

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Suwahyo (2016) menggunakan mesin es putar untuk meningkatkan produktivitas es putar. Kegiatan ini dilaksanakan dengan tujuan untuk memecahkan tantangan yang dihadapi mitra IBM yang bergerak dibidang pembuatan es putar di kota semarang. Beberapa metode yang saling mendukung akan dilakukan dalam pelaksanaan ini antara lain ceramah/nasihat materi teori dan motivasi, demonstrasi untuk mengajarkan materi praktik/keterampilan, praktek langsung dengan mitra dan dukungan kegiatan. Dari sisi produksi, beberapa prestasi berhasil diraih antara lain satu mesin es putar dan dua buah mesin pamarut kelapa, perlatan pembuat es putar dan tata letak tempat produksi. Dibidang bisnis, mitar diberikan akuntansi sederhana, kampanye iklan dan dukungan pemasaran produk yang berdampak pada pertumbuhan pendapatan.

Menurut Atina Nur Idayati (2020) dengan perkembangan saat ini, sangat tidak efisien untuk memproduksi es putar dengan cara tradisonal menggunakan tenaga manusia. Proyek terakhir ini dibuat dengan tujuan untuk membangun mesin pembuat es putar yang digerakkan oleh motor listrik untuk mengurangi waktu produksi dan menghemat energi. Saat mesin es putar berputa, motor listrik terus berputar dan kecepatannya dikurangi oleh peredam dan disalurkan ke poros penggerak yang memutar pipa. Saat merancang sistem poros, persyaratan poros

yang akan digunakan dianalisis untuk memastikan penggunaan yang aman pada mesin es putar. Mesin es putar ini menggunakan step poros dengan diameter luar 26,8 mm dan 25,4 mm serta diameter dalam 20 mm sebagai poros penggerak. Alat pembuat es putar ini dibanderol dengan harga Rp. 5.000.0000,00 di pasar.

Selanjutnya menurut Didit Sumardiyanto (2020) perancangan dan konstruksi mesin es putar mekanik untuk rumah tangga di Kecamatan Waturimo, Trenggalek Jawa Timur. Es putar merupakan minuman ringan yang relatif murah dengan rasa yang menyegarkan, manis, dan tekstur halus sehingga digemari banyak orang mulai dari anak-anak maupun orang dewasa. Usaha ini sangat mudah didapat, bahan utama es putar adalah es batu, gula pasir, santan. Usaha es putar merupakan usaha swasta yang dapat dijalankan oleh sebuah keluarga mulai dari tahap produksi hingga tahap penjualan. Alasan mengapa usaha es putar cocok untuk usaha rumahan adalah karena pembuatan es putar relatif mudah, membutuhkan modal usaha yang kecil, dan disukai oleh banyak lapisan masyarakat terutama nak-anak dan remaja. Sasaran layanan ini adalah personel industri lokal yang terlibat dalam industri lokal yang terlibat dalam industri es putar wilayah Watulimo Trenggalek produksi es putar di wilayah ini masih dilakukan dengan tangan proses ini melelahkan, memakan waktu, dan tidak efektif. Tujuan dari kegiatan ini adalah unuk membantu para pengusaha es putar yang sebelumnya menggunakan proses produksi es putar manual untuk beralih ke tenaga listrik. Proses pembuatan es putar listrik, proses pembuatan es putar memiliki keunggulan dalam menghemat energi, mengurangi waktu sekitar 60 menit, dan membutuhkan satu orang untuk mengoperasikan beberapa mesin pada waktu yang bersamaan.

2.2 Pengertian Es Putar

Es Putar pada awalnya lahir dari ide orang-orang yang ingin mencoba es putar tetapi tidak mampu membelinya, susu sapi yang saat itu harganya mahal digantikan dengan santan. Perubahan bahan utama ini membuat es krim semakin nikmat, namun bentuknya sama persis dengan es krim. Es putar lahir dari keterbatasan masyarakat Indonesia, dimana pada saat itu hanya dapat digunakan oleh kelompok tertentu saja. Pasalnya, masyarakat Indonesia suka menikmati es krim dengan mengganti bahan utamanya yaitu susu dengan santan. Santan dipadukan dengan buah-buahan lokal seperti kelapa muda, nangka, dan durian sehingga menghasilkan es krim khas Indonesia yang disebut es krim (Djoesman, 2016). Spin it, atau es dung dung (juga dieja es dong dong, es tun tung, es tung tong), adalah makanan penutup Indonesia mirip es krim yang dibuat dengan santan, bukan susu sapi. Es putar memiliki tekstur yang lebih kasar dan dibekukan secara tradisional menggunakan alat berbentuk tabung yang mengaduk es batu dan garam. Hidangan ini disebut es putar karena dibuat dengan cara memutar adonan didalam alat es putar samapai membeku. Sedangkan nama es dung dung berasal dari onomatope bunyi gong mini yang biasa dipukul oleh penjual es putar, cara menyajikan es putar tradisional ini sangat sederhana, nikmat dalam bentuk kerucut di isi roti tawar, atau didalam gelas. (Hikmawati, 2014).



Gambar 2. 1 Es Putar

Es krim merupakan makanan yang digemari baik oleh anak-anak maupun orang dewasa. Selain es krim buatan pabrik, ada juga es krim produksi swasta. Es krim ini lebih dikenal dengan es krim berputar dan biasanya dijual di gerobak atau disajikan saat acara pernikahan dan khitanan. Es berputar ini ada yang berpendapat berasal dari wilayah Klaten Jawa Tengah, karena hampir semua mesin es berasal dari Klaten. Bahan baku pembuatan es krim berputar sangat mudah didapat dan harganya relatif murah. Kami membeli beberapa jenis bahan baku dalam jumlah besar sekaligus, seperti tepung hankwe, garam, dan gula pasir. Es putar yang berputar di dalam tong dapat disimpan dalam kotak styrofoam yang dilapisi plastik es putar dalam kotak berlangsung selama sehari. Sebaliknya es putar dapat disimpan didalam tong yang ditempatkan dilemari es, setelah 3 hari rrasamya menjadi hambar anda bisa beriklan dengan menuliskan kartu nama restorann dan memasang papan nama di depan fasilitas produksi, iklan lebih lanjut dapat dilakukan dari mulut ke mulut (Harianto, 2007).

2.3 Pengertian Mesin Es Putar

Perancangan mesin es putar harus mempertimbangkan nilai efektif dan efisien. Nilai efektif yang dimaksud adalah mempertimbangkan cara membuat es puter dengan pemilihan cara yang benar. Cara membuat es yang benar adalah

dengan memutar tabung adonan pada tabung pendingin sehingga proses pendinginan menjadi rata. Nilai efisien yang dimaksud adalah perhitungan daya dari sumber daya ke transmisi hingga daya tersebut digunakan tidak ada daya yang terbuang sia-sia atau bahkan kekurangan daya untuk menggerakkan mesin pembuat es putar. Mesin ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan produksi es putar, dengan kapasitas adonan es putar 10 liter. Oleh karena itu mesin pembuat es putar ini dibuat dengan diameter tabung dalam 220 mm tinggi 320 mm dan diameter tabung luar 365 mm tinggi 370 mm. Sumber daya dari mesin pembuat es putar ini adalah motor listrik. Transmisi yang digunakan mesin ini adalah *pulley* dan *belt* karena memiliki beberapa keunggulan yang dibutuhkan oleh mesin ini, artinya dapat digunakan untuk mentransmisikan daya dalam jarak yang relatif jauh.

2.3.1 Cara Kerja Mesin

Cara kerja mesin es putar adalah tenaganya digunakan oleh motor listrik dan disalurkan ke sabuk dan *pulley*. Dari *pulley* daya ditransmisikan ke tabung melalui poros sehingga tabung es putar dapat berputar.

2.3.2 Komponen Mesin Pembuat Es Putar

Mesin pembuat es putar ini memiliki komponen-komponen yang dirangkai agar dapat dipergunakan. Komponen-komponen ini meliputi :

1. Motor Listrik

Motor listrik adalah suatu alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Berdasarkan sumber tegangannya, motor listrik arus dibedakan menjadi dua jenis, yaitu motor listrik AC (arus bolak-balik) dan motor listrik DC (arus searah).



Gambar 2. 2 Motor Listrik

2. Bearing

Bearing merupakan tempat dimana poros berada. Bantalan ini dapat dipasang di dalam mesin dengan poros bertumpu pada bagian lain, bantalan tersebut diintegrasikan ke dalam bagian mekanis yang disebut blok bantalan. Reaksi sering kali dihasilkan pada bantalan.



Gambar 2. 3 Bearing

A. Klasifikasi Bantalan

Jika gaya reaksi ini bekerja lebih tegak lurus terhadap sumbu, maka disebut bantalan radial, dan jika gaya reaksi lebih kuat dan bekerja dalam arah sepanjang sumbu maka disebut bantalan dorong (Daryanto, 1993).

Berdasarkan pergerakan bantalan relatif terhadap poros :

- Bantalan luncur

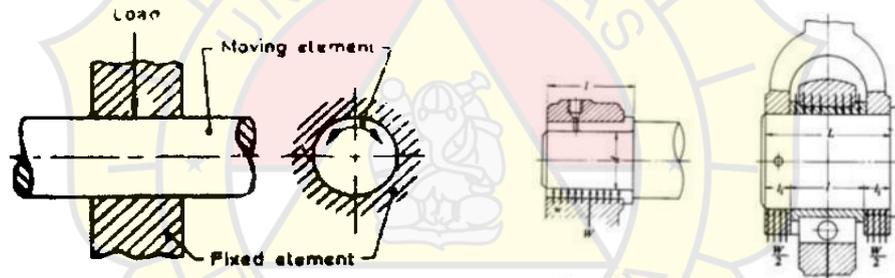
Pada bantalan jenis ini, permukaan poros ditopang oleh lapisan minyak pelumas pada permukaan bantalan sehingga menimbulkan gesekan geser antara poros dan bantalan.

- Bantalan gelinding

Pada bantalan ini, gesekan gelinding terjadi antara elemen gelinding seperti bola, roller, dan roller melingkar dan gaya tetap dari bagian yang berputar. Tergantung arah beban terhadap poros

- Bantalan radial

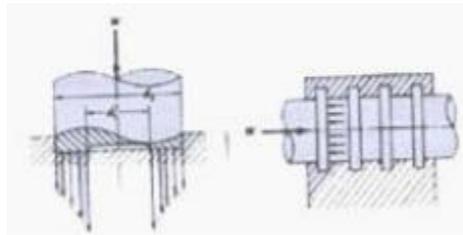
Arah muatan yang terpusat muka lapik ini ceduk lurus terhadap sumbu.



Gambar 2. 4 Bantalan Radial (*Sumber: Yunita Djamilu, 2016*)

- Bantalan aksial

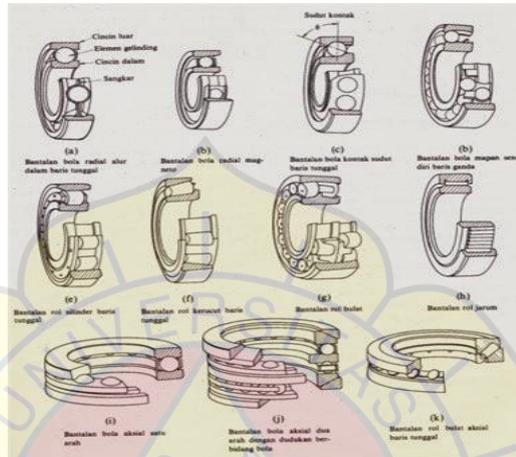
Arah beban bantalan tersebut sejajar dengan sumbu poros.



Gambar 2. 5 Bantalan Aksial (*Sumber: Sularso, 1978*)

- Bantalan gelinding khusus

Bearing ini mampu menopang beban sejajar dan tegak lurus terhadap sumbu poros. Meskipun bantalan bola nyaman digunakan, banyak konsumen yang lebih menyukainya dalam situasi tertentu, seperti: Contoh: Jika bantalan mengeluarkan suara yang tidak normal saat menerima benturan keras saat idle.



Gambar 2. 6 Bantalan Gelinding (*Sumber: Sularso, 1978*)

B. Perbandingan bantalan luncur dan bantalan gelinding

Menurut bagian-bagian mesin, Sularso, 1980, hal. 103, perbandingan antara plain bearing dan plain bearing adalah:

- Bantalan Luncur

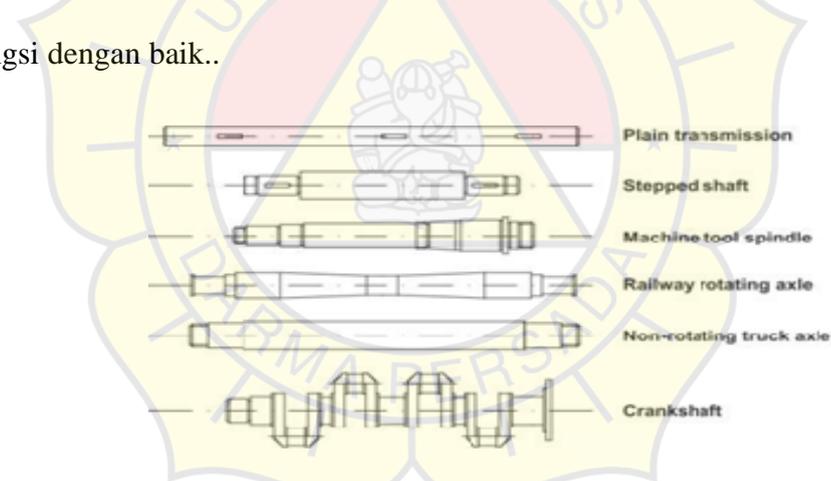
Desain sederhana dan kompatibilitas dengan poros besar berkecepatan tinggi memudahkan pembuatan dan pemasangan. Karena bantalan ini menyerap guncangan dan getaran, tidak mudah menggunakan gemuk untuk pelumasan.

- Bantalan Gelinding

Lebih cocok untuk beban yang lebih rendah dibandingkan plain bearing, bearing hanya dapat diproduksi oleh pabrik tertentu karena konstruksinya yang sangat sulit dan presisi yang tinggi. Lebih mahal dibandingkan plain bearing. Kelebihan dari bearing ini adalah memiliki gesekan yang sangat rendah. Pelumasannya sederhana, cukup lumasi saja..

3. Poros

Umumnya memiliki efek transmisi gaya atau gerakan rotasi. Bentuk porosnya bisa berupa silinder padat atau berongga, namun diameternya belum tentu sama. Poros mesin biasanya diproduksi secara bertahap, dengan bantalan, roda gigi, dan katrol yang dilengkapi dengan dudukan dan penyangga agar mekanisme dapat berfungsi dengan baik..



Gambar 2. 7 Poros

Pembagian poros :

- a. Poros transmisi (*line shaft*)

Poros ini menyerap beban torsi dan lentur. Tenaga disalurkan ke poros melalui kopling, roda gigi, katrol, ikat pinggang, dan rantai.

b. Spindel (*Spindle*)

Poros pendek, seperti spindel peralatan mesin yang mengalami beban puntir, memerlukan distorsi bentuk yang kecil dan dimensi yang akurat.

c. Gandar (*Axle*)

Poros ini dipasang di antara roda-roda kereta agar tidak memikul beban puntir dan tidak berputar. Poros ini hanya dikenai beban lentur kecuali jika digerakkan oleh pengemudi saat menerima beban puntir.

d. Poros (*Shaft*)

Sebuah poros berputar menyalurkan daya dari motor mekanisme penggerak. Poros ini memikul beban puntir murni dan fleksibel.

e. Poros Luwes

Poros berfungsi menyalurkan gaya dari dua mekanisme, dimana putarannya membentuk sudut dengan poros lainnya.

Menentukan poros beban puntir :

Pertama, mari kita ambil kasus dimana P (kW) harus ditransmisikan dan diberikan jumlah putaran poros n1 (rpm).

$$P_d = f_c P (kW) \dots \dots \dots (2.1)$$

Tabel 2. 1 Faktor-Faktor koreksi yang akan ditransmisikan (Fc)

Daya yang harus ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

Jika torsi T (kg/mm), maka :

$$P_d = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)\left(\frac{\pi n_1}{60}\right)}{102} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$T = 9,74 \times 105 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(2.3)$$

Jika Torsi T diterapkan pada diameter poros d_s (mm) maka tegangan geser T (kg/mm²) yang terjadi adalah :

$$T = \frac{T}{\pi d_s^3 / 16} = \frac{5,1T}{d_s^3} \dots\dots\dots(2.4)$$

Tegangan geser izin τ_a (kg/mm²) yang dibagikan pada poros dapat dihitung dengan berbagai cara, salah satunya dihitung berdasarkan batas kelelahan puntir sebesar 18% dari kuat tarik σ_B (sesuai standar ASME). Pada harga 18%, faktor keamanannya dianggap $1/0,18 = 5,6$. Harga tersebut adalah 5,6 untuk material SF dan 6,0 untuk material SC dan baja paduan. Koefisien ini dinyatakan sebagai Sf1.

Langkah selanjutnya adalah memeriksa apakah poros memiliki alur pasak atau terdiri dari beberapa langkah, karena pengaruh konsentrasi tegangan sangat signifikan. Pengaruh kekasaran permukaan juga harus diperhatikan. Faktor ini dinyatakan sebagai Sf2 dengan nilai 1,3 hingga 3,0. Dari rumus diatas, besarnya τ_a dapat dihitung sebagai berikut.

$$\tau_a = \sigma_b / (Sf_1 \times Sf_2) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} KtCbT \right]^{1/3} \dots\dots\dots(2.6)$$

Memilih diameter poros dari tabel. Jika bantalan dipasang, silakan pilih diameter yang lebih besar dari nilai yang sesuai di tabel agar sesuai dengan diameter bagian dalam bantalan. sabuk-V. Anda dapat memilih diameter poros dari tabel. Jika

bantalan dipasang, silakan pilih diameter yang lebih besar dari nilai yang sesuai dalam tabel agar sesuai dengan diameter bagian dalam bantalan. sabuk-V.

4. V-Belt

V-belt atau V-belt merupakan salah satu jenis alat transmisi berbahan karet dengan penampang berbentuk trapesium. V-belt digunakan dengan cara digantung pada alur puli yang berbentuk V. Bagian sabuk yang menempel pada katrol tertekuk, menambah lebar bagian dalam. V-belt banyak digunakan karena mudah digunakan dan murah.



Gambar 2. 8 V-Belt

Untuk menentukan panjang *v-belt*, diawali dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p + d_p)^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

Karena jarak yang jauh antara kedua poros, transmisi langsung melalui roda gigi biasanya tidak dapat dilakukan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merancang sabuk-V adalah :

1. Kontruksi sabuk-V
2. Ukuran penampang sabuk-V
3. Profil alur sabuk-V

5. *Pulley*

Katrol merupakan suatu komponen mekanis yang fungsinya meneruskan putaran poros motor penggerak ke poros lain yang digerakkan oleh sabuk. Sistem penggerak katrol mentransmisikan daya melalui sabuk. Tergantung dari diameter puli yang digunakan, puli juga dapat digunakan untuk mengurangi kecepatan motor listrik atau mesin bensin. perbandingan kecepatan terbalik dengan rasio diameter katrol.



Gambar 2. 9 *Pulley*

Untuk menentukan *pulley*, diawali dengan menggunakan rumus seperti di bawah ini :

$$N_2 = \frac{N_1 \cdot d_1}{d_2} \dots\dots\dots(2.8)$$

Berdasarkan bahan yang digunakan, *pulley* diklasifikasi sebagai berikut :

1. *Cast iron pulley*

Pulley ini terbuat dari besi cor kelabu sehingga harganya lebih murah. Katrol ini dikelilingi oleh alur sabuk. Katrol ini mempunyai massa yang lebih besar dibandingkan katrol lainnya.

2. *Steel pulley*

Pulley ini terbuat dari baja tekan untuk kekuatan dan daya tahan tinggi. *Pulley*

ini mempunyai umur yang lebih pendek bila berputar dengan kecepatan tinggi dibandingkan pully besi tuang dengan kapasitas dan bentuk yang sama.

3. *Aluminium pulley*

Pully aluminium memiliki massa yang lebih rendah dibandingkan pully baja atau besi tuang. Pully ini banyak ditemukan di pasaran karena banyak digunakan pada aplikasi transmisi mesin. Pully ini mempunyai kekuatan yang lebih rendah dibandingkan pully baja dan katrol besi tuang.

4. *Wooden pulley* (kayu)

Karena merupakan katrol kayu, maka lebih ringan dan mempunyai koefisien gesek yang lebih tinggi dibandingkan katrol besi tuang atau baja. Namun pulley jenis ini mempunyai ketahanan yang kurang dibandingkan bahan pulley lainnya. Spesifikasi puli ini dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi *Pulley*

<i>Type of belt</i>	<i>w</i>	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>E</i>	<i>No. of sheave grooves (n)</i>	<i>Groove angle (2β) in degrees</i>
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	32, 34, 38
D	27	28	8,1	19,9	24	37	14	32, 34, 38
E	32	33	9,6	23,4	29	44,5	20	32, 34, 38

6. Kapasitor

Kapasitor berfungsi untuk memberikan daya listrik tambahan agar motor listrik dapat berputar. Karena ketika motor listrik digunakan untuk berputar pertama kali membutuhkan daya listrik lebih banyak, menggunakan kapasitor 12 μ f.



Gambar 2. 10 Kapasitor

7. Timer

Timer adalah suatu alat yang mengatur putaran ke kanan, kiri atau sebaliknya akibat perubahan arus pada kumparan ketika saklar dihidupkan, diatur sebagai fungsi waktu.



Gambar 2. 11 Timer

8. Saklar

Sakelar adalah komponen elektronik yang digunakan untuk memutuskan dan menyambungkan kembali daya ke suatu perangkat, tidak hanya berfungsi untuk memutuskan dan juga menyambungkan listrik. Diantaranya untuk memindahkan arus listrik dari satu konduktor pada konduktor lain.



Gambar 2. 12 Saklar

9. Dimmer

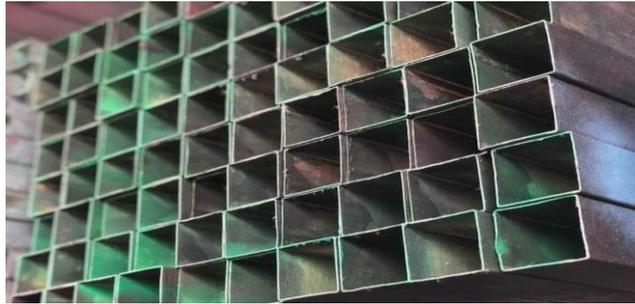
Dimmer digunakan untuk mengatur kecepatan motor listrik, dan rangkaian ini dapat diatur putaran kecepatan rendah, sedang, dan tinggi. Rangkaian ini memiliki tiga komponen utama yang mengkoordinasikan pengoperasian alat ini. Komponen TRIAC mengatur besarnya masukan tegangan bolak-balik ke motor listrik. Komponen DIAC dan VR, sebaliknya, menyesuaikan tegangan bias triac untuk menentukan titik hidup dan mati.



Gambar 2. 13 Dimmer

10. Besi *Hollow*

Besi hollow merupakan jenis besi yang digunakan sebagai material bahan konstruksi, terutama untuk bangunan berskala besar. Besi hollow memiliki bentuk berongga sehingga bisa digunakan untuk beberapa jenis konstruksi.



Gambar 2. 14 Besi Hollow

Spesifikasi besi hollow umum ditunjukkan pada tabel di bawah :

Tabel 2. 3 Spesifikasi Besi *Hollow*

Spesifikasi Besi Hollow		
No	Varian Ukuran	Varian Tebal
1	15 x 30 x 6 M	0,7 – 1,6 mm
2	20 x 20 x 6 M	0,7 – 1,6 mm
3	20 x 40 x 6 M	0,7 – 1,6 mm
4	25 x 25 x 6 M	0,7 – 1,6 mm
5	30 x 30 x 6 M	0,7 – 1,6 mm
6	30 x 30 x 6 M	0,7 – 1,6 mm
7	40 x 40 x 6 M	0,7 – 1,6 mm
8	40 x 60 x 6 M	0,7 – 3,2 mm
9	40 x 80 x 6 M	0,7 – 3,2 mm
10	50 x 50 x 6 M	0,7 – 3,2 mm
11	50 x 100 x 6 M	1,2 – 3,2 mm
12	60 x 60 x 6 M	1,2 – 3,2 mm
13	75 x 75 x 6 M	1,6 – 3,2 mm
14	100 x 100 x 6 M	1,6 – 3,2 mm

2.4 Proses Permesinan

1. Pengeboran

Mesin bor termasuk peralatan mesin yang gerak utamanya adalah putaran. Fungsi utama mesin ini adalah untuk mengebor lubang silinder pada benda kerja dengan menggunakan bor sebagai alat bantu.

2. Penggerindaan

Gerinda adalah proses penggunaan gerinda untuk menghaluskan permukaan benda kerja, mengasah benda kerja untuk mendapatkan hasil akhir yang halus saat memotong atau mengelas, atau menambahkan lekukan pada benda kerja berbentuk persegi. Umumnya mesin gerinda terdiri dari motor listrik, roda gerinda, poros, dan perangkat pendukung lainnya.

3. Pembubutan

Mesin bubut adalah salah satu jenis peralatan mesin yang digunakan untuk memotong benda berputar. Pembubutan adalah proses pemesinan yang digunakan untuk menghasilkan bagian mekanis berbentuk silinder yang dikerjakan pada mesin bubut. Prinsip kerja dapat dipahami sebagai proses pemesinan permukaan luar suatu benda berbentuk silinder atau mesin bubut datar.

- a. Saat benda kerja berputar.
- b. Dengan alat pemotong satu titik (dengan alat pemotong satu titik).
- c. Permukaan benda kerja dihilangkan dengan menggerakkan pahat pada jarak tertentu sejajar dengan sumbu kerja.

Pembubutan permukaan merupakan suatu proses pembubutan yang identik dengan pembubutan permukaan, namun arah pergerakan permukaannya tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Proses pembubutan taper sebenarnya sama dengan proses pembubutan ujung datar, hanya saja pergerakan pahat berada pada sudut tertentu relatif terhadap benda kerja. Demikian pula pada pembubutan Quantar, kedalaman pemotongan divariasikan untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan. Meskipun operasi pembubutan khusus menggunakan pahat bermata tunggal, namun operasi pembubutan dengan 23 pahat bermata dua tetap disebut operasi pembubutan. Karena pada prinsipnya setiap pahat bekerja sendiri-sendiri. Sebaliknya, penyetelan pahat selalu dilakukan secara individual. Gerak rotasi benda kerja disebut gerak potong relatif, dan gerak translasi pahat disebut gerak umpan. Dengan mengontrol rasio antara kecepatan putaran benda kerja dan kecepatan perpindahan pahat, sekrup dengan ukuran berbeda dapat diperoleh. Ada banyak jenis operasi berbeda yang dapat dilakukan pada mesin bubut :

1. Pembubutan
2. Pengeboran
3. Pembuatan tepi
4. Penguliran
5. Penggurdian
6. Meluaskan lubang

4. Pengerollan

Pembengkokan disebut juga roller milling adalah pemberian tekanan pada suatu bagian tertentu dengan menggunakan dua buah roller sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan, sedangkan proses pembengkokan meliputi pembengkokan atau pembengkokan dengan alat pengeriting manual. Atau gunakan alat pengeriting rambut. Pekerjaan pembengkokan sering dilakukan pada pelat baja rendah karbon untuk membuat produk lembaran logam 24. Mesin pembengkok pelat rol merupakan peralatan penting dalam produksi tangki dan pipa. Mesin roller ini dapat mengubah panel menjadi roller bulat. Roll bending adalah metode pembengkokan yang biasa digunakan untuk membuat kurva silinder atau lingkaran dari lembaran logam yang dipasang pada roller yang berputar. Roller mendorong dan membentuk pelat yang berputar terus menerus hingga membentuk silinder. Rolling mill dapat dipahami sebagai suatu alat yang memungkinkan modifikasi bentuk atau penampang suatu bagian dengan cara memperkecilnya (Nafsan U, 2012).

5. Pengertian Las Listrik

Pengelasan busur atau biasa disebut las listrik adalah proses penyambungan logam-logam dengan menggunakan energi listrik sebagai sumber panasnya. Pengelasan dalam bidang konstruksi banyak digunakan pada proyek konstruksi ringan maupun berat, seperti pengelasan jembatan, perkapalan, konstruksi badan kendaraan, dan industri lainnya. Pengelasan dapat digunakan tidak hanya untuk operasi pengelasan, tetapi juga untuk pengelasan cacat logam pada

coran atau penebalan bagian logam yang aus (Fenoria Putri 2010). Sederhananya, pengelasan dapat dipahami sebagai suatu proses yang menggabungkan dua logam menjadi satu hingga logam tersebut mengkristal, baik menggunakan bahan tambahan atau tidak, dengan mentransfer energi panas sebagai fluks di dalam bahan las.

A. Prinsip-Prinsip Las Listrik

Pada dasarnya pengelasan elektrik memperuntukkan elektroda karbon atau ferum yang memperuntukkan ketajaman elektrik seperti mula panasnya. Busur elektrik yang kelahirannya sesat penghpenjuru elektroda dan jasad peranan bisa merengkuh bahang tinggi sehingga mendatangkan material meleleh.

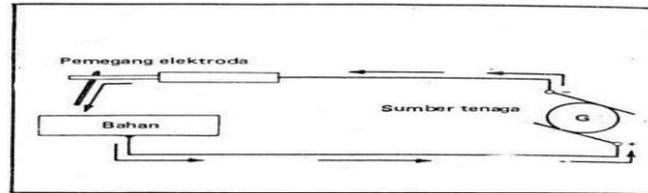
1. Las listrik dengan elektroda

Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda karbon dengan logam atau antara ujung elektroda karbon akan memanaskan dan melelehkan logam yang akan dilas. Sebagai bahan tambahan, elektroda yang mengandung fluks atau elektroda berlapis fluks dapat digunakan.

2. Las listrik dengan elektroda berselaput

Pengelasan elektrik ini memperuntukkan elektroda selaput serupa benih tambahannya. Busur elektrik yang kelahirannya sesat penghabisan elektroda dan benih pokok akan melumerkan penghabisan elektroda dan satu arah benih pokok. Membran elektroda yang mengikuti akan menjelekeh

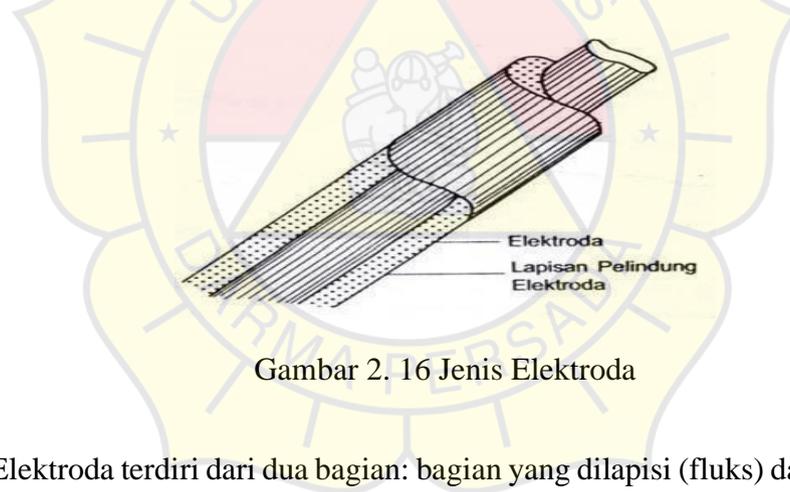
dan membuat bayu yang memelihara penghabisan elektroda, rawah las, gendewa elektrik dan daerah pengelasan di seturut gendewa elektrik.



Gambar 2. 15 Las Listrik

3. Macam dan Jenis Elektroda

Pengelasan busur memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari inti logam yang dilapisi lapisan campuran kimia. Selain fungsinya sebagai generator, elektroda juga merupakan bahan tambahan.



Gambar 2. 16 Jenis Elektroda

Elektroda terdiri dari dua bagian: bagian yang dilapisi (fluks) dan bagian yang tidak dilapisi yang berfungsi sebagai alas pemasangan penjepit las. Fungsi lapisan fluks atau lapisan elektroda dalam pengelasan adalah untuk melindungi logam cair dari udara sekitar, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur, dan menyediakan elemen paduan. Dilihat dari logam yang akan dilas, elektroda kawat pada dasarnya diklasifikasikan menjadi baja ringan, baja karbon, baja paduan, besi tuang, dan elektroda logam non-besi. Bahan elektroda harus memiliki sifat yang

mirip dengan logam. Saat mengelas baja karbon sedang dan tinggi, pemilihan elektroda harus dipertimbangkan dengan cermat jika kekuatan las harus sesuai dengan kekuatan material.

E : Elektroda untuk pengelasan busur.

60 : Menunjukkan nilai minimum tegangan pengelasan x 1000psi.

1 : Menunjukkan lokasi pengelasan, 1 berarti semua lokasi dapat dilas.

3 : Elektroda memiliki bahan permeal permukaan yang terdiri dari lapisan bubuk kalium rutil yang menghantarkan arus bolak-balik atau searah.

Elektroda membran yang digunakan dalam pengelasan busur terdiri dari berbagai bagian seperti membran dan inti kawat. Melapisi kawat inti dengan fluks dapat dilakukan dengan cara mengupas, menyemprot, mencelupkan, dll. Ukuran diameter inti kawat standar adalah 1,5 mm hingga 7 mm dan panjangnya 350 mm hingga 450 mm. Jenis film fluks pada elektroda antara lain selulosa, kalsium karbonat (CaCO_3), titanium dioksida (rutil), kaolin, kalium oksida, mangan, oksida besi, serbuk besi, besi silikon, besi mangan, dll. Persentasenya berbeda-beda untuk masing-masing elektroda.