

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Dalam Pemilihan Bahan

Bahan yang merupakan syarat utama sebelum melakukan perhitungan komponen pada setiap perencanaan pada suatu alat harus dipertimbangkan terlebih dahulu. Selain itu pemilihan bahan juga harus sesuai dengan kemampuannya. Jenis-jenis bahan dan sifat-sifat bahan yang akan digunakan misalnya tahan terhadap keausan, korosi, dan sebagainya (Sailon, 2010. "Modul Elemen Mesin").

1. Bahan yang digunakan sesuai dengan fungsinya

Dalam pemilihan bahan, bentuk, fungsi dan syarat dari bagian mesin sangat diperhatikan. Untuk perancangan harus mempunyai pengetahuan yang memadai tentang sifat mekanik, kimia, dan termal untuk mesin seperti baja, besi cor, logam bukan besi (*non ferro*), dan sebagainya. Hal-hal tersebut berhubungan erat dengan sifat material yang mempengaruhi keamanan dan ketahanan alat yang direncanakan.

2. Bahan mudah didapat

Maksud dari bahan mudah didapat adalah bagaimana usaha agar bahan yang dipilih untuk membuat komponen yang direncanakan itu, selain memenuhi syarat juga harus mudah didapat. Pada saat proses pembuatan alat terkadang mempunyai kendala pada saat menemukan bahan yang akan digunakan. Maka dari itu, bahan yang akan digunakan harus mudah ditemukan di pasaran maupun pedesaan agar tidak menghambat pada saat proses pembuatan.

3. Efisien dalam perencanaan dan pemakaian

Keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari pemakaian suatu bahan hendaknya lebih banyak dari kerugiannya. Sedapat mungkin alat yang dibuat sederhana, mudah dioperasikan, biaya perawatan dan perbaikan *relative* rendah, tetapi memberikan hasil yang memuaskan

4. Pertimbangan Khusus

Dalam pemilihan bahan ini ada hal yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen-komponen yang menunjang pembuatan alat itu sendiri, komponen-komponen penyusun alat tersebut terdiri dari dua jenis. Yaitu komponen yang telah tersedia, lebih menguntungkan untuk dibuat, maka lebih baik dibuat sendiri, apabila komponen tersebut sulit untuk dibuat tetapi didapat dipasaran sesuai dengan standar. Lebih baik dibeli supaya dapat menghemat waktu pengerjaan.

2.2 Kriteria Dalam Pemilihan Komponen

Sebelum pemilihan perhitungan, seorang perencana haruslah terlebih dahulu memilih dan menentukan jenis material yang akan digunakan dengan tidak terlepas dari factor-faktor yang mendukungnya. Selanjutnya untuk memilih bahan nantinya akan dihadapkan pada perhitungan, yaitu apakah komponen tersebut dapat menahan gaya yang besar, gaya terhadap beban punter, beban bengkok atau terhadap faktor tahanan dan tekanan. Juga terhadap faktor koreksi yang cepat atau lambat akan sesuai dengan kondisi dan situasi tempat, komponen tersebut digunakan.

Adapun kriteria-kriteria pemilihan bahan atau material di dalam rancang bangun Perahu dengan beban maksimal 200 kg ini adalah:

2.2.1 Motor Penggerak

1. Motor listrik Brushless DC 48V 1000W

Definisi Motor BLDC atau dapat disebut juga dengan PMSM motor (*Permanent Magnet Synchronous Motor*) merupakan motor listrik *synchronous* AC 3 fasa. *Synchronous* berarti medan magnet yang dibangkitkan oleh stator dan medan magnet yang dibangkitkan oleh rotor berputar pada frekuensi yang sama.

2.2.2 Kontruksi Motor BLDC

Motor BLDC terdiri dari Rotor yang terbuat dari magnet permanen dan Stator yang terdiri dari kumparan yang digulung pada struktur lapisan plat besi. Ada 2 tipe dari Motor BLDC. Yang pertama *Inside Rotor*, dimana rotor ada di tengah dan stator di luar. Yang kedua adalah *Outside Rotor*, dimana rotor berada diluar dan stator ada di tengah. Prinsip kerjanya sama, hanya saja kecepatan dan torsinya berbeda. Rotor di luar menghasilkan torsi lebih besar dan kecepatan lebih lambat dibandingkan dengan rotor di dalam. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan jumlah magnet pada rotornya. Semakin banyak magnet pada rotor, maka pergerakan setiap langkahnya akan semakin kecil, sehingga membutuhkan pergerakan lebih banyak dalam satu putaran. Dan disini kami menggunakan tipe *Inside Rotor* pada motor BLDC sebagai motor penggerak.



Gambar 2.1 Motor Listrik BLDC
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Tabel 2.1 Spesifikasi Motor Listrik BLDC

<i>Merk</i>	Yalu Motor
<i>Type</i>	<i>Brushless</i> DC
Model	BM1412zxf Motor Kit
<i>Voltage</i>	48V
<i>Wattage</i>	1000W
Arus	29A
Torsi	4.0 Nm
Putaran	2750 Rpm

Sumber: Motor, Yalu. 2016

2.2.3 Kelebihan Motor Listrik BLDC

1. Efisiensinya Tinggi.
2. Hemat Biaya Perawatan.
3. Perbandingan Torsi Lebih Besar
4. Polusi Suara Yang Lebih Rendah.
5. Pendinginan Yang Lebih Mudah.
6. Tidak Terjadi Bunga Api.

2.2.4 Kekurangan Motor Listrik BLDC

1. Biaya Pembuatan Mahal.
2. Sistem Pengendalian yang Rumit dan Mahal.
3. Kontroler Mahal.

2.3 Sistem Transmisi

Transmisi merupakan suatu komponen yang memiliki tujuan sebagai pemindah tenaga dari sebuah mesin kendaraan, yaitu sistem yang berfungsi mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan dari sumber tenaga (mesin) ke poros yang digerakkan. Adapun sistem Transmisi yang digunakan, yaitu: Kopling *Flens*.

Kopling kaku (*flens*) merupakan salah satu jenis kopling yang paling sederhana dan paling banyak digunakan pada permesinan kapal.

- Pembebanan pada *flens*

Dalam mencari pembebanan dari *flens* dapat menggunakan rumus:

$$F = \frac{2T}{D}$$

dengan:

F	= Gaya pembebanan <i>flens</i>	(N)
T	= Momen torsi	(N.mm)
D	= Diameter hub	(mm)

Commented [IM1]: Rubah menjadi dengan:

Ada beberapa Keuntungan dan kerugian memakai kopling *flens*:

Keuntungan:

1. Strukturnya yang paling sederhana.
2. Biaya produksi lebih rendah.
3. Transmisi torsi tinggi.
4. Operasi yang andal.
5. Kekakuan poros besar.
6. Pemusatan yang baik.

Kerugian:

1. Memiliki persyaratan tinggi untuk penyetaraan kedua poros.
2. Tidak bisa mentolerir *misalignment* antara sumbu dua poros.
3. Hanya digunakan di mana gerakannya bebas dari guncangan dan getaran.
4. Membutuhkan banyak ruang radial.
5. Tidak dapat mengurangi tumbukan transmisi.
6. Tidak memiliki kinerja kompensasi radial, aksial, sudut.

2.4 Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin yang berfungsi sebagai penyalur daya atau untuk meneruskan tenaga. Peranan utama dalam sistem transmisi seperti itu dipegang oleh poros.

Macam-macam poros

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut:

a) Poros Transmisi

Poros macam ini meneruskan beban murni atau punter dan lentur. Daya yang ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, *pulley* sabuk atau *sprocket*, rantai.

a) *Spindel*

Poros transmisi yang *relative* pendek seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut *spindle*. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

b) Gandar

Poros seperti ini yang dipasang diantara roda-roda kereta barang dimana tidak mendapat beban punter bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur kecuali jika digerakan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban punter juga. Berdasarkan Kiyokatsu Suga dan Sularso (1997).

Hal-hal penting dalam perencanaan poros:

a) Kekuatan Poros

Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban seperti beban Tarik atau utekan, beban puntir atau lentur dan pengaruh tegangan lainnya.

b) Kekakuan Poros

Meskipun kekuatan sebuah poros cukup tinggi namun jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak telitian atau getaran dan suara. Oleh karena itu kekakuan poros haruslah diperhatikan.

c) Bahan Poros

Poros untuk mesin umumnya dibuat dari batang baja yang ditarik dingin dan difinishing, baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S-C) yang dihasilkan dari ingot yang di-"*kill*" (baja yang dioksidasikan dengan ferrosilicon dan dicor ; kadar karbon terjamin).

Tabel 2.2 Macam-macam baja

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Keterangan
Baja karbon Kontruksi mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	Penormalan	52	
	S40C	Penormalan	55	
	S45C	Penormalan	58	
	S50C	Penormalan	62	
Batang baja yang difinis dingin	S55C	Penormalan	66	Ditarik dingin. Digerinda, Dibubut. Atau gabungan antara hal-hal tersebut.
	S35C-D	-	53	
	S45C-D	-	60	
	S55C-D	-	72	

Sumber: Sularso, Kiyokatsu Suga. 1997

Poros-poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap kehausan. Beberapa diantaranya adalah baja *chrom* nikel, baja *chrom* nikel moliblen, baja *chrom*, baja *chrom moliblen*, dan sebagainya. Sekalipun demikian pemakaian baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan beban berat. Dalam hal demikian perlu dipertimbangkan penggunaan baja karbon yang diberi perlakuan panas secara tepat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan.

Commented [IM2]: Kok jadi kacau lgi ya
Sumber: Sularso & Kiyokatsu, 1997
Ubah Kembali semuanya

Tabel 2.3 Baja paduan untuk poros

Standar Dan Macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)
Baja <i>Chrom</i> Nikel (Jis G 4102)	SNC 2	Pengerasan Kulit	85
	SNC 3		95
	SNC 21		80
	SNC 22		100
Baja <i>Chrom</i> Nikel (JIS G 4103)	SNCM 1	Pengerasan Kulit	85
	SNCM 2		95
	SNCM 7		100
	SNCM 8		105
	SNCM 22		90
	SNCM 23		100
Baja <i>Chrom</i> (JIS G 4104)	SNCM 25	Pengerasan Kulit	120
	SCr 3		90
	SCr 4		95
	SCr 5		100
	SCr 21		80
	SCr 22		85

Sumber: Sularso, Kiyokatsu Suga. 1997

Pada umumnya baja diklasifikasikan atas baja lunak, baja liat, baja agak keras, dan baja keras. Diantaranya baja liat dan baja agak keras banyak dipilih untuk poros kandungan karbonnya adalah seperti yang tertera dalam table. Baja lunak yang terdapat dipasaran umumnya agak kurang *homogeny* ditengah, sehingga tidak dapat dianjurkan untuk dipergunakan sebagai poros penting. Baja agak keras pada umumnya berupa baja yang di-kill seperti telah disebutkan diatas. Baja macam ini jika diberikan perlakuan panas secara tepat dapat menjadi bahan poros yang baik.

Tabel 2.4 Penggolongan Baja Secara Umum

Golongan	Kadar c (%)
Baja Lunak	-0,15%
Baja Liat	0,2-0,3
Baja Agak Keras	0,3-0,5
Baja Keras	0,5-0,8
Baja Sangat Keras	0,8-0,12

Sumber: Sularso, Kiyokatsu Suga.1997

Meskipun demikian, untuk perencanaan yang baik, tidak dapat dianjurkan untuk memilih baja atas dasar klasifikasi yang terlalu umum seperti diatas. Sebaiknya pemilihan dilakukan atas dasar standar-standar yang ada.

2.5 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu pada poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka efisiensi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya.

Jadi bantalan dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung.

a) Atas dasar arah beban terhadap poros

1. Bantalan Radial

Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.

2. Bantalan Aksial

Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah sejajar sumbu poros.

3. Bantalan Kombinasi

Bantalan ini dapat menumpu beban yang didatarannya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

b) Atas Dasar Elemen Gelinding

1. *Roll*

2. *Ball*

Commented [IM3]: SPASI ..?

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil di bandingkan dengan bantalan luncu. Elemen gelinding seperti bola atau *roll*, dipasang diantara cincin luar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola atau *roll* akan membuat gesekan gelinding sehingga gesekan diantaranya akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau *roll*, ketelitian tinggi dalam bentuk dan ukuran merupakan keharusan, karena luas bidang kontak antara bola atau *roll* dengan cincinnya sangat kecil maka besarnya beban persatuan luas atau tekanannya menjadi sangat tinggi, dengan demikian bahan yang dipakai harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi.



Gambar 2.2 *Bearing*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.6 Kerangka

Kerangka berfungsi untuk menahan berat keseluruhan dari komponen-komponen yang terdapat pada alat, untuk itu agar mampu menahan beban yang ditumpukan banyak jenis profil rangka yang sering digunakan seperti persegi panjang, bulat, berbentuk U, berbentuk L dan lain-lain. Dimana pada profil siku atau profil L adalah profil yang sangat cocok untuk digunakan sebagai bearing dan batang tarik. Profil ini biasa digunakan secara gabungan, yang lebih dikenal sebagai profil siku ganda. Profil L ini terbuat dari bahan baja yang merupakan bahan campuran besi (Fe), 1.7%, zat arang atau carbon (C), 1.65% mangan (Mn), 0.6 *silicon* (Si) dan 0.6% tembaga (CU).

Suatu struktur menerima beban dinamis, struktur ini dapat berkedudukan mendatar, miring maupun tegak. Untuk struktur yang tegak (vertical) dinamakan kolom. Jika sebuah kolom menerima beban tekan maka pada batang akan terjadi tegangan tekan yang besarnya.

Pada kolom pendek apabila gaya yang diberikan ditambah sedikit demi sedikit kolom akan hancur dan bila kolomnya panjang batang tidak akan hancur melainkan akan menekuk (*buckling*).

2.7 Baut dan Mur

Baut dan Mur berfungsi untuk mengikat antar rangka. Untuk menentukan jenis dan ukuran baut dan mur harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya.

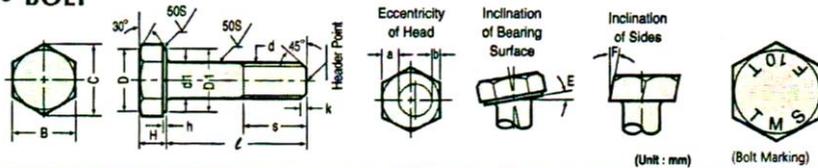


Gambar 2.3 Baut dan Mur
Sumber: Indonesia, Builder. 2013

Tabel 2.5 baut dan mur

1. DIMENSION AND TOLERANCES

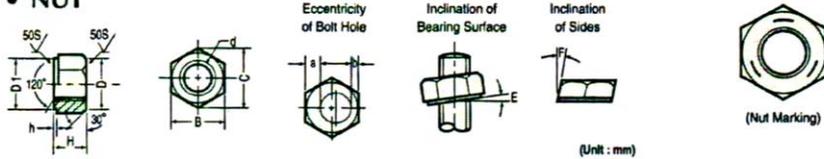
• BOLT



Designation of Bolt (d)	d		H		B		C		D		D1		k	e-b		E	F	h	s	
	Basic Dimension	Tolerance	Basic Dimension	Tolerance	Basic Dimension	Tolerance	Approx.	Approx.	Min.	Max.	Min.	Max.		Approx.	Max.				Max.	Max.
M 12	12	+ 0.7 - 0.2	8	± 0.6	22	- 0	25.4	20	20	0.8 - 1.8	2	0.7						25	+ 5 - 0	
M 16	16		10		27	- 0.8	31.2	25	25	1.2	2.5	0.8						30		
M 20	20		13		32		37	30	29	2.0	3	0.9						35		
M 22	22		14	± 0.9	38	- 0	41.5	34	33		1.1	1.1	1°	2°			0.4	40	+ 8 - 0	
M 24	24	+ 0.8 - 0.4	15		41	- 1	47.3	39	38	1.6 - 2.4	3	1.2						45		
M 27	27		17		46		53.1	44	43			1.3						50		
M 30	30		19	± 1.0	50		57.7	48	47	2.0 - 2.8	3.5	1.5						55		

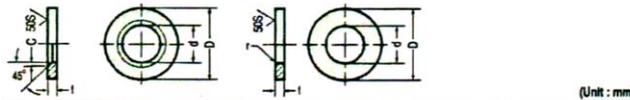
ℓ	
Length	Tolerance
Under 55	± 1.0
55 & Over - Under 125	± 1.4
125 & Over	± 1.8

• NUT



Nominal Size of Thread (d)	Outside Diameter External Thread	H		B		C		D		D1		e-b		E	F	h
		Basic Dimension	Tolerance	Basic Dimension	Tolerance	Approx.	Approx.	Min.	Max.	Min.	Max.	Max.	Max.			
M 12	12	12	± 0.35	22	0	25.4	20	20	0.7							
M 16	16	16		27	- 0.8	31.2	25	25	0.8							
M 20	20	20		32		37	30	29	0.9							
M 22	22	22		36		41.6	34	33	1.1	1°	2°				0.4 - 0.8	
M 24	24	24	± 0.4	41	+ 0 - 1	47.3	39	38	1.2							
M 27	27	27		46		53.1	44	43	1.3							
M 30	30	30		50		57.7	48	47	1.5							

• WASHER



Nominal Size of Washer	d		D		t		e or r
	Basic Dimension	Tolerance	Basic Dimension	Tolerance	Basic Dimension	Tolerance	
12	13	+ 0.7 0	28	+ 0 - 0.8	3.2	± 0.4	1.5
16	17		32		4.5	± 0.5	
20	21		40	+ 0 - 1			2
22	23	+ 0.8 0	44				
24	25		48		8	± 0.7	2.4
27	28	+ 1.0 0	56	+ 0 - 1.2			
30	31		60		60		2.8

Sumber: Indonesia, Builder. 2013

2.8 Perhitungan Daya Motor

Untuk mencari daya motor, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$P = T \cdot \omega \dots\dots\dots(2.1. \text{ Lit. 5, Hal 2})$$

dengan:

$$P = \text{Daya Motor (Watt)}$$

$$T = \text{Torsi Motor (Nm)}$$

$$\omega = \text{Kecepatan putaran sudut (rad/s)}$$

Hal-hal yang perlu dihitung sebelum menghitung daya motor, yaitu:

1. Menghitung Gaya Motor (F_R)

Menghitung gaya motor dapat menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$F = m \times g \dots\dots\dots(2.2. \text{ Lit. 3, Hal 10})$$

dengan:

$$F = \text{Gaya (N)}$$

$$m = \text{Massa (kg)}$$

$$g = \text{Gravitasi (9,81 m/s}^2\text{)}$$

2. Menghitung Titik Berat Kapal

Menghitung titik berat kapal terlebih dahulu menggambar free body diagram (x dan y). setelah itu menghitung nilai x dan y pada titik berat perahu dengan persamaan sebagai berikut:

$$x = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} \dots\dots\dots(2.3. \text{ Lit. 5})$$

$$y = \frac{\sum f_i y_i}{\sum f_i}$$

dengan:

$$X = \text{Sumbu X}$$

$$Y = \text{Sumbu Y}$$

3. Menghitung *Pitch Propeller*

$$\text{Pitch} = \text{Speed} : \left(\frac{\text{Rpm} \cdot 60}{1852} \right) \dots\dots\dots(2.4. \text{ Lit. } 8)$$

dengan:

Pitch = Jarak aksial yang ditempu

Speed = satuan kecepatan kapal (knot)

Rpm = Kecepatan Perputaran mesin

4. Menghitung Gaya Gesek perahu

$$R_f = \frac{1}{2} \times \rho \times C_f \times S \times V_s^2 \dots\dots\dots(2.5. \text{ Lit. } 1)$$

dengan:

R_f =

ρ = Massa Jenis Fluida

C_f = Koefisien Gesek

S = Luas Penampang Basah

V_s^2 = Kecepatan Kapal

5. Menghitung Gaya Apung Perahu (2.6. Lit. 1)

$$F_a = V_t \times \rho \times g$$

dengan:

F_a = Gaya Apung Perahu

V_t = Volume Benda yang tenggelam

ρ = Massa Jenis Fluida

g = Gaya Gravitasi

6. Perhitungan Poros

- Menghitung Gaya Pembebanan Pada Poros

$$F_s = \frac{T}{\left(\frac{d}{2}\right)} \dots\dots\dots(2.7. Lit 4)$$

dengan:

F_s	= Gaya yang terjadi pada poros	(N)
T	= Torsi yang ditransmisikan	(N.mm)
d	= Diameter Poros	(mm)

- Menghitung Torsi

Untuk menghitung besarnya torsi dapat kita lakukan melalui daya dan putaran mesin yang dihasilkan. Menurut buku Khurmi & Gupta Machine Design edisi tahun 2005 didapatkan persamaan ... dalam mencari nilai torsi (Khurmi & Gupta, 2005)

$$T = \frac{P_d \times 60}{2\pi n} \dots\dots\dots(2.8. Lit. 5, Hal. 2)$$

dengan:

T	= Torsi yang ditransmisikan	(N.mm)
P_d	= Momen daya	(Watt)
n	= Putaran mesin	(rpm)

7. Menghitung Pembebanan pada Kopling *flens*

Dalam mencari pembebanan dari kopling *flens* dapat menggunakan rumus:

$$F = \frac{2T}{D} \dots\dots\dots(2.9. Lit. 7)$$

dengan:

F	= Gaya pembebanan kopling <i>flens</i>	(N)
T	= Momen torsi	(N.mm)
D	= Diameter hub	(mm)

8. Menghitung Kecepatan sudut putaran pada kopling flens

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots(3.0. \text{ Lit. } 7)$$

dengan:

$$\omega = \text{Kecepatan sudut putaran (Rad/s)}$$

$$\pi = 3.14$$

$$n = \text{Putaran Mesin (RPM)}$$

9. Menghitung Pertahanan Aki(3.1. Lit. 8)

- Menghitung Tegangan Aki Yang dibutuhkan Motor

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

dengan:

$$V_t = \text{Tegangan Total}$$

$$V = \text{Tegangan Aki}$$

- Menghitung Arus yang dibutuhkan Motor

Rumus dasar:

$$I = P/V$$

dengan:

$$P = \text{Daya (Watt)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Kuat Arus (Ampere)}$$

2.9 Perawatan dan Perbaikan

Perawatan adalah tindakan yang bertujuan untuk memperpanjang umur suatu komponen sehingga dapat digunakan dalam kondisi yang prima.

Berikut macam-macam pemeliharaan pada mesin:

1. Preventive Maintenance

Preventive Maintenance merupakan tindakan pemeliharaan yang terjadwal dan terencana. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah-masalah yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen/alat dan menjaganya selalu tetap normal selama dalam operasi.

Contoh pekerjaan tersebut adalah:

Melakukan pengecekan terhadap pendeteksi indikator tekanan dan temperatur, atau alat pendeteksi indicator lainnya. Apakah telah sesuai hasilnya untuk kondisi normal kerja suatu alat. Membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada alat/produk (debu, tanah maupun bekas minyak), Mengikat baut-baut yang kendur, pengecekan kondisi pelumasan. Perbaikan/mengganti gasket pada sambungan-sambungan *flange* yang bocor atau rusak.

2. *Predictive Maintenance*

Predictive Maintenance merupakan perawatan yang bersifat prediksi, dalam hal ini merupakan evaluasi dari perawatan berkala (*Preventive Maintenance*). Pendeteksian ini dapat dievaluasi dari indikator-indikator yang terpasang pada instalasi suatu alat dan juga dapat melakukan pengecekan *vibrasi* dan *alignment* Untuk menambah data dan tindakan perbaikan selanjutnya.

3. *Breakdown Maintenance*

Breakdown Maintenance merupakan perbaikan yang dilakukan tanpa adanya rencana terlebih dahulu. Dimana kerusakan terjadi secara mendadak pada suatu alat/produk yang beroperasi, yang mengakibatkan kerusakan bahkan hingga alat tidak dapat beroperasi.

Contoh kerusakan tersebut pada pompa adalah:

Rusaknya bantalan karena kegagalan pada pelumasan terlepasnya *couple* penghubung antara poros pompa dan poros penggeraknya akibat kurang kencangnya baut-baut yang tersambung. Macetnya *impeller* karena terganjal benda asing.

4. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance merupakan pemeliharaan yang telah direncanakan, yang didasarkan pada kelayakan waktu operasi yang telah ditentukan pada buku petunjuk alat tersebut. Pemeliharaan ini merupakan "*general overhaul*" yang meliputi pemeriksaan, perbaikan dan penggantian terhadap setiap bagian-bagian alat yang tidak layak pakai lagi, baik karena rusak maupun batas maksimum waktu operasi yang telah ditentukan.