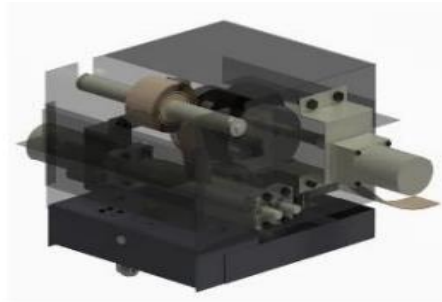


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Putra dkk, (2019) telah melakukan studi tentang alat/mesin pembuat *gypsum* yang memiliki tujuan yaitu untuk menekan waktu proses dan menyeragamkan bentuk *gypsum*. Metodologi penyelesaian yang dilakukan yaitu dengan pengumpulan data, dan pembuatan morfologi desain. Mesin ini memiliki 6 unit utama yaitu *delay unit*, *conveyor unit*, *processing unit*, *mixer unit*, *hopper unit*, dan *storage unit*. *Processing unit* ini berfungsi untuk pelapisan fiber pada *gypsum* dan *scrubbing* adonan cetakan *gypsum*. Rancangan ini telah disusun dimulai dengan proses pelumasan sampai ke proses pemotongan serat fiber. Hasil dari morfologi desain dan penilaian, maka disimpulkan bahwa *processing unit* menggunakan pelumasan dengan mekanisme *spray*, *flat nozzle* untuk proses *layering*, pemotongan *fiber* menggunakan 2 plat penjepit salah satu ujungnya lancip sebagai pemotongnya, sensor menggunakan *proximity*, *conveyor* menggunakan *chain*, dan motor menggunakan motor induksi. *Processing unit* dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2. 1 *Prosesing unit* (Putra dkk, 2019)

Abadi (2017) melakukan studi tentang rancang bangun prototipe alat proses cetak list *gypsum*. Metodologi penyelesaian yang dilakukan yaitu studi kepustakaan dan studi laboratorium. Komponen yang digunakan yaitu dua buah motor DC selenoid 12v dan 5v sebagai katup panel *gypsum*, motor *driver*, *mikrokontroler*, *conveyor*, sensor *adjustable infared*, dan cetakan. Presentase keberhasilan alat ini secara keseluruhan adalah 40%, terdapat juga kekurangan dari alat ini yang terdapat pada mekanik pemberian serat bahwa desain yang

sudah dirancang akan berjalan dengan baik jika serat ditata secara beraturan. Alat pencetak *gypsum* otomatis dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2. 2 Alat pencetak *gypsum* otomatis (Rizki Abadi, 2017)

Dari tinjauan pustaka di atas memiliki persamaan dengan perancangan yang penulis lakukan yaitu sama-sama untuk pencetakan lis *gypsum*. Sedangkan perbedaannya yaitu dari penuangan adonan dan sistem transmisi yang digunakan. Pada perancangan ini penulis menggunakan sistem transmisi untuk menghubungkan pencetak dengan *mixer* agar adonan bisa masuk melalui pompa ke proses pencetakan lis *gypsum*.

Dengan demikian, meskipun terdapat kesamaan tema atau judul perancangan tetapi masih banyak perbedaan dari sistem transmisi sampai penuangan adonan. Maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan “Rancang Bangun Pencetak dan Pompa Pada Proses Produksi Lis *Gypsum*”.

2.2 Landasan Teori

Pembuatan pencetak mesin lis *gypsum* ini terdapat beberapa materi penunjang yang diperlukan untuk memperlancar proses pembuatan pencetakan ini. Berikut adalah beberapa dasar teori yang digunakan pada pencetak lis *gypsum*.

2.2.1 Pengertian *gypsum*

Gypsum adalah bentuk hemihidrat dari kalsium sulfat dihidrat, dengan rumus kimia $(\text{CaSO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$. Di alam, *gypsum* merupakan masa yang padat dan berwarna abu-abu, merah atau coklat. warna tersebut disebabkan adanya zat lain seperti tanah liat, oksidasi besi, anhidrat, karbohidrat, sedikit SiO_2 atau oksida logam lain (Anderson 1997). Batu *gypsum* putih terbentuk secara alami dengan sendirinya pada era geologi 100 sampai 200 juta tahun yang lalu. Dalam sejarah

bumi, lapisan *gypsum* tertutup oleh gumpalan lain dari batu yang semuanya terkena pengaruh kekuatan geologis. Karena naiknya tekanan, lapisan *gypsum* kehilangan air kristal dan kalsium sulfat anhidrit terbentuk. Jika kalsium sulfat anhidrit yang bebas air dihubungkan kembali dengan air, maka dengan perlahan akan mulai membentuk kembali menjadi *gypsum*.

Gypsum sering digunakan sebagai material plafon rumah. *Gypsum* juga mudah dibentuk dan dilihat daripada material lainnya. Sebab dalam aplikasinya *gypsum* tidak akan meninggalkan nat atau garis batas antar papan seperti pada plafon atau dinding rumah. Meskipun relatif mudah dalam aplikasinya material *gypsum* sebagai bahan dasar plafon memiliki kelemahannya yaitu tidak tahan terhadap air dan bila terjadi rembesan air dari atap atau dinding *gypsum* tersebut akan meninggalkan noda bercak pada permukaannya. Bubuk *gypsum* dapat dilihat pada Gambar 2.3 Dibawah ini.



Gambar 2. 3 Bubuk *gypsum* atau *casting* (arsitur.com)

2.2.2 Pencetakan

Pencetakan adalah sebuah proses industri untuk memproduksi massal tulisan dan gambar, terutama tinta diatas kertas menggunakan sebuah mesin cetak (Sunarwinadi, 2017).

2.3 Komponen Elemen Mesin

Elemen mesin adalah bagian dari komponen tunggal yang dipergunakan pada konstruksi mesin, dan setiap bagian mempunyai fungsi pemakaian yang khas.

2.3.1 Motor listrik

Motor listrik dibedakan menjadi 2 (dua) kelompok yaitu arus bolak balik AC (*alternating current*) dan motor listrik DC (*Direct Current*) adalah motor listrik yang memerlukan suplai arus searah pada energi listrik untuk diubah menjadi energi

mekanik. Motor listrik digunakan sebagai daya untuk berbagai produk rumah tangga, pabrik, sekolah, fasilitas komersial, perlengkapan transportasi, dan berbagai peralatan yang dapat dibawa kemana-mana. Adapun faktor utama pada saat pemilihan sebuah motor meliputi torsi operasi, kecepatan, dan daya nominal (Mott., 2004). Standar tegangan motor listrik yang umum digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Standar tegangan motor listrik

Tegangan AC input	Tegangan nominal motor DC
115 V AC, satu fasa	90 V DC
230 V AC, satu fasa	180 V DC
230 V AC, tiga fasa	240 V DC
460 V AC, tiga fasa	500 atau 550 V DC
460 V AC, tiga fasa	240 V DC

A. Rumus perhitungan motor listrik menurut (Mott., 2004)

1. Torsi

$$T = \frac{63000 \times P}{N} \quad (2.1)$$

Keterangan:

T = Torsi (N.mm)

P = Daya (Watt)

n = Putaran (rpm)

Nilai konstanta 63000

2. Daya pada motor listrik

$$P = T \times N \quad (2.2)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

T = Torsi (N.mm)

N = Kecepatan putaran motor (rpm)

2.3.2 Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros (Sularso, 2008).

A. Rumus dalam perencanaan poros (Khurmi dan Gupta, 2000)

1. Menghitung tegangan tarik yang diijinkan

$$\delta_a = 0.3 \sigma_u \quad (2.3)$$

Keterangan :

$$\delta_a = \textit{Ultimate tensile stres} \text{ dari material yang digunakan (N/mm}^2\text{)}$$

2. Menghitung tegangan geser yang diijinkan

$$\tau_a = 0.18 \sigma_u \quad (2.4)$$

Keterangan :

$$\tau_a = \text{Tegangan geser ijin (N/mm}^2\text{)}$$

3. Menghitung torsi ekuivalen

$$T_e = \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \quad (2.5)$$

Keterangan :

$$T_e = \text{Torsi ekivalen gabungan (N.m)}$$

$$K_m = \text{Faktor kombinasi kejut dan fatik untuk bending momen}$$

$$K_t = \text{Faktor kombinasi kejutan dan fatik untuk torsi}$$

$$T = \text{Torsi (N.m)}$$

4. Menghitung diameter poros berdasarkan ekuivalen

$$d_t = \left(\frac{16T_e}{\pi\tau_a} \right) \quad (2.6)$$

Keterangan :

$$d_t = \text{Diameter poros berdasarkan torsi (mm)}$$

$$T_e = \text{Torsi ekuivalen gabungan (N.m)}$$

$$\tau_a = \text{Tegangan geser ijin (N/mm}^2\text{)}$$

5. Menghitung momen ekuivalen

$$M_e = \frac{1}{2} [K_m \times M] + T_e \quad (2.7)$$

Keterangan :

$$M_e = \text{Momen ekuivalen gabungan (N.m)}$$

$$M = \text{Momen lentur (N.m)}$$

$$T_e = \text{Torsi ekivalen gabungan (N.m)}$$

6. Menghitung diameter poros berdasarkan torsi ekuivalen

$$d_M = \left(\frac{32 m_e}{\pi \sigma_a} \right)^{1/3} \quad (2.8)$$

Keterangan :

d_M = Diameter poros berdasarkan momen (mm)

σ_a = Tegangan tarik izin (N/mm²)

7. Membandingkan hasil diameter

$$d_M = d_T \quad (2.9)$$

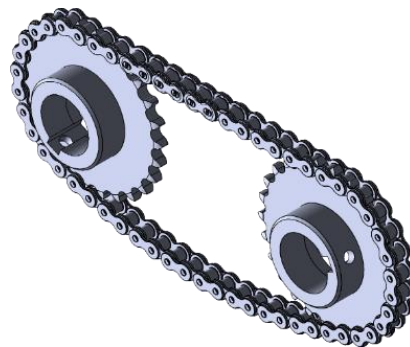
Keterangan :

d_M = Diameter poros berdasarkan momen (mm)

d_T = Diameter poros berdasarkan torsi ekivalen (mm)

2.3.3 Rantai *sprocket*

Rantai adalah elemen transmisi daya yang tersusun sebagai sebuah deretan penghubung dengan sambungan pena. Rancangan ini menyediakan fleksibilitas di samping juga memungkinkan rantai mentransmisikan gaya tarik yang besar (Mott., 2004). Gambar sproket rantai dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2. 4 Rantai *sprocket* (grabcad.com)

- A. Rumus perhitungan rantai dan *sprocket* menurut (Mott., 2004)

Perhitungan *sprocket* dan rantai dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut (Mott., 2004) :

1. Menghitung daya rancangan

Daya rancangan merupakan perkalian dari daya motor/penggerak dengan faktor layanan.

$$H_d = P \times Sf \quad (2.10)$$

Keterangan :

H_d = Daya rancangan (Hp)

P = Daya nominal motor/penggerak (Hp)

Sf = Faktor layanan untuk transmisi rantai

2. Memilih jumlah gigi pitch *sprocket* rantai

Pilih jumlah gigi pada tabel *horse power rating* berdasarkan data input berupa putaran pada *sprocket* (poros penggerak), dan daya rancangan.

3. Menghitung jumlah gigi *sprocket*

Jumlah gigi pada sproket besar dapat dihitung dengan persamaan dengan sebagai berikut :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad (2.11)$$

Keterangan :

n_1 = Putaran poros penggerak (rpm)

n_2 = Putaran poros yang digerakan (rpm)

N_1 = Jumlah gigi *sprocket* yang digunakan (gigi)

N_2 = Jumlah gigi *sprocket* penggerak (gigi)

4. Menghitung diameter jarak bagi *sprocket*

Diameter jarak bagi *sprocket* penggerak dan yang digerakan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$D_1 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_1}\right)} \quad (2.12)$$

$$D_2 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_2}\right)}$$

Keterangan :

p = *Pitch*/jarak bagi rantai (inci)

D = Diameter jarak bagi *sprocket* (inci)

5. Menentukan jarak antar sumbu poros

Nilai jarak antar sumbu poros *sprocket* berkisar antara 30 – 50 kali jarak baginya. Jika jarak antar sumbu poros *sprocket* telah ditentukan sebelumnya dalam satuan (inci) maka nilai jarak yang telah direncanakan x *pitch* dalam satuan inci.

6. Menentukan panjang rantai

Panjang rantai dalam satuan kelipatan *pitch* (mata rantai) dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$L_p = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} \quad (2.13)$$

Keterangan :

L_p = Panjang rantai dalam kelipatan *pitch*, harus bulat dan genap

L = Panjang rantai aktual

p = *pitch* / jarak bagi (inci)

7. Menentukan jarak antar sumbu poros *sprocket* aktual

Jarak antar sumbu poros *sprocket* aktual dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$C_p = \frac{1}{4} \left[L_p - \left(\frac{N_1 + N_2}{2} \right) + \sqrt{\left(L_p - \frac{N_2 + N_1}{2} \right)^2 - \frac{8(N_2 + N_1)^2}{4\pi^2}} \right] \quad (2.14)$$

Keterangan :

C_p = Jarak antar sumbu poros aktual (inci)

8. Menghitung gaya pada rantai

Gaya yang terjadi akibat tarikan pada sisi kencang rantai dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_c = \frac{T}{r} \quad (2.15)$$

Keterangan :

F_c = Gaya pada rantai (N)

T = Torsi (N.m)

r = Jari – jari *sprocket* penggerak (m)

2.3.4 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran bolak-baliknya bisa digerakan secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin yang lainnya agar bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja dengan baik (Sularso, 2008) . Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Atas dasar gerakan bantalan poros

a) Bantalan luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara bantalan dengan poros karena permukaan poros ditumpu dengan permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas.

b) Bantalan gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum, dan rol bulat.

2. Atas dasar beban terhadap poros

a) Bantalan radial dibagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut :

1) Bantalan radial arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.

2) Bantalan radial arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.

b) Bantalan gelinding khusus

Bantalan ini yaitu bantalan yang dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

2.3.5 Pulley

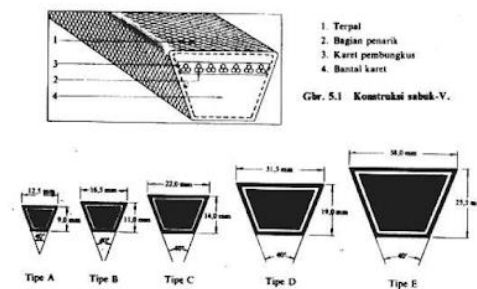
Pulley adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai komponen atau penghubung putaran yang diterima dari motor listrik kemudian diteruskan dengan menggunakan sabuk atau *belt* ke benda yang ingin digerakkan (Sularso, 2008). Gambar *pulley* dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2. 5 Pulley (indotrading.com)

2.3.6 Sabuk-V atau V-belt

Salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar (Sularso, 2008). Gambar sabuk – V dapat dilihat pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2. 6 Sabuk – V (Sularso, 2008)

2.3.7 Pompa

Menurut Hick Edward dalam buku yang berjudul teknologi pemakaian pompa (1996). Pompa adalah semua alat yang digunakan untuk memompa zat cair, tegasnya pompa ini adalah suatu alat yang dapat memindahkan zat cair dari satu tempat ke tempat lain (secara teratur dan terus menerus, hal ini tergantung dari fungsinya) disebabkan karena perubahan tekanan.

Menghitung debit (*discharge*) atau besarnya aliran saluran adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang saluran per satuan waktu. Biasanya dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ($m^3/detik$) atau liter per detik (l/s). Aliran adalah pergerakan air di dalam alur saluran. Pada dasarnya pengukuran debit adalah pengukuran luas penampang basah dan kecepatan aliran (Mulyadi et al., 2018). Pompa dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2. 7 Pompa (shimizu.co.id)

A. Rumus pompa dapat di kralifikasikan sebagai berikut :

1. Menghitung debit air

$$Q = A \times v \quad (2.16)$$

Keterangan :

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{detik)}$$

$$A = \text{Luas penampang bagian saluran basah (m}^2\text{)}$$

$$v = \text{Kecepatan aliran rata – rata saluran (m}^3\text{)}$$

2. Perhitungan aliran massa udara

$$m = \rho \cdot V \cdot A \text{ kg/s} \quad (2.17)$$

keterangan :

$$\rho = \text{Densitas (kg/m}^3\text{)}$$

$$V = \text{kecepatan rata – rata fluida (m/s)}$$

$$A = \text{luas penampang saluran (m}^3\text{)}$$

3. Perhitungan daya pompa

Untuk mencari daya pompa diambil dari persamaan *balans energy*, *balans energy* adalah cabang keilmuaan yang mempelajari kesetimbangan energi dalam sebuah sistem. *Balans energy* dibuat berdasarkan pada hukum pertama termodinamika. Hukum pertama ini menyatanyakan kekekalan energi. Kekekalan energi adalah suatu energi tidak dapat dimusnahkan atau dibuat, hanya diubah bentuknya aliran dianggap *stasioner* (Rokhman, 2012)

$$\text{Jumlah } energy \text{ (E) masuk ke sistem} = \text{jumlah } energy \text{ (E) keluar sistem} \quad (2.18)$$

Dari gambar sistem energi terlihat jelas, apa saja energi yang masuk dan apa saja *energi* yang keluar. Sehingga dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$(E_1 + W_p) = (E_2 + \Delta_{EF} + \Delta_{EM}) \quad (2.19)$$

Keterangan :

$$W_p = \text{Daya pompa}$$

$$\Delta_{EF} = \text{Keugian energi karena friksi/gesekan}$$

$$\Delta_{EM} = \text{kerugian minor (kerugian karena belokan/elbow)}$$

a) Kerugian energi karena friksi/gesekan (Δ_{EF})

$$\Delta_{EF} = f \times \frac{L}{Di} \times \frac{V_2}{2} \quad (2.20)$$

Keterangan :

Δ_{EF} = Kerugian karena friksi

f = Diamter pipa

L = Panjang total pipa

Di = Diameter pipa

V_2 = Kecepatan fluida

b) Kerugian energi karena belokan/*elbow* (Δ_{EM})

$$\Delta_{EM} = [(k1 + k2 + k3) + (K_{elbow90^\circ} + K_{elbow40^\circ} + K_{elbow45^\circ})] \frac{V_2^2}{2} \quad (2.21)$$

Keterangan :

Δ_{EM} = Kerugian energi karena belokan/*elbow*

$k1$ = Katup *gate valve*

$k1$ = Katup *ball valve*

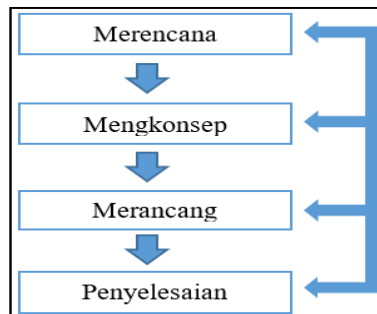
$k1$ = katup *globe valve*

2.4 Proses Perancangan

Perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya (Soetam Rizky, 2011).

2.4.1 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 untu 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 9 penyelesaian masalah. Tahapan perancangan menurut VDI 2222 dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2. 8 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.

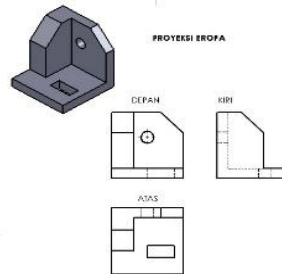
2.4.2 Gambar teknik

Gambar teknik adalah gambar yang bertujuan untuk menyampaikan maksud dari pembuat gambar secara obyektif, gambar jenis ini menggunakan simbol-simbol yang dapat diterima secara internasional. Simbol tersebut sudah di terangkan dalam sebuah standar yang dapat di terima di seluruh dunia, yaitu standar ISO ataupun standar yang dikeluarkan dari suatu negara tertentu (Juhana, 2012). Proyeksi dibagi menjadi 2 yaitu, sebagai berikut:

1. Proyeksi eropa

Proyeksi eropa disebut juga pandangan sudut pertama, juga ada yang menyebutkan pandangan kuadran I, perbedaan sebutan ini tergantung dari masingmasing penulis dari buku yang menjadi bahan referensi (Anwari, 1997).

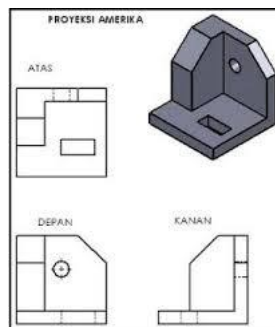
Juga dikatakan yang letak pandangan bidangnya terbalik dengan arah pandangannya. Proyeksi eropa dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2. 9 Proyeksi eropa (Anwari, 1997)

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 bidangnya sama dengan arah pandangannya (Anwari, 1997). Proyeksi amerika dapat dilihat pada Gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2. 10 Proyeksi amerika (Anwari, 1997)

2.4.3 Peran penting 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.

2.4.4 *Solidworks*

Solidworkss 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*) 14 untuk gambar proses pemesinan. *File* dari *Solidworkss* ini bisa di pindahkan ke *software* analisis misalnya *ansys*, *flovent*, dll. (Nugroho, 2020). *Solidworks* dapat dilihat pada Gambar 2.11 dibawah ini.



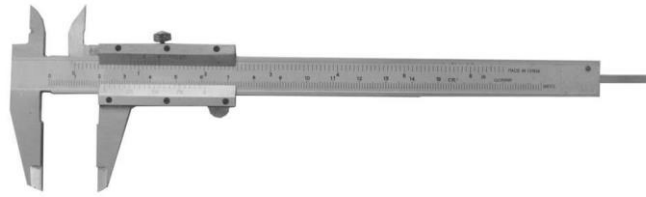
Gambar 2. 11 *Solidworks* 2018 (*solidworks.com*)

2.5 Proses Produksi

Proses produksi adalah cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan-bahan, dana) yang ada. Proses produksi merupakan suatu bentuk kegiatan yang paling penting dalam pelaksanaan produksi disuatu perusahaan. Hal ini karena proses produksi merupakan cara, metode maupun teknik bagaimana kegiatan penambahan faedah atau penciptaan faedah tersebut dilaksanakan. Sifat proses ini adalah mengolah, yaitu mengolah bahan baku dan bahan pembantu secara manual atau dengan menggunakan peralatan. Sehingga menghasilkan suatu produk yang nilainya lebih dari barang semula (Assauri, 2011).

2.5.1 Proses pengukuran

Pengukuran adalah suatu kegiatan menentukan kuantitas suatu objek melalui aturan-aturan tertentu sehingga kuantitas yang diperoleh benar-benar mewakili sifat dari suatu objek yang dimaksud (Ign. Masidjo, 1995). Jangka sorong dapat dilihat pada Gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2. 12 Jangka sorong (dentmasoci.com)

2.5.2 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 4 kelompok dasar, yaitu:

1. Proses pemotongan dengan mesin las
2. Proses pemotongan dengan mesin frias
3. Proses pemotongan dengan mesin perkakas
4. Proses pemotongan non-konvensional (*electrical discharge machining, laser beam machining, chemical milling, dsb*) (Widarto, 2008).

A. Rumus perhitungan pemotongan

Rumus perhitungan proses pemotongan yang akan digunakan untuk memotong baja siku sebagai *frame* pada perangkat pengecat, yaitu (Nugroho, 2021):

1. Perhitungan waktu rata – rata.

$$T = \frac{T_{rata\ rata}}{A} \quad (2.22)$$

Keterangan:

T = waktu persatuan luas penampang (s/cm^2)

$T_{rata\ rata}$ = waktu rata rata proses pemotongan (s)

A = luas penampang pemotongan (cm^2)

2. Perhitungan waktu total pemotongan

$$T_c = T \times I \times A \quad (2.23)$$

Keterangan:

T_c = waktu total pemotongan(min)

T = waktu persatuan luas penampang (s/cm^2)

A = luas penampang potong (cm^2)

I = jumlah benda yang dipotong (buah)

2.5.3 Proses pengelasan

Proses pengelasan dilakukan guna menyatukan bagian-bagian rangka (Wiryosumarto & Okumura, 2000). Berdasarkan cara kerjanya pengelasan dapat dibagi dalam 3 kelas utama yaitu sebagai berikut:

1. Pengelasan cair yaitu dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau samburan api gas yang terbakar.
2. Pengelasan tekan yaitu dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
3. 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.

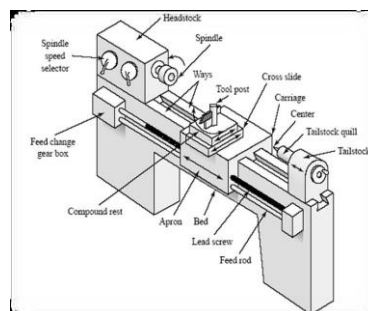
Gambar mesin las SMAW dapat dilihat pada Gambar 2.13 dibawah ini.



Gambar 2. 13 Mesin las SMAW

2.5.4 Proses bubut

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian – bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Proses pembubutan dilakukan guna mengubah ukuran dan bentuk dari benda kerja berpenampang bulat dengan cara penyayatan menggunakan pahat (Widarto et al., 2008)). Mesin bubut dapat dilihat pada Gambar 2.14 dibawah ini.



Gambar 2. 14 Mesin Bubut (Widarto et al., 2008)

A. Rumus perhitungan proses pembubutan menurut (Widarto et al., 2008).

1. Kecepatan pemotongan (*Cutting Speed*)

$$v = \frac{\pi dn}{1000} \quad (2.24)$$

Keterangan:

d = Diameter benda kerja (mm)

$$= (d_o - d_m)/2$$

d_o = Diameter awal (mm)

d_m = Diameter akhir (mm)

2. Kecepatan gerak makan (*Feed Rate*)

$$vf = f \times n \quad (2.25)$$

Keterangan:

vf = Kecepatan makan (m/min)

f = Pemakanan (mm)

n = Putaran spindel (rpm)

3. Waktu pemotongan

$$tc = \frac{lt}{vf} \quad (2.26)$$

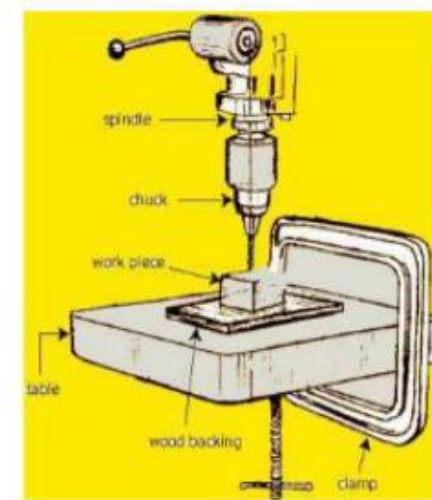
Keterangan:

tc = Waktu pemotongan (min)

lt = Panjang pemotongan (mm)

2.5.5 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. Mesin gurdi dapat dilihat pada Gambar 2.15 dibawah ini.



Gambar 2. 15 Mesin gurdi (Widarto et al., 2008)

A. Rumus proses pembuatan lubang (Widarto et al., 2008).

1. Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.27)$$

Keterangan :

v = kecepatan potong (m/menit)

n = putaran spindel (rpm)

d = diameter gurdi (mm)

2. Gerak makan per mata potong

$$f_z = \frac{v_f}{z \times n} \quad (2.28)$$

Keterangan :

f_z = gerak makan per mata potong (mm/put)

v_f = kecepatan pemakanan (mm/menit)

z = jumlah mata potong

n = putaran spindel (rpm)

3. Kedalaman potong

$$a = \frac{d}{2} \quad (2.29)$$

Keterangan :

a = kedalaman potong (mm)

d = diameter mata bor (mm)

4. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (2.30)$$

Keterangan :

- t_c = waktu pemotongan (min/lubang)
 v_f = kecepatan pemakanan (mm/menit)
 l_t = panjang pemotongan (mm)
 $\quad = l_v + l_w + l_n$
 l_v = langkah awal panjang pemotongan (mm)
 l_w = panjang pemotongan benda kerja (mm)
 l_n = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

2.5.6 Mesin 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:

1. 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. Gerinda tangan dapat dilihat pada Gambar 2.16 dibawah ini.



Gambar 2. 16 Gerinda tangan

2. 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. Gerinda potong dapat dilihat pada Gambar 2.17 dibawah ini.



Gambar 2. 17 Gerinda potong

2.5.7 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).

2.5.8 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).

2.6 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 sebagai berikut:

1. biaya bahan baku.
2. biaya tenaga kerja langsung.
3. biaya overhead pabrik.