

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Motor Bakar.

Motor bakar adalah mesin atau pesawat yang menggunakan energi termal untuk melakukan kerja mekanik, yaitu dengan cara merubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas, dan menggunakan energi tersebut untuk melakukan kerja mekanik. ^[1]

2.2 Prinsip dan Cara Kerja Motor Bakar Bensin.

2.2.1 Prinsip Kerja

Prinsip kerja motor bensin, secara sederhana adalah campuran udara dan bensin dari karburator diisap masuk ke dalam silinder, dimampatkan oleh gerak naik torak, dibakar untuk memperoleh tenaga panas, yang mana dengan terbakarnya gas-gas akan mempertinggi suhu dan tekanan. Bila torak bergerak turun naik di dalam silinder dan menerima tekanan tinggi akibat pembakaran, maka suatu tenaga kerja pada torak memungkinkan torak terdorong ke bawah. Bila batang torak dan poros engkol dilengkapi untuk merubah gerakan turun naik menjadi gerakan putar, torak akan menggerakkan batang torak dan yang mana ini akan memutar poros engkol. ^[1]

2.2.2 Cara Kerja

A. Langkah Hisap.

Pada gerak hisap torak dalam gerakan turun dari TMA ke TMB menyebabkan kehampaan di dalam silinder, dengan demikian campuran udara bensin dihisap ke dalam. Selama langkah torak ini, katup hisap akan membuka dan katup buang menutup. ^[1]

B. Langkah Kompresi.

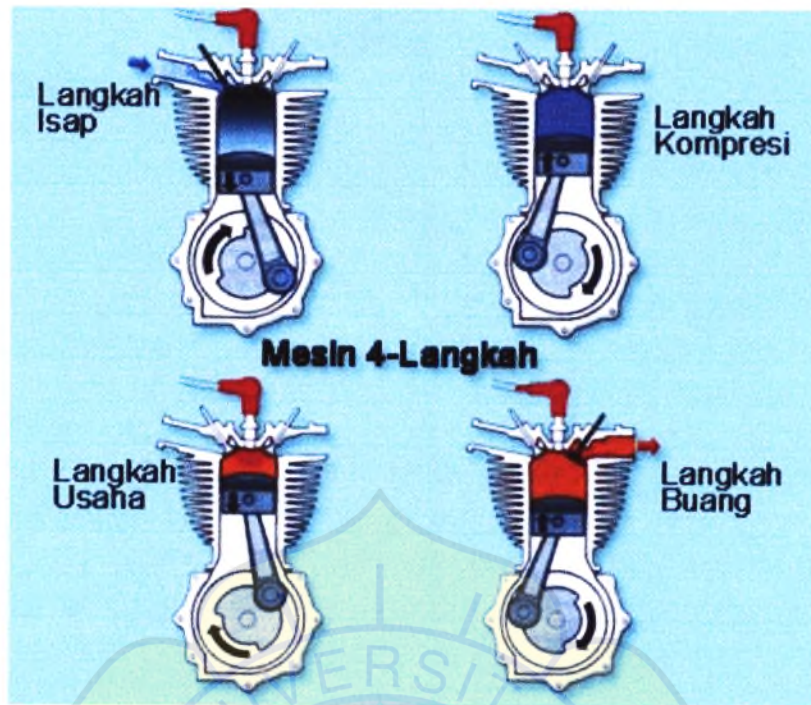
Dalam gerakan ini campuran udara bensin yang di dalam silinder dimampatkan oleh torak yang bergerak ke atas dari TMB ke TMA. Kedua katup hisap dan katup buang akan menutup selama gerakan tekanan dan suhu campuran udara bensin menjadi naik. ^[1]

C. Langkah Kerja.

Dalam gerakan ini, campuran udara bensin yang dihisap telah dibakar dan menyebabkan terbakar dan menghasilkan tenaga yang mendorong torak ke bawah meneruskan tenaga penggerak yang nyata. Selama gerak ini katup hisap dan katup buang masih tertutup. ^[1]

D. Langkah Buang.

Dalam gerak ini, torak terdorong ke bawah, ke TMB dan naik kembali ke TMA untuk mendorong gas-gas yang telah terbakar dari silinder. Selama gerak ini kerja katup buang saja yang terbuka. Bila torak mencapai TMA sesudah melakukan pekerjaan seperti di atas, torak akan kembali pada keadaan untuk memulai gerak hisap. ^[1]



Gambar 2.1 Cara kerja mesin 4 langkah^[1]

2.3 Jenis – Jenis Motor Bakar.

Motor bakar terbagi 2 berdasarkan jenis pembakaran, yaitu :

2.3.1 Motor Pembakaran Dalam.

Mesin pembakaran dalam adalah sebuah mesin yang sumber tenaganya berasal dari pengembangan gas-gas panas bertekanan tinggi hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara, yang berlangsung didalam ruang tertutup dalam mesin, yang disebut ruang bakar (combustion chamber).^[1]

Sebuah mesin piston bekerja dengan membakar bahan bakar hidrokarbon atau hidrogen untuk menekan sebuah piston, sedangkan sebuah mesin jet bekerja dengan panas pembakaran yang mendorong

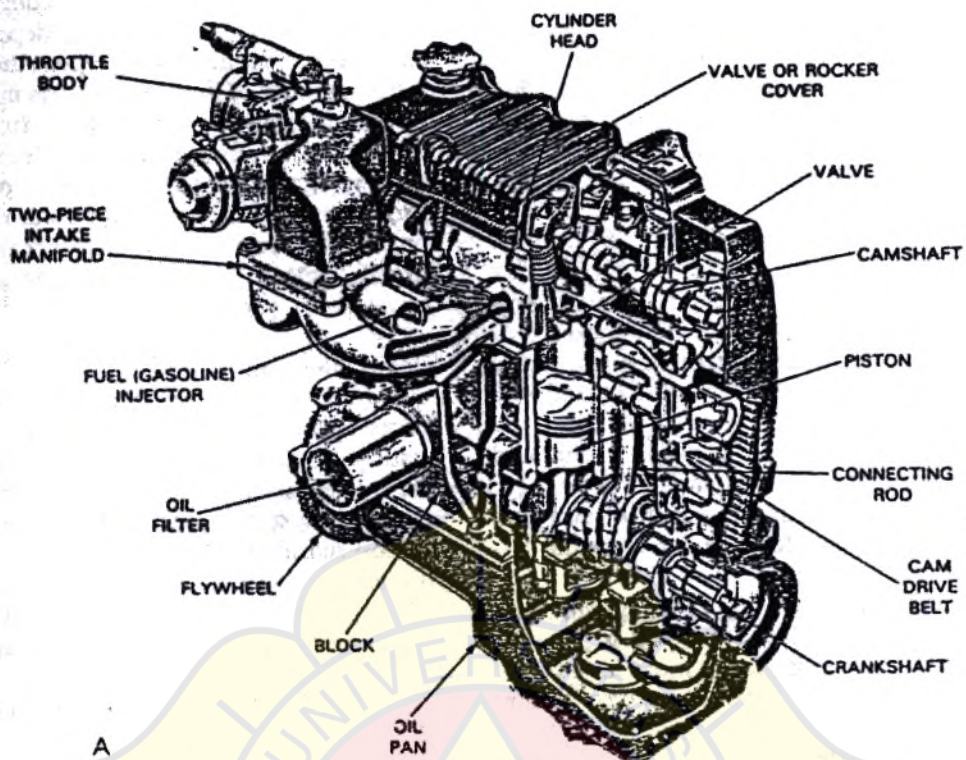
bagian dalam nozzle dan ruang pembakaran, sehingga mendorong mesin ke depan. Mesin pembakaran dalam ditemukan di Cina, dengan penemuan kembang api pada Dinasti Song. Mesin pembakaran dalam resiprokat (mesin piston) ditemukan oleh Samuel Morey yang menerima paten pada 1 April. ^[1]

2.3.2 Motor Pembakaran Luar.

Pada mesin pembakaran luar, proses pembakaran terjadi diluar mesin. Dimana energi thermal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin melalui beberapa dinding pemisah. Contoh dari mesin yang menggunakan sistem pembakaran luar adalah mesin uap. ^[1]

2.4 Engine mobil

Mesin mobil biasanya terdiri dari 4,6, atau 8 silinder. Silinder tambahan tersebut membuat kerja mesin jadi lebih halus, dikarenakan perbedaan waktu antar setiap langkah usaha menjadi lebih kecil. Dan juga memperbesar power output dari mesin itu sendiri. Ada beberapa sistem di dalam mesin. ^[1]



Gambar 2.2 Mesin^[1]

2.4.1 Fuel System.

Fuel system harus membuat campuran udara dan bahan bakar dengan komposisi yang pas. Sehingga menghasilkan sebuah campuran yang sangat mudah terbakar. Sistem ini juga harus merubah komposisi campuran tersebut sesuai dengan kondisi mesin (temperatur, kecepatan, beban).^[1]

Sistem injeksi menggunakan komputer, sensor mesin, dan injektor elektrik untuk menghitung jumlah bahan bakar yang akan dimasukan pada ruang pembakaran.^[1]

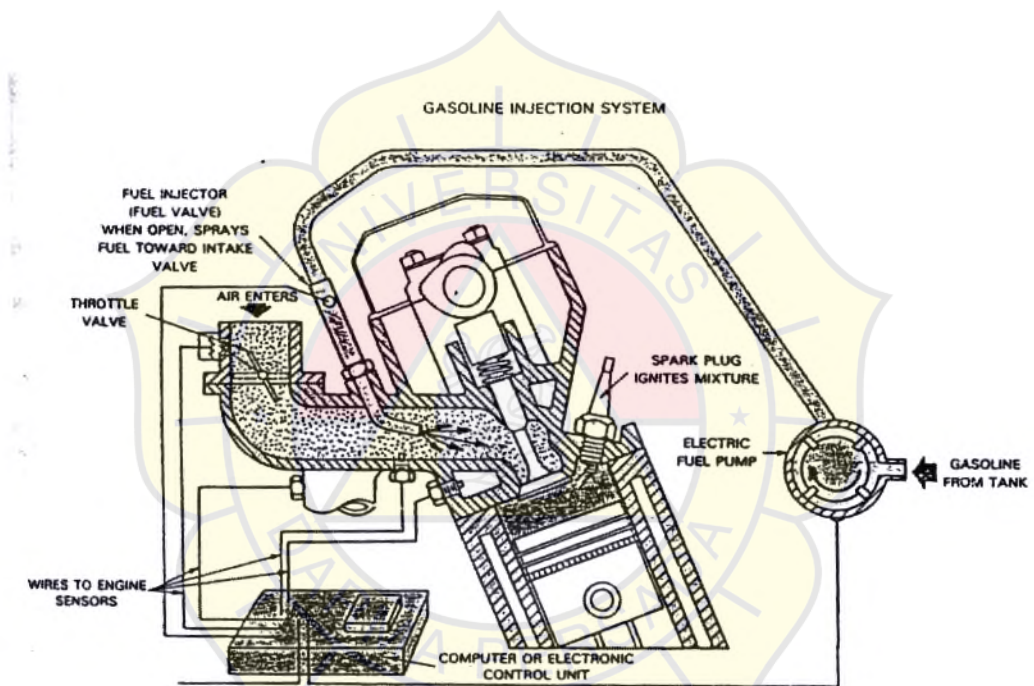
Sebuah pompa bensin menjaga tekanan bahan bakar di injektor. Komputer berdasarkan data dari sensor – sensor di mesin, akan membuka

injektor selama beberapa saat. Dimana bahan bakar yang disemprotkan akan bercampur dengan udara pada saat akan masuk ke ruan pembakaran.

[1]

Pada saat throttle valve membuka, komputer akan membuka injektor lebih lama. Sehingga bahan bakar yang disemprotkan akan lebih banyak.

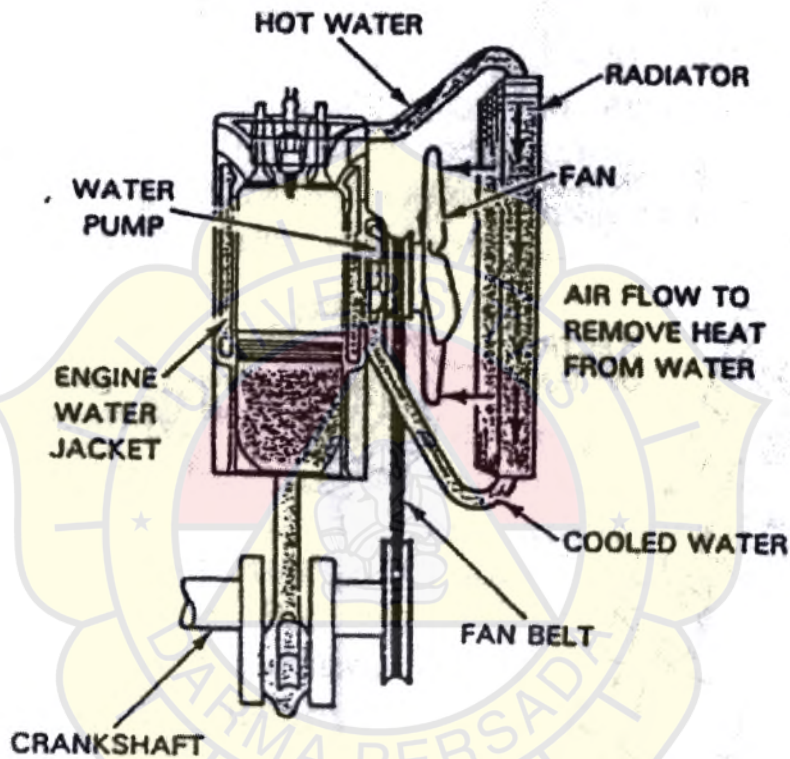
Dan sebaliknya. [1]



Gambar 2.3. sistem injeksi [1]

2.4.2 Cooling System

Sistem ini menjaga suhu mesin agar tetap berada pada suhu kerja, sehingga tidak akan terjadi *overheat*.^[1]

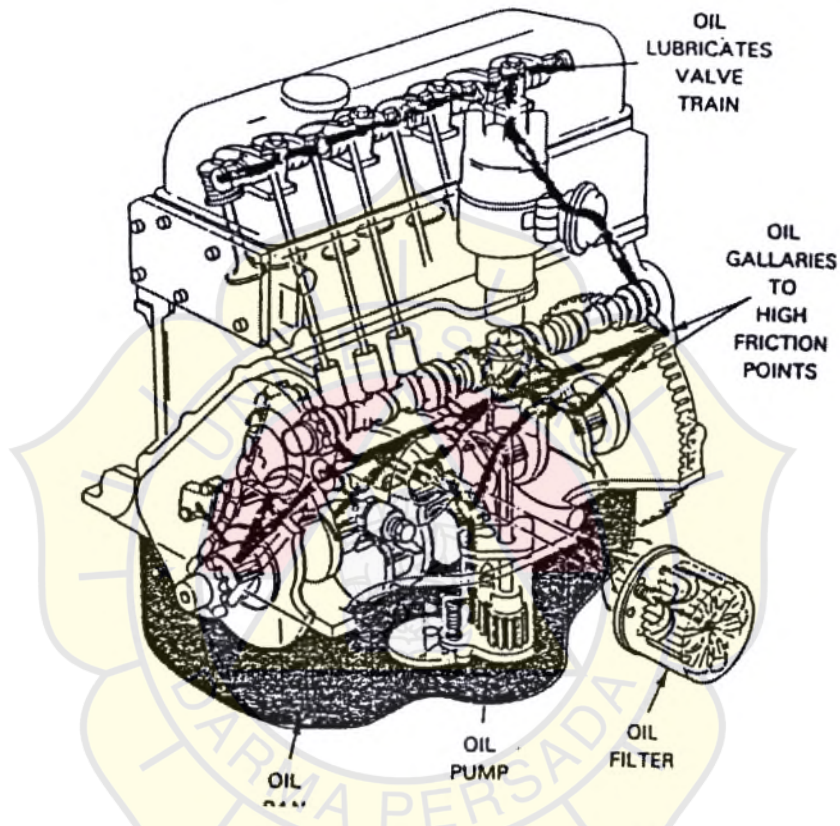


Gambar 2.4. Sistem pendingin^[1]

Pompa air memompa air ke dalam mesin, dan kemudian air tersebut akan kembali ke radiator. Di radiator air akan mengalami pendinginan dengan memindahkan panas tersebut ke udara sekitar.^[1]

2.4.3 Sistem Lubrikasi.

Sistem lubrikasi pada mesin berfungsi untuk melumasi dan mengurangi gesekan di dalam mesin itu sendiri. ^[1]



Gambar 2.5. Sistem pelumasan ^[1]

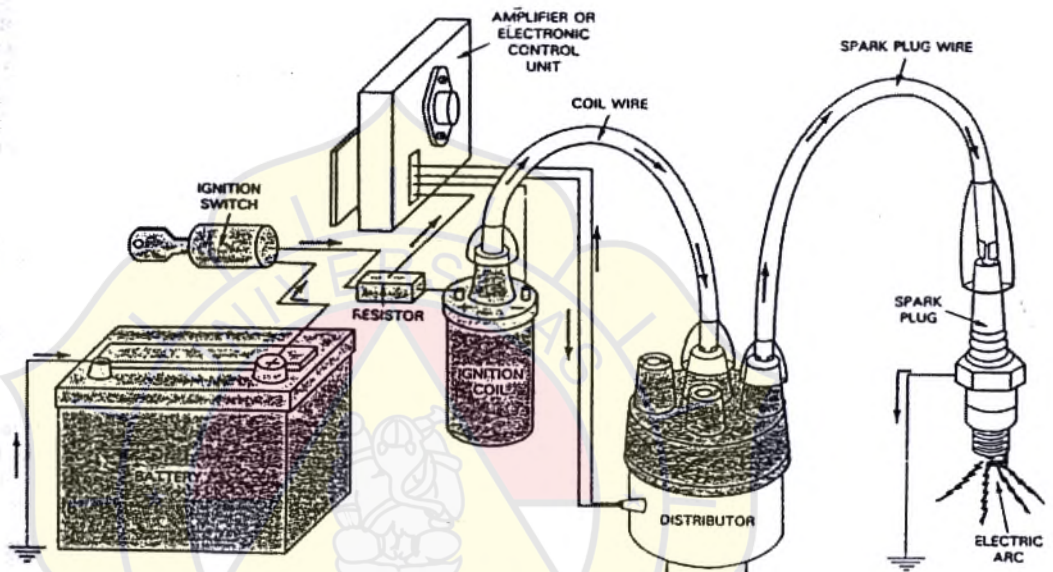
Pada gambar diatas dapat dilihat bagaimana fluida pada sistem lubrikasi bersirkulasi. ^[1]

2.4.4 Sistem Elektrikal.

Sistem elektrikal pada mesin terdiri atas beberapa subsistem, yaitu : sistem stater, sistem pengisian, sistem pengapian ^[1]

2.4.4.1 Sistem Pengapian

Sistem pengapian pada mesin motor bakar bensin, menggunakan busi. Yang menghasilkan voltase yang sangat tinggi sehingga terjadi loncatan bunga api pada busi. Dan percikan ini akan membakar campuran udara dan bahan bakar. ^[1]



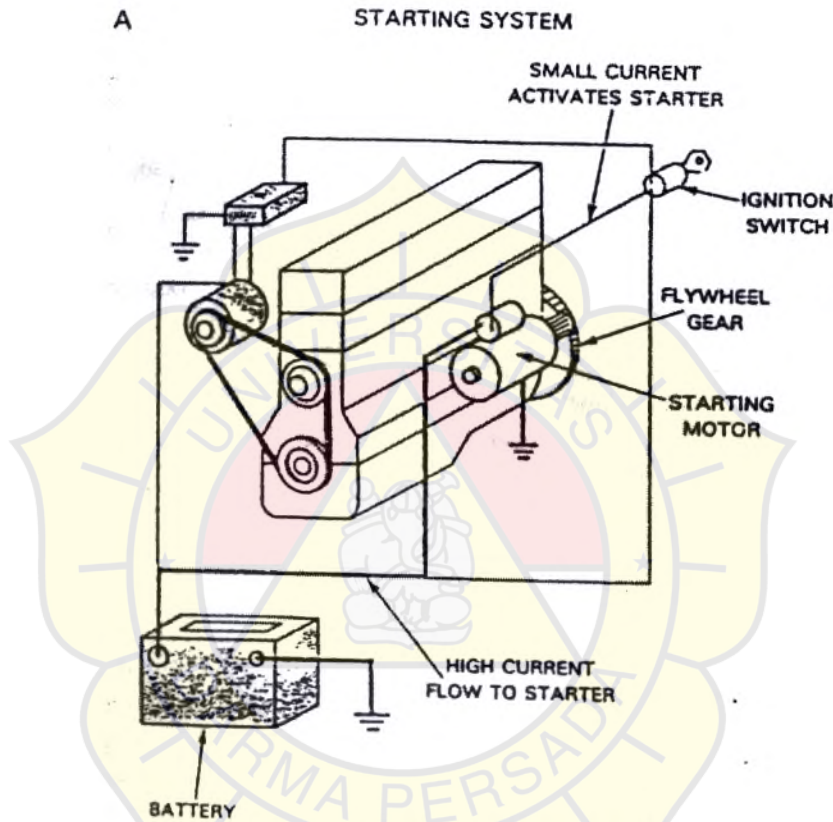
Gambar 2.6 Sistem pengapian ^[1]

Pada saat kunci kontak pada posisi ON dan mesin menyala. Distributor akan memberikan satu sinyal pada ECU untuk setiap satu langkah usaha. Dan ECU memrubah sinyal ini menjadi sinyal ON/OFF untuk coil. ^[1]

Dengan kondisi ON/OFF pada coil. Akan menghasilkan tegangan output untuk menyalakan percikan pada busi. Dan pada saat kunci kontak berada pada posisi OFF, coil akan berhenti berfungsi dan mesin akan mati. ^[1]

2.4.4.2 Sistem Stater

Sistem ini memiliki sebuah motor stater yang akan memutar flywheel yang diteruskan secara langsung ke poros engkol, sampai mesin menyala dan berjalan sendiri. [1]



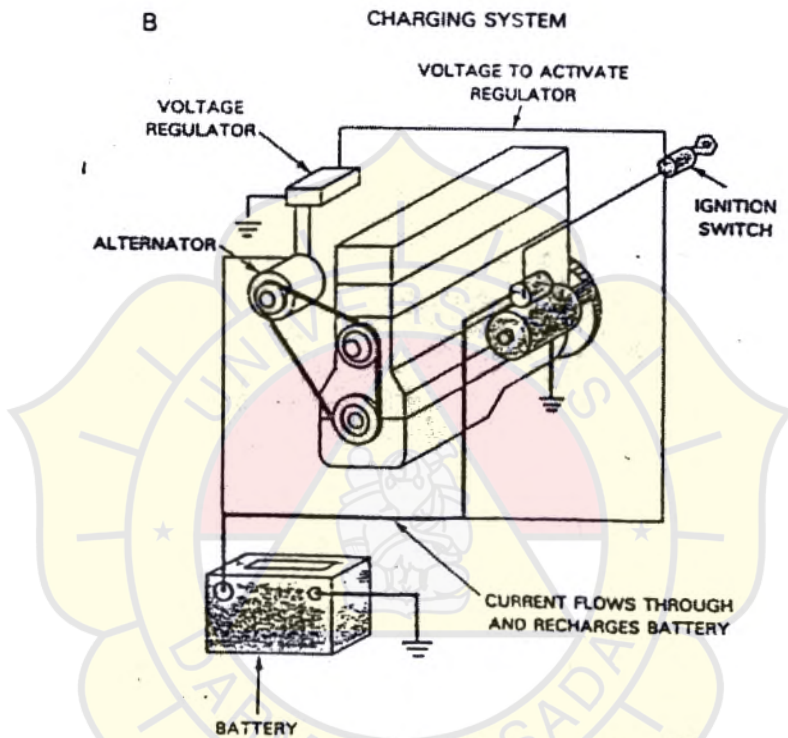
Gambar 2.7.Sistem stater [1]

Aki menyediakan listrik untuk memulai sistem ini. Saat kunci kontak menunjuk START, listrik mengalir ke setiap part dalam sistem ini. Dan motor stater mengerakan flywheel yang terhubung secara langsung ke poros engkol, saat mesin sudah hidup dan berjalan sendiri sistem starter dapat dimatikan. [1]

2.4.4.3 Sistem Pengisian.

Sistem ini dibutuhkan untuk mengisi kembali listrik pada aki. Karena listrik pada aki telah digunakan oleh sistem stater, dan juga nantinya akan digunakan oleh sistem – sistem lainnya pada mesin.

[1]

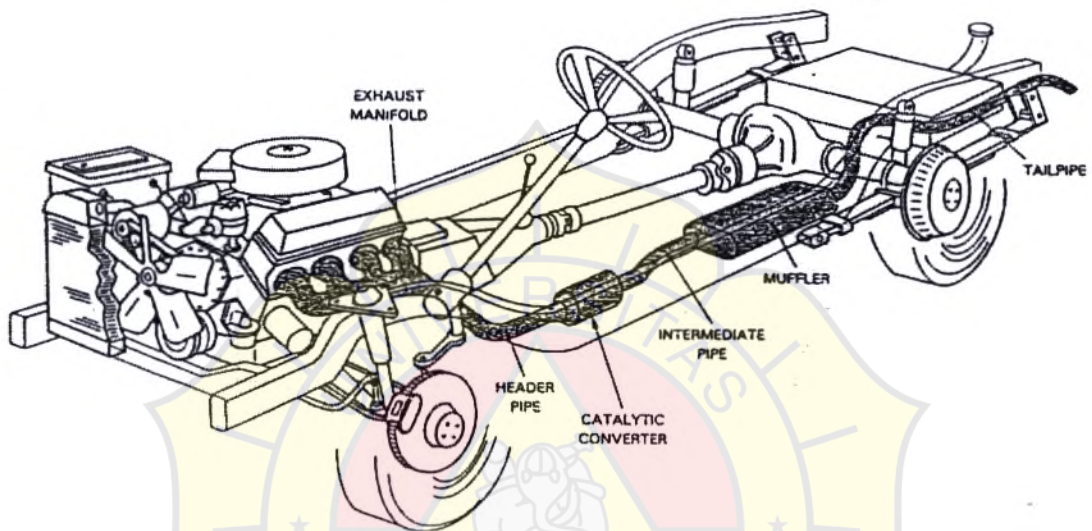


Gambar 2.8 Sistem pengisian [1]

Dengan menggunakan altenator tenaga putaran dari mesin dirubah menjadi tenaga elektrik yang dialirkan ke aki. [1]

2.4.5 Sistem Pembuangan

Sistem pembuangan (exhaust) berfungsi untuk menghaluskan suara mesin, dan mengarahkan gas buang ke belakang kendaraan. Dan ada beberapa part yang digunakan dalam sistem ini, seperti pada gambar dibawah. ^[1]



Gambar 2.9. Sistem pembuangan ^[1]

2.4.6 Sistem Kontrol Emisi Gas Buang.

Sistem ini berfungsi untuk mengontrol jumlah emisi gas buang pada kendaraan. Ada bermacam – macam jenis sistem ini. Tapi yang paling umum digunakan adalah sistem yang mereduksi gas buang serta mencegah uap bahan bakar terbang ke udara bebas. ^[1]

2.5 Proses Manufaktur Alat Praktikum Mesin Bakar Bensin

Manufaktur adalah proses keindustrian untuk membuat suatu barang dari suatu bahan baku melalui proses teknologi. Arti manufaktur sendiri asalnya adalah membuat barang dengan tangan (manual). Jadi manufaktur itu bukanlah sekedar “ilmu“, tapi sekaligus menyangkut “laku“ (*practice*). Dalam manufaktur berlaku “ilmu tanpa laku: kosong“ (*science without practice: no fruit*) tetapi “laku tanpa ilmu: kerdil“ (*practice without science: no root*). Laku dalam manufaktur cepat kadaluwarsa dan cepat berubah karena berkembangnya ilmu pengetahuan, yang berarti juga berkembangnya teknologi. Sekalipun pada prinsipnya tetap meliputi proses-proses *material* “-forming, -shaping and -cutting”, namun produk-produk manufaktur akan selalu berubah sifat/spesifikasi yang harus dipenuhinya, sesuai dengan perkembangan kebutuhan pemakaian. Pemakaian untuk apapun adalah manusia yang menginginkannya, dan manusia selalu makin meningkat tuntutannya.

[2]

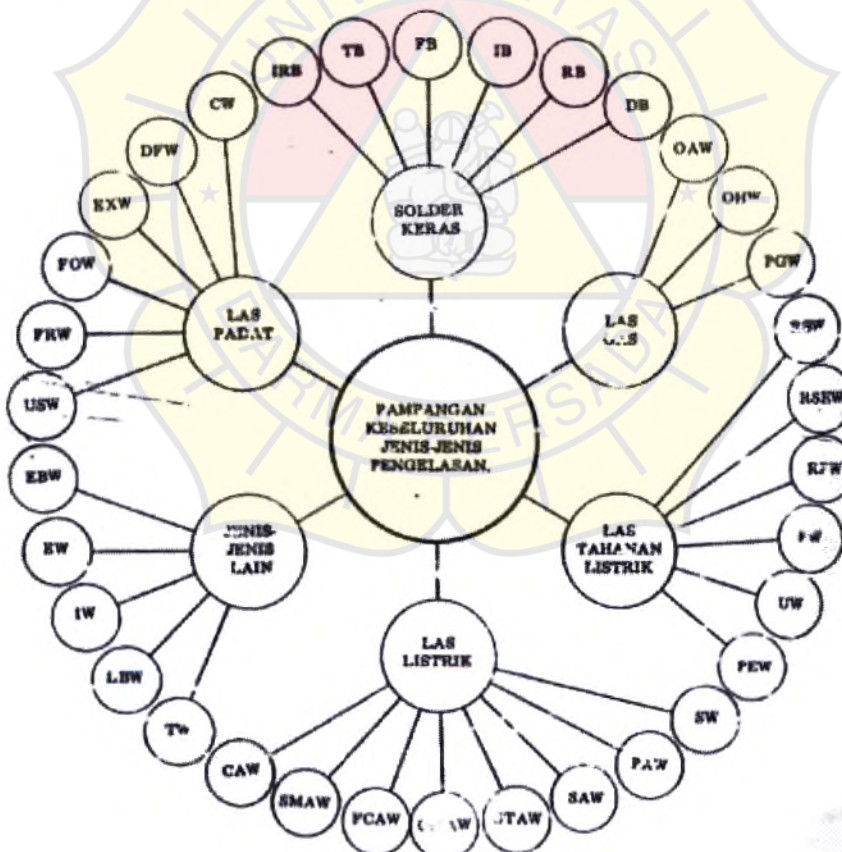
Manufaktur tidak dapat hanya dengan berandai-andai. Hanya praktek kuncinya, yang sekaligus didasari kaidah-kaidah ilmu pengetahuan. Praktek berarti teknologi, dan itulah yang harus kita cari, kuasai dan kembangkan. Kegiatan itu harus kita lakukan terus menerus tanpa jemu, sehingga terjadi akumulasi ketrampilan – pengalaman – dan pengetahuan untuk menghadapi perubahan tuntutan. [2]

2.5.1 Las

Pengertian las adalah suatu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan.^[4] Untuk berhasilnya penyambungan diperlukan beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu :

- Benda padat tersebut dapat lebur oleh panas.^[4]
- Antara benda – benda padat yang disambung tersebut terdapat kesesuaian lasnya sehingga tidak melemahkan atau menggagalkan sambungan tersebut.^[4]
- Bahwa cara – cara penyambungan sesuai dengan sifat benda padat dengan tujuan penyambungannya.^[4]

Berikut gambar pembagian jenis – jenis las

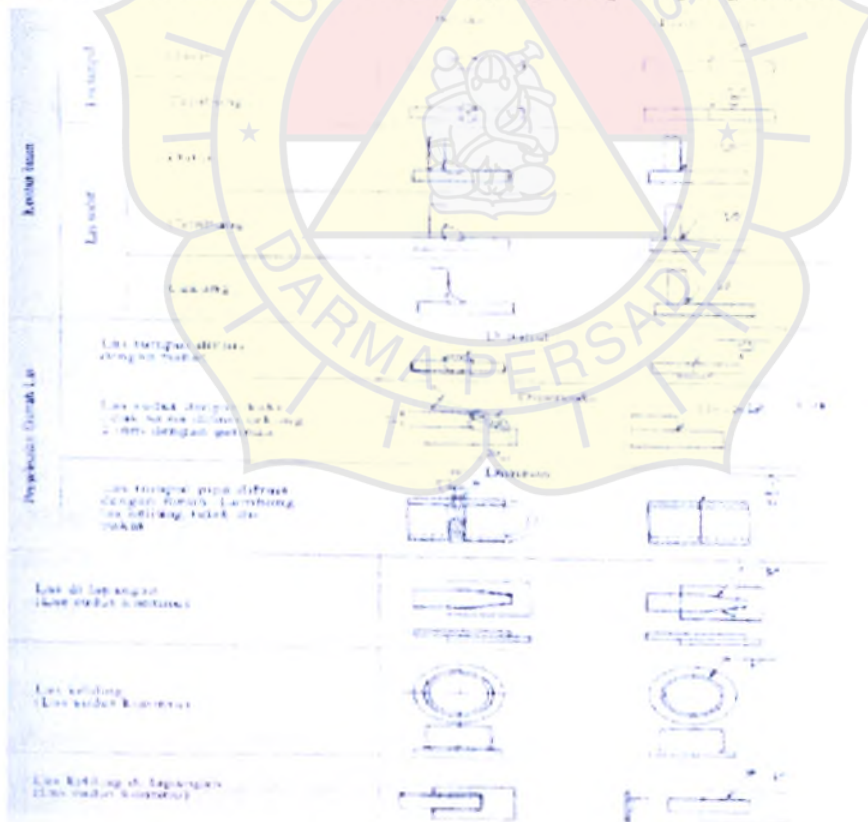


Gambar 2.10. Pembagian jenis las^[4]

Berdasar pada gambar 23 kita dapat mengetahui ada 8 jenis las listrik, yaitu;

- a. Stud Welding (SW)
- b. Plasma Arc Welding (PAW)
- c. Submerged Arc Welding (SMAW)
- d. Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)
- e. Gas Metal Arc Welding (GMAW)
- f. Flux Core Arc Welding (FCAW)
- g. Shielded Metal Arc Welding (SMAW)
- h. Carbon Arc Welding (CAW)

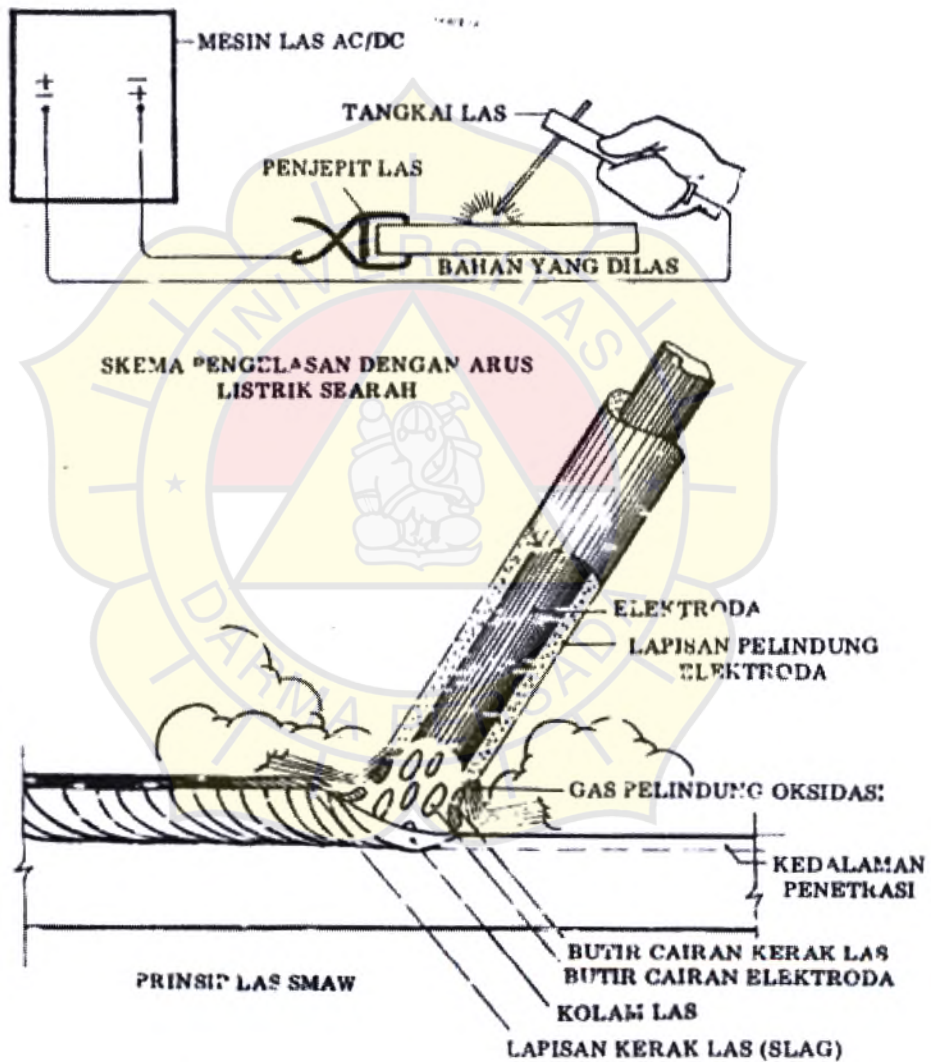
Dan las yang akan dibahas adalah SMAW atau lebih dikenal dengan las busur listrik . berikut adalah simbol – simbol yang ada pada pengelasan :



Gambar 2.11. Simbol las dalam ^[4]

2.5.1.1 Shielded Metal Arc Welding (Las Busur listrik)

Pada dasarnya las busur listrik terlindung terdiri dari sebuah mesin las (onformer, transformer atau generator AC/DC), kabel las dan tangkai penjepit elektroda dan penjepit las. Berikut gambar proses pengelasan. ^[4]



Gambar 2.12 Las busur listrik ^[4]

Dan adapun persiapan yang harus dilakukan sebelum memulai proses pengelasan adalah:

- a. Persiapan peralatan, meliputi alat – alat baku (utama), alat – alat keselamatan dan alat bantu lainnya. ^[4]
- b. Alat – alat baku seperti mesin las, kabel las, penjepit elektroda dan penjepit las. ^[4]
- c. Alat keselamatan seperti gogle, topeng las dengan kaca hitam no 9 - 11, sarung tangan las, selongsong kaki las, sikat baja, tempat elektroda, dan lain – lainnya. ^[4]
- d. Alat Bantu seperti brander potong autogen, tang pengukur arus, pengatur arus dan lain – lainnya. ^[4]

Dan besar arus yang digunakan tergantung dari diameter dan jenis elektroda yang dipakai :

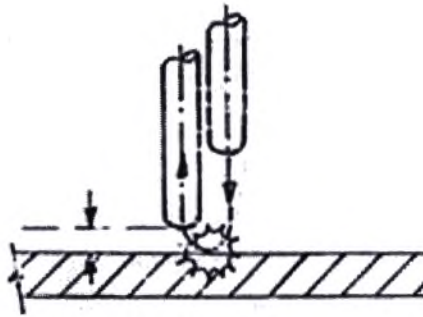
Tabel 2.1 Tabel Amperase ¹⁴⁾

Diameter Elektroda		Type Elektroda					
mm	inci	E6010	E6014	E7018	E7024	E7027	E7028
2,5	3/32	-	80 - 125	70 -100	100 -145	-	-
3,2	1/8	80 -120	110 - 160	115- 165	140 -190	125 -185	140 -190
4	5/32	120 -160	150 - 220	150 -220	180 -250	160 -240	180 -250
5	3/16	150 - 200	200 - 275	200- 275	230 -305	210 -300	230 -305
5,5	7/32	-	260 - 340	260 -340	275 -365	250 -350	275 -365
6,3	1/4	-	330 -415	315 -400	335 -430	300 -420	335 -430
8	5/16	-	390 -500	375 -470	-	-	-

Dan adapun cara untuk memulai pengelasan pada las busur listrik yang biasa dipakai ada 2 cara yaitu:

Cara A :

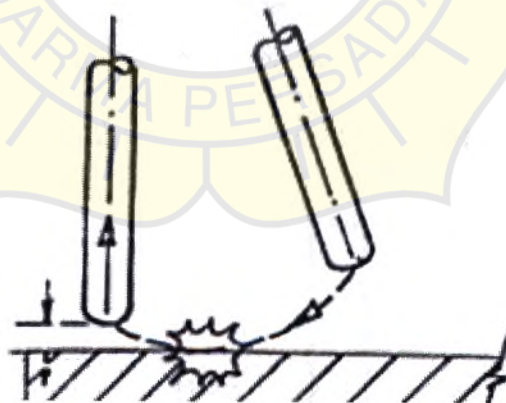
- Pegang elektroda tegak lurus terhadap pelat kerja.
- Ketukan beberapa kali ke permukaan pelat kerja
- Segera setelah timbul busur listrik tarik elektroda sejarak diameter elektroda untuk mencegah agar elektroda tidak lengket ke pelat kerja.



Gambar 2.13 Cara memulai las A^[4]

Cara B :

- Pegang elektroda sehingga membentuk sudut terhadap pelat kerja sebesar $\pm 60^\circ$.
- Gerakan elektroda ke arah pinggir pelat kerja sehingga menyinggungnya.
- Tarik elektroda sejarak diameter elektroda, segera setelah timbul busur nyala untuk mencegah elektroda lengket ke pelat kerja.



Gambar 2.14 Cara memulai las B^[4]

➤ Macam – macam posisi pengelasan

1. Horizontal



Gambar 2.15 Horizontal^[4]

2. Dibawah tangan



Gambar 2.16 Under Hand^[4]

3. Vertikal



Gambar 2.17 Vertical^[4]

4. Diatas kepala

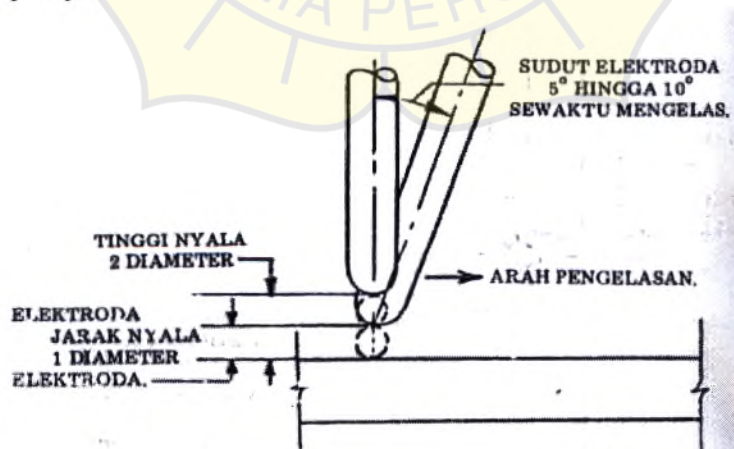


Gambar 2.18 Over Head^[4]

➤ Mengelas dalam posisi datar (flat).

Adapun langkah – langkah dalam proses pengelasan ini adalah:

- Menentukan polaritas dan besarnya arus
- Menghubungkan penjepit ke pelat kerja (-)
- Menghubungkan penjepit ke elektroda (+)
- Siapkan bahan yang akan di las
- Bersihkan kampuh
- Menyetel bahan dengan alat Bantu sesuai yang dikehendaki gambar konstruksi.
- Untuk memanaskan elektroda lakukan dengan cara tapping atau scratching
- Setelah nyala dihasilkan pertahankan jarak ujung elektroda dengan pelat kira – kira sebesar diameter elektroda itu sendiri.
- Perpanjangan nyala sebesar 2x jarak semula selama 1 detik untuk memanaskan pelat dasar kemudian kembali pada posisi jarak semula dan membuat sudut kemiringan elektroda antara 5° hingga 10° , untuk mengelas selanjutnya.

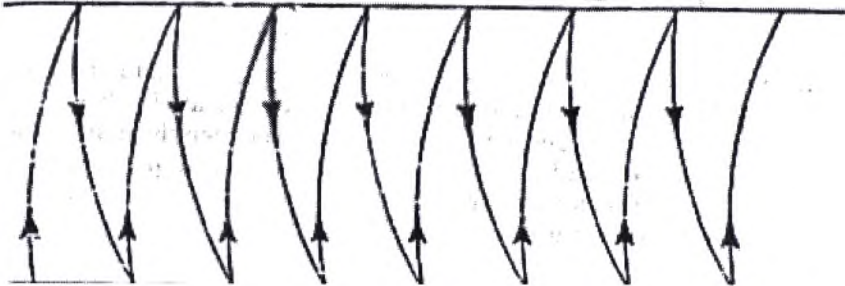


Gambar 2.19 Jarak nyala elektroda ^[4]

➤ Macam – Macam gerakan dalam mengelas

Adapun beberapa gerakan mengelas yang banyak dipakai adalah :

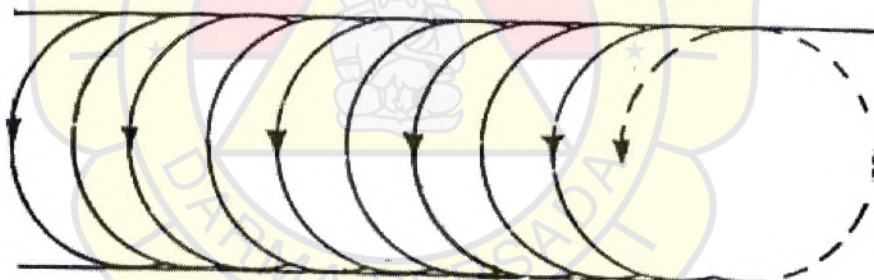
a. Gerakan crescent



Gambar 2.20 Gerakan crescent^[4]

Gerakan ini adalah salah satu gerakan yang paling umum dipakai terutama untuk mengelas pelat yang tak terlalu tebal.^[4]

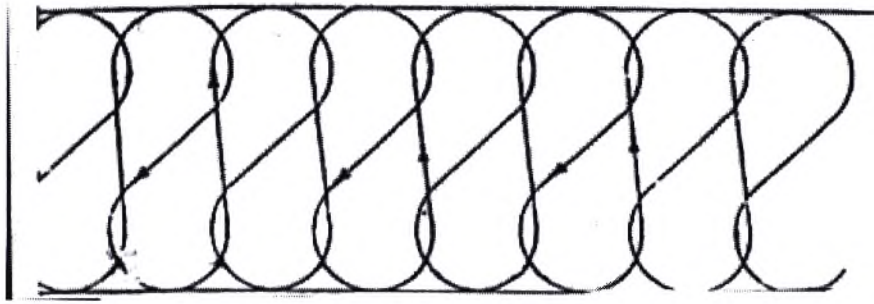
b. Gerakan melingkar



Gambar 2.21 Gerakan melingkar^[4]

Gerakan melingkar dilakukan untuk megelas pelat – pelat yang memiliki ketebalan sedang.^[4]

c. Gerakan Delapan

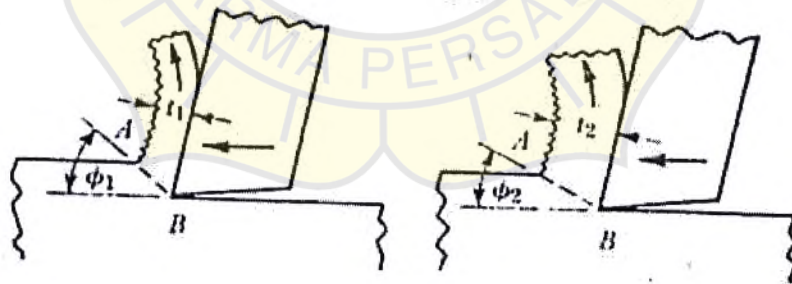


Gambar 2.22 Gerakan angka delapan ^[4]

Gerakan ini digunakan untuk mengelas pelat yang memiliki ketebalan yang cukup tebal. ^[4]

2.5.2 Proses Pemotongan Logam

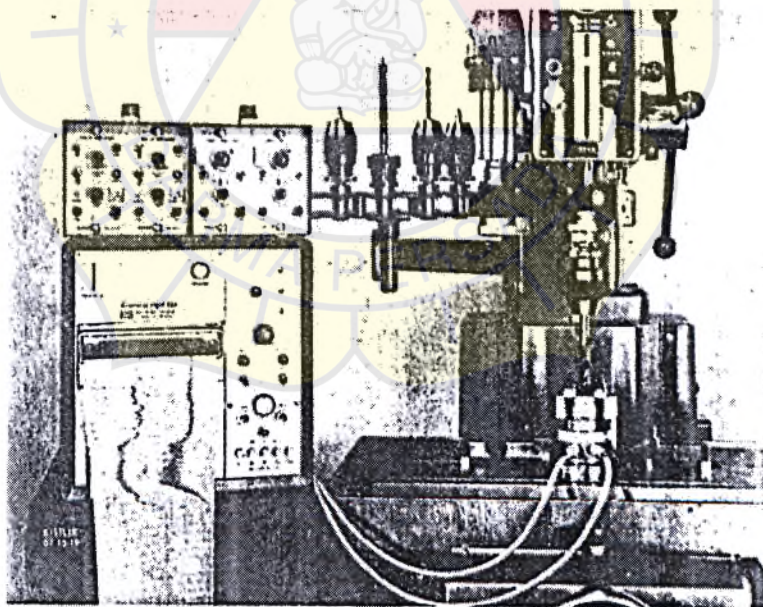
Mengerti tentang prinsip pemotongan dengan baik akan membantu dalam proses produksi yang ekonomis. Prinsip pemotongan banyak digunakan pada pembubutan, penyerutan, pengematan, pemfrisan ataupun pengeboran. Komponen-komponen dibuat dengan membuang sebagian logam dalam bentuk serpihan kecil. ^[3]



Gambar 2.23 Skematis dari pembentukan serpihan menggunakan model pahat mata tunggal orthogonal ^[3]

Untuk menerangkan metode pemotongan dijelaskan dengan model mata pahat orthogonal seperti pada gambar diatas. Dalam menganalisa proses pemotongan, dianggap bahwa serpihan disobek dari benda kerja dengan gerakan menggeser melintasi bidang AB. Serpihan akan mengalami gaya gesek yang tinggi dengan permukaan pahat. Oleh kerana itu kerja untuk membuat serpihan harus bisa mengatasi gaya geser dan gaya gesek yang timbul. Untuk mengukur gaya yang bekerja pada perkakas digunakan alat dynamometer. Jenis dynamometer yang sering digunakan adalah jenis dynamometer elektronik.^[3]

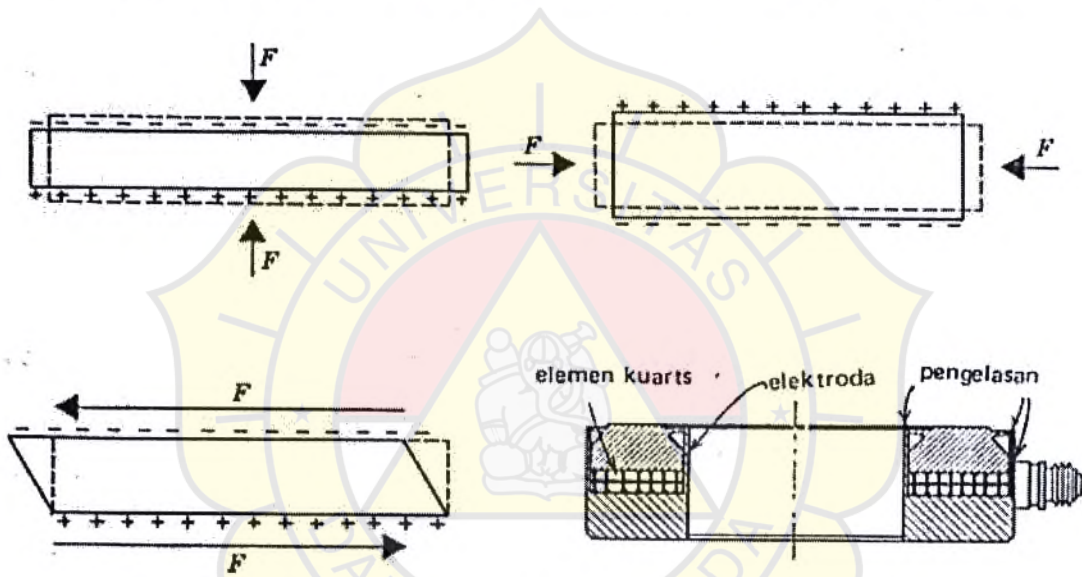
Transduser dan sebuah platform dikombinasikan untuk mengukur satu, dua atau tiga gaya atau torsi. Pada gambar dibawah ini diperlihatkan sebuah benda kerja dipasangkan pada platform dan transduser mengukur kecepatan, gaya dan torsi pengeboran.^[3]



Gambar 2.24 Dynamometer dua saluran yang mengukur dorongan dan momen gurdi.

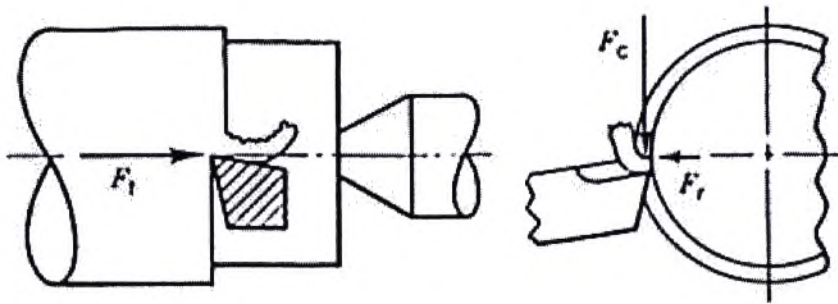
Transduser dynamometer dipasangkan pada platform.^[3]

Transduser mengukur perubahan bentuk dengan melihat perubahan induktansi, kapasitansi atau resistansi. Pada gambar diatas diperlihatkan transduser jenis piezoelectric yang digunakan pada sel beban. Prinsip pengukuran gaya pada sebuah bahan piezoelectric adalah apabila gaya bekerja pada kwarsa (bahan piezoelectric), timbul muatan listrik yang proporsional pada permukaannya. Kwarsa akan sensitive terhadap tekanan dan geseran yang bekerja pada aksisnya, sehingga gaya dan torsi bisa masing-masing diukur. [3]



Gambar 2.25 Diagram yang menunjukkan pengaruh memanjang, melintang dan menggeser pada elemen kuarts dan konstruksi transduser [3]

Gaya-gaya yang biasa bekerja pada perkakas potong yang bisa diukur oleh Dynamometer diperlihatkan pada gambar diatas yaitu gaya potong, tangensial dan radial. [3]



Gambar 2.26 Gaya-gaya yang bekerja pada ujung pahat bubut : gaya longitudinal, F_t , gaya potong, F_c dan gaya radial, F_r [3]

2.5.3 Perakitan

Untuk mendesain produk yang berorientasi pada perakitan, persyaratan teknis mengenai perakitan produk akhir perlu diketahui. Pengetahuan tentang persyaratan, pengikat produk, berbagai metode implementasi system perakitan manual, otomatis penuh atau sebagian, harus tersedia pada tahap pengembangan produk dan harus diintegrasikan dalam desain produk. Selama pengembangan produk baru tersebut proses perakitan harus dianalisa dan direncanakan secara paralel dengan desain. Hanya dengan cara ini produk dapat didesain untuk perakitan yang sederhana, dan dapat dimanfaatkan fungsi dari *assembly product design* secara maksimal. *Assembly-oriented design process* menunjukkan bahwa diantara sejumlah besar alat bantu yang dapat diaplikasikan, yang terpenting adalah aturan desain yang berbeda dari sudut pandang teknis perakitan. Setelah menyelesaikan tiap tahap dalam proses desain, evaluasi kesesuaian perakitan untuk menentukan apakah desain tersebut perlu diperbaiki atau tidak, sehingga dapat memberikan informasi pada titik mana produk tersebut harus diperbaiki. Aturan-aturan desain mewakili

sekumpulan solusi yang telah dikenal dan dicoba dengan baik untuk tugas-tugas desain tertentu dan dapat dirangkum secara praktis dalam katalog-katalog.^[5]

Katalog-katalog ini harus memenuhi syarat umum seperti :

1. Cepat, kemampuan akses yang berorientasi pada tugas
2. Solusi dengan range yang komprehensif
3. Kemampuan aplikasi terhadap desain konvensional sebanding terhadap desain dengan alat bantu computer.

Jenis struktur katalog ini telah terbukti lebih siap diterima oleh para perancang.

Dalam katalog yang telah dikembangkan, klasifikasi part terbagi menjadi :

1. Aturan untuk struktur produk
2. Aturan untuk sub-perakitan
3. Aturan untuk komponen tunggal
4. Aturan untuk teknik penggabungan

Dalam bagian utama dari katalog ini, aturan desain aktual tercatat secara rinci.

Karakteristik akses untuk katalog ini adalah :

1. Validitas aturan selama proses desain
2. Derajat kepentingan dari aturan tersebut (aturan A, B, dan C)

Untuk mengevaluasi kesesuaian produk untuk tujuan perakitan, semua faktor yang berpengaruh perihwal dipertimbangkan dan dievaluasi. Ide dasar dari prosedur ini adalah bahwa produk harus didesain untuk memenuhi persyaratan dan fungsi-fungsi yang tertera pada lembaran spesifikasi.^[5]

Untuk menjalankan evaluasi semacam itu, diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Melakukan set-up struktur fungsional
2. Melakukan pembobotan fungsi dan penentu muatan fungsional
3. Melakukan set-up struktur sub-rakitan
4. Mengalokasikan muatan fungsional ke komponen-komponen yang berbeda
5. Menentukan urutan perakitan
6. Menentukan pengeluaran perakitan
7. Menentukan nilai pengukuran kesesuaian perakitan
8. Mengidentifikasi masalah-masalah teknis selama perakitan.

2.5.4 Pengecatan

Pengecatan logam adalah pelapisan permukaan dengan bahan cat untuk menahan karat, meniadakan warna dasar serta memberikan pandangan yang indah dan merupakan pertahanan terhadap pengaruh-pengaruh destruktif terhadap cuaca ^[5], bahan cat yang diperlukan :

1. Cat dasar (*primer*) dan cat antara (*under coat*) tidak boleh mengulit, mengandung endapan, menggumpal, mengeras, adanya pemisahan warna dan bahan asing lain dalam 10 menit dapat mudah menjadi campuran yang serba sama. ^[5]
2. Cat tutup (*top coat*) menggunakan pengencer organik (*alkyd, vinyl, epoxy, minyak, phenolic, rubber base, polyurethane dan acrylic*) tidak boleh ada gel, endapan kertas kering dan waktu pengeringan maksimum 6 jam. Peralatan yang digunakan harus

bersih dan kering yang terdiri dari kuas alat semprot angin, sikat kawat, lap bersih, pengaduk dari kayu atau besi, kertas amplas besi no.3 atau amplas duco no.120-180 dan kaleng kosong. ^[5]

Pelaksanaan pengecatan dilakukan sebagai berikut :

1. Besi atau baja baru (belum pernah dicat) dibersihkan dengan cara mencuci dengan white spirit atau solvent kemudian dilap. Hilangkan karat dan kerak dengan cara mengerok atau menggosok dengan sikat kawat atau *sand blasting* kemudian dilakukan pengecatan dengan cat dasar, cat antara dan cat tutup. ^[5]
2. Besi atau baja yang sudah pernah dicat, dibersihkan permukaan dari kotoran, dikerok dengan sikat kawat atau sand blasting bagian-bagian cat yang telah rusak, kemudian pengecatan dilakukan dengan cat dasar, cat antara dan cat tutup. ^[5]
3. Seng dan besi/baja galvanis yang permukaannya masih baru tidak memberikan pegangan secara baik untuk itu dibiarkan selama beberapa bulan atau permukaan dikasarkan dengan bahan kimia atau diberi cat dasar khusus. Bersihkan permukaan dari kotoran, jika sudah pernah dicat bersihkan cat yang sudah rusak dengan cara mengerok menggunakan sikat kawat. Bagian yang telah bersih dari cat lama segera diberi cat dasar khusus. ^[5]

Penanggulangan kegagalan dalam pengecatan :

1. Bila menggelembung, kerok cat yng menggelembung dan haluskan permukaan, kemudian diberi cat baru. ^[5]
2. Bila berbintik, ditunggu sampai kering sempurna. Setelah kering digosok dengan amplas halus dan dibersihkan, kemudian diberi cat baru sampai rata. ^[5]
3. Bila retak-retak, dikerok seluruh lapisan cat, dihaluskan dan dibersihkan kemudian beri lapisan cat baru. ^[5]
4. Bila warna berubah, dipilih jenis cat lain, dan dilapisi dengan cat dasar. ^[5]
5. Bila sukar mengering, seluruh lapisan cat dikerok dan dibersihkan, dan dicat ulang dengan cat tahan alkali. ^[5]
6. Bila terdapat garis-garis bekas kuas, digosok dengan amplas dan dibersihkan kemudian dicat ulang secara benar. ^[5]
7. Bila daya tutup kurang, pengecatan diulangi hingga rata. ^[5]
8. Bila lapisan cat menurun pada beberapa tempat, cat dibiarkan mengering dan bagian cat yang menurun diratakan dengan amplas, kemudian pengecatan diulangi. ^[5]

2.5.5 Uji Coba

Uji coba produk dimaksudkan untuk megumpulkan data yang dapat digunakan sebagai dasar untuk menetapkan tingkat keefektifan, efisiensi, dan/atau daya tarik dari produk yang dihasilkan. Dalam bagian ini secara

berurutan perlu dikemukakan desain uji coba, subjek uji coba, jenis data, instrument pengumpulan data, dan teknik analisis data. ^[5]

1. Desain Uji Coba

Secara lengkap, uji coba produk pengembangan biasanya dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu uji perseorangan, uji kelompok kecil, dan uji lapangan. Dalam kegiatan pengembangan, pengembangan mungkin hanya melewati dan berhenti pada tahap uji perseorangan, atau dilanjutkan dan berhenti sampai tahap uji kelompok kecil, atau sampai uji lapangan. Hal ini sangat tergantung pada urgensi dan data yang dibutuhkan melalui uji coba itu. Desain uji coba produk bisa menggunakan desain yang biasa dipakai dalam penelitian adalah ketetapan memilih desain untuk tahapan tertentu (perseorangan, kelompok kecil, atau lapangan) agar data yang dibutuhkan untuk memperbaiki produk dapat diperoleh secara lengkap. ^[5]

2. Subjek Uji Coba

Karakteristik subjek uji coba perlu diidentifikasi secara jelas dan lengkap, termasuk cara pemilihan subjek uji coba itu. Objek uji coba produk bisa terdiri dari ahli di bidang isi produk, ahli di bidang perancangan produk, dan/atau sasaran pemakai produk. Subjek uji coba yang ahli di bidang isi produk dapat memiliki kualifikasi keahlian tingkat S1 (untuk skripsi), S2 (untuk tesis), dan S3 (untuk disertasi). Yang penting setiap subjek uji coba yang dilibatkan harus disertai

identifikasi karakteristiknya secara jelas dan lengkap, tetapi terbatas dalam kaitannya dengan produk yang dikembangkan. Teknik pemulihan subjek uji coba juga perlu dikemukakan agak rinci, apakah menggunakan teknik rambang, rumpun, atau teknik lainnya yang sesuai.

[5]

3. Jenis Data

Uji coba produk dimaksudkan untuk mengumpulkan data yang dapat digunakan sebagai dasar untuk menetapkan tingkat keefektifan, efisiensi, dan/atau daya tarik dari produk yang dihasilkan. Dalam konteks ini sering pengembangan tidak bermaksud mengumpulkan data secara lengkap yang mencakup ketiganya. Bisa saja, sesuai dengan kebutuhan pengembangan, pengembang hanya untuk melihat tingkat efisiensinya, atau keduanya. Keputusan ini tergantung pada pemecahan masalah yang ditetapkan apakah pada keefektifan, efisiensi, daya tarik, atau ketiganya. Penekanan pada efisiensi suatu pemecaha masalah akan membutuhkan data tentang efisiensi produk yang dikembangkan. Begitu pula halnya dengan penekanan pada keefektifan atau daya tarik. Atas dasar ini, maka jenis data yang perlu dikumpulkan harus disesuaikan dengan informasi apa yang dibutuhkan tentang produk yang dikembangkan itu. Paparan mengenai jenis data yang dikumpulkan hendaknya dikaitkan dengan desain dan pemilihan subjek uji coba. Jenis data tertentu, bagaimana pun juga akan menuntut desain tertentu dan subjek uji coba tertentu. Misalnya, pengumpulan data mengenai

kecermatan isi dapat dilakukan secara perseorangan dari ahli isi, atau secara kelompok dalam bentuk seminar kecil, atau seminar yang lebih luas yang melibatkan isi, ahli desain, dan sasaran pemakai produk. [5]

4. Instrumen Pengumpulan Data

Bagian ini mengemukakan instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data seperti yang sudah dikemukakan dalam butir sebelumnya. Jika menggunakan instrumen yang sudah ada, maka perlu ada uraian mengenai karakteristik instrumen itu, terutama mengenai keaslian dan keterandalannya. Apabila instrumen yang digunakan dikembangkan sendiri, maka prosedur pengembangannya juga perlu dijelaskan. [5]

5. Teknik Analisis Data

Teknik dan prosedur analisis digunakan untuk menganalisis data uji coba dikemukakan dalam bagian ini dan disertai alasannya. Apabila teknik analisis yang digunakan sudah cukup dikenal, maka uraian tidak perlu rinci sekali. Akan tetapi, apabila teknik tersebut belum dikenal, maka perlu lebih rinci. [5]