

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan atau Pustaka

Sandblast adalah proses penyemprotan abrasif material biasanya berupa pasir silika atau *steel grit* dengan tekanan tinggi pada suatu permukaan. Proses ini umumnya digunakan untuk membersihkan permukaan yang akan di *coating*. Pembersihan dengan abrasif, pada prinsipnya menggunakan peristiwa utuh, partikel pasir yang berkecepatan tinggi menabrak permukaan baja. Akibatnya, kontaminasi yang ada dipermukaan seperti karat, kotoran debu, oli, dan kotoran *coating* bias dibersihkan dari permukaan. Disamping membersihkan permukaan, proses *sandblast* juga bertujuan untuk membuat kekasaran permukaan atau menciptakan profil. Sehingga daya rekat antara material dengan *coating* dan benda kerja maksimal. Proses *sandblast* memiliki keunggulan yaitu lebih cepat dalam pengerjaan, *flexible* dalam mengikuti bentuk benda kerja yang berlekuk rumit dan lebih mudah untuk membentuk profil hasil kekerasan. (Trethewey, dkk. 1991).

Untuk menggunakan udara bertekanan yang telah disimpan dari tabung penyimpanan kompresor membutuhkan selang angin khusus yang digunakan untuk mengeluarkan angin dari kompresor ke *pot blasting* atau wadah pasir abrasif. Selang ini pada umumnya terbuat dari karet dengan kemampuan tekanan dan ukuran diameter yang bervariasi. Selang yang digunakan serta berspesifikasi yang digunakan merk NCR, ukuran ½ inchi dengan tekanan maksimal 300 psi (Prasetyo, A. H. 2019).

Sandblasting adalah proses penyemprotan bahan abrasif berupa pasir atau partikel kecil dengan tekanan tinggi pada suatu permukaan material. Standart kekasaran yang digunakan pada penelitian ini yaitu 30 μm – 85 μm . Material yang diuji adalah pelat baja SS400 dengan partikel abrasif pasir silika. Uji kekasaran menggunakan *Portable Roughness Tester TR220* Penelitian ini menggunakan desain eksperimen *Box-Behnken* pada metode *Response Surface*. Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter Jarak, Sudut dan Waktu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan. Optimasi dengan menggunakan

Response Optimizer menghasilkan kekasaran minimum 62,71 μm dengan *setting* parameter jarak 448,99 mm, sudut 30° dan waktu 4 detik (Dwi Djumharianto dkk, 2018)

Proses *sandblasting* ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kekasaran yang baik. Parameter proses yang digunakan adalah tekanan kompresor 4 bar, 5 bar, dan 6 bar dengan waktu *sandblasting* 10 detik, 15 detik, dan 20 detik pada material baja karbon yang memiliki dimensi 250 mm x 250 mm x 6 mm (Pradana R, B., dkk 2016).

2.2 Landasan Teori

Pembuatan alat *sandblast* terdapat beberapa materi penunjang yang diperlukan untuk memperlancar proses pembuatan alat. Berikut adalah beberapa dasar teori yang digunakan apa alat *sandblast*.

2.2.1 Pengertian *Sandblast*

Sandblast merupakan proses pembersihan permukaan dengan cara menembakan partikel (pasir) ke suatu permukaan material sehingga menimbulkan gesekan atau tumbukan yang bertujuan untuk menghilangkan material – material yang berkontaminasi seperti karat, cat, garam, oli, dan lain lain. Selain itu juga bertujuan untuk membentuk profil kekarasan pada permukaan material sehingga cat bisa lebih merekat. Kemudian yang diberiskan pada proses ini adalah kecepatan penerjaan dan fleksibilitas dalam mengikuti bentuk benda kerja yang berlekuk dan rumit dari proses pembentukan benda kerja. Hal – hal ini menentukan hasil *sandblast* antara lain adalah keahlian operator, tekanan udara untuk penyemprotan, ukuran pasir yang digunakan, waktu penyemprotan, dan jarak penyemprotan. Tingkat kekerasan dan laju pengikisan permukaan benda kerja yang akan dilakukan pelapisan sangat penting, mengikat tingkat kekerasan akan sangat berpengaruh terhadap daya tekat bahan pelapis terhadap logam yang akan dilapis (Pradana R, B., dkk 2016).

2.2.2 Material Abrasif

Material Abrasif adalah nahan yang digunakan untuk membersihkan dan membentuk profil kekakasan permukaan. Bahan ini disemprotkan dengan tekanan tinggi menggunakan suatu peralatan yang dikenal dengan nama *sandpot* dan kegiatan penyemprotan abrasif ke permukaan plat disebut *blasting*. Suatu abrasif dalam melakukan *blasting* ke material plat baja menghasilkan kemampuan yang berbeda-beda karena hal dipengaruhi oleh faktor kinerja dari abrasif itu sendiri seperti kekerasan abrasif (*hardness*), bentuk abrasif (*shape*), warna abrasif, ukuran abrasif (*mesh*) dan kebersihan abrasif (Susetyo,2011).

Adapun beberapa jenis material abrasif sebagai berikut :

A. Pasir Silika

Pasir silika merupakan bahan abrasif yang memiliki bentuk yang berbeda-beda, pasir silika dapat ditemukan pada batuan granit, kuarsa, dan jenis batuan lainnya. Bentuk umum dari pasir silika adalah prisma segienam yang memiliki ujung piramida segienam dan mengandung silika bebas 90%. Silika baik digunakan untuk membersihkan permukaan namun kurang efektif untuk menciptakan kedalaam profil. Silika dapat membahayakan manusia karena tingkat debu kristal silika yang dihasilkan sangat tinggi bilamana memasuki paru-paru dapat menyebabkan silicosis dan kanker dan bahaya debu yang di timbulkan.

B. *Steel Shot*

Steel shot merupakan abrasif yang di produksi oleh baja. Memiliki bentuk yang bundar dan mengandung silika 1%. *Steel shot* baik digunakan untuk membersihkan permukaan namun kurang efektif untuk menciptakan profil, oleh karena itu, umumnya dicampurkan dengan *steel grit*. Dapat digunakan kembali untuk beberapa kali dan untuk *shop blasting* saja (perkerjaan *blasting* dalam ruang tertutup).

C. *Steel Grit*

Sama dengan *steel shot* ysng diproduksi oleh baja, namun memiliki bentuk yang runcing mengandung silika 1%. Abrasif ini dapat berkarat dan mengkontaminasi permukaan yang bersih. Oleh sebab itu, baik *steel grit* dan *steel*

shot harus diperhatikan tidak karat sebelum digunakan. Dapat digunakan ulang beberapa kali dan umum digunakan untuk *shop blasting* saja.

D. *Cool Slag*

Cool slag merupakan ampas hasil pembakaran industri. mengandung silika bebas kurang dari 1%. Memiliki bentuk persegi-empat atau agak lonjong dan mempunyai tingkat kekerasan 6 mohs dengan berat lebih besar dibanding pasir silika. Oleh sebab itu, dapat digunakan untuk membesihkan permukaan logam dan memperoleh kedalaman profil, namun umumnya tidak digunakan untuk beberapa kali pembersihan karena sifatnya rapuh.

2.2.3 Tekanan

Proses *sandblasting* ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kekasaran yang baik. Parameter proses yang digunakan adalah tekanan kompresor 4 bar, 5 bar, 6 bar dengan waktu *sandblasting* 1 detik, 15 detik dan 20 detik pada material baja karbon yang memiliki dimensi 25 mm x 250 mm x 6 mm. Nilai kekasaran yang diinginkan sesuai dengan spesifikasi yang tertera di cat Jotun. (Pradana, B. R., dkk. 2016).

2.2.4 Proses Perancangan

Proses perancangan adalah suatu rumusan rancangan yang di dalamnya memenuhi kebutuhan manusia. Pada awal mulanya, suatu kebutuhan tertentu mudah untuk dapat diutarakan secara jelas. Sebelum sebuah produk diproduksi maka dilakukan terlebih dahulu dengan proses perancangan yang bertujuan menghasilkan sebuah desain sketsa atau gambar sederhana dari produk tersebut sehingga akan menghasilkan produk yang bermutu yang dapat memenuhi kebutuhan manusia dan pembuatannya cukup aman, efisien, andal, ekonomis dan praktis (Ginting, 2010).

2.2.5 Perancangan menurut VDI 2222

Perancangan dengan VDI 2222 (*Verein Deutsche Ingenieuer*) (Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz dalam bukunya *Engineering Design: A Systematic Approach*) merupakan salah satu pendekatan sistematis untuk menyelesaikan permasalahan 16 serta mengoptimalkan penggunaan material dan teknologi. Luaran utama yang dihasilkan dari metode perancangan ini adalah detail gambar kerja yang merupakan hasil akhir

dari sebuah penyelesaian masalah. Tahapan perancangan menurut VDI 2222 ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2. 1 Diagram alir menurut VDI 2222 (Pujono,2019)

Dari diagram alir pada gambar diatas, dapat dijelaskan metode yang dibagi menjadi empat aktivitas utama antara lain:

1. Merencana

Yaitu merencana desain apa yang akan dibuat. Tahap ini berisi tentang masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut. Tahapan ini sama dengan tahap *input* desain dan rencana desain.

2. Mengkonsep

Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan.

3. Merancang

Memberikan desain wujud dan desain rinci terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain.

4. Penyelesaian

Melakukan *finishing* terhadap rancangan desain, dengan melakukan verifikasi terhadap konsumen/*marketing* dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi.

2.2.6 Gambar Teknik

Gambar teknik termasuk sebuah alat bertujuan untuk menyampaikan maksud dari seseorang perancang tersebut. Oleh sebab itu gambar teknik sering

juga disebut sebagai bahasa teknik (Anwari, 1997). Tugas gambar teknik digolongkan dalam 3 golongan, diantaranya:

A. Penyampaian informasi

Gambar teknik memiliki tugas penting dalam meneruskan maksud dari perancang dengan tepat untuk orang-orang yang bersangkutan, kepada perancangan proses, pembuatan, pemeriksaan dan perakitan.

B. Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan

Gambar teknik termasuk dalam data teknis yang sangat efisien, dimana teknologi dari suatu perusahaan dipersatukan sehingga dapat 14 mensuplai bagian-bagian produk untuk proses perbaikan dan hasil gambar tersebut diperlukan data penyimpanan agar bisa digunakan menjadi bahan informasi untuk rencana baru dikemudian hari.

C. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Gambar teknik juga memerlukan perencanaan yang memiliki konsep abstrak yang terlintas dalam pemikiran yang diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses pemikiran. Masalahnya pertama dilakukannya analisa dan disintesa dengan gambar sehingga gambarnya dapat diteliti dan dikembangkan untuk mengetahui hasil terbaik dari rancangan gambar tersebut.

Gambar teknik juga mempunyai tujuan-tujuan gambar sebagai berikut:

1. Internasionalisasi gambar

Dasar gambar teknik memiliki peraturan yang disepakati oleh bersama antara orang-orang yang bersangkutan dan setelah itu telah menjadi bentuk standar perusahaan tersebut seiringnya perkembangan dalam dunia usaha, keperluan standar perdagangan dan standar nasional meningkat.

2. Mempopulerkan gambar

Akibat dikenalnya kemajuan dalam bidang teknologi menyebabkan meningkatnya jumlah golongan yang harus membaca dan mempergunakan gambar maka diperlukan mempopulerkan gambar dan harus jelas dan mudah Dipahami.

3. Perumusan gambar

Memiliki hubungan yang erat di dalam gambar teknik sangatlah penting diantara bidang industri seperti permesinan, struktur perkapalan, arsitektur dan teknik sipil, masing-masing dengan perkembangannya teknologi sehingga menjadi suatu keharusan untuk menyediakan keterangan gambar yang mudah dipahami, terlepas dari bidang diatas sehingga bertujuan untuk mencoba mempersatukan dan mengidentifikasi masing-masing bidang sesuai nilai standar tersebut.

4. Sistematika gambar

Tahap ini berisi tentang kajian dalam bentuk dan ukuran tetapi juga meliputi tanda-tanda nilai toleransi ukuran, toleransi bentuk dan keadaan permukaan.

5. Penyederhanaan gambar

Penghematan tenaga kerja dalam gambar teknik sangat penting, tidak hanya untuk mempersingkat waktu tetapi juga untuk meningkatkan kualitas dari rencana gambar tersebut. Oleh sebab itu diperlukannya penyederhanaan dalam gambar teknik menjadi masalah utama untuk menghemat tenaga saat proses menggambar.

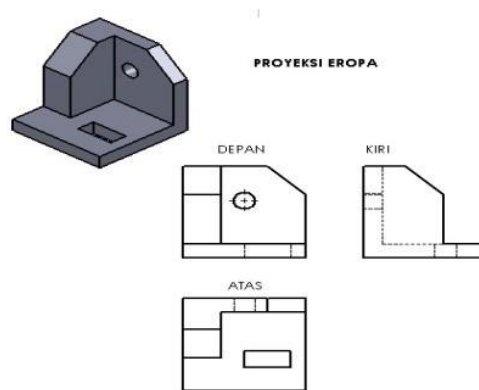
6. Modernisasi gambar

Seiring perkembangannya teknologi, standar gambar juga telah dipaksa mengikutinya. Perencanaan model baru (*modern*) yang telah dikembangkan seperti misal pembuatan film berbentuk mikro dan berbagai macam mesin perencanaan gambar otomatis dengan bantuan komputer (*CAD Computer Aided Design*).

Sedangkan dalam gambar teknik juga mempunyai sudut pandang atau proyeksi yang bertujuan untuk mempermudah pembacaan gambar dalam bentuk 2D. Proyeksi ada 2 jenis yaitu proyeksi eropa dan proyeksi amerika

2.2.6.1 Proyeksi Eropa

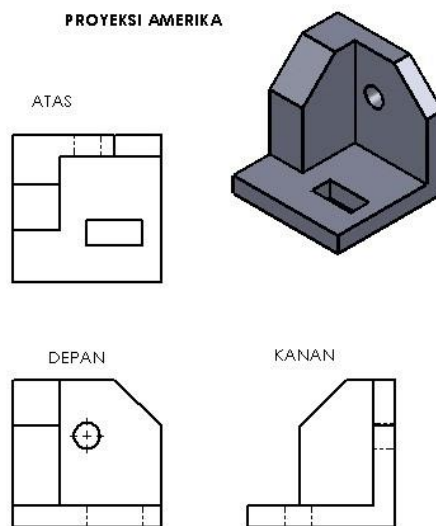
Proyeksi eropa disebut juga pandangan sudut pertama, juga ada yang menyebutkan pandangan kuadran I, perbedaan sebutan ini tergantung dari masing-masing penulis dari buku yang menjadi bahan referensi (Anwari, 1997). Juga dikatakan yang letak pandangan bidangnya terbalik dengan arah pandangannya. Proyeksi eropa dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2. 2 Proyeksi eropa (Anwari, 1997)

2.2.6.2 Proyeksi Amerika

Proyeksi amerika disebut juga pandangan sudut ketiga, juga ada yang menyebutkan pandangan kuadran III, perbedaan sebutan ini tergantung dari masing-masing penulis dari buku yang menjadi bahan referensi. Juga dikatakan yang letak pandangan bidanganya sama dengan arah pandangannya (Anwari, 1997). Proyeksi amerika dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2. 3 Proyeksi amerika (Anwari, 1997)

2.2.7 Peranan Komputer dalam Proses Perancangan

Metode perancangan grafis komputer berperan sangat penting dengan berbagai kemudahan, kecepatan, keleluasaan dalam menghasilkan suatu gagasan yang visual. Kemajuan teknologi komputer menciptakan suatu ruang untuk bermain

dan berkreasi bagi pada designer seluas-luasnya, dari banyak halhal baru yang sebelumnya tidak memungkinkan untuk dilakukan dengan teknik manual (Sisyanto, 2014). Ide, akal, mata dan tangan adalah alat seorang designer untuk merancang sebuah gambar dengan menggunakan konsep atau ide yang biasanya tidak dianggap sebagai sebuah desain sebelum direalisasikan atau dinyatakan dalam bentuk visual. Dalam proses perancangan produk dengan bantuan komputer hasil dari rancangan produk dituangkan menggunakan suatu *software* gambar.

2.2.8 *SolidWorks*

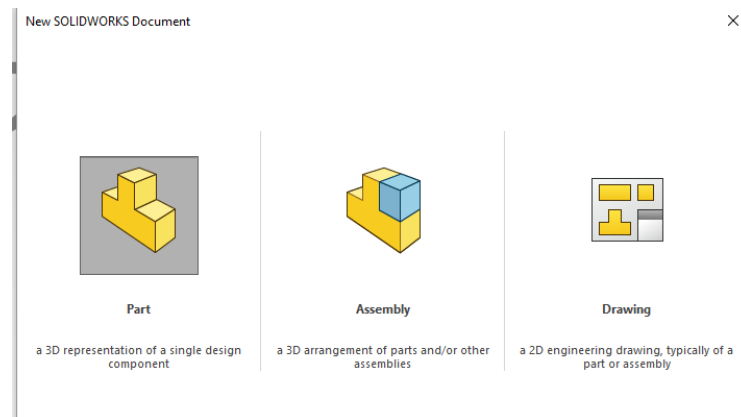
SolidWorks adalah salah satu *software* yang digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* pemesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk mempresentasikan *part* sebelum *real part* dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses pemesinan. File dari *SolidWorks* ini bisa di pindahkan ke *software* analisis misalnya *Ansys*, *FLOVENT*, dll. (Nugroho, 2020)

Desain juga bisa disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya. *SolidWorks* dalam penggambaran/pembuatan model 3D menyediakan *feature-based*, *parametric solid modeling*. *Feature-based* dan *parametric* ini yang akan sangat mempermudah bagi *user*-nya dalam membuat model 3D. menunjukkan tampilan *user interface* pada *Solidworks* 2018.



Gambar 2. 4 Tampilan awal pada *solidworks* 2018.

SolidWorks menyediakan 3 *template* utama pada saat akan memulai mengoperasikanya, seperti pada:



Gambar 2. 5 *Solidworks template.*

Setiap *template* memiliki fungsi dan kegunaanya masing-masing serta dapat dibuat saling berkaitan. Fungsi dari setiap *template* sebagai berikut:

A. Part

Part adalah sebuah objek 3D yang terbentuk dari beberapa *feature*. Sebuah *part* dapat menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan biasa juga digambarkan dalam bentuk 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah benukan operasi-operasi yang membentuk *part*. *Base Feature* adalah fitur yang pertama kali dibuat. Ekstensi pada *fileSolidWork Part* adalah *.SLDPRT*.

B. Assembly

Assembly adalah sebuah dokumen dimana *part*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) disatukan bersama. Ekstensi *file* untuk *SolidWork Assembly* adalah *.SLDASM*.

C. Drawing

Drawing adalah gambaran 2D dari sebuah 3D *part* maupun *assembly*, ekstensi *file* untuk *Solidwork Drawing* adalah *SLDDRW*.

2.3 Proses Produksi

Proses produksi merupakan rangkaian kegiatan yang dengan menggunakan peralatan, sehingga masukan atau input dapat diolah menjadi keluaran yang berupa barang atau jasa yang akhirnya dapat dijual kepada pelanggan untuk memungkinkan perusahaan memperoleh hasil keuntungan yang diharapkan. Proses

produksi yang dilakukan terkait dalam suatu sistem, sehingga pengolahan atau pentransformasian dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan yang dimiliki.

Berikut ini adalah proses produksi dalam pembuatan mesin *sandblast* yaitu sebagai berikut:

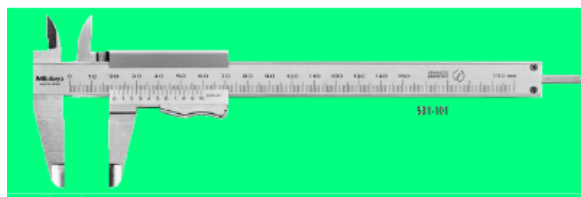
2.3.1 Proses Pengukuran

Kegiatan mengukur dapat diartikan sebagai proses perbandingan suatu obyek terhadap standar yang relevan dengan mengikuti peraturan-peraturan terkait dengan tujuan untuk dapat memberi gambaran yang jelas tentang obyek ukurnya.

Fungsi dari proses pengukuran yaitu:

- a. Membuat gambaran melalui karakteristik suatu obyek atau prosesnya.
- b. Mengadakan komunikasi antar perancang, pelaksana pembuatan, penguji mutu, dan berbagai pihak yang terkait lainnya.
- c. Memperkirakan hal-hal yang akan terjadi.
- d. Melakukan pengendalian agar sesuatu yang akan terjadi dapat sesuai dengan harapan perancang.

Kegiatan pengukuran memerlukan suatu perangkat yang dinamakan *instrument* (alat ukur). *Instrument* atau alat ukur adalah sesuatu yang digunakan untuk membantu kerja indera untuk melakukan proses pengukuran. Terdapat jenis alat ukur yang dapat dikelompokkan melalui disiplin kerja atau besaran fisika, salah satunya yaitu alat ukur dimensi seperti mistar, jangka sorong, mikrometer, bilah sudut, balok ukur, *profile projector*, *universal measuring machine*, dan seterusnya. Jangka sorong merupakan kategori alat ukur presisi sedang. Dengan alat ini pengukuran akan terbaca sampai dengan ketelitian 0,02 mm atau 0,05 mm dapat dari Gambar 2.6 (Widarto, 2008)



Gambar 2. 6 Jangka sorong

2.3.2 Proses Pemotongan

Proses pemotongan logam merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk (komponen mesin) dari logam dengan cara memotong. Berdasarkan pada cara memotongnya, proses pemotongan logam dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok dasar, yaitu:

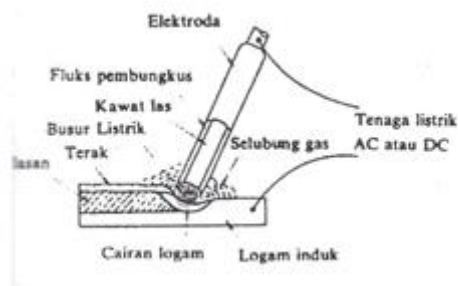
- a. Proses pemotongan dengan mesin las
- b. Proses pemotongan dengan mesin frais
- c. Proses pemotongan dengan mesin perkakas
- d. Proses pemotongan non-konvensional (*Electrical Discharge Machining, Laser Beam Machining, Chemical Milling, dsb*) (Widato, 2008)

2.3.3 Proses Pengelasan

Proses pengelasan dilakukan guna menyatukan bagian-bagian rangka (Wirjosumarto & Okumura, 2008). Berdasarkan cara kerjanya pengelasan dapat dibagi dalam 3 kelas utama yaitu:

- a. Pengelasan cair yaitu dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau samburan api gas yang terbakar.
- b. Pengelasan tekan yaitu dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
- c. Pematian yaitu dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair terendah.

Jenis las yang digunakan dalam proses penyambungan rangka adalah jenis las busur listrik. Hal tersebut didasarkan pada karakter komponen yang digunakan Gambar 2.7 Merupakan proses pengelasan.

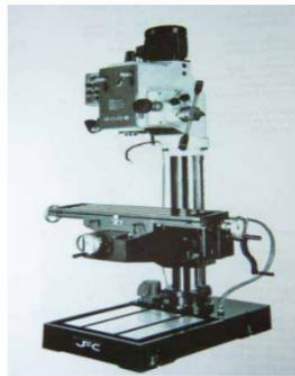


Gambar 2. 7 Pengelasan SMAW

(Wirjosumarto dan Okomura, 2008)

2.3.4 Proses Gurdi

Proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan lainnya. Biasanya di bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi yang dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada mesin gurdi, tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin frais, mesin bor adapun contoh mesin gurdi ditunjukkan pada Gambar 2.8 (Widarto, 2008)



Gambar 2. 8 Mesin Gurdi (Widarto, 2008)

A. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.1)$$

Keterangan:

V_c = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter gurdi (mm)

n = putaran *spindle* (rpm)

B. Gerak makan per mata potong

$$F_z = \frac{vf}{z \times n} \quad (2.2)$$

Keterangan:

F_z = gerak makan / mata potong (mm/put)

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

N = putaran *spindle* (rpm)

z = jumlah mata potong

C. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.3)$$

Keterangan:

t_c = waktu pemotongan (menit)

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

l_t = panjang pemesinan (mm) = $l_v + l_w + l_n$

l_v = panjang langkah awal pemotongan (mm)

l_w = panjang pemotongan benda kerja (mm)

l_n = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

$l_n = (d/2) / \tan$

kr ; sudut potong utama = $1/2$ sudut

2.3.5 Proses Gerinda

Mesin gerinda adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin ini adalah gerinda berputar, bersentuhan dengan benda kerja terjadi pengikisan, penajaman, pemotongan dan pengasahan (Rochim,2007). Beberapa Mesin gerinda yaitu sebagai berikut:

A. Mesin gerinda tangan

Menggerinda bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat atau dapat untuk membentuk benda kerja seperti merapihkan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan benda kerja untuk dilas dan lain lain. Contoh mesin gerinda tangan pada Gambar 2.9 berikut ini



Gambar 2. 9 Gerinda tangan

B. Gerinda potong

Mesin gerinda potong merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan pelat atau pipa. Roda gerinda yang digunakan dengan kecepatan tinggi. Contoh mesin gerinda potong pada Gambar 2.10 berikut ini.



Gambar 2. 10 Gerinda potong

2.3.6 Proses Finishing

Finishing merupakan tahapan terakhir dalam proses produksi. Sebelum produk masuk *quality control* tahap akhir dan pengepakan maka dilakukan *finishing* terlebih dahulu. *Finishing* adalah suatu proses penyelesaian atau penyempurnaan akhir dari suatu produk. Pada umumnya *finishing* dilakukan dengan melapisi material dengan cat, politur, pelindung air, atau bahan lain. Selain membuat tampilan produk menjadi lebih menarik, *finishing* juga dapat memberikan perlindungan pada material agar lebih tahan goresan, benturan dan tahan lebih lama (Arifudin, 2017).

2.3.7 Proses Perakitan

Perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu.

Pekerjaan perakitan dimulai dari obyek sudah siap untuk dipasang dan berakhir bila obyek tersebut telah bergabung secara sempurna. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya (Fauzia dkk., 2019).

2.3.8 Perhitungan estimasi waktu proses produksi

Perhitungan estimasi waktu proses produksi dihitung dengan rumus (Nugroho, 2021):

$$t_{total\ produksi} = \sum t_{proses\ produksi} \quad (2.4)$$

keterangan:

$t_{total\ produksi}$ = total estimasi waktu produksi (*min*)

$\sum t_{proses\ produksi}$ = jumlah waktu proses produksi (*min*)

2.3.9 Biaya Produksi

Biaya produksi atau biaya pabrik adalah biaya untuk mengolah bahan baku menjadi barang atau produk jadi (Nurrohman, 2020). Terdapat 3 elemen biaya, yaitu: biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung dan biaya *overhead* pabrik.