

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pompa

Definisi pompa menurut Sularso, dan Tohar. (1985) . Pompa adalah suatu mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat lainnya melalui media selang atau perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus menerus. Pompa akan beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan anatara bagian masuk (*suction*) dan bagian keluar (*discharge*). Pompa juga dapat diartikan sebagai alat untuk memindahkan energi dari suatu pemutar atau penggerak ke cairan ke bejana yang bertekanan yang lebih tinggi. Selain dapat memindahkan cairan, pompa juga berfungsi untuk meningkatkan kecepatan, tekanan, dan ketinggian cairan .

2.2 Prinsip Kerja Alat

Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang paling banyak digunakan, ia memiliki kelebihan diataranya karena pengoperasiannya yang mudah, maintenance yang tidak terlalu mahal, tidak berisik dan lain sebagainya. Seperti halnya dengan pompa minyak jenis sentrifugal yang digunakan ini, yang mana pompa tersebut telah dilengkapi dengan alat pendukung seperti baterai, dan charger baterai. Dibandingkan dengan pompa jenis sentrifugal lainnya yang belum dilengkapi dengan komponen tersebut. Pompa yang digunakan ini khusus untuk memindahkan minyak solar dari drum ataupun drijen.

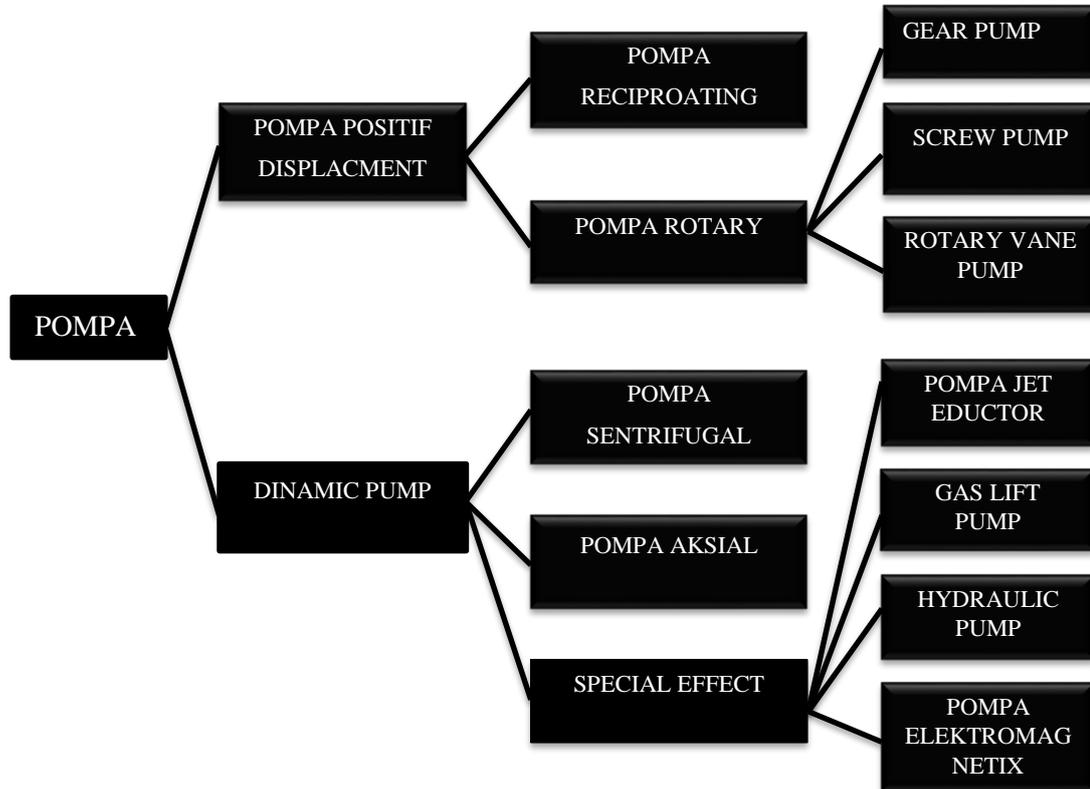
2.2.1 Klasifikasi Pompa

Pompa dapat diklasifikasikan atas dasar :

- Cara memindahkan fluidanya
- Kondisi kerja pompa
- Jenis penggeraknya
- Sifat zat cair yang dipindahkan

2.2.2 Cara Pemindahan Fluida

Menurut cara memindahkan fluidanya, pompa dapat dibedakan sebagai berikut :



Tabel 2.1 Tabel klasifikasi pompa

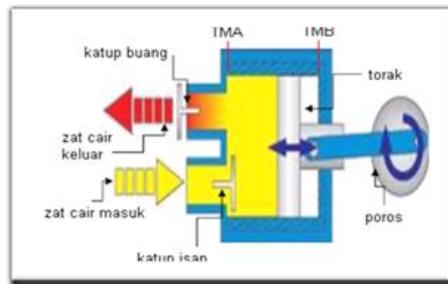
(Sumber : Dibuat)

2.3 Pompa Perpindahan Positif (*Positive displacement pump*)

Pompa perpindahan positif adalah pompa dengan volume ruangan yang berubah secara periodik dari besar ke kecil atau sebaliknya. Pada waktu pompa bekerja, energi yang dimasukkan ke fluida adalah energi potensial sehingga fluidanya berpindah dari volume per volume. Pada pompa jenis ini proses perubahan energi mekanis menjadi energi potensial terjadi secara langsung, dimana fluida yang keluar dari impeller sudah menjadi energi potensial. Yang termasuk dalam pompa jenis ini adalah :

2.3.1 Pompa Gerak Translasi (bolak – balik) / Pompa *Reciprocating*

Pompa reciprocating adalah pompa dimana energi mekanis dari penggerak pompa dikonversikan menjadi energi potensial pada cairan yang dipindahkan dengan cara melalui elemen pemindah yang bergerak bolak-balik dalam silinder. Elemen pemindah yang bergerak bolak-balik dinamakan torak (piston).

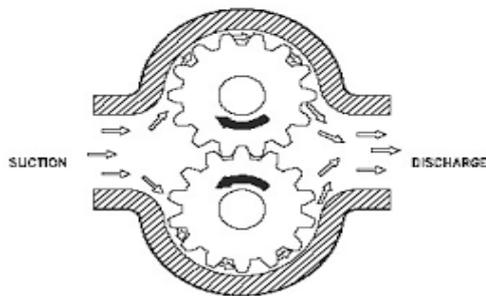


Gambar 2.1 Pompa *Reciprocating*

(Sumber: <http://www.pusat-lingkar.com>)

2.3.2 Pompa Putar (*Rotary Pump*)

Pada pompa putar, fluida masuk melalui sisi isap kemudian dikurung antara ruangan rotor dan rumah pompa selanjutnya didorong ke ruang tekan dengan gerak putar dari rotor sehingga tekanan statisnya naik dan fluida dikeluarkan melalui sisi tekan.



Gambar 2.2 Pompa *Rotary*

(Sumber: <http://www.pusat-lingkar.com>)

2.3.3 Pompa Membran

Prinsip dasar pompa membran sama dengan pompa torak yaitu termasuk pompa positif yang mempunyai gerak utama bolak-balik. Bahan bagian utama dari pompa membran ini biasanya terbuat dari karet atau plat baja tipis yang fleksibel. Kekuatan bahan pompa relatif rendah, maka biasanya pompa ini digunakan untuk kapasitas dan head yang rendah, konstruksinya sangat sederhana dan ringan.



Gambar 2.3 Pompa Membran

(Sumber: <http://www.pusat-lingkar.com>)

2.4 Pompa Dinamik atau *Non-Positive Displacement Pump*

Pada pompa jenis dinamik, volume ruangnya tidak berubah. Waktu pompa bekerja, energi yang dimasukkan ke dalam fluida adalah energi kinetik sehingga perpindahan fluida terjadi akibat adanya perubahan kecepatan. Fluida yang mengalir melalui sudu impeller yang berputar. Pada pompa jenis ini, proses perubahan energi mekanis menjadi energi potensial terjadi secara bertahap, yaitu pertama energi mekanis diubah menjadi kinetis, kemudian diubah lagi menjadi energi potensial. Ciri-ciri pompa ini adalah :

- Mempunyai bagian utama berupa roda dengan sudu-sudu sekelilingnya (impeller).
- Melalui sudu-sudu, fluida bekerja mengalir terus-menerus, dimana fluida berada diantara sudu-sudu tersebut.

Pembagian pompa dinamik *non-positive displacement* sebagai :

2.4.1 Pompa Sentrifugal

Pompa ini mempunyai konstruksi sedemikian rupa sehingga aliran zat cair yang keluar dari impeller akan melalui sebuah bidang tegak lurus pompa. Impeller yang dipasang pada satu ujung poros, dan pada ujung lainnya dipasang kopling untuk meneruskan daya dari penggerak. Poros ditumpu oleh dua bantalan. Sebuah packing atau perapat dipasang pada bagian rumah yang ditembus poros, untuk mencegah air bocor keluar atau udara masuk ke dalam pompa. Namun selain packing dapat juga digunakan perapat mekanis.

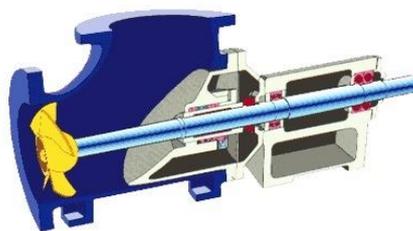


Gambar 2.4 Pompa Sentrifugal

(Sumber: <http://www.pusat-lingkar.com>)

2.4.2 Pompa Aliran Aksial

Aliran zat cair yang meninggalkan impeller akan bergerak sepanjang permukaan silinder keluar. Konstruksinya mirip dengan aliran campur, kecuali bentuk impeller dan difuser keluarannya.

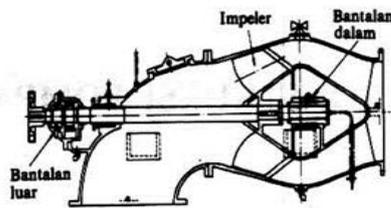


Gambar 2.5 Pompa Aliran Aksial

(Sumber: <http://www.pusat-lingkar.com>)

2.4.3 Pompa Aliran Campur

Pompa aliran campur merupakan aliran yang meninggalkan impeller akan bergerak sepanjang permukaan kerucut di dalam pompa aliran campur ini. Salah satu ujung poros dimana impeller dipasang, ditumpu oleh bantalan dalam. Pada ujung lain dipasang kopling dengan sebuah bantalan luar di dekatnya. Bantalan luar terdiri dari sebuah bantalan aksial dan radial, yang pada umumnya berupa bantalan gelinding. Untuk bantalan dalam dipakai jenis bantalan luncur yang dilumasi.



Gambar 2.6 Pompa Aliran Campur

(Sumber: <http://www.pusat-lingkar.com>)

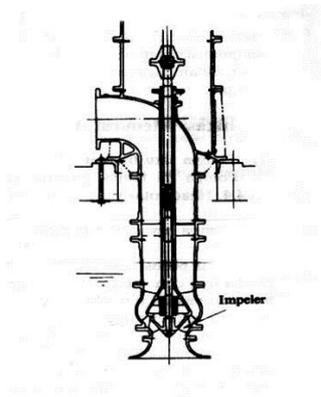
Pembagian pompa dinamik atau non – positif displacement didasarkan klasifikasi menurut letak poros yaitu :

1. Pompa Jenis Poros Mendatar

Pompa ini mempunyai poros dengan posisi mendatar seperti terlihat pada gambar 2.5 dan gambar 2.7.

2. Pompa Jenis Poros Tegak

Pompa ini mempunyai poros dengan posisi tegak, seperti diperlihatkan pada gambar 2.6. Pompa aliran campur dan pompa aksial sering dibuat dengan poros tegak. Rumah pompa semacam ini digantung pada lantai oleh pipa kolom dan dihubungkan dengan motor penggerak pada lantai. Poros ini di pegang di beberapa tempat sepanjang pipa kolom oleh bantalan (yang sering terbuat dari karet).



Gambar : 2.7 Pompa Aliran Campur Tegak

(Sumber: <http://www.pusat-lingkar.blogspot.com>)

2.5 Kondisi Kerja Pompa

Menurut kondisi kerja pompa, pompa dapat dibedakan atas :

- a. Kondisi hisap dan tekan, $H_z = H_d + H_s$
- b. Kondisi tekan dan tekan, $H_z = H_d - H_s$
- c. Kondisi sistem siphson, $H_z = H_s - H_d$

Keterangan : H_z : Tinggi kenaikan statis (m)

H_d : Kerugian head tekan

H_s : Kerugian head hisap

2.5.1 Jenis Penggeraknya

- a. Pompa tangan (hand driven pump)
- b. Pompa Mekanis

2.5.2 Sifat Zat Cair Yang Dipindahkan

1. Pompa air panas
2. Pompa air berlumpur
3. Pompa untuk cairan kental
4. Pompa untuk cairan korosif
5. Pompa minyak

2.6 Dasar Pemilihan Pompa

Mengingat banyaknya jenis pompa yang mana telah diuraikan sebelumnya, maka untuk memilih jenis pompa maka perlu diambil perbandingan antara beberapa jenis pompa, sehingga didapat syarat – syarat yang dibutuhkan, seperti :

1. Pompa harus memenuhi kondisi yang dibutuhkan (kapasitas, head) sesuai dengan perencanaan.
2. Biaya awal dari sistem pompa serendah mungkin.
3. Biaya perawatan seminimal mungkin.

Jika kapasitas, head total pompa yang tersedia telah ditentukan, maka putaran dan jenis pompa dapat ditentukan pula. Dalam hal ini, sebuah pompa khusus harus dipilih sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi kapasitas dan head pompa yang diminta.

Dalam beberapa hal, untuk kapasitas dan head total pompa yang diperlukan, terdapat lebih dari satu jenis pompa yang dapat dipilih. Berhubungan dengan hal itu, maka perlu diambil langkah – langkah berikut ini dalam pemilihan pompa.

2.6.1 Poros Mendatar dan Poros Tegak

Sifat-sifat kedua jenis pompa ini dan pemilihannya didasarkan atas pertimbangan sebagai berikut :

- a. Jika tidak ada pembatasan-pembatasan pada kondisi pengisapan dan operasi pompa kecil atau sedang maka pompa berporos mendatar lebih ekonomis.
- b. Jika head hisap statis cukup besar, atau pompa harus bekerja otomatis, maka pompa berporos tegak adalah lebih sesuai.
- c. Jika pompa harus sering dibongkar pasang karena mutu air yang buruk atau sebab lain maka pompa berporos mendatar lebih menguntungkan.

2.6.2 Pemilihan pompa menurut kondisi pemasangannya

Dalam merencanakan instalasi suatu pompa, persyaratan khusus sering dijumpai. Namun tujuan utama instalasi pompa relatif mudah dicapai dalam banyak pertimbangan-pertimbangan tertentu untuk maksud yang sama. Dari pertimbangan-pertimbangan tersebut maka pada perencanaan ini dipilih pompa jenis sentrifugal. Adapun keuntungan-keuntungannya :

1. Pada aliran volume yang sama harga pembelian lebih rendah
2. Tidak banyak bagian-bagian yang bergerak sehingga biaya pemeliharaan rendah.
3. Memerlukan tempat yang sedikit.
4. Jumlah putaran tinggi sehingga memberikan kemungkinan untuk pergerakan langsung oleh sebuah elektrik motor .
5. Aliran zat cair yang tidak terputus.

2.6.3 Unit Penggerak Pompa

Untuk alasan ekonomis unit penggerak pompa dengan bagian utama pompa merupakan satu unit kesatuan yang terletak dalam satu rumah pompa. Untuk penggerak pompa tipe sentrifugal ini menggunakan sumber arus listrik yg dihasilkan dari baterai (ACCU) sehingga mudah untuk pindahkan dan ringan untuk dibawa ke mana – mana. Oleh karenanya baterai sangat sesuai untuk penggerakan pompa yang tidak memerlukan variasi putaran, perawatan lebih mudah, konstruksinya sederhana mudah dibongkar pasang, dan biaya operasionalnya lebih murah.

2.7 Kapasitas Pompa (Q_p)

Kapasitas pompa ditentukan berdasarkan spesifikasi pompa, menurut perumusan maka :

$$Q_p = \frac{Q}{T} \dots\dots\dots (2.1, \text{Lit.28})$$

Dimana :

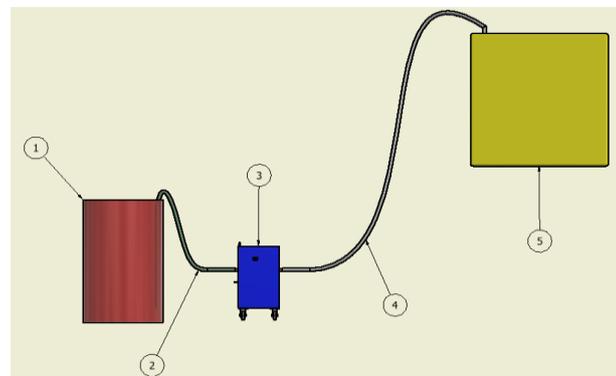
Q_p = Kapasitas pompa (m^3/s)

Q = Jumlah bahan bakar (liter/menit)

T = Waktu (detik)

2.8 Head Total Pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah bahan bakar seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa. Seperti diperlihatkan dalam gambar 2.8, head total pompa dapat ditulis sebagai berikut.



Gambar 2.8 Head Pompa

(Sumber: dibuat)

Keterangan :

1. Drum/derijen
2. Selang in
3. Pompa
4. Selang out
5. Tangki bahan bakar

$$H = h_s + \Delta h_p + h_l + \frac{v_d^2}{2 \cdot g} \dots\dots\dots (2.2, \text{Lit.26})$$

Dimana :

H = Head total pompa (m)

hs = Head statis total (m)

Head ini adalah perbedaan tinggi antara muka bahan bakar di sisi keluar dan sisi hisap

Δh_p = Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan bahan bakar (m)

$$\Delta h_p = h_{p2} - h_{p1}$$

h_l = Berbagai kerugian di pipa, katup, belokan, dll (m)

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

$v^2/2g$ = Head kecepatan keluar (m)

2.9 Kerugian Head

Kerugian head (yaitu head untuk mengatasi kerugian-kerugian) terdiri atas head kerugian mayor dan head kerugian minor.

2.9.1 Kerugian Head Mayor

Menurut (Sularso, 2000 : 28) Kerugian head mayor dan head minor dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini. Kerugian head mayor adalah kerugian yang dialami aliran karena adanya gesekan antara fluida dengan permukaan bagian dalam selang. Kerugian gesek di dalam selang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$h_f = \lambda \cdot \left(\frac{L v^2}{D \cdot 2 \cdot g} \right) \dots\dots\dots (2.3, \text{Lit.33})$$

Dimana : h_f = Head kerugian gesek dalam selang (m)

λ = Koefisien kerugian gesek

D = Diameter selang (m)

v = Kecepatan rata – rata aliran dalam selang (m/s)

g = percepatan gravitasi (m^2/s)

L = Panjang selang

2.9.2 Head kerugian pada selang (hf)

Kerugian gesek selang lurus (hf1)

$$H_{f1} = \lambda \cdot \frac{L \cdot v^3}{D \cdot 2 \cdot g} \dots\dots\dots (2.4, Lit.33)$$

Dimana :

λ = koefisien kerugian gesek

L = panjang selang isap (m)

D = diameter dalam selang isap (m)

v = kecepatan aliran dalam selang (m/s)

Selanjutnya untuk aliran yang laminar dan turbulen terdapat rumus yang berbeda. Sebagai patokan apakah aliran itu termasuk aliran laminar, transisi atau turbulen dapat dipakai bilangan Reynolds (Re).

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Dimana :

Re = Bilangan Reynolds

v = Kecepatan rata-rata aliran di dalam hose (m/s)

D = diameter dalam hose (m)

ν = Viskositas kinematik zat cair (m^2/s)

Pada $Re < 2300$, aliran bersifat laminar

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Pada $Re > 4000$, aliran bersifat turbulen

Dengan formula Darcy :

$$\lambda = 0.020 + \frac{0.005}{D} \dots\dots\dots (2.5, \text{Lit.29})$$

Pada $2300 < Re < 4000$, aliran bersifat transisi

Harga λ sebagai fungsi angka Reynolds dan kekasaran permukaan dapat disajikan dalam bentuk grafis. Rumus ini digrafikkan oleh Moody dan sekarang dikenal dengan nama diagram Moody. Namun perlu diingat bahwa diagram Moody dengan nilai kekasaran mutlak ditujukan untuk hose (selang) baru dan bersih. Jika pipa telah dipakai selama bertahun-tahun, harga koefisien gesekan akan menjadi 1,5 sampai 2,0 kali harga barunya.

Type	K
Exit (pipe to tank)	1.0
Entrance (tank to pipe)	0.5
90 elbow	0.9
45 elbow	0.4
T-junction	1.8
Gate valve	0.25 - 25

Tabel 2.2 Koefisien kerugian gesek pada elbow

(Sumber Marfizal MT 2019)

2.9.3 Kerugian Head Minor

Kerugian head minor adalah kerugian yang dialami aliran selama fluida cair tersebut melewati saluran hose yang penampangnya berubah, terjadi belokan dan lain sebagainya. Kerugian head tersebut dapat dinyatakan dengan rumus :

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.6, \text{Lit.34})$$

Dimana :

h_f = Kerugian Head (m)

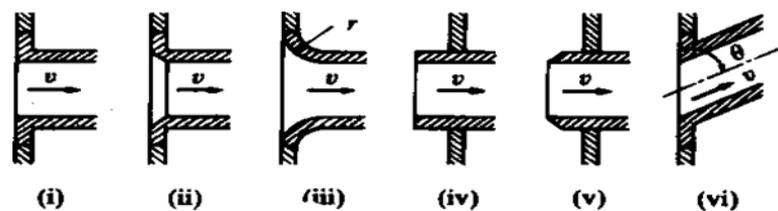
f = Koefisien kerugian

v = Kecepatan rata – rata di dalam selang (m/s)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m²/s)

2.9.4 Ujung masuk pipa/Selang

Jika v menyatakan kecepatan aliran setelah masuk pipa, maka harga kerugian head menurut Wiesbach sebagai berikut :



Gambar 2.9 Berbagai bentuk masuk ujung pipa/selang

(Sumber <http://www.pusat-lingkar.com>)

i. $f = 0,5$

ii. $f = 0,25$

iii. $f = 0,06$ (untuk r kecil) sampai $0,005$ (untuk r besar)

iv. $f = 0,56$

v. $f = 0,3$ (untuk sudut tajam) sampai $1,3$ (untuk sudut 45°)

$$\text{vi.} \quad f = f_1 + 0,3 \cos \theta + 0,2 \cos^2 \theta$$

Dimana f_1 adalah koefisien bentuk dari ujung masuk dan mengambil harga (i) sampai (v) sesuai dengan bentuk yang dipakai.

2.10 Kavitasi

Bila tekanan pada sembarang titik di dalam pompa turun menjadi lebih rendah dari tekanan uap pada temperatur cairannya, cairan itu akan menguap dan membentuk suatu rongga uap. Gelembung-gelembung akan mengalir bersama – sama dengan aliran sampai pada daerah yang mempunyai tekanan yang lebih tinggi dicapai dimana gelembung-gelembung itu akan mengecil lagi secara tiba-tiba (*impolode*-pecah ke arah dalam) yang akan mengakibatkan suatu *shock* yang besar pada dinding didekatnya. Fenomena ini disebut kavitasi. Masuknya cairan secara tiba - tiba ke dalam ruangan yang terjadi akibat pengecilan gelembung-gelembung tadi akan menyebabkan kerusakan- kerusakan mekanis, yang kadang-kadang dapat menyebabkan terjadinya lubang-lubang yang dapat disebut dengan erosi. Reaksi kimia antara gas-gas juga dapat terjadi dan akan menyebabkan korosi dan penambahan kerusakan pada logam. Sifat-sifat lain yang tidak diinginkan adalah suara-suara yang diakibatkan kavitasi, yang bervariasi untuk masing-masing unit yang dapat bersifat gelotak-gelotak sampai-sampai berupa bunyi ketukan yang kuat dan akan mengakibatkan getaran yang kuat pada unit-unit itu.

Energi yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan pada bahan bakar untuk mendapatkan kecepatan yang tinggi dalam pengisian yang tiba-tiba dari ruangan kosong itu adalah merupakan kerugian dan dengan demikian kavitasi selalu diikuti oleh penurunan efisiensi. Kavitasi terutama akan terjadi pada bagian sisi masuk sudu impeler pompa, baik pada sudu-sudu maupun pada dinding samping. Erosi dan keausan yang disebabkan oleh kavitasi tidak akan terjadi pada titik-titik yang mempunyai tekanan terendah dimana kantong-kantongan udara dibentuk, tetapi akan terjadi lebih di dulu dimana terjadi pengecilan gelembung.

2.11 Keuntungan dan Kerugian Pompa Sentrifugal

2.11.1 Keuntungannya :

- Merupakan jenis yang paling umum/ banyak digunakan
- Konstruksinya sederhana
- Operasinya andal
- Harganya murah
- Kapasitasnya besar
- Efisiensinya bagus
- Dapat digunakan untuk suhu tinggi

2.11.2 Kerugiannya :

- Cocok untuk cairan yang viskositasnya rendah
- Tidak self priming, walaupun dengan desain khusus dapat dibuat menjadi self priming
- Tidak cocok untuk kapasitas yang kecil

2.12 Proses Permesinan

Beberapa pengerjaan yang menggunakan proses permesinan untuk membuat alat bantu *pengisian bahan bakar unit pada alat berat* untuk pembuatan ubin ini antara lain las listrik, mesin gerinda, dan mesin bor.

2.12.1 Las Listrik

Las busur listrik umumnya disebut las listrik adalah salah satu cara menyambung logam dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung. Pada bagian yang terkena busur listrik tersebut akan mencair, demikian juga elektroda yang menghasilkan busur listrik akan mencair pada ujungnya dan merambat terus sampai habis. Logam cair dari elektroda dan dari sebagian benda yang akan disambung tercampur dan mengisi celah dari kedua logam yang akan disambung, kemudian membeku dan tersambunglah kedua logam tersebut.

Mesin las busur listrik dapat mengalirkan arus listrik cukup besar tetapi dengan tegangan yang aman (kurang dari 45 volt). Busur listrik yang terjadi akan menimbulkan energi panas yang cukup tinggi sehingga akan mudah mencairkan logam yang terkena. Besarnya arus listrik dapat diatur sesuai dengan keperluan dengan memperhatikan ukuran dan type elektrodanya.

Pada las busur, sambungan terjadi oleh panas yang ditimbulkan oleh busur listrik yang terjadi antara benda kerja dan elektroda. Elektroda atau logam pengisi dipanaskan sampai mencair dan diendapkan pada sambungan sehingga terjadi sambungan las. Mula-mula terjadi kontak antara elektroda dan benda kerja sehingga terjadi aliran arus, kemudian dengan memisahkan penghantar timbullah busur. Energi listrik diubah menjadi energi panas dalam busur dan suhu dapat mencapai 5500 °C.

Ada tiga jenis elektroda logam, yaitu elektroda polos, elektroda fluks dan elektroda berlapis tebal. Elektroda polos terbatas penggunaannya, antara lain untuk besi tempa dan baja lunak. Biasanya digunakan polaritas langsung. Mutu pengelasan dapat ditingkatkan dengan memberikan lapisan fluks yang tipis pada kawat las. Fluks membantu melarutkan dan mencegah terbentuknya oksida-oksida yang tidak diinginkan. Tetapi kawat las berlapis merupakan jenis yang paling banyak digunakan dalam berbagai pengelasan komersil.

2.12.2 Jenis – jenis mesin las busur listrik

Mesin las yang ada pada unit peralatan las berdasarkan arus yang dikeluarkan pada ujung-ujung elektroda dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu :

- Mesin las arus bolak balik (AC)
- Mesin Las Arus Searah (Mesin DC)
- Mesin Las Ganda (AC-DC)

Mesin memerlukan arus listrik bolak-balik atau arus AC yang dihasilkan oleh pembangkit listrik, listrik PLN atau generator AC, dapat digunakan sebagai sumber tenaga dalam proses pengelasan. Besarnya

tegangan listrik yang dihasilkan oleh sumber pembangkit listrik belum sesuai dengan tegangan yang digunakan untuk pengelasan.

Bisa terjadi tegangannya terlalu tinggi atau terlalu rendah, sehingga besarnya tegangan perlu disesuaikan terlebih dahulu dengan cara menaikkan atau menurunkan tegangan. Alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan ini disebut transformator atau trafo. Kebanyakan trafo yang digunakan pada peralatan las adalah jenis trafo step-down, yaitu trafo yang berfungsi menurunkan tegangan. Hal ini disebabkan kebanyakan sumber listrik, baik listrik PLN maupun listrik dari sumber yang lain, mempunyai tegangan yang cukup tinggi, padahal kebutuhan tegangan yang dikeluarkan oleh mesin las untuk pengelasan hanya 55 volt sampai 85 volt.

Transformator yang digunakan pada peralatan las mempunyai daya yang cukup besar. Untuk mencairkan sebagian logam induk dan elektroda dibutuhkan energi yang besar, karena tegangan pada bagian terminal kumparan sekunder hanya kecil, maka untuk menghasilkan daya yang besar perlu arus besar. Arus yang digunakan untuk peralatan las sekitar 10 ampere sampai 500 ampere. Besarnya arus listrik dapat diatur sesuai dengan keperluan las. Untuk keperluan daya besar diperlukan arus yang lebih besar pula, dan sebaliknya.

– Mesin Las Arus Searah (Mesin DC)

Arus listrik yang digunakan untuk memperoleh nyala busur listrik adalah arus searah. Arus searah ini berasal dari mesin berupa dynamo motor listrik searah. Dinamo dapat digerakkan oleh motor listrik, motor bensin, motor diesel, atau alat penggerak yang lain. Mesin arus yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak mulanya memerlukan peralatan yang berfungsi sebagai penyearah arus. Penyearah arus atau rectifier berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Arus bolak-balik diubah menjadi arus searah pada proses pengelasan mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Nyala busur listrik yang dihasilkan lebih stabil,
- b. Setiap jenis elektroda dapat digunakan pada mesin las DC,
- c. Tingkat kebisingan lebih rendah,
- d. Mesin las lebih fleksibel, karena dapat diubah ke arus bolak-balik atau arus searah.

Mesin las DC ada 2 macam, yaitu mesin las stasioner atau mesin las portabel. Mesin las stasioner biasanya digunakan pada tempat atau bengkel yang mempunyai jaringan listrik permanen, misal listrik PLN. Adapun mesin las portabel mempunyai bentuk relatif kecil biasanya digunakan untuk proses pengelasan pada tempat-tempat yang tidak terjangkau jaringan listrik. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian mesin las adalah penggunaan yang sesuai dengan prosedur yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat mesin, perawatan yang sesuai dengan anjuran. Sering kali gangguan-gangguan timbul pada mesin las, antara lain mesin tidak mengeluarkan arus listrik atau nyala busur listrik lemah.

– Mesin Las Ganda (AC-DC)

Mesin las ini mampu melayani pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik. Mesin las ganda mempunyai transformator satu fasa dan sebuah alat perata dalam satu unit mesin. Keluaran arus bolak-balik diambil dari terminal lilitan sekunder transformator melalui regulator arus. Adapun arus searah diambil dari keluaran alat perata arus.

Pengaturan keluaran arus bolak-balik atau arus searah dapat dilakukan dengan mudah, yaitu hanya dengan memutar alat pengatur arus dari mesin las. Mesin las AC-DC lebih fleksibel karena mempunyai semua kemampuan yang dimiliki masing-masing mesin las DC atau mesin las AC. Mesin las jenis ini sering digunakan untuk bengkel-bengkel yang mempunyai jenis-jenis pekerjaan yang bermacam-macam, sehingga tidak perlu mengganti-ganti las untuk pengelasan berbeda.

2.12.3 Elektroda

Elektroda atau kawat las ialah suatu benda yang dipergunakan untuk melakukan pengelasan listrik yang berfungsi sebagai pembakar yang akan menimbulkan busur nyala. Elektroda berselaput yang dipakai pada las busur listrik mempunyai perbedaan komposisi selaput maupun kawat inti. Pelapisan fluksi pada kawat inti dapat dengan cara destruksi, semprot atau celup. Ukuran standar diameter kawat inti dari 1,5 mm sampai 7 mm dengan panjang antara 350 sampai 450 mm. Jenis-jenis selaput fluksi pada elektroda misalnya selulosa, kalsium karbonat (CaCO_3), titanium dioksida (rutil), kaolin, kalium oksida mangan, oksida besi, serbuk besi, besi silikon, besi mangan dan sebagainya dengan persentase yang berbeda-beda, untuk tiap jenis elektroda.

Tebal selaput elektroda berkisar antara 70% sampai 50% dari diameter elektroda tergantung dari jenis selaput. Pada waktu pengelasan, selaput elektroda ini akan turut mencair dan menghasilkan gas CO_2 yang melindungi cairan las, busur listrik dan sebagian benda kerja terhadap udara luar. Udara luar yang mengandung O_2 dan N akan dapat mempengaruhi sifat mekanik dari logam las. Cairan selaput yang disebut terak akan terapung dan membeku melapisi permukaan las yang masih panas.

Elektroda (Kawat las) memiliki kode spesifikasi yang dapat kita lihat pada kardus pembungkusnya, antara lain :

- Spesifikasi kawat las terbungkus untuk untuk *Mild Steel* diatur dalam AWS A5.1 Berdasarkan peraturan *American Welding Society (AWS)*, Spesifikasi kawat las terbungkus untuk untuk *Mild Steel* diatur dalam AWS A5.1
 - Dua digit pertama menunjukkan Kekuatan tariknya dalam kilo- pound-square –inch (Ksi)
 - E6010 : kekuatan tariknya 60 ksi, (60000 psi),
 - E7018 : kekuatan tariknya 70 ksi, (70000 psi),
 - Digit ketiga adalah Posisi pengelasan
 - Exx1x : untuk semua posisi (*flat, horisontal, vertikal, overhead*)
 - Exx2x : untuk posisi flat dan *horizontal*

- E_{xx3x} : hanya untuk posisi flat

Untuk elektroda dengan lima digit angka maka tiga angka pertama merupakan kekuatan tarik.

E11010 = kekuatan tariknya 110 ksi, (110000 psi)

Contoh: Elektroda E6010

Keterangan :

E : Elektroda

60 : Kekeuatan Tarik

1 : Posisi Pengelasan

0 : Tipe coating dan arus

2.12.4 Mesin Gerinda

Mesin Gerinda (*Grinder*) adalah power tool multifungsi yang cukup penting. Mesin gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong ataupun menggerus benda kerja dengan tujuan atau kebutuhan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan.

Fungsi dari mesin gerinda:

1. Memotong benda kerja.
2. Membentuk profil seperti sudut atau lengkungan pada benda kerja
3. Menghaluskan dan meratakan permukaan benda kerja.
4. Mengasah alat potong supaya tetap tajam.
5. Menghaluskan atau menghilangkan sisi tajam pada benda kerja.
6. Sebagai proses jadi akhir (*finishing*) pada benda kerja.

Mesin gerinda, karena fungsinya yang cukup banyak atau multifungsi, berikut adalah mesin gerinda yang digunakan dalam proses pembuatan Alat Bantu Pengisian Bahan Bakar Unit alat Berat Dengan kapasitas 30 Liter/menit.

➤ Mesin Gerinda Tangan (*Hand Grinding Machine*)

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Menggerinda dapat bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat, atau dapat juga bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil pemotongan, merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk dilas, dan lain-lain. Mesin Gerinda didesain untuk dapat menghasilkan kecepatan sekitar 11000 – 15000 rpm. Dengan kecepatan tersebut batu gerinda, yang merupakan komposisi aluminium oksida dengan kekasaran serta kekerasan yang sesuai, dapat menggerus permukaan logam sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan. Dengan kecepatan tersebut juga, mesin gerinda dapat digunakan untuk memotong benda logam dengan menggunakan batu gerinda yang dikhususkan untuk memotong.



Gambar 2.10 *Mesin Gerinda Tangan*

(Sumber: <http://www.pusat-lingkaran.blogspot.com>)

2.12.5 Mesin Bor

Mesin bor adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang, alur, peluasan dan penghalusan secara presisi dan akurat. Alat ini sangat memudahkan pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam penggunaan industri. Dalam perkembangannya, mesin bor mempunyai banyak jenis dan disesuaikan dengan fungsinya. Berikut adalah jenis dari mesin bor yang digunakan dalam proses Alat Bantu Pengisian Bahan Bakar Unit alat Berat Dengan kapasitas 30 Liter/menit.

➤ **Mesin bor tangan**

Bor ini merupakan mesin bor yang sering kita jumpai atau mungkin anda memiliki bor yang satu ini. Sebenarnya bor ini memiliki beberapa jenis ukuran mata bor. Ukurannya mulai dari yang terkecil 6.5 mm, 10 mm, 13 mm, 16 mm, 23 mm dan 32 mm. Ukuran tersebut merupakan ukuran maksimal pada jenis mesin bor tersebut, Contohnya bor 10 mm, berarti mata bor yang bisa digunakan mulai dari 0 - 10 mm. Untuk penggunaannya, mesin bor ini biasa digunakan untuk mengebor kayu, atau besi, tergantung dengan penggunaan mata bor-nya. Selain berbagai fungsi yang dapat digunakan, spesifikasi dari mesin bor ini juga ada beberapa jenis, seperti kecepatan putar, reversible putarannya yang bisa dua arah. Biasanya beda merek beda spesifikasi yang ditawarkan, jadi kita tinggal memilih mesin bor tersebut sesuai dengan kebutuhan kita sendiri.



Gambar 2.12 *Mesin Bor Tangan*

(Sumber: <http://www.pusat-lingkaran.blogspot.com>)

2.13 Rumus – rumus yang digunakan untuk waktu pengerjaan

Berikut adalah proses perhitungan permesinan yang digunakan dalam pembuatan alat bantu pengisian bahan bakar unit alat berat ini adalah sebagai berikut :

2.13.1 Pengerjaan pada mesin bor

$$n = \frac{1000 \times vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots (2.7, \text{Lit.77})$$

Keterangan :

- vc = Kecepatan Potong (m/menit)
- d = Diameter pengeboran (mm)
- n = Putaran Mesin (Rpm)

2.13.2 Perhitungan waktu pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{Sr.n} \dots\dots\dots (2.8, \text{Lit.77})$$

Keterangan :

- T_m = Waktu pengerjaan (menit)
- L = Kedalaman pengeboran (mm)
- Sr = Ketebalan pemakanan (mm/putaran)

2.13.3 Pengerjaan pada pengelasan

Kekuatan pada pengelasan

$$F = A \times \tau_g \dots\dots\dots (2.9, \text{Lit.178})$$

Dengan :

- F = Gaya yang terjadi (N)
- A = Luas Penampang (mm)
- τ_g = Tegangan geser las (N/mm²)

2.13.4 Momen lentur las

$$M = F \times L \dots\dots\dots (2.10, \text{Lit.14})$$

Keterangan :

M = Momen lentur

F = Gaya yang terjadi (N)

L = Panjang benda yang di las (mm)

2.13.5 Menghitung tegangan bengkok las

$$\tau_b = \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots (2.11, \text{Lit.14})$$

Keterangan :

τ_b = Tegangan bengkok las (N/mm²)

M_b = Momen bengkok (N/mm)

W_b = Momen tahan terhadap lentur (mm³)

2.13.6 Menghitung tegangan maksimum las

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\tau_b)^2 + 4 \cdot \tau_g^2} \dots\dots\dots (2.12, \text{Lit.5})$$

Keterangan :

τ_{max} = Tegangan maksimum las (N/mm²)

τ_b = Tegangan lentur las (N/mm²)

τ_g = Tegangan geser las (N/mm²)

2.13.7 Pengerjaan pada mesin gerinda

$$T_{m_a} = \frac{L.B.x}{V_c.1000.S_r} \dots\dots\dots (2.13,Lit.77)$$

Keterangan :

V_c = Kecepatan potong (mm/menit)

T_m = Waktu pengerjaan (menit)

L = Panjang benda kerja (mm)

S_r = Kedalaman pemakanan (mm)

x = Jumlah pemakanan (kali)

a = Lebar mata gerinda (mm)