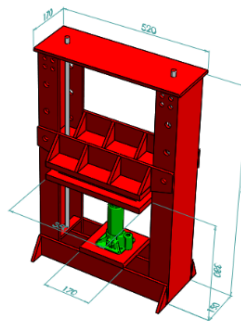


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

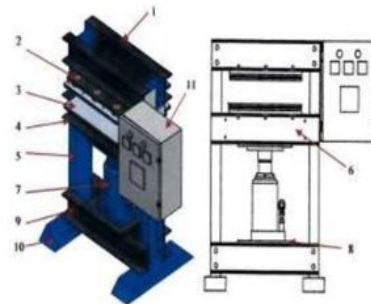
Syaukani M, dkk, (2021), telah dilakukan penelitian dengan judul Desain dan Analisis Mesin *Press* Komposit Kapasitas 20 Ton. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji lebih jauh mengetahui kekuatan strukturnya dengan menganalisis tegangan, analisis deformasi serta analisis faktor keamanan. Proses analisis melalui simulasi dengan bantuan *software Solidworks 2018*. Simulasi dilakukan dengan pemberian beberapa variasi beban tekanan mulai dari 5-20 Mpa, diasumsikan sebagai beban merata dan terpusat. Ukuran rangka: 90 cm x 52 cm x 17 cm, dan material adalah baja AISI 304 yang memiliki massa jenis sebesar 8 g/cm³ dengan total *massa* total mesin *press* sebesar 120,33 Kg. Hasil analisis menunjukkan tegangan *von mises* maksimum yaitu 79,70 Mpa dengan deformasi maksimum 0,0176 mm dan nilai faktor keamanan terkecil sebesar 2,595. Berdasarkan hasil tersebut maka rencana desain mesin *press* dinyatakan aman.



Gambar 2.1 Desain dan analisis mesin *press* komposit kapasitas 20 ton

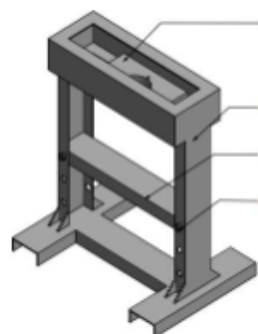
Junaidi, (2020), telah dilakukan penelitian dengan judul Pengembangan Alat Kempa Panas (*Hot Press*) Penekanan Dongkrak Hidrolik untuk Pembuatan Papan Komposit ukuran 25 cm x 25 cm. Penelitian ini dilakukan untuk merekayasa dengan merancang, membuat alat, melakukan pengujian terhadap alat dan melakukan pengujian sifat fisik serta mekanis papan komposit. Penelitian ini didapatkan ukuran alat: tinggi 100 cm dan lebar 60 cm dengan besi profil U ukuran 12 cm x 6 cm x 6 cm dengan tebal 0,4 cm. Plat tekan dan plat dasar 40 cm x 40 cm x 0,8 cm. Jumlah elemen pemanas 2 buah jenis *hot plate*, suhu maksimal yang

dicapai 200°C, penekan yang digunakan dongkrak 1 buah dengan beban 50 ton. Tekanan maksimal yang mampu dilakukan yaitu 30 Kg/cm², tebal serat yang mampu ditekan dari 15 cm menjadi 1 cm. Penekanan mampu mencapai ketebalan 1 cm.



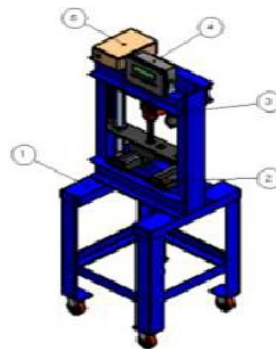
Gambar 2.2 Desain pengembangan alat kempa panas (*hot press*) penekanan dongkrak hidrolik untuk pembuatan papan komposit ukuran 25 cm x 25 cm

Fredik R H M, dkk, (2020), telah dilakukan penelitian dengan judul Perancangan Rangka Mesin *Press* Hidrolik Kapasitas 50 Ton. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan beberapa kriteria desain seperti aman, ketelitian yang tinggi, mudah perawatan, mudah dalam penggunaan, dimensi proposional, harga relatif murah dan *spare part* mudah didapatkan. Pada proses perancangan rangka, perancang menghitung reaksi tumpuan, persamaan kesetimbangan statika, reaksi gaya dalam, kekuatan bahan, tegangan tarik, dan tegangan geser. Material yang digunakan untuk rangka tersebut adalah baja ST 50 profile U dengan ukuran 200 mm x 80 mm x 7,5 mm dengan tegangan tarik ijin 50 Kg/mm². Hasil perancangan yang didapat yaitu σ_{max} 64,6 N/mm² dan σ_{ot} 62,5 N/mm². Karena $\sigma_{max} \leq \sigma_{ot}$ maka rangka dinyatakan aman.



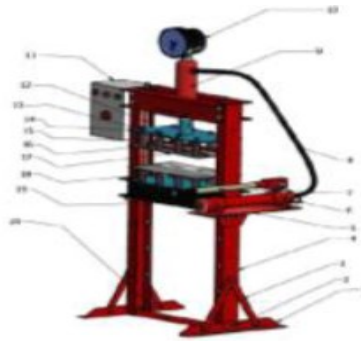
Gambar 2.3 Desain perancangan rangka mesin *press* hidrolik kapasitas 50 ton

Kusuma F A, dkk, (2022), telah dilakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Mesin Uji *Bending* Untuk Material Komposit. Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan pembuatan mesin uji *bending* serta melakukan pengujian material komposit resin *epoxy* dan serbuk tebu berdasarkan perbandingan fraksi berat. Penelitian ini didapatkan metode perancangan pendekatan metode VDI 2222 dan desain wujud menggunakan *Solidworks* 2017. Ukuran rangka 50 cm x 50 cm x tinggi 140 cm. Dengan dongkrak 2 ton gaya tekan jika diberikan beban 200 kg adalah 78,4 N dengan torsi sebesar 4,704 Nm, spesifikasi motor wiper 12 volt. Rangka mesin tegangan lentur yang terjadi pada profil 1 dan 2 sebesar 15,61 N/mm² dan 5,07 N/mm². Tegangan yang diijinkan 71,42 N/mm², maka dapat disimpulkan rangka aman. Hasil dari pengujian material komposit menghasilkan kekuatan bending pada fraksi berat resin 100% sebesar 67,71 Mpa dan fraksi berat serbuk tebu 50% sebesar 33,74 Mpa.



Gambar 2.4 Desain rancang bangun mesin uji *bending* untuk material komposit

Rizal H, dkk, (2019), telah dilakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Mesin *Hot Press* Untuk Pembuatan Papan Komposit Berbasis Limbah Sekam Padi dan Plastik HDPE. Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah/sampah plastik pada lingkungan masyarakat. Penelitian ini didapatkan penekanan sampai dengan 20 ton dan temperatur pemanasan 120°C sampai dengan 200°C. Ukuran rangka: lebar 60 cm, tinggi 130 cm dan dimensi panjang *moulding* papan komposit 54 cm dan lebar 20 cm, jumlah elemen pemanas yang digunakan 4 buah. Dihasilkan paling baik terlihat pada temperatur 150°C dan 170°C. Selain itu penggunaan sekam padi dan plastik HDPE bisa menjadi digunakan untuk bahan pembuatan papan komposit.



Gambar 2.5 Desain rancang bangun mesin *hot press* untuk pembuatan papan komposit berbasis limbah sekam padi dan plastik HDPE

2.2 Landasan Teori

Untuk merealisasikan rancang bangun rangka mesin *hot press* hidrolik 10 ton untuk cetakan spesimen bahan uji komposit *fiberglass*, landasan teori yang diperlukan sebagai berikut:

2.2.1 Pengertian rancang bangun

Perancangan adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik (Ladjamudin, 2005).

Sedangkan pengertian bangun atau pembangunan sistem adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian (Pressman, 2009).

Dengan demikian pengertian rancang bangun merupakan kegiatan menerjemahkan hasil analisa dalam kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian.

2.2.2 Mesin *press*

Mesin *press* adalah sebuah mesin yang dirancang untuk menghasilkan sebuah tekanan tinggi yang diaplikasikan untuk mempermudah pekerjaan manusia seperti menghancurkan suatu benda, mendorong maupun mengangkat, sumber tenaganya bisa berasal dari mesin hidrolik, tenaga manusia, dan motor listrik dan lain lain. Mesin *press* terdiri dari tiga bagian utama yang disebut dengan *frame*, *ram*

dan *bed*. Sistem mekanis pada mesin akan menggerakkan *ram* kemudian diteruskan ke *press moulding* dan mendorong benda kerja sehingga bisa membentuk dan memotong benda kerja sesuai dengan fungsi *press moulding* yang dipakai. Mesin *press* tersedia dalam tiga pilihan berdasarkan tenaga yang digunakan, yakni mesin *press* manual, mesin *press* hidrolis dan mesin *press* pneumatik (Sularso dan Suga, K. 1987).

2.2.3 *Software solidworks*

Solidworks adalah sebuah program *computer aided design* (CAD) 3D yang menggunakan *platform Windows*. *Software* ini dikembangkan oleh *Solidworks Corporation*, yang merupakan anak perusahaan dari *Dassault System, S.A.* *Solidworks* menyediakan *feature-based parametric, solid modeling* dan bergerak pada pemodelan 3D. *Software* ini juga mampu menganalisis produk untuk mengetahui kekuatan produk seperti *force, torque, temperature, dan safety factor*.

Di Indonesia sendiri terdapat banyak perusahaan manufaktur yang menggunakan perangkat lunak *solidworks*. Keunggulan *solidworks* dari *software* CAD lain adalah mampu menyediakan sketsa 2D yang dapat ditingkatkan menjadi bentuk 3D. Selain itu, pemakaiannya mudah karena dirancang khusus untuk mendesain benda sederhana maupun yang rumit sekalipun. Inilah yang membuat *solidworks* menjadi populer dan menggeser ketenaran *software* CAD lainnya (N. F. Putra, 2017).



Gambar 2.6 *Software solidworks* (Binuscenter.com diakses tanggal 1 Juni 2024)

Solidworks menyediakan 3 mode yang digunakan untuk merancang utama, yaitu:

A. *Part*

Part adalah sebuah object 3D yang terbentuk dari *feature-feature*. Sebuah *part* bisa menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan juga bisa digambarkan dalam bentuk 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah bentukan dan operasi-operasi yang membentuk *part*.

B. *Assembly*

Assembly adalah sebuah dokumen di mana *parts*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) dipasangkan atau disatukan bersama.

C. *Drawing*

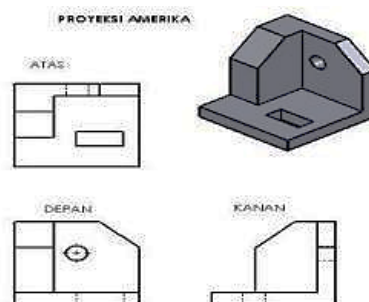
Drawing adalah *templates* yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D atau 3D *engineering Drawing* dari *single component (part)* maupun *Assembly* yang sudah kita buat. Digunakan untuk mempermudah dalam proses produksi tersebut.

2.2.4 Gambar teknik

Menurut Khumaedi (2015), gambar teknik mesin harus cukup memberikan informasi untuk meneruskan maksud yang diinginkan oleh perencana kepada operator, demikian juga operator harus mampu mengimajinasikan apa yang terdapat dalam gambar kerja untuk dibuat menjadi benda kerja yang sebenarnya. Untuk itu diperlukan standarisasi gambar sebagai bahasa teknik dan juga diperlukan untuk menyediakan ketentuan-ketentuan yang cukup jelas pada gambar.

A. Proyeksi amerika

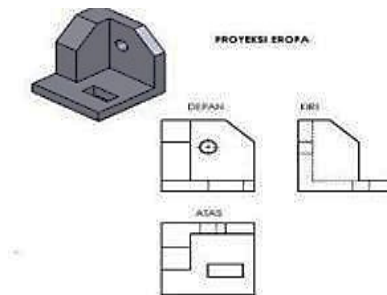
Menurut Khumaedi (2015), pada proyeksi sistem Amerika (*Third Angle Projection* = Proyeksi Sudut Ketiga), bidang proyeksi terletak di antara benda dengan penglihatan yang berada di luar. Untuk memproyeksikan benda pada bidang proyeksi seolah-olah benda ditarik ke bidang proyeksi. Dengan demikian jika bidang-bidang proyeksi dibuka, maka pandangan depan akan terletak di depan, pandangan atas terletak di atas, pandangan samping kanan terletak di samping kanan, pandangan samping kiri terletak di samping kiri, pandangan bawah terletak di bawah, dan pandangan belakang terletak di sebelah kanan samping kanan seperti terlihat pada gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.7 Proyeksi amerika (Khumaedi, 2015)

B. Proyeksi eropa

Menurut Khumaedi (2015), pada proyeksi sistem Eropa (*First Angle Projection* = Proyeksi Sudut Pertama), benda terletak di dalam kubus di antara bidang proyeksi dan penglihat. Untuk memproyeksikan benda seolah-olah benda tersebut didorong menuju bidang proyeksi. Dengan demikian jika bidang proyeksi di buka, maka pandangan depan tetap, pandangan samping kanan terletak di sebelah kiri, pandangan samping kiri terletak di sebelah kanan, pandangan atas terletak di sebelah bawah, pandangan bawah terletak di atas dan pandangan belakang terletak di sebelah kanan pandangan samping kiri seperti terlihat pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Proyeksi eropa (Khumaedi, 2015)

2.2.5 Pengertian rangka

Rangka merupakan suatu konstruksi yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung satu dengan yang lain pada kedua ujungnya, sehingga membentuk satu kesatuan struktur yang kokoh. Rangka digunakan untuk mendukung dan menjaga stabilitas semua komponen-komponen mesin. Bentuk rangka batang dapat bermacam-macam sesuai dengan fungsi dan konstruksi, seperti konstruksi untuk jembatan, rangka untuk atap, mesin, serta menara, dan sesuai pula dengan bahan yang digunakan, seperti baja atau kayu (Mulyati, 2011).

Adapun perhitungan yang terdapat pada rangka adalah sebagai berikut (Popov, 1995):

A. Gaya

Gaya adalah sesuatu yang menyebabkan suatu benda dari keadaan diam menjadi bergerak atau sebaliknya. Dalam ilmu statika berlaku hukum (Aksi = Reaksi), gaya dalam statika dapat dicari dengan persamaan:

$$F = m \times g \quad (2.1)$$

Di mana: F = gaya (N)
 m = massa (kg)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)

B. Momen

Momen adalah hasil dari antara gaya yang bekerja dengan panjang lengan yang diakibatkan beban. Rumus mencari momen yang bekerja:

$$M = F \times d \quad (2.2)$$

Di mana: M = momen (Nmm)
 F = gaya (N)
 d = panjang dari titik ke titik (mm)

C. Menghitung momen inersia

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (2.3)$$

Di mana: I = momen inersia (mm^4)
 b = lebar penampang (mm)
 h = tinggi penampang (mm)

D. Tegangan lentur beban

$$\sigma \text{ beban} = \frac{M \text{ maks}}{I} \times C \quad (2.4)$$

Di mana: $\sigma \text{ beban}$ = tegangan lentur beban (N/mm^2)
 $M \text{ maks}$ = momen lentur maksimal (N.mm)
 I = momen inersia (mm^4)
 C = jarak sumbu netral (mm)

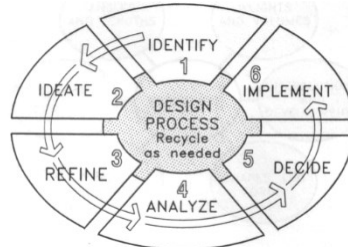
E. Tegangan lentur yang diijinkan

$$\sigma \text{ ijin} = \frac{\sigma}{Sf} \quad (2.5)$$

Di mana: $\sigma \text{ ijin}$ = tegangan yang diijinkan (N/mm^2)
 σ = tegangan luluh (N/mm^2)
 Sf = faktor keamanan beban yang dikenakan

2.2.6 Metode perancangan James H. Earle

Metode perancangan menurut James H. Earle dapat dilihat seperti pada gambar dan penjelasan di bawah ini (Pujono, 2019):



Gambar 2.9 Metode perancangan James H. Earle (Pujono, 2019)

A. Identifikasi masalah (*Identify*)

Identifikasi masalah adalah kegiatan mengenal atau mencari tahu kebutuhan dan langkah awal ketika perancang menyelesaikan suatu masalah. Dilakukan adalah mengenal kebutuhan selanjutnya mengusulkan kriteria rancangan.

B. Ide awal

Kreativitas sangat tinggi pada tahap ide awal dalam proses desain, karena tidak ada batasan berinovasi, mencoba, dan tantangan. Pada tahap selanjutnya dari proses desain, kebebasan kreativitas dikurangi dan kebutuhan akan informasi semakin bertambah.

C. Perbaiki ide

Perbaikan dari ide-ide rancangan awal adalah permulaan dari kreativitas dan imajinasi yang tidak terbatas. Seseorang perancang sekarang ini berkewajiban memberikan pertimbangan utama pada fungsi dan kegunaannya. Sesi berdiskusi merupakan jalur yang baik untuk mengumpulkan ide yang bagus, *revolutioner*, bahkan liar. Sket kasar, catatan, dan komentar dapat menangkap dan mempertahankan persiapan ide untuk penyaringan lebih lanjut.

D. Analisa rancangan

Analisa rancangan merupakan langkah dimana ilmu pengetahuan digunakan dengan intensif untuk mengevaluasi desain terbaik dan membandingkan kelebihan setiap desain dengan membandingkan kelebihan dengan perhatian kepada biaya, kekuatan, fungsi, dan permintaan pasar.

E. Keputusan

Proses pengambilan keputusan untuk menentukan semua kesimpulan tentang penemuan-penemuan signifikan, keistimewaan, perkiraan-perkiraan dan rekomendasi-rekomendasi desain tersebut dimulai dengan presentasi dari perancang atau tim perancang.

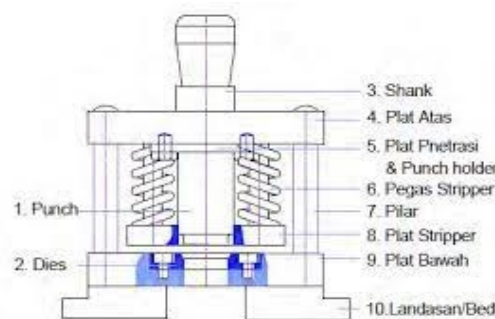
F. Implementasi

Implementasi adalah langkah terakhir dalam proses desain, dimana sebuah desain menjadi nyata. Perancang mendetailkan produk dalam gambar kerja dengan spesifikasi dan catatan untuk produksi, karena semua produk diproses berdasarkan gambar kerja dan spesifikasinya.

2.2.7 Pengertian *moulding*/cetakan

Menurut Suryo (2022: 29), *mould* adalah alat cetak yang dapat diisi dengan material cair tertentu untuk menghasilkan produk yang bentuk dan dimensinya mengikuti rongga alat cetak tersebut. *Moulding* dapat mencetak sebuah produk dengan gaya pada proses yang direncanakan. Proses pengerjaan yang dikerjakan oleh *moulding* tersebut digerakan oleh mesin *press* tertentu.

Moulding ini sangat berguna dalam pembuatan logam, plastik, serta komposit ke ukuran yang sudah ditetapkan. *Moulding* atau cetakan umumnya terdapat dua bagian utama yaitu bagian atas yang disebut *upper* dan bagian bawah yang disebut *lower*. Terjadinya pergeseran biasanya pada *moulding* progresif didesain menggunakan batang pengarah (*guide post*) pada dua atau empat sudut *moulding*. *Moulding* dapat dilihat seperti pada gambar 2.10 di bawah ini.



Gambar 2.10 *Moulding* (Perkakasku.com diakses tanggal 15 Juni 2024)

2.2.8 Proses produksi

Proses produksi diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa (Assauri, 1995).

Menurut Herawati, dkk. (2016), proses produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, bahan baku dan dana agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia. Fungsi produksi dalam sebuah perusahaan bukanlah sekedar fungsi untuk mengadakan perubahan bentuk, tempat dan waktu saja, melainkan juga harus mempunyai beberapa pertimbangan tentang biaya yang dikeluarkan karena adanya kegiatan produksi tersebut.

2.2.9 Proses pengukuran

Menurut Suharyadi (2020), menyatakan pengukuran (kegiatan mengukur) adalah kegiatan membandingkan ukuran (dimensi) suatu benda terhadap sebuah standar ukuran, standar ukuran ini tertera pada alat ukur yang digunakan.

Proses pengukuran dimensi suatu benda kerja dengan cara mengukur benda tersebut dengan alat ukur.

Berdasarkan cara pembacaan skala ukurnya, alat ukur dibagi menjadi 2 yaitu (Sumbodo, 2008):

A. Alat ukur tak langsung

Alat ukur tak langsung adalah jenis alat ukur yang datanya hanya dapat dibaca dengan bantuan alat ukur langsung. Contoh: *telescoping gauge*, *inside caliper*, *outside caliper* dan lain-lain. Alat ukur ini dipakai untuk mengukur bagian-bagian yang tidak dapat dijangkau oleh alat ukur langsung.

B. Alat ukur langsung

Alat ukur langsung adalah jenis alat ukur yang datanya dapat langsung dibaca pada alat ukur tersebut digunakan. Contoh: penggaris, jangka sorong, *micrometer*, mistar, busur derajat, dan lain-lain. Alat ukur ini biasanya digunakan untuk mengukur bagian yang mudah diukur dan dijangkau oleh alat ukur langsung.

2.2.10 Proses pemotongan (*cutting*)

Proses pemotongan adalah proses mengurangi dimensi benda dengan menggunakan alat potong yang berupa mesin gerinda. Proses pemotongan biasa dilakukan pada awal maupun akhir proses pemesinan (Widarto, 2008).

Proses pemotongan dilakukan dengan berbagai jenis alat potong logam pada produksi antara lain:

A. Gerinda tangan

Mesin gerinda merupakan mesin yang digunakan untuk memutar roda gerinda. Roda gerinda yang digunakan pada mesin gerinda tangan adalah sebuah piringan gerinda tipis. Mesin gerinda tangan dapat digunakan untuk mengikis permukaan benda kerja (menggerinda) maupun memotong benda kerja. Gerinda tangan biasanya digunakan untuk menghaluskan permukaan benda kerja setelah proses pengelasan, terutama ada benda kerja yang berukuran besar dapat dilihat pada gambar 2.11 di bawah ini.



Gambar 2.11 Gerinda tangan (Perkakasku.com diakses tanggal 15 Juni 2024)

B. Gerinda potong *cut off*

Mesin gerinda potong merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan plat atau pipa. Roda gerinda yang digunakan dengan kecepatan tinggi. Mesin gerinda potong dapat memotong benda kerja pelat ataupun pipa dari bahan baja dengan cepat. Gerinda potong *cut off* dapat dilihat seperti pada gambar 2.12 di bawah ini.



Gambar 2.12 Gerinda potong *cut off* (Ahmad, 2013)

2.2.11 Proses gurdi

Menurut Rochim (2007), proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan yang lain. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*). Putaran mesin diteruskan ke poros mesin yang sekaligus sebagai pemegang mata bor, yang dapat digerakan naik dan turun untuk melakukan proses pemakanan. Gerak naik dan turun dapat diatur oleh operator dan meja mesin juga dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Mesin gurdi dapat dilihat seperti pada gambar 2.13 di bawah ini.



Gambar 2.13 Mesin gurdi (JTM PNC)

Berikut rumus perhitungan proses gurdi untuk mengetahui waktu pembuatan lubang pada material (Widarto, 2008) :

A. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.6)$$

Keterangan:

V_c = Kecepatan potong (m/menit)

d = Diameter lubang (mm)

n = Putaran *spindle* (rpm)

B. Gerakan makan per mata potong

$$V_z = \frac{V_f}{z \times n} \quad (2.7)$$

V_f bisa juga dicari dengan rumus $f_s = 0.084 \times \sqrt{d^3}$,

Keterangan:

V_z = Gerakan makan per mata potong (mm/putaran)

V_f = Kecepatan potong (mm/menit)

- z = Jumlah mata potong
 n = Putaran spindle (rpm)

C. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.8)$$

Keterangan:

- t_c = Waktu pemotongan (menit)
 V_f = Kecepatan potong (mm/menit)
 l_t = Panjang pemesinan (mm)
 $l_t = l_v + l_w + l_n$
 l_v = Panjang langkah awal pemotongan (mm)
 l_w = Panjang pemotongan benda kerja (mm)
 l_n = Panjang langkah akhir pemotongan (mm)
 $l_n = \frac{d}{2 \tan kr}$; sudut potong utama = $1/2$ sudut ujung

2.2.12 Sambungan pengelasan

Pengelasan atau las adalah penyambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Mengelas adalah pekerjaan menyambung dua logam atau logam paduan dengan cara memberikan panas baik di atas atau di bawah titik cair logam tersebut baik dengan atau tanpa tekanan serta ditambah atau tanpa logam pengisi (Suharto, 1991).

A. Las busur listrik

Las busur listrik elektroda terlindung atau lebih dikenal dengan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah cara pengelasan dengan mempergunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Prinsip pengelasan las busur listrik adalah sebagai berikut: arus listrik yang cukup padat pada tegangan rendah bila dialirkan pada dua buah logam yang konduktif akan menghasilkan loncatan elektroda, yang dapat menimbulkan panas yang sangat tinggi hingga mencapai suhu 6000°C sehingga dapat mudah mencair kedua logam tersebut (Suharto, 1991). Mesin las busur dapat dilihat seperti pada gambar 2.14 di bawah ini.



Gambar 2.14 Las busur listrik (Tokopedia.com diakses tanggal 5 juli 2024)

$$a. \text{ Jumlah elektroda} = \frac{\text{Total panjang las}}{\text{Panjang las per batang elektroda}} \quad (2.9)$$

Keterangan:

Jumlah elektroda = batang

Total panjang las = mm

Panjang las per batang elektroda = mm/batang

2.2.13 Proses perakitan

Menurut Hastarina (2019), menyatakan proses perakitan adalah proses penggabungan dari beberapa bagian komponen yang dirakit satu-persatu untuk membentuk suatu konstruksi yang diinginkan hingga menjadi produk akhir. Perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya.

2.2.14 Proses sebelum *finishing* dan *finishing*

Menurut Yuniardi (2016), proses sebelum *finishing* dilakukan untuk merapikan hasil pekerjaan sebelum dilanjutkan proses *finishing*. Adapun proses sebelum *finishing* antara lain seperti merapikan hasil pengelasan yang kurang rapi, menghaluskan permukaan yang kasar atau meratakan permukaan benda yang tidak rata, serta merapikan permukaan yang tajam pada bagian sudut. Alat perkakas yang digunakan berupa mesin gerinda *portable* karena sifatnya yang mudah dipindah sehingga menjangkau segala posisi sesuai dengan kerumitan bentuk bahan yang digerinda.

Adapun proses *finishing* dapat berupa pengecekan kembali bagian yang kurang rapih dan proses pengecatan pada rangka mesin sesuai warna yang diinginkan. Proses *finishing* yang berupa pelapisan permukaan benda kerja dengan menggunakan cat. Fungsi utamanya adalah sebagai penghambat laju korosi atau karat suatu struktur dan membuat benda tersebut lebih menarik.