

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rangka (*Chassis*)

Rangka atau *chassis* adalah bagian *internal* dari sebuah kendaraan otomotif yang menjadi dasar produksi sebuah kendaraan, dan menjadi penyokong untuk mesin dan bagian lainnya. *Chassis* biasanya terbuat dari logam dan komposit. Material yang digunakan tersebut harus kuat untuk menopang beban dari kendaraan. *Chassis* juga berfungsi untuk menjaga agar kendaraan tetap rigid (kaku) dan tidak mengalami *bending* (Shantika, 2017)

2.1.1 Jenis - Jenis *Chassis*

Chassis memiliki beberapa jenis antara lain:

a. *Ladder Frame*

Ladder Frame yaitu jenis *chassis* menyerupai tangga dengan dua batangan panjang yang menyokong kendaraan dan menyediakan dukungan yang kuat dari berat beban dan umumnya berdasarkan desain angkut. Bahan material yang paling umum untuk jenis *Ladder frame* ini adalah material dengan bahan baja ringan (Fadila, 2013). Aplikasinya yaitu pada kendaraan yang mengangkut beban-beban berat, seperti truk dan bus. Bentuk fisik ladder frame ditunjukkan oleh **Gambar 2.1**



Gambar 2.1 *Ladder Frame*

Sumber: Juliandi (2018)

b. *Tubular Space Frame*

Tubular Space Frame menggunakan berbagai macam pipa *circular* (dapat juga menggunakan bentuk *squaretube* agar mudah disambung, meskipun begitu bentuk *circular* memiliki kekuatan yang lebih besar). Penempatan pipa yang mengarah ke berbagai arah menghasilkan kekuatan mekanikal untuk melawan gaya dari berbagai arah. Pipa tersebut dilas sehingga terbentuk struktur yang kompleks (Fadila, 2013). Aplikasinya yaitu pada kendaraan balap berkecepatan tinggi. Bentuk fisik *tubular space frame* ditunjukkan oleh **Gambar 2.2**



Gambar 2.2 *Tubular Space Frame*

Sumber: Juliandi (2018)

c. *Monocoque*

Monocoque merupakan satu kesatuan struktur *chassis* dari bentuk kendaraannya sehingga *chassis* ini memiliki bentuk yang beragam yang menyesuaikan dengan bodi mobil (Fadila, 2013), seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 *Monocoque*

Sumber: Juliandi (2018)

d. *Backbone*

Chassis jenis *backbone* merupakan aplikasi langsung dari teori jenis rangka pipa. Ide awalnya adalah dengan membuat struktur depan dan belakangnya yang terhubung dengan sebuah rangka *tube* yang melintang di sepanjang mobil. *Chassis Backbone* memiliki kekakuan dari luas area bagian '*backbone*' itu sendiri (Fadila, 2013). Dapat dilihat pada **Gambar 2.4**



Gambar 2.4 *Backbone Frame*

Sumber: Juliandi (2018)

e. *Aluminium Space Frame*

Aluminium Space Frame dibuat untuk menggantikan *chassis* baja *monocoque* karena untuk menghasilkan sebuah rangka yang ringan (Fadila, 2013). Seperti yang terlihat pada **Gambar 2.5** berikut ini.



Gambar 2.5 *Aluminium Space Frame*

Sumber: Juliandi (2018)

2.1.2 Tuntutan Kinerja *Chassis*

Chassis pada umumnya harus memiliki kemampuan sebagai berikut:

a. Tahan terhadap puntiran dan tekukan

Puntiran dan tekukan dapat terjadi akibat beban dinamis ketika mobil balap sedang berjalan. Apabila material yang digunakan tidak tahan terhadap puntiran dan tekukan, maka akan terjadi pergeseran dari setiap posisi *part-part* mobil, sehingga mobil tidak akan bekerja dengan baik dan tidak nyaman untuk digunakan.

b. Tahan terhadap defleksi

Defleksi adalah lenturan yang terjadi akibat adanya gaya transversal. Gaya transversal yang terjadi pada mobil yaitu dari beban pengendara, beban muatan, dan beban *part-part* dari mobil itu sendiri. Apabila material yang digunakan tidak tahan terhadap defleksi, maka akan terjadi deformasi plastis yang dapat mengakibatkan chassis mobil patah.

c. Ringan

Seperti teori *power to weight ratio*, *Chassis* mobil yang terlalu berat, dapat mengurangi akselerasi dan kecepatan, sehingga membutuhkan mesin berkapasitas lebih besar dan bahan bakar yang lebih banyak, agar akselerasi dan kecepatan sesuai dengan yang diinginkan. Juga menyulitkan pengendara untuk mengontrol mobil ketika sedang melaju.

2.2 Baja Paduan

Baja adalah bahan yang paling umum dan paling banyak digunakan oleh masyarakat saat ini. Baja dapat dibuat menjadi berbagai macam bentuk dan dapat menghasilkan kekuatan tarik hingga 5 GPa. Contoh utama dari keserbagunaan baja adalah pada kendaraan bermotor dimana baja merupakan material yang banyak dipilih produsen dan dapat menyumbang hingga 60% dari berat kendaraan, contohnya pada bagian-bagian seperti pada *chassis*, atau bagian mesin seperti poros gardan dan braket. Baja merupakan material yang tahan penyok bila dibandingkan dengan material lain, dan dapat memberikan penyerapan energi yang tinggi apabila terdapat beban kejut. Baja juga merupakan material yang dapat didaur ulang kembali dan harganya lebih murah dibanding dengan aluminium atau polimer. (Kutz, 2015)

Baja merupakan material yang terdiri dari unsur besi (Fe) dan karbon (C), dengan kadar kandungan besi minimal 50% dan mengandung unsur-unsur kimia lain seperti mangan, silikon, nikel, kromium, molybdenum, vanadium, titanium, niobium dan aluminium, apabila kadar unsur-unsur lain tersebut ditingkatkan, maka akan menghasilkan karakteristik dan sifat tersendiri tergantung dengan unsur yang ditingkatkan, contohnya yaitu menghasilkan sifat seperti kekerasan, kekuatan tarik tekan, ketahanan terhadap korosi, permeabilitas magnetik, dan kemampuan mesin. (Kutz, 2015)

Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

1. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja kurang dari 0,3%C. Baja ini tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit. (Amanto, 1999)

2. Baja karbon sedang

Baja karbon sedang (*medium carbon steel*) mengandung karbon 0,3%C-0,6%C. Dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan melalui proses perlakuan panas yang sesuai. Baja ini lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah. (Amanto, 1999)

3. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon 0,6%C-1,5%C dan memiliki kekerasan yang lebih tinggi, namun keuletannya lebih rendah. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal karena terlalu banyaknya martensit, sehingga membuat baja menjadi getas (Amanto, 1999).

2.2.1 Pipa Baja

Pipa baja adalah benda berbentuk silinder dengan lubang di tengah yang terbuat dari baja. Fungsi utama pipa baja yaitu sebagai sarana untuk mengalirkan fluida, baik cair ataupun gas, dari satu tempat ke tempat lain. Pipa baja juga dapat digunakan sebagai sebuah struktur konstruksi bangunan ataupun konstruksi mesin. bentuk pipa baja dapat dilihat pada **Gambar 2.6** berikut.



Gambar 2.6 Pipa Baja

Sumber: Nursyahid (2015)

Kelebihan dalam penggunaan baja berbentuk pipa pada konstruksi mesin yaitu bentuk pipa memiliki kekakuan lebih tinggi dibanding dengan batang berbentuk penampang lain. Pipa juga lebih ringan dibandingkan dengan silinder pejal dengan diameter yang sama.

Berdasarkan jenis material, pipa baja dibagi menjadi dua macam yaitu:

1. Pipa baja karbon

Pipa baja jenis ini memiliki kandungan karbon yang tinggi sebagai salah satu unsur utamanya. Kelebihan dari pipa baja karbon adalah pipa jenis ini memiliki titik leleh lebih rendah dibandingkan dengan pipa baja tahan karat, lebih lunak dan lebih tahan lama, dan memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi. Tetapi terdapat juga kekurangan yaitu tidak tahan karat. Bentuk pipa baja karbon dapat dilihat pada **Gambar 2.7** berikut



Gambar 2.7 Pipa Baja Karbon

Sumber : Trupply (2017)

2. Pipa baja tahan karat

Pipa baja tahan karat (*stainless steel pipe*) dibuat dengan cara menambahkan kromium ke dalam paduan. Apabila pipa baja karbon hanya memiliki 2 % kadar kandungan karbon, pipa baja tahan karat memiliki setidaknya 10 % kandungan kromium. Tujuan penambahan kromium adalah untuk mencegah terjadinya korosi. Karakteristik yang dapat terlihat dari pipa baja tahan karat adalah tampak luar nya yang berkilau. Dapat dilihat pada **Gambar 2.8** dibawah ini.



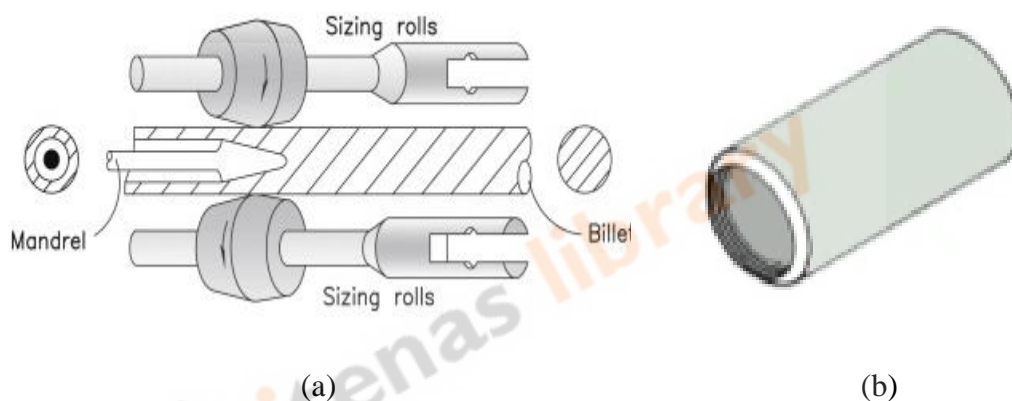
Gambar 2.8 Pipa Baja Tahan Karat

Sumber: Trupply (2017)

Berdasarkan proses pembuatannya, pipa baja dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu:

1. Pipa baja tanpa sambungan las (*seamless pipe*)

Pipa baja jenis ini dibentuk dengan cara menusuk batang baja padat yang hampir meleleh menggunakan mandrel, sehingga tidak terdapat sambungan pada pipa. (Parisher, 2012) Proses pembentukan dan hasil pembentukan pipa dapat dilihat pada **Gambar 2.9**.

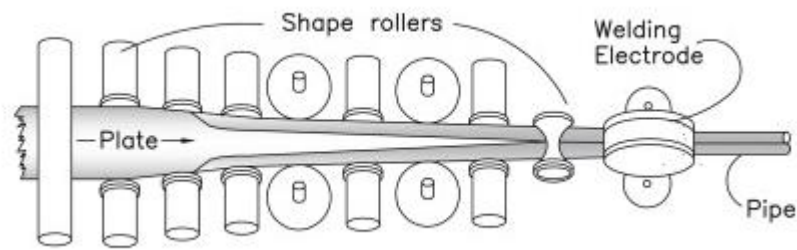


Gambar 2.9 (a) Proses Pembentukan Pipa Tanpa Sambungan Las (b) Bentuk Pipa Tanpa Sambungan Las

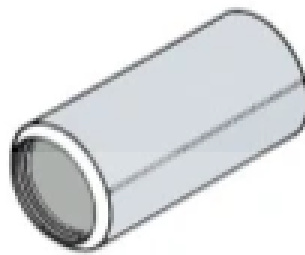
Sumber: Parisher (2012)

2. Pipa baja dengan sambungan las lurus (*butt welded pipe*)

Pipa baja dengan sambungan las lurus dibuat dengan cara mengumpankan pelat baja panas melalui alat pembentuk yang akan menggulungnya menjadi bentuk silinder berongga. (Parisher, 2012) Pada titik sambungan silinder tersebut dilakukan proses pengelasan sehingga akan menutupi celah yang ada. Contohnya terlihat pada **Gambar 2.10** dibawah ini.



(a)



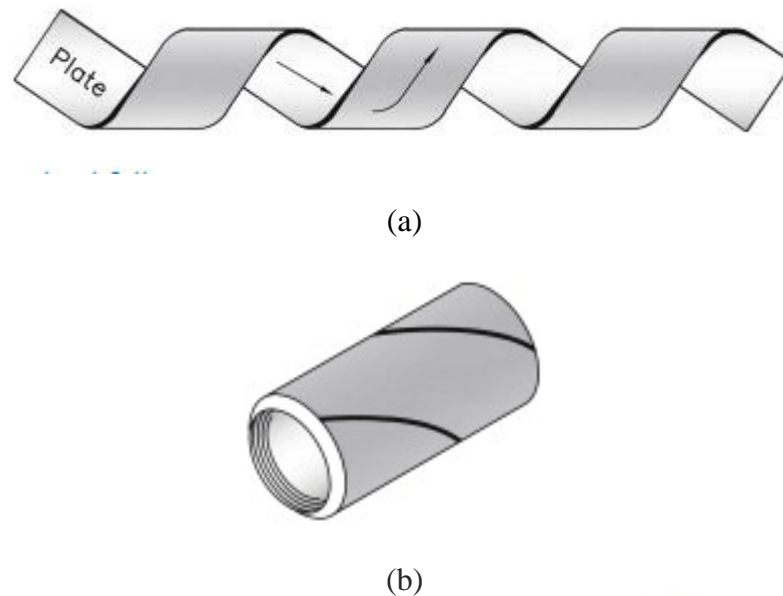
(b)

Gambar 2.10 (a) Proses Pembentukan Pipa Dengan Sambungan Las Lurus (b) Bentuk Pipa Dengan Sambungan Las Lurus

Sumber: Parisher (2012)

3. Pipa baja dengan sambungan las spiral (*spiral welded pipe*)

Pipa baja dengan sambungan las spiral dibentuk dengan cara memelintir potongan logam menjadi bentuk spiral, lalu dilakukan pengelasan pada sambungan sehingga menutup celah dan menjadikannya satu pipa utuh. Jenis pipa ini digunakan terbatas hanya untuk pemipaan tekanan rendah karena dindingnya yang tipis. (Parisher, 2012) Proses pembentukan dan hasil pembentukan dapat dilihat **pada Gambar 2.11** dibawah ini.



Gambar 2.11 (a) Proses pembentukan pipa dengan sambungan las spiral (b) bentuk pipa dengan sambungan las spiral

Sumber: Parisher (2012)

2.3 Proses Pemesinan

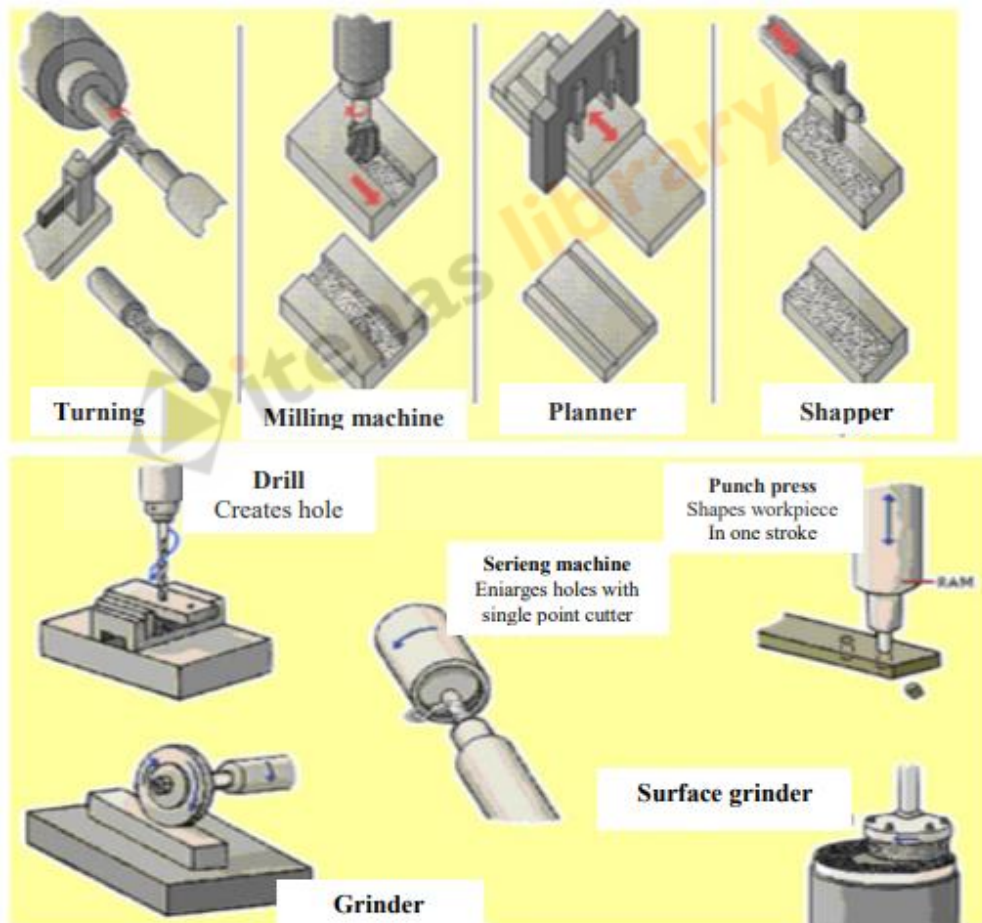
(Widarto, 2008) Pemesinan adalah suatu proses produksi dengan menggunakan mesin perkakas dengan memanfaatkan gerakan relatif antara pahat dengan benda kerja sehingga menghasilkan suatu produk sesuai dengan hasil geometri yang diinginkan. Pada proses ini tentu terdapat sisa dari pengerjaan produk yang biasa disebut geram.

Pahat dapat diklasifikasikan sebagai pahat bermata potong tunggal (*single point cutting tool*) dan pahat bermata potong jamak (*multiple point cutting tool*). Pahat dapat melakukan gerak potong (*cutting*) dan gerak makan (*feeding*).

Proses pemesinan dapat diklasifikasikan dalam dua klasifikasi besar yaitu proses pemesinan untuk membentuk benda kerja silindris atau konis

dengan benda kerja atau pahat berputar, dan proses pemesinan untuk membentuk benda kerja permukaan datar tanpa memutar benda kerja.

Klasifikasi yang pertama meliputi proses bubut dan variasi proses yang dilakukan dengan menggunakan mesin bubut, mesin gurdi (*drilling machine*), mesin frais (*milling machine*), mesin gerinda (*grinding machine*). Klasifikasi kedua meliputi proses sekrap (*shaping planing*), proses slot (*slotting*), proses menggergaji (*sawing*), dan proses pemotongan roda gigi (*gear cutting*). Beberapa mekanisme kerja proses pemesinan dapat dilihat pada **Gambar 2.12** berikut ini.



Gambar 2.12 Mekanisme kerja beberapa proses pemesinan : Bubut (*Turning*), Freis (*Milling*), Sekrap (*Planing & Shaping*), Gurdi (*Drilling*), Gerinda (*Grinding*), Pelubang (*Punch Pressing*), Gerinda Permukaan (*Surface Grinding*)

Sumber: Widarto (2008)

2.3.1 Proses Gerinda (*Grinding*)

Proses gerinda adalah proses pengikisan, penajaman, pengasahan atau pemotongan menggunakan batu gerinda yang berputar oleh mesin gerinda. (Widarto, 2008) Fungsi dari proses gerinda adalah untuk:

1. Memotong benda kerja dengan ketebalan yang relatif tidak tebal.
2. Menghaluskan dan meratakan permukaan benda kerja.
3. Sebagai proses akhir (*finishing*) pada benda kerja.
4. Membentuk profil benda kerja

Kelebihan dari proses ini yaitu dapat menghasilkan permukaan yang halus, dapat mengerjakan benda-benda yang telah dikeraskan (*hardening*), dan dapat mengerjakan benda kerja dengan tuntutan ukuran yang sangat presisi. Namun tetap saja proses gerinda memiliki kekurangan antara lain pemakanan yang harus kecil agar batu gerinda tidak rusak dan waktu pengerjaan yang relatif lama.

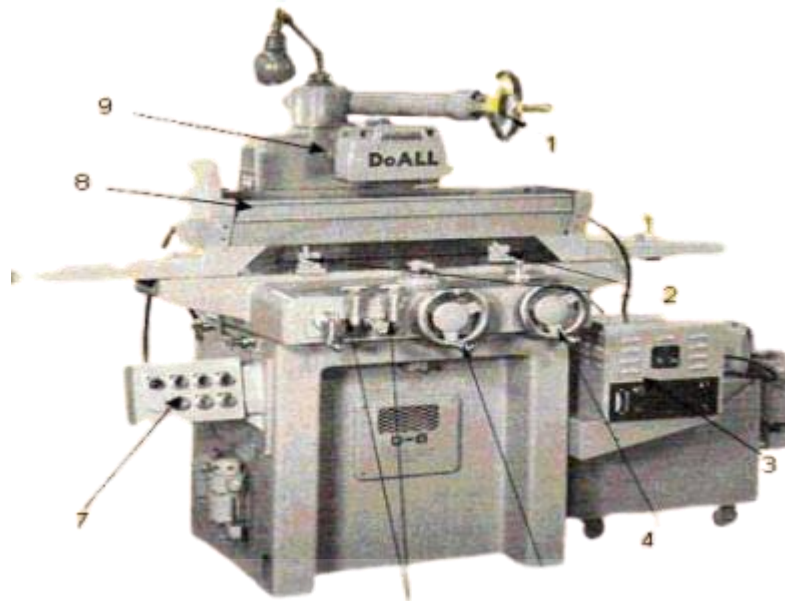
Pada proses gerinda terdapat dua komponen utama yang wajib tersedia saat melakukan proses tersebut, antara lain:

1. Mesin Gerinda

Mesin gerinda berfungsi untuk memutar batu gerinda sehingga jika batu gerinda dikenakan kepada benda kerja maka akan terjadi pemakanan akibat gesekan antara serbuk abrasif pada batu tersebut dengan benda kerja. Terdapat 5 jenis mesin gerinda yaitu:

a. Mesin Gerinda Datar

Mesin gerinda datar adalah salah satu jenis mesin gerinda yang digunakan untuk penggerindaan datar dan bertujuan untuk meratakan suatu permukaan benda kerja yang tidak rata. Bentuk mesin gerinda datar seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 2.13**.

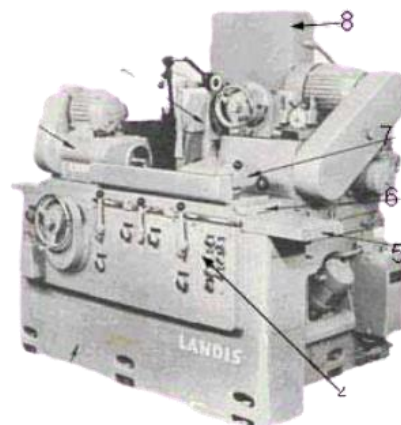


Gambar 2.13 Mesin Gerinda Datar

Sumber: Widarto (2008)

b. Mesin Gerinda Silindris

Mesin gerinda silindris adalah mesin gerinda yang digunakan untuk menggerinda benda kerja dengan bentuk silindris, silindris bertingkat, dsb. Bentuk mesin gerinda silindris seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 2.14** dibawah ini.



Gambar 2.14 Mesin Gerinda Silindris

Sumber: Paryanto

c. Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk menggerinda benda kerja dengan tujuan untuk membentuk benda kerja atau merapihkan hasil pemotongan dan merapihkan hasil las. Seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 2.15**.



Gambar 2.15 Mesin Gerinda Tangan

Sumber: klikmro (2017)

d. Mesin Gerinda Duduk

Mesin gerinda duduk adalah mesin gerinda yang digunakan untuk mengasah alat potong seperti mata bor, pahat bubut juga untuk pengasahan atau pembentukan benda kerja lain seperti pisau dapur, kampak, golok, dan perkakas pisau lainnya sesuai dengan kapasitas dan peruntukannya. Bentuk gerinda dapat dilihat pada **Gambar 2.16**



Gambar 2.16 Mesin Gerinda Duduk

Sumber: klikmro (2017)

e. Mesin Gerinda Potong

Mesin gerinda potong adalah mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja yang berbentuk pelat atau silinder. Roda gerinda yang digunakan berbentuk piringan gerinda tipis yang berputar dengan kecepatan tinggi. Prinsip kerja mesin ini yaitu piringan batu gerinda yang berputar memotong benda kerja yang tercekam. Bentuk gerinda potong ditunjukkan oleh **Gambar 2.17**



Gambar 2.17 Mesin Gerinda Potong

Sumber: Harry (2013)

2. Batu Gerinda

Batu gerinda banyak digunakan di bengkel pengerjaan logam. Batu gerinda sebetulnya juga menyayat seperti penyayatan pada pisau *milling*, hanya penyayatannya sangat halus, dan tatalnya tidak terlihat seperti *milling*. Tatal hasil penggerindaan ini sangat kecil seperti debu. Dari berbagai bentuk batu gerinda sebenarnya bahan utamanya hanya terdiri dari dua jenis pokok, yaitu butiran bahan asah/pemotong (*abrasive*), dan perekat (*bond*). Fungsi batu gerinda yaitu untuk penggerindaan silindris, datar dan profil. Untuk menghilangkan permukaan yang tidak rata, lalu

untuk pekerjaan *finishing* permukaan, untuk pemotongan dan untuk penajaman alat-alat potong. (Widarto, 2008)

Batu gerinda memiliki beberapa jenis antara lain:

a. Batu Gerinda Asah

Batu gerinda asah atau *grinding wheel* ini adalah batu gerinda yang paling umum dipakai dalam pengerjaan logam. Digunakan untuk mengikis permukaan logam besi, baja dan *stainless steel*. Batu gerinda ini memiliki spesifikasi khusus sesuai jenis logam peruntukannya.



Gambar 2.18 Batu Gerinda Asah

Sumber: Histeel (2020)

b. Batu Gerinda Fleksibel

Mata batu gerinda ini biasanya digunakan untuk mengikis permukaan logam khusus pada area-area yang terbatas/sempit. Mata Gerinda Fleksibel ini juga dapat digunakan untuk memotong logam, namun kelemahannya yang dihasilkan dari fungsi ini yaitu area yang terpotong akan lebih banyak atau lebar daripada dengan menggunakan batu gerinda potong.



Gambar 2.19 Batu Gerinda Flexibel

Sumber: Histeel (2020)

c. Batu Gerinda Potong

Mata batu ini berfungsi untuk melakukan pemotongan pada media logam, baik untuk besi *mild steel*, baja, hingga *stainless steel*, tentunya dengan menyesuaikan spesifikasi pada produk tersebut.



Gambar 2.20 Batu Gerinda Potong

Sumber: Histeel (2020)

2.4 Proses Pengelasan

Las memiliki arti penyambungan (besi dan sebagainya) dengan cara membakar. Las juga memiliki arti proses penyambungan 2 buah logam yang sama maupun tidak sama dengan fusi, dapat dengan atau tanpa tekanan dan juga dapat dengan atau tanpa *filler*. (Singh, 2006)

2.4.1 Proses Pengelasan Busur

Proses Pengelasan Busur yaitu proses yang memanfaatkan busur listrik yang dapat berupa elektroda dan benda kerja atau elektroda dan elektroda untuk mengelas logam dasar. (Singh, 2006)

Prinsip kerja dari proses pengelasan busur yaitu listrik yang berbeda muatan dialirkan ke dua benda, dimana benda yang satu adalah benda kerja yang akan disambung lalu dialirkan listrik bermuatan negatif, dan benda lainnya yaitu elektroda yang digunakan sebagai *filler* dialirkan listrik bermuatan positif. Ketika kedua benda tersebut bertemu maka akan menghasilkan busur las yang dapat melelehkan elektroda dan benda kerja secara bersamaan sehingga dapat membuat sambungan yang tetap.

Jenis – jenis pengelasan busur antara lain:

- *Shielded Metal Arc Welding*
- *Gas Tungsten Arc Welding*
- *Gas Metal Arc Welding*

2.4.1.1 Las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW)

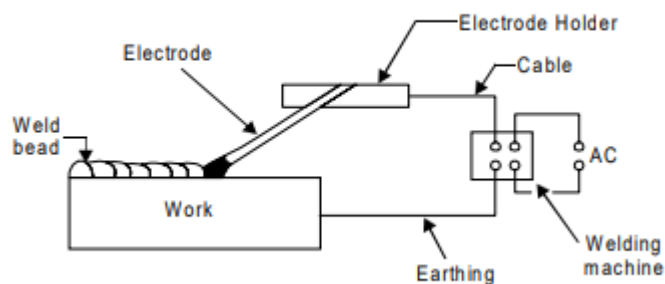
Las busur logam terlindung (*SMAW*) merupakan metode pengelasan yang biasa dikerjakan manual oleh *welder*. Jenis pengelasan ini merupakan jenis dimana panas untuk pengelasan diproduksi melalui busur listrik yang terjadi akibat pertemuan elektroda dan benda kerja. Lapisan fluks pada elektroda terurai karena busur sehingga dapat menjalankan fungsinya seperti perlindungan logam las, stabilitas busur, dll. Sementara inti bagian dalam dari elektroda yang merupakan bahan pengisi akan mengisi pada titik lasan yang ditentukan. (Singh, 2006)

Keuntungan penggunaan metode pengelasan las busur logam terlindung ini adalah:

1. Peralatan las dapat dibawa dengan mudah kemana saja (portabel).
2. Metode ini merupakan yang paling mudah diantara metode lain.
3. Aplikasi dari pengelasan ini yang sangat banyak, karena ketersediaan berbagai macam elektroda.
4. Berbagai macam logam dan paduannya dapat di las dengan mudah.
5. Metode ini dapat digunakan dengan sangat baik untuk permukaan yang keras

Keterbatasan dari metode ini adalah:

1. Karena elektroda dilapisi fluks, kemungkinan terak yang terjebak pada hasil lasan dan kemungkinan cacat lainnya menjadi lebih tinggi dibanding metode TIG dan MIG.
2. Karena asap dan partikel terak yang kemungkinan besar menghalangi pandangan, kontrol pengelasan pada proses ini menjadi lebih sulit dibandingkan dengan metode MIG
3. Panjang elektroda yang terbatas.
4. Pada pengelasan yang panjang, apabila elektroda habis maka harus diganti terlebih dahulu. Jika terjadi hal seperti ini maka kemungkinan cacat las akibat inklusi atau penetrasi yang kurang akan meningkat.
5. Elektroda yang digunakan berbentuk stik, lebih lambat dalam penggunaan dibandingkan dengan metode MIG.



Gambar 2.21 Metode Pengelasan SMAW

Sumber: (Singh, 2006)