesin ini.

3.3.4 *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance adalah pendekatan pemeliharaan yang melibatkan pemeriksaan, perbaikan, dan penggantian komponen secara terjadwal berdasarkan waktu atau penggunaan untuk mencegah kerusakan atau kegagalan peralatan, dengan tujuan memperpanjang umur peralatan, memastikan operasional yang efisien, dan mengurangi risiko kerusakan tak terduga. Oleh karena itu, setelah melakukan analisis dan prediksi, penulis menentukan sistem pemeliharaan berdasarkan *preventive maintenance* yang dibutuhkan oleh mesin.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data

Berikut adalah data-data yang didapat dan dipergunakan dalam penelitian ini.

4.1.1 Dimensi Mould

1. *Dies dimension* = 44,20 Kg
2. *Dies flange* = 19,62 Kg
3. *Dies cover* = 5,25 Kg
4. *Casting dimension* = 15,46 Kg

4.1.2 Dimensi V Belt dan Pulley

1. Lebar *v belt* (b) = 17 mm
2. Tebal *v belt* (t) = 11 mm
3. Massa *v belt* (m) = 0,26 Kg
4. Panjang *v belt* = 1,26 m
5. Jumlah *v belt* = 3
6. *Stress material* (σ) = 1,7 MPa (*allowable stress rubber*)
7. *D driver pulley* = 145 mm
8. *D driven pulley* = 140 mm
9. *n* = 1445 RPM
10. Jumlah *Pulley* = 2
11. Jarak $O_1 - O_2$ (X) = 386 mm

4.1.3 Jarak Antar Komponen

1. Panjang poros 1 = 400 mm
2. Panjang poros 2 = 315 mm
3. Jarak *mould* ke *bearing* = 165 mm
4. Jarak *bearing* ke *pulley* = 75 mm
5. Jarak *bearing* ke *bearing* = 150 mm



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.4 Spesifikasi *Bearing*

Bearing yang digunakan pada mesin *double mould centrifugal casting* memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. *Bearing* yang digunakan pada mesin *double mould centrifugal casting* adalah merk FYH dengan kode UCP314 tipe *pillow block cylindrical bore set screw*.
2. UC314 merupakan kode untuk jenis *bearing* yaitu *deep groove ball bearings*.
3. P314 merupakan kode untuk rumah *bearing* (*pillow block*).
4. Diameter luar *bearing* = 150 mm.
5. Diameter dalam *bearing* = 70 mm.
6. Beban dinamis dasar (C) = 104 kN
7. Beban statis dasar (Co) = 68,2 kN.

4.1.5 Motor

1. Kecepatan rotasi motor = 1445 RPM
2. Daya mesin = 5500 kW

4.1.6 Temperatur saat mesin *single mould centrifugal casting* beroperasi

Berdasarkan hasil observasi lapangan, temperatur yang dihasilkan saat mesin *single mould centrifugal casting* beroperasi adalah 70°C.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2 Menentukan Komponen Kritis Mesin Dengan Metode FMEA

Untuk menentukan komponen kritis pada mesin *double mould centrifugal casting*, penulis menggunakan metode FMEA sebagai berikut:

Sistem: Operasi Mesin Double Mould Centrifugal Casting									
Subsistem: Mesin Double Mould Centrifugal Casting									
No	Komponen	Function	Function Failure	Function Mode	Failure Effect	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1.	Mould	• Cetakan untuk membentuk produk cor	• Cacat produk	• Mould kotor	• Reject produk	3	2	1	6
2.	Poros	• Pusat rotasi komponen-komponen mesin	• Poros aus	• Terjadi gesekan yang besar dengan komponen lain	• Temperatur tinggi	7	5	2	70
3.	Bearing	• Tumpuan agar poros dapat berputar padanya.	• Terjadi gesekan yang besar	• Bearing aus	• Temperatur tinggi • Getaran berlebih	9	6	4	216
4.	V belt	• Mentransfer tenaga dari poros 1 ke poros 2	• V belt putus	• V belt aus	• Mesin berhenti beroperasi	10	3	5	150
5.	Pulley	• Mentransfer tenaga dari poros 1 ke poros 2	• Terjadi slip	• Penyumbatan atau kotoran pada pulley	• Mesin berhenti beroperasi	10	2	2	40
6.	Kopling	• Mengatur kecepatan putaran poros	• Kopling retak	• Menumpu beban	• Vibrasi	8	4	2	64
7.	Motor	• Sumber tenaga pada mesin double mould centrifugal casting	• Overheating	• Operasi yang berkepanjangan	• Kerusakan komponen	8	4	2	64

Gambar 4.1 FMEA Komponen Mesin *Double Mould Centrifugal Casting*
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Tabel 4.1 RPN Komponen Mesin

No.	Komponen Mesin	Nilai RPN
1.	Mould	6
2.	Poros	70
3.	Bearing	216
4.	V belt	150
5.	Pulley	40
6.	Kopling	64
7.	Motor	64
Total RPN		610

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa komponen kritis pada mesin *double mould centrifugal casting* adalah *bearing* dan *v belt*. *Bearing* dan *v belt* dikatakan sebagai komponen kritis karena RPN komponen tersebut melebihi angka 100. Komponen kritis ini adalah komponen yang perlu mendapatkan prioritas tindakan secara optimal untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

meminimalisir terjadinya *breakdown* pada mesin *double mould centrifugal casting* di PT XYZ. Oleh karena itu, pada bahasan selanjutnya penulis akan melakukan perhitungan *lifetime bearing* dan *v belt* untuk menentukan interval waktu penggantian komponen tersebut sebelum komponen mengalami kerusakan dan dapat menyebabkan implikasi terhadap komponen mesin lainnya.

4.3 Perhitungan *Lifetime Bearing*

4.3.1 Analisis dan Perhitungan Beban

Untuk menentukan beban yang diterima oleh *bearing* pada mesin *double mould centrifugal casting*, kita perlu melakukan analisis dan memperhitungkan distribusi beban pada tiap *bearing* berdasarkan gaya-gaya yang dihasilkan oleh komponen. Kita akan mengasumsikan bahwa beban yang diterima adalah beban radial saja dikarenakan tidak ada beban aksial yang bekerja pada mesin ini.

1. Perhitungan beban pada *mould*

Beban yang disebabkan oleh *mould* berasal dari berat *dies dimension*, *dies flange*, *dies cover* dan *casting dimension*. Berikut adalah perhitungan massa total pada *mould*.

Diketahui:

$$\text{Dies dimension} = 44,20 \text{ kg}$$

$$\text{Dies flange} = 19,62 \text{ kg}$$

$$\text{Dies cover} = 5,25 \text{ kg}$$

$$\text{Casting dimension} = 15,46 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} m &= 44,20 \text{ kg} + 19,62 \text{ kg} + (2 \cdot 5,25 \text{ kg}) + 15,46 \text{ kg} \\ &= 89,78 \text{ kg} \end{aligned}$$

Setelah diketahui massa total pada *mould*, maka didapatkan gaya berat pada *mould* adalah sebagai berikut.

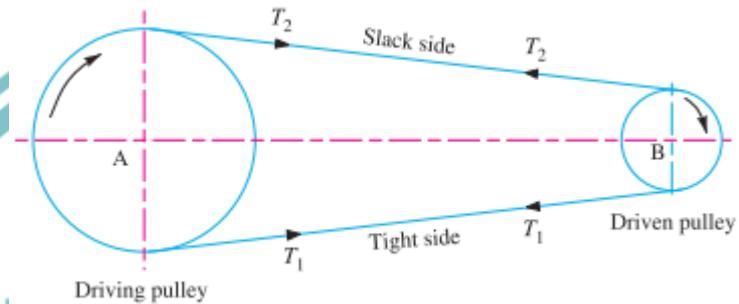


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}
 W &= m \cdot g \\
 &= 89,78 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \\
 &= 897,8 \text{ N}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan beban tarik dari *pulley*



Gambar 4.2 Tegangan V Belt
(Sumber: A Textbook of Machine Design)

- a. Tegangan pada sisi kencang (T_1)
Untuk menghitung T_1 , harus dicari terlebih dahulu tegangan maksimal (T) dan tegangan sentrifugal (T_c). Berikut adalah perhitungan dalam mencari T .

- 1). Perhitungan *cross section*

Diketahui:

$$\text{Lebar } v \text{ belt } (b) = 17 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal } v \text{ belt } (t) = 11 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 a &= b \cdot t \\
 &= 17 \text{ mm} \cdot 11 \text{ mm} \\
 &= 187 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)

- 2). Perhitungan tegangan maksimum (T)

Diketahui:

$$\text{Stress material } (\sigma) = 1,7 \text{ MPa (allowable stress rubber)}$$



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\text{Cross section (a)} = 187 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} T &= \sigma \cdot a \\ &= 1,7 \text{ MPa} \cdot 187 \text{ mm}^2 \\ &= 317,9 \text{ N} \end{aligned}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)

- 3). Perhitungan kecepatan linear pada *pulley*

Diketahui:

$$D \text{ driver pulley} = 145 \text{ mm}$$

$$D \text{ driven pulley} = 140 \text{ mm}$$

$$n = 1445 \text{ RPM}$$

Kecepatan linear pada *driver pulley*:

$$\begin{aligned} v &= \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000} \\ &= \frac{\pi \cdot 145 \text{ mm} \cdot 1445 \text{ RPM}}{60 \cdot 1000} \\ &= 10,9 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Kecepatan linear pada *driven pulley*:

$$\begin{aligned} v &= \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000} \\ &= \frac{\pi \cdot 140 \text{ mm} \cdot 1445 \text{ RPM}}{60 \cdot 1000} \end{aligned}$$

$$= 10,59 \text{ m/s}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)

- 4). Mencari tegangan sentrifugal (T_c)

Diketahui:

$$\text{Massa } v \text{ belt (m)} = 0,26 \text{ Kg}$$

$$\text{Kecepatan linear (v)} = 10,9 \text{ m/s}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned} T_c &= m \cdot v^2 \\ &= 0,26 \text{ Kg} \cdot (10,9 \text{ m/s})^2 \\ &= 30,89 \text{ N} \end{aligned}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)

Setelah diperoleh besarnya tegangan maksimum dan tegangan sentrifugal, maka didapatkan T1:

$$\begin{aligned} T_1 &= T - T_c \\ &= 317,9 \text{ N} - 30,89 \text{ N} \\ &= 287,01 \text{ N} \end{aligned}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)

b. Tegangan pada sisi kendor (T2)

1). Perhitungan sudut kontak

Diketahui:

$$r_1 \text{ (jari-jari driver pulley)} = 72,5 \text{ mm}$$

$$r_2 \text{ (jari-jari driver pulley)} = 70 \text{ mm}$$

$$X \text{ (Jarak } O_1 - O_2) = 386 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{r_1 - r_2}{X} \\ &= \frac{72,5 \text{ mm} - 70 \text{ mm}}{386 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$= 0,00647668$$

$$\alpha = \arcsin(0,00647668)$$

$$\alpha = 0,37^\circ$$

$$\theta = (180^\circ - 2\alpha) \frac{\pi}{180} \text{ rad}$$

$$= (180^\circ - 2 \cdot 0,37^\circ) \frac{\pi}{180} \text{ rad}$$

$$= 3,12 \text{ rad}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)

Setelah diperoleh besar sudut kontak dan T_1 , maka didapatkan T_2 dengan perhitungan sebagai berikut.

$$2,3 \log \frac{T_1}{T_2} = \mu \cdot \theta$$

Diketahui:

$$\mu \text{ (koefisien gesek material)} = 0,3$$

$$\theta \text{ (sudut kontak)} = 3,12 \text{ Rad}$$

Berikut adalah tabel koefisien gesek material.

Tabel 4.2 Koefisien Gesek Material *V Belt*

Belt material	Pulley material						
	Cast iron, steel			Wood	Compressed paper	Leather face	Rubber face
	Dry	Wet	Greasy				
1. Leather oak tanned	0.25	0.2	0.15	0.3	0.33	0.38	0.40
2. Leather chrome tanned	0.35	0.32	0.22	0.4	0.45	0.48	0.50
3. Convass-stitched	0.20	0.15	0.12	0.23	0.25	0.27	0.30
4. Cotton woven	0.22	0.15	0.12	0.25	0.28	0.27	0.30
5. Rubber	0.30	0.18	—	0.32	0.35	0.40	0.42
6. Balata	0.32	0.20	—	0.35	0.38	0.40	0.42

(Sumber: *A Textbook of Machine Design*)

Setelah mengetahui besar T_1 dan koefisien gesek dari material *v belt*, maka dapat dicari besar T_2 dengan perhitungan sebagai berikut.

$$2,3 \log \frac{T_1}{T_2} = \mu \cdot \theta$$

$$2,3 \log \frac{287,01 \text{ N}}{T_2} = 0,3 \cdot 3,12 \text{ Rad}$$

$$\log \frac{287,01 \text{ N}}{T_2} = \frac{0,936}{2,3}$$

$$T_2 = 112,44 \text{ N}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



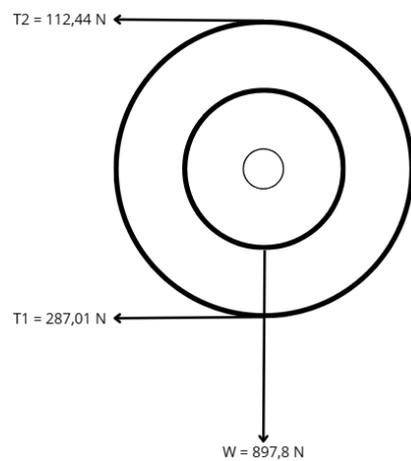
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Khurmi & Gupta, 2005)

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan nilai T1 adalah sebesar 287,01 N dan nilai T2 sebesar 112,44 N.

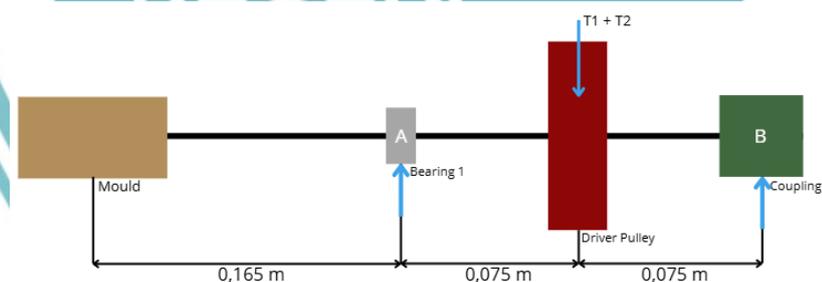
4.3.2 Perhitungan Reaksi Tumpuan



Gambar 4.3 FBD Tampak Kiri
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Reaksi tumpuan pada poros 1:

1. Reaksi tumpuan dari beban horizontal



Gambar 4.4 FBD Beban Horizontal Pada Poros 1
(Sumber: Dokumen Pribadi)

$$\sum MB_{hor} = 0$$

$$R_{Ahor} \cdot 0,15 \text{ m} - (T1 + T2) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$R_{Ahor} \cdot 0,15 \text{ m} - (287,01 \text{ N} + 112,44 \text{ N}) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$RA_{hor} \cdot 0,15 \text{ m} - (399,45 \text{ N}) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$RA_{hor} \cdot 0,15 \text{ m} - 29,95 \text{ Nm} = 0$$

$$RA_{hor} \cdot 0,15 \text{ m} = 29,95 \text{ Nm}$$

$$RA_{hor} = 199,66 \text{ N}$$

$$\sum MA_{hor} = 0$$

$$RB_{hor} \cdot 0,15 \text{ m} - (T1 + T2) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$RB_{hor} \cdot 0,15 \text{ m} - (287,01 \text{ N} + 112,44 \text{ N}) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

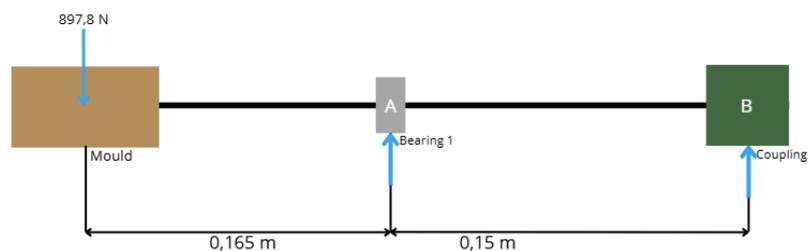
$$RB_{hor} \cdot 0,15 \text{ m} - (399,45 \text{ N}) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$RB_{hor} \cdot 0,15 \text{ m} - 29,95 \text{ Nm} = 0$$

$$RB_{hor} \cdot 0,15 \text{ m} = 29,95 \text{ Nm}$$

$$RB_{hor} = 199,66 \text{ N}$$

2. Reaksi tumpuan dari beban vertikal



Gambar 4.5 FBD Beban Vertikal Pada Poros 1
(Sumber: Dokumen Pribadi)

$$\sum MB_{ver} = 0$$

$$RA_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} - 897,8 \text{ N} \cdot 0,315 \text{ m} = 0$$

$$RA_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} - 282,80 \text{ Nm} = 0$$

$$RA_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} = 282,80 \text{ Nm}$$

$$RA_{ver} = 1885,38 \text{ N}$$

$$\sum MA_{ver} = 0$$

$$RB_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} - 897,8 \text{ N} \cdot 0,165 \text{ m} = 0$$

$$RB_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} - 148,13 \text{ Nm} = 0$$

$$RB_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} = 148,13 \text{ Nm}$$



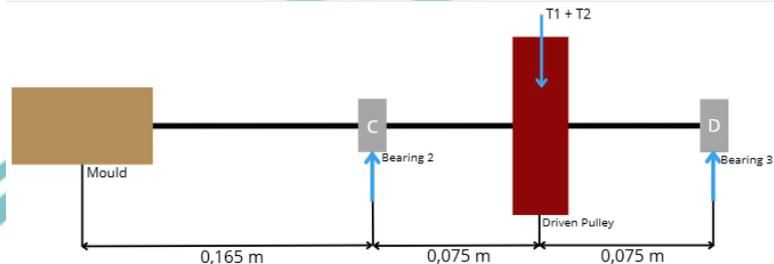
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$RB_{ver} = 987,58 \text{ N}$$

Reaksi tumpuan pada poros 2:

1. Reaksi tumpuan dari beban horizontal



Gambar 4.6 FBD Beban Horizontal Pada Poros 2
(Sumber: Dokumen Pribadi)

$$\sum MD_{hor} = 0$$

$$R_{Chor} \cdot 0,15 \text{ m} - (T1 + T2) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$R_{Chor} \cdot 0,15 \text{ m} - (287,01 \text{ N} + 112,44 \text{ N}) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$R_{Chor} \cdot 0,15 \text{ m} - (399,45 \text{ N}) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$R_{Chor} \cdot 0,15 \text{ m} - 29,95 \text{ Nm} = 0$$

$$R_{Chor} \cdot 0,15 \text{ m} = 29,95 \text{ Nm}$$

$$R_{Chor} = 199,66 \text{ N}$$

$$\sum M_{Chor} = 0$$

$$R_{Dhor} \cdot 0,15 \text{ m} - (T1 + T2) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$R_{Dhor} \cdot 0,15 \text{ m} - (287,01 \text{ N} + 112,44 \text{ N}) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$R_{Dhor} \cdot 0,15 \text{ m} - (399,45 \text{ N}) \cdot 0,075 \text{ m} = 0$$

$$R_{Dhor} \cdot 0,15 \text{ m} - 29,95 \text{ Nm} = 0$$

$$R_{Dhor} \cdot 0,15 \text{ m} = 29,95 \text{ Nm}$$

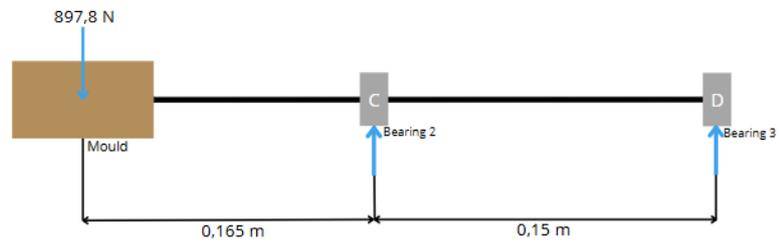
$$R_{Dhor} = 199,66 \text{ N}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Reaksi tumpuan dari beban vertikal



Gambar 4.7 FBD Beban Vertikal Pada Poros 2
(Sumber: Dokumen Pribadi)

$$\sum MD_{ver} = 0$$

$$RC_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} - 897,8 \text{ N} \cdot 0,315 \text{ m} = 0$$

$$RC_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} - 282,80 \text{ Nm} = 0$$

$$RC_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} = 282,80 \text{ Nm}$$

$$RC_{ver} = 1885,38 \text{ N}$$

$$\sum MC_{ver} = 0$$

$$RD_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} - 897,8 \text{ N} \cdot 0,165 \text{ m} = 0$$

$$RD_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} - 148,13 \text{ Nm} = 0$$

$$RD_{ver} \cdot 0,15 \text{ m} = 148,13 \text{ Nm}$$

$$RD_{ver} = 987,58 \text{ N}$$

3. Perhitungan Beban Resultan

a. Resultan tumpuan A

$$\begin{aligned} FRA &= \sqrt{(RA_{hor}^2) + (RA_{ver}^2)} \\ &= \sqrt{(199,66^2) + (1885,38^2)} \\ &= \sqrt{39.864,11 + 3.554.657,74} \\ &= \sqrt{3.594.521,85} \\ &= 1.895,92 \text{ N} \end{aligned}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

b. Resultan tumpuan B

$$\begin{aligned}
 FRB &= \sqrt{(RBhor^2) + (RBver^2)} \\
 &= \sqrt{(199,66^2) + (987,58^2)} \\
 &= \sqrt{39.864,11 + 975.314,25} \\
 &= \sqrt{1.015.178,36} \\
 &= 1.007,56 \text{ N}
 \end{aligned}$$

c. Resultan tumpuan C

$$\begin{aligned}
 FRC &= \sqrt{(RChor^2) + (RCver^2)} \\
 &= \sqrt{(199,66^2) + (1885,38^2)} \\
 &= \sqrt{39.864,11 + 3.554.657,74} \\
 &= \sqrt{3.594.521,85} \\
 &= 1.895,92 \text{ N}
 \end{aligned}$$

d. Resultan tumpuan D

$$\begin{aligned}
 FRD &= \sqrt{(RDhor^2) + (RDver^2)} \\
 &= \sqrt{(199,66^2) + (987,58^2)} \\
 &= \sqrt{39.864,11 + 975.314,25} \\
 &= \sqrt{1.015.178,36} \\
 &= 1.007,56 \text{ N}
 \end{aligned}$$

4.3.3 Beban Radial *Bearing*

1. Beban radial *bearing* 1 = 1.895,92 N
2. Beban radial *bearing* 2 = 1.895,92 N
3. Beban radial *bearing* 3 = 1.007,56 N

4.3.4 Beban Equivalen

Untuk menghitung beban equivalen pada setiap *bearing*, perlu mempertimbangkan beban radial dan beban aksial yang diterima oleh *bearing*. Dalam kasus ini, karena tidak ada beban aksial yang

bekerja maka beban radial pada *bearing* sama dengan beban ekuivalen.

1. Beban ekuivalen *bearing* 1

$$\begin{aligned} P &= X \cdot V \cdot F_R + Y \cdot F_A \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 1.895,92 \text{ N} + 0 \cdot 0 \\ &= 1.895,92 \text{ N} \end{aligned}$$

2. Beban ekuivalen *bearing* 2

$$\begin{aligned} P &= X \cdot V \cdot F_R + Y \cdot F_A \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 1.895,92 \text{ N} + 0 \cdot 0 \\ &= 1.895,92 \text{ N} \end{aligned}$$

3. Beban ekuivalen *bearing* 3

$$\begin{aligned} P &= X \cdot V \cdot F_R + Y \cdot F_A \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 1.007,56 \text{ N} + 0 \cdot 0 \\ &= 1.007,56 \text{ N} \end{aligned}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)

4.3.5 Lifetime Bearing

1. *Bearing* 1

$$\begin{aligned} L &= \left(\frac{C}{P}\right)^k \times 10^6 \\ &= \left(\frac{104.000 \text{ N}}{1.895,92 \text{ N}}\right)^3 \times 10^6 \\ &= 165.059,29 \times 10^6 \text{ putaran} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_h &= \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot N} \\ &= \frac{10^6 \cdot 165.059,29}{60 \cdot 1445 \text{ RPM}} \\ &= \frac{165.059.290.000}{86.700} \\ &= 1.903.768,03 \text{ jam} \\ &= 217 \text{ tahun} \end{aligned}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bearing 2

$$\begin{aligned}
 L &= \left(\frac{C}{P}\right)^k \times 10^6 \\
 &= \left(\frac{104.000 \text{ N}}{1.895,92 \text{ N}}\right)^3 \times 10^6 \\
 &= 165.059,29 \times 10^6 \text{ putaran}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_h &= \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot N} \\
 &= \frac{10^6 \cdot 165.059,29}{60 \cdot 1445 \text{ RPM}} \\
 &= \frac{165.059.290.000}{86.700} \\
 &= 1.903.768,03 \text{ jam} \\
 &= 217 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

3. Bearing 3

$$\begin{aligned}
 L &= \left(\frac{C}{P}\right)^k \times 10^6 \\
 &= \left(\frac{104.000 \text{ N}}{1.007,56 \text{ N}}\right)^3 \times 10^6 \\
 &= 1.099.424,30 \times 10^6 \text{ putaran}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_h &= \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot N} \\
 &= \frac{10^6 \cdot 1.099.424,30}{60 \cdot 1445 \text{ RPM}} \\
 &= \frac{1.099.424.300.000}{86.700} \\
 &= 12.680.787,77 \text{ jam} \\
 &= 1.447 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.6 Perhitungan *Lifetime Bearing* Dengan Probabilitas Kegagalan 5%

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h$$

(NTN, 2015)

Diketahui:

L_n = Probabilitas kegagalan 5%

a_1 = 0,62 (Faktor keandalan umur tabel 2.6)

a_2 = 0,73 (Faktor temperatur tabel 2.7)

a_3 = 0,78 (Faktor kondisi kerja 2.8)

L_{h1} = 1.903.768,03 jam

L_{h2} = 1.903.768,03 jam

L_{h3} = 12.680.787,77 jam

1. *Lifetime bearing* 1 dengan probabilitas kegagalan 5%

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h$$

$$L_5 = 0,62 \cdot 0,73 \cdot 0,78 \cdot 1.903.768,03 \text{ jam}$$

$$= 673.083,42 \text{ jam}$$

$$= 76 \text{ tahun}$$

2. *Lifetime bearing* 2 dengan probabilitas kegagalan 5%

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h$$

$$L_5 = 0,62 \cdot 0,73 \cdot 0,78 \cdot 1.903.768,03 \text{ jam}$$

$$= 673.083,42 \text{ jam}$$

$$= 76 \text{ tahun}$$

3. *Lifetime bearing* 3 dengan probabilitas kegagalan 5%

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h$$

$$L_5 = 0,62 \cdot 0,73 \cdot 0,78 \cdot 12.680.787,77 \text{ jam}$$

$$= 4.476.673,14 \text{ jam}$$

$$= 511 \text{ tahun}$$

Berdasarkan perhitungan dengan probabilitas kegagalan 5%, *bearing 1* dan *bearing 2* memiliki umur pemakaian yang sama yaitu 673.083,42 jam atau sekitar 76 tahun dikarenakan reaksi tumpuan akibat beban pada *bearing* tersebut adalah sama. Sedangkan pada *bearing 3* memiliki umur pemakaian 4.476.673,14 jam atau sekitar 511 tahun. Umur pemakaian tersebut signifikan berbeda karena beban yang ditumpu oleh *bearing 3* dan *bearing 1 & 2* juga berbeda, sehingga mengakibatkan reaksi tumpuan yang berbeda. Hasil perhitungan tersebut adalah hasil perhitungan *lifetime* dengan asumsi bahwa *bearing* terpasang dan bekerja pada kondisi ideal.

4.4 Perhitungan *Lifetime V Belt*

4.4.1 Perhitungan Jumlah Putaran *Belt*

Dari data panjang *v belt* yang sudah diketahui dan kecepatan linear yang sudah dihitung sebelumnya, perhitungan jumlah putaran *belt* adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$$v = 10,9 \text{ m/s}$$

$$L = 1,26 \text{ m}$$

$$u = \frac{v}{L}$$

$$= \frac{10,9 \text{ m/s}}{1,26 \text{ m}}$$

$$= 8,65 \text{ put/s}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)

4.4.2 *Lifetime V Belt*

Diketahui:

$$N \text{ base} = 10^7 \text{ cycles}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}
 u &= 8,65 \text{ put/s} \\
 \text{Jumlah pulley} &= 2 \\
 \text{Tegangan Maksimum} &= 317,9 \text{ N atau } 32,41 \text{ kgf} \\
 \text{Jumlah Belt} &= 3 \\
 \sigma_{fat} &= 90 \text{ kgf/cm}^2 \\
 m &= 8 \text{ (untuk } v \text{ belt)} \\
 a &= 187 \text{ mm}^2 \text{ atau } 1,87 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H &= \frac{N_{base}}{3600 \cdot u \cdot \text{jumlah pulley}} \left(\frac{\sigma_{fat} \cdot a}{T} \right)^m \\
 &= \frac{10^7}{3600 \cdot 8,65 \cdot 2} \left(\frac{90 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 1,87 \text{ cm}^2}{32,41 \text{ kgf} \cdot 3} \right)^8 \\
 &= 160,56 \cdot (1,73)^8 \\
 &= 160,56 \cdot 80,23 \\
 &= 12.881,72 \text{ jam} \\
 &= 1 \text{ tahun } 4 \text{ bulan}
 \end{aligned}$$

(Khurmi & Gupta, 2005)

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa umur *v belt* pada mesin *double mould centrifugal casting* adalah 1 tahun 4 bulan. Dengan demikian, interval penggantian *v belt* dilakukan sebelum mencapai umur tersebut.

4.5 Sistem Pemeliharaan Mesin *Double Mould Centrifugal Casting*

4.5.1 Pelumasan Pada *Bearing*

1. Pemilihan Grease

a. *Temperature Range*

Dari hasil observasi lapangan, temperatur yang dihasilkan selama mesin *single mould centrifugal casting* beroperasi adalah 70°C sehingga menurut parameter temperatur SKF termasuk dalam kategori



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

medium (M). Dikarenakan kecepatan rotasi yang sama antara mesin *single mould centrifugal casting* dan mesin *double mould centrifugal casting*, maka temperatur yang terjadi diasumsikan sama.

b. *Speed Range*

$$\text{Speed Range} = n \times d_m$$

Keterangan:

n = Kecepatan rotasi (RPM)

d_m = Diameter rata-rata *bearing* (mm); $0,5 (d + D)$

$$\begin{aligned} d_m &= 0,5 (70 + 150) \\ &= 110 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Speed Range} &= n \times d_m \\ &= 1445 \text{ RPM} \times 110 \text{ mm} \\ &= 158.950 \end{aligned}$$

(SKF Lubricants Catalogue)

Menurut parameter kecepatan SKF, angka 158.950 termasuk dalam kategori *medium* (M).

c. *Load Range*

$$\text{Load Ratio} = \frac{C}{P}$$

Keterangan:

C = *Load rating* (N)

P = Beban equivalen (N)

Maka perhitungan parameter bebannya adalah sebagai berikut:

1). *Bearing* pada poros 1

$$\begin{aligned} \text{Load ratio} &= \frac{C}{P} \\ &= \frac{104.000}{1.895,92} \\ &= 54,85 \end{aligned}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 2). *Bearing* pada poros 2

$$\begin{aligned} \text{Load ratio} &= \frac{C}{P} \\ &= \frac{104.000}{1.895,92} \\ &= 54,85 \end{aligned}$$

- 3). *Bearing* 3

$$\begin{aligned} \text{Load ratio} &= \frac{C}{P} \\ &= \frac{104.000}{1.007,56} \\ &= 103,21 \end{aligned}$$

(SKF Lubricants Catalogue)

Menurut parameter pembebanan SKF, angka 54,85 dan 103,21 termasuk dalam kategori beban menengah atau *low* (L).

Setelah mempertimbangkan ketiga parameter tersebut, maka dapat ditentukan bahwa jenis *grease* yang dapat digunakan pada *bearing* FYH UCP 314 adalah *grease* SKF dengan kode LGMT 2 dan nomor NLGI 2.

2. Perhitungan Jumlah Awal Pengisian *Grease*

Diketahui:

$$B = 78 \text{ mm}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

$$d = 70 \text{ mm}$$

$$M = 3,9 \text{ Kg}$$

Dengan diketahuinya data-data tersebut, maka kita bisa menghitung kapasitas bersih *bearing*:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi}{4} B (D^2 - d^2) \times 10^{-3} - \frac{M}{7,8 \times 10^{-3}} \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 78 (150^2 - 70^2) \times 10^{-3} - \frac{3,9}{7,8 \times 10^{-3}} \\
 &= 1.077.648 \times 10^{-3} - \frac{3,9}{7,8 \times 10^{-3}} \\
 &= 1.077,64 - 500 \\
 &= 577,64 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

(SKF Lubricants Catalogue)

Dikarenakan volume isi awal didasarkan pada kapasitas bersih *bearing* selama ada ruang yang cukup di sisi elemen, jadi volume *grease* yang digunakan pada pengisian awal adalah $577,64 \text{ cm}^3$.

3. Perhitungan Interval Relubrikasi

Diketahui:

$$K = 1 \text{ (Deep groove ball bearings)}$$

$$n = 1445 \text{ RPM}$$

$$d = 70 \text{ mm}$$

Perhitungan interval pengisian ulang *grease* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 t_f &= K \left[\left(\frac{14 \times 10^6}{n \sqrt{d}} \right) - 4 \times d \right] \\
 &= 1 \left[\left(\frac{14 \times 10^6}{1445 \sqrt{70}} \right) - 4 \times 70 \right] \\
 &= 1 \left[\left(\frac{14.000.000}{12.089,73} \right) - 280 \right] \\
 &= 1 (1.158,007 - 280) \\
 &= 878,007 \text{ jam} \\
 &= 36 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

(Johnson, 2009)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jadi, interval relubrikasi *grease* adalah 36 hari. Dengan diketahuinya waktu penggantian *grease*, maka *preventive maintenance* dapat dijalankan dengan teratur dan konsisten.

4.5.2 Vibration Monitoring

Untuk dapat meningkatkan masa pakai dan mencegah kerusakan dini, diperlukan pemantauan khusus terhadap vibrasi yang terjadi pada mesin saat sedang beroperasi. Standar ISO 2372 (10816) memberikan panduan untuk mengevaluasi tingkat keparahan getaran pada mesin yang beroperasi dalam rentang frekuensi 10 hingga 200 Hz (600 hingga 12.000 RPM). Berikut adalah tabel parameter tingkat keparahan getaran menurut ISO 10816.

Tabel 4.3 Parameter Tingkat Keparahannya Getaran Menurut Standar ISO

VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816					
Machine		Class I small machines	Class II medium machines	Class III large rigid foundation	Class IV large soft foundation
in/s	mm/s				
Vibration Velocity Vrms	0.01	0.28			
	0.02	0.45			
	0.03	0.71			good
	0.04	1.12			
	0.07	1.80			
	0.11	2.80		satisfactory	
	0.18	4.50			
	0.28	7.10		unsatisfactory	
	0.44	11.2			
	0.70	18.0			
0.71	28.0		unacceptable		
1.10	45.0				

(Sumber: ISO 10816)

Untuk menentukan batas maksimum getaran pada mesin *double mould centrifugal casting* adalah mengklasifikasikan mesin tersebut kedalam parameter kelas menurut ISO 10816. Berikut adalah parameter kelas menurut ISO 10816:

1. Kelas I

Bagian individu dari mesin dan komponen yang terhubung secara integral dengan mesin lengkap dalam kondisi operasi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

normalnya. Contoh umum dari mesin dalam kategori ini adalah motor listrik produksi dengan daya hingga 20 HP (15 kW).

2. Kelas II

Mesin berukuran sedang, biasanya motor listrik dengan daya 20 hingga 75 HP (15-75 kW) tanpa fondasi khusus, mesin atau motor yang dipasang secara kaku, atau mesin dengan fondasi khusus hingga 400 HP (300 kW).

3. Kelas III

Penggerak utama besar dan mesin besar lainnya dengan massa berputar yang dipasang pada fondasi yang kaku dan berat yang relatif kaku dalam arah pengukuran getaran.

4. Kelas IV

Penggerak utama besar dan mesin besar lainnya dengan massa berputar yang dipasang pada fondasi yang relatif lunak dalam arah pengukuran getaran (misalnya, *set turbogenerator*, terutama yang memiliki struktur bawah ringan).

Berdasarkan parameter kelas tersebut, mesin *double mould centrifugal casting* milik PT XYZ masuk kedalam kategori kelas I dikarenakan mesin ini memiliki daya dibawah 20 HP atau 15 kW yaitu sebesar 7,5 HP atau 5,5 kW. Untuk klasifikasi mesin kelas I, batas maksimum tingkat keparahan getaran adalah 0,03 in/s atau 0,71 mm/s. Alat yang digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada mesin adalah *vibration meter*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.8 *Vibration Meter*
(Sumber: *Monarch Instrument*)

4.5.3 *Temperature Monitoring*

Bearing merupakan bagian paling kritis dari mesin *double mould centrifugal casting* ini. Oleh karena itu, bisa diasumsikan batas temperatur yang diizinkan untuk mesin adalah tidak boleh diatas batas temperatur yang diizinkan untuk *bearing*. Berdasarkan katalog, *bearing* yang digunakan pada mesin *double mould centrifugal casting* memiliki *temperature limit* sebesar 120°C. Pada saat melakukan observasi terhadap mesin *single mould centrifugal casting*, temperatur *shaft* ketika mesin sedang bekerja adalah sebesar 70°C. Oleh karena itu, diperlukan *monitoring* secara periodik untuk memastikan bahwa temperatur pada *bearing* tidak melebihi batas 120°C. Alat yang digunakan untuk mengukur temperatur pada *bearing* adalah *infrared thermometer gun*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.9 *Infrared Thermometer Gun*
(Sumber: <https://www.walmart.com>)

4.5.4 Jadwal Pemeliharaan Mesin *Double Mould Centrifugal Casting*

Jadwal pemeliharaan mesin bertujuan untuk memantau dan memonitor kondisi mesin agar mesin bisa terus berjalan dengan optimal. Kegiatan yang dilakukan adalah pengecekan terhadap kondisi pelumas pada *bearing*, *monitoring* vibrasi, dan *monitoring* temperatur.

1. Jadwal Harian

Tabel 4.4 Jadwal Harian Pemeliharaan Mesin

No	Job Work	8 hrs	16 hrs
1	Bearing		
2	V Belt		
3	Shaft		
4	Coupling		
5	Motor		
6	Pulley		
7	Mould		

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Jadwal pemeliharaan harian mesin *double mould centrifugal casting* disarankan untuk dilakukan setiap 8 jam sekali untuk kategori komponen kritis dan 16 jam sekali untuk kategori komponen biasa. Pada awal mesin beroperasi, kegiatan

inspeksi bertujuan untuk mengetahui performa mesin dan kondisi mesin dalam kurun waktu tertentu. Untuk kegiatan pemeliharaan berikutnya disesuaikan dengan kondisi mesin setelah inspeksi sebelumnya dilakukan. Oleh karena itu, penjadwalan ini bersifat tidak tetap.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



2. Jadwal Bulanan

Tabel 4.5 Jadwal Bulanan Pemeliharaan Mesin

No	Job Work	July				Aug				Sept				Oct				Nov				Des			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Bearing	▲■	▲	▲	▲	▲■	▲	▲	▲	▲■	▲	▲	▲	▲■	▲	▲	▲	▲■	▲	▲	▲	▲■	▲	▲	▲
2	V Belt	▲	▲	▲	▲●	▲	▲	▲	▲●	▲	▲	▲	▲●	▲	▲	▲	▲●	▲	▲	▲	▲●	▲	▲	▲	▲●
3	Shaft	▲			▲●			▲●			▲●				▲●					▲●			▲●		
4	Kopling	▲●				▲●				▲●				▲●				▲●				▲●			
5	Motor	▲●				▲●				▲●				▲●				▲●				▲●			
6	Pulley	▲●			▲●			▲●			▲●		▲●			▲●			▲●			▲●			▲●
7	Mould	▲●				▲●				▲●				▲●				▲●				▲●			

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Keterangan:

- ▲ : Monitoring vibrasi dan atau temperatur
- : Pelumasan
- : Pembersihan komponen


 POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

3. Jadwal Penggantian Komponen

Tabel 4.6 Jadwal Penggantian Komponen

No.	Nama Komponen	Jadwal Penggantian
1.	<i>Bearing 1</i>	Per- 76 tahun
2.	<i>Bearing 2</i>	Per- 76 tahun
3.	<i>Bearing 3</i>	Per- 511 tahun
4.	<i>V Belt</i>	Per- 1 tahun 4 bulan

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.5 SOP Pemeliharaan Mesin *Double Mould Centrifugal Casting*

SOP PEMELIHARAAN MESIN *DOUBLE MOULD CENTRIFUGAL CASTING*

Judul	:
Nomor	:
Tanggal Efektif	:
Disetujui Oleh	:
Tujuan	
	Menetapkan prosedur yang standar dan aman untuk pemeliharaan mesin <i>double mould centrifugal casting</i> guna memastikan kelancaran operasi dan memperpanjang umur peralatan.
Ruang Lingkup	
	SOP ini berlaku untuk semua teknisi pemeliharaan yang bertanggung jawab atas mesin <i>double mould centrifugal casting</i> di PT XYZ.
Tanggung Jawab	
1. Teknisi Pemeliharaan	: Melakukan pemeliharaan sesuai prosedur.
2. Supervisor Pemeliharaan	: Memastikan teknisi mengikuti SOP ini dan melakukan pengecekan berkala.
3. Manajer Pemeliharaan	: Menyetujui dan mengawasi pelaksanaan.
Alat dan Bahan	
1. Kunci pas/ring berbagai ukuran	
2. Palu karet	
3. <i>Extractor bearing</i> (jika diperlukan)	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. *Grease gun* dan *grease* sesuai spesifikasi
5. Pengukur ketegangan *V-belt*
6. Multimeter untuk pengecekan motor
7. Kain bersih atau sikat
8. Alat pelindung diri (sarung tangan, kacamata pelindung, sepatu pelindung)

Prosedur Pemeliharaan

1. Pemeriksaan harian
 - a. *Mould*
 - Periksa kondisi *mould* untuk retakan atau kerusakan.
 - Pastikan tidak ada sisa material *casting* yang menempel.
 - b. *Shaft*
 - Periksa kondisi temperatur *shaft*.
 - Pastikan *shaft* tidak bengkok atau aus.
 - c. *Bearing*
 - Dengarkan suara *bearing* saat mesin berjalan, suara berisik pada *bearing* menandakan kerusakan.
 - Periksa kebocoran *grease*.
 - d. *Pulley* dan *V Belt*
 - Periksa ketegangan dan *alignment V-belt*.
 - Periksa kondisi visual *v belt*.
 - Periksa *pulley* untuk keausan atau kerusakan.
 - e. Kopling
 - Periksa kondisi fisik kopling untuk keausan.
 - Pastikan tidak ada komponen yang longgar.
 - f. Motor
 - Periksa suhu motor saat beroperasi.
 - Pastikan tidak ada suara abnormal dari motor.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Pemeriksaan Bulanan

a. *Bearing*

- Lepas dan periksa *bearing* secara fisik untuk keausan atau kerusakan.
- Lakukan relubrikasi.
- Ganti *bearing* jika diperlukan.

b. *Pulley*

- Periksa *pulley* secara menyeluruh untuk keausan atau kerusakan.
- Ganti *pulley* jika ada tanda-tanda keausan yang signifikan.

c. Motor

- Lakukan pengecekan kelistrikan pada motor menggunakan multimeter.
- Periksa dan kencangkan semua sambungan listrik pada motor.

d. Pembersihan dan Inspeksi Rutin

- Bersihkan seluruh mesin dari kotoran dan debu.
- Lakukan inspeksi visual pada semua komponen untuk tanda-tanda keausan atau kerusakan.

Tindakan Pencegahan

1. Pastikan mesin dalam keadaan mati dan aman sebelum memulai pemeliharaan.
2. Gunakan APD yang sesuai untuk melindungi diri dari bahaya.
3. Hindari penggunaan kekuatan berlebihan yang dapat merusak komponen mesin.

Dokumentasi

Catat setiap kegiatan pemeliharaan dalam log pemeliharaan yang mencakup:

1. Tanggal
2. Waktu
3. Nama Teknisi
4. Komponen yang diperiksa atau diganti
5. Temuan dan tindakan yang diambil
6. Catatan tambahan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Pemeliharaan Berkala

1. Lakukan inspeksi dan pemeliharaan sesuai jadwal harian dan bulanan.
2. Review dan perbarui SOP ini secara berkala untuk memastikan kesesuaiannya dengan praktik terbaik dan perubahan dalam peralatan atau bahan yang digunakan.

LAMPIRAN

Log Pemeliharaan Mesin

Tanggal :
 Waktu :
 Nama teknisi :
 Komponen yang diperiksa atau diganti :
 Temuan dan tindakan yang diambil :
 Catatan tambahan :

**POLITEKNIK
 NEGERI
 JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.6 SOP Pelumasan *Pillow Block Bearing*

SOP PELUMASAN *PILLOW BLOCK BEARING*

Judul	:	
Nomor	:	
Tanggal Efektif	:	
Disetujui Oleh	:	
Tujuan	:	Menetapkan prosedur yang standar dan aman untuk pelumasan <i>pillow block bearing</i> guna memastikan kelancaran operasi dan memperpanjang umur bearing.
Ruang Lingkup	:	SOP ini berlaku untuk semua teknisi pemeliharaan yang bertanggung jawab atas pelumasan <i>pillow block bearing</i> di PT XYZ.
Tanggung Jawab	:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teknisi Pemeliharaan : Melakukan pelumasan sesuai prosedur. 2. Supervisor Pemeliharaan : Memastikan teknisi mengikuti SOP ini dan melakukan pengecekan berkala. 3. Manajer Pemeliharaan : Menyetujui dan mengawasi pelaksanaan.
Definisi	:	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Pillow block Bearing</i> merupakan komponen mekanis yang mendukung poros berputar dan memungkinkan rotasi halus dengan gesekan minimal. 2. <i>Grease gun</i> adalah alat yang digunakan untuk menyuntikkan <i>grease</i> ke dalam <i>bearing</i> melalui <i>nipple grease</i>.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Alat dan Bahan

1. *Grease gun*
2. *Grease* sesuai spesifikasi *bearing*
3. Kain bersih atau sikat
4. Alat pelindung diri (sarung tangan, kacamata pelindung)

Prosedur Pelumasan

1. Persiapan
 - a. Matikan mesin dan pastikan dalam keadaan aman untuk pemeliharaan.
 - b. Kenakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai.
 - c. Temukan *nipple grease* pada *pillow block bearing*.
2. Pembersihan

Bersihkan area sekitar *nipple grease* dengan kain bersih atau sikat untuk menghilangkan kotoran dan debu.
3. Pengisian *Grease Gun*
 - a. Isi *grease gun* dengan *grease* yang sudah sesuai dengan spesifikasi *bearing*.
 - b. Pastikan tidak ada udara dalam *grease gun* untuk menghindari aliran *grease* yang tidak lancar.
4. Pelumasan
 - a. Pasangkan ujung *grease gun* ke *nipple grease* dan pastikan sambungan kencang.
 - b. Pompa *grease* secara perlahan ke dalam *bearing*.
 - c. Pastikan *grease* yang terisi sesuai dengan kuantitas *grease* yang diperlukan.
 - d. Jika melakukan relubrikasi, lanjutkan pemompaan hingga *grease* lama keluar dari *seal* atau hingga terdapat resistensi signifikan dan pastikan untuk membersihkan *grease* berlebih yang keluar dari *bearing* dengan kain untuk mencegah kotoran menempel.
5. Pemeriksaan dan Dokumentasi
 - a. Periksa kondisi *bearing* dan pastikan tidak ada kebocoran atau kontaminasi.
 - b. Catat tanggal, waktu, dan jumlah *grease* yang digunakan dalam log pemeliharaan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tindakan Pencegahan

1. Pastikan mesin dalam keadaan mati dan aman sebelum memulai pelumasan.
2. Gunakan APD yang sesuai untuk melindungi diri dari bahaya.
3. Hindari *over-lubrication* untuk mencegah kerusakan pada *bearing* dan *seal*.

Pemeliharaan Berkala

1. Lakukan inspeksi rutin pada kondisi *bearing* dan sistem pelumasan.
2. Monitor temperatur *bearing* untuk mengidentifikasi masalah pelumasan dini.

LAMPIRAN

Log Pemeliharaan Pelumasan

Tanggal :
 Waktu :
 Nama Teknisi :
 Jenis *Grease* :
 Jumlah *Grease* :
 Catatan Tambahan :

**POLITEKNIK
 NEGERI
 JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.7 SOP Penggantian *Pillow Block Bearing*

SOP PENGGANTIAN *PILLOW BLOCK BEARING*

Judul	:	
Nomor	:	
Tanggal Efektif	:	
Disetujui Oleh	:	
Tujuan		Menetapkan prosedur yang standar dan aman untuk penggantian <i>pillow block bearing</i> guna memastikan kelancaran operasi dan memperpanjang umur peralatan.
Ruang Lingkup		SOP ini berlaku untuk semua teknisi pemeliharaan yang bertanggung jawab atas penggantian <i>pillow block bearing</i> di PT XYZ.
Tanggung Jawab		<ol style="list-style-type: none"> 1. Teknisi Pemeliharaan : Melakukan penggantian <i>bearing</i> sesuai prosedur. 2. Supervisor Pemeliharaan : Memastikan teknisi mengikuti SOP ini dan melakukan pengecekan berkala. 3. Manajer Pemeliharaan : Menyetujui dan mengawasi pelaksanaan.
Definisi		<i>Pillow block bearing</i> merupakan komponen mekanis yang mendukung poros berputar dan memungkinkan rotasi halus dengan gesekan minimal.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Alat dan Bahan

1. Kunci pas/ring berbagai ukuran
2. Palu karet
3. *Extractor bearing* (jika diperlukan)
4. *Bearing* baru sesuai spesifikasi
5. *Grease* atau pelumas sesuai spesifikasi *bearing*
6. Kain bersih atau sikat
7. Alat pelindung diri (sarung tangan, kaca mata pelindung, sepatu pelindung)

Prosedur Penggantian

1. Persiapan
 - a. Matikan mesin dan pastikan dalam keadaan aman untuk pemeliharaan.
 - b. Kenakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai.
 - c. Siapkan semua alat dan bahan yang diperlukan.
2. Pelepasan *Bearing* Lama
 - a. Lepaskan penutup pelindung (jika ada) pada *pillow block bearing*.
 - b. Gunakan kunci pas/ring untuk melepas baut yang mengikat *pillow block bearing* ke rangka mesin.
 - c. Keluarkan *pillow block bearing* dari poros. Jika *bearing* sulit dilepas, gunakan *extractor bearing* untuk membantu proses pelepasan.
 - d. Bersihkan poros dari sisa *grease* atau kotoran yang menempel.
3. Pemasangan *Bearing* Baru
 - a. Periksa *bearing* baru untuk memastikan tidak ada kerusakan atau cacat.
 - b. Oleskan *grease* atau pelumas pada *bearing* baru.
 - c. Pasang *bearing* baru pada poros dengan hati-hati. Pastikan *bearing* terpasang dengan benar dan tidak miring.
 - d. Pasang kembali *pillow block bearing* ke tempatnya dan kencangkan baut pengikat dengan kunci pas/ring.
 - e. Gunakan palu karet untuk membantu pemasangan jika diperlukan, tetapi hindari pukulan keras yang dapat merusak *bearing*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Pelumasan
 - a. Pastikan semua baut dan pengikat sudah kencang dan *bearing* terpasang dengan benar.
 - b. Putar poros secara manual untuk memastikan *bearing* berputar dengan lancar tanpa hambatan.
5. Pemeriksaan dan Dokumentasi
 - a. Periksa kondisi *bearing* dan pastikan tidak ada kebocoran atau kontaminasi.
 - b. Catat tanggal, waktu, dan detail penggantian *bearing* dalam log pemeliharaan.

Tindakan Pencegahan

1. Pastikan mesin dalam keadaan mati dan aman sebelum memulai penggantian komponen.
2. Gunakan APD yang sesuai untuk melindungi diri dari bahaya.
3. Jangan gunakan kekuatan berlebihan yang dapat merusak poros atau *bearing* baru.

Pemeliharaan Berkala

1. Lakukan inspeksi rutin pada kondisi *bearing* dan sistem pelumasan.
2. Monitor temperatur dan vibrasi *bearing* untuk mengidentifikasi masalah kerusakan dini.

LAMPIRAN

Log Pemeliharaan dan Penggantian *Bearing*

Tanggal :
 Waktu :
 Nama Teknisi :
 Jenis *Bearing* :
 Kode *Bearing* Lama dan Baru :
 Catatan Tambahan :



4.5.8 SOP Penggantian *V Belt*

SOP PENGGANTIAN *V BELT*

Judul	:	
Nomor	:	
Tanggal Efektif	:	
Disetujui Oleh	:	
Tujuan	:	Menetapkan prosedur yang standar dan aman untuk penggantian <i>V belt</i> guna memastikan kelancaran operasi dan memperpanjang umur peralatan.
Ruang Lingkup	:	SOP ini berlaku untuk semua teknisi pemeliharaan yang bertanggung jawab atas penggantian <i>v belt</i> di PT XYZ.
Tanggung Jawab	:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teknisi Pemeliharaan : Melakukan penggantian <i>v belt</i> sesuai prosedur. 2. Supervisor Pemeliharaan : Memastikan teknisi mengikuti SOP ini dan melakukan pengecekan berkala. 3. Manajer Pemeliharaan : Menyetujui dan mengawasi pelaksanaan.
Definisi	:	<i>V belt</i> merupakan sabuk penggerak yang berbentuk trapesium dan digunakan untuk mentransmisikan daya antar poros melalui <i>pulley</i> .

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Alat dan Bahan

1. Kunci pas/ring berbagai ukuran
2. Pengukur ketegangan *v belt*
3. *V belt* baru sesuai spesifikasi
4. Kain bersih atau sikat
5. Alat pelindung diri (sarung tangan, kacamata pelindung, sepatu pelindung)

Prosedur Penggantian

1. Persiapan
 - a. Matikan mesin dan pastikan dalam keadaan aman untuk pemeliharaan.
 - b. Kenakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai.
 - c. Siapkan semua alat dan bahan yang diperlukan.
2. Pelepasan *V belt* Lama
 - a. Bongkar kopling fleksibel dengan melonggarkan dan melepaskan baut yang menghubungkan kopling, pisahkan kedua bagian kopling dengan hati-hati.
 - b. Longgarkan dan lepaskan baut pengikat pada *pillow block bearing* dan pisahkan antara *bearing* dengan *housing*.
 - c. Dengan ruang yang cukup setelah melepas kopling dan *pillow block bearing*, lepaskan *v belt* lama dari *pulley*.
3. Pemasangan *V belt* Baru
 - a. Periksa *v belt* baru untuk memastikan tidak ada kerusakan atau cacat.
 - b. Pasang *v belt* baru pada *pulley*. Pastikan *v belt* terpasang dengan benar pada alur *pulley*.
 - c. Pasang kembali komponen kopling fleksibel dan *pillow block bearing*.
 - d. Gunakan pengukur ketegangan *v belt* untuk memastikan ketegangan yang tepat sesuai spesifikasi pabrikan.
4. Pengecekan Akhir
 - a. Pastikan *v belt* terpasang dengan benar pada alur *pulley* dan tidak ada yang miring atau longgar.
 - b. Kencangkan semua baut dan mur pada kopling dan *pillow block bearing*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

c. Putar *pulley* secara manual untuk memastikan *v belt* berputar dengan lancar tanpa hambatan atau gesekan yang tidak wajar.

5. Pemeriksaan dan Dokumentasi

- a. Bersihkan area kerja dari alat dan bahan yang sudah tidak digunakan.
- b. Catat tanggal, waktu, dan detail penggantian *v belt* dalam log pemeliharaan.

Tindakan Pencegahan

1. Pastikan mesin dalam keadaan mati dan aman sebelum memulai penggantian komponen.
2. Gunakan APD yang sesuai untuk melindungi diri dari bahaya.
3. Jangan gunakan kekuatan berlebihan yang dapat merusak *pulley* atau *v belt* baru.

Pemeliharaan Berkala

1. Lakukan inspeksi rutin pada kondisi *v belt* dan pastikan ketegangan yang tepat.
2. Monitor kondisi *v belt* untuk mengidentifikasi masalah dini, seperti keausan atau keretakan.

LAMPIRAN

Log Pemeliharaan dan Penggantian *V Belt*

Tanggal :
 Waktu :
 Nama Teknisi :
 Jenis *V belt* :
 Kode *V belt* Lama dan Baru :
 Catatan Tambahan :