

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Alfathi dkk, (2021) pernah menghitung estimasi waktu proses produksi dalam pembuatan *jig* dan *fixture* untuk pembuatan kunci *chuck* bubut. Pada proses pembuatan *jig* dan *fixture* ini menggunakan 3 mesin utama meliputi mesin frais, mesin bubut, dan mesin gurdi. Perhitungan untuk mengetahui waktu proses produksi menggunakan rumus proses pemesinan seperti proses bubut, proses frais, dan proses gurdi secara berurutan untuk bisa memperkirakan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk membuat seluruh komponen.

Womsiwor dkk, (2018) pernah menghitung biaya material dan biaya penggunaan listrik suatu alat atau mesin untuk mengetahui biaya total pembuatan mesin pengupas dan pencuci singkong. Biaya tersebut dihitung dari jumlah dan harga material yang digunakan, biaya penyewaan, dan biaya upah tenaga kerja. Sedangkan untuk perhitungan biaya listrik dihitung dari daya alat yang digunakan dan lamanya penggunaan alat atau mesin selama melakukan proses produksi.

Batan dkk, (2012) pernah melakukan pengujian pada *prototype* kursi roda elektrik dengan pengendali *joystick*. Pengujian dilakukan pada dua tahapan yang meliputi pengujian berbelok, dan pengujian kemampuan gerak kursi roda saat berjalan pada jalan mendatar dan jalan menanjak. Variasi pembebanan yang diberikan adalah dimulai dari 0 kg, 5 kg, 10 kg, dan 15 kg. Pada pengujian kemampuan gerak kursi roda di jalan menanjak kemiringan lintasan sebesar 5°, 10° dan 15°. Didapatkan sebuah grafik hasil pengujian bahwa antara beban dengan waktu tempuh saling berhubungan, semakin besar beban yang dibawa maka semakin lama juga waktu tempuh kursi roda saat bergerak karena adanya penambahan beban yang membuat kecepatan dari kursi roda menurun hal ini dibuktikan dengan awal mula percobaan kursi roda dioperasikan tanpa beban di jalan mendatar dengan jarak 1 meter didapat kecepatan sebesar 2,06 km/jam setelah diberi beban 15 kg pada jarak dan bidang yang sama kecepatannya menurun menjadi 0,875 km/jam.

2.2 Landasan Teori

2.2.2 Proses produksi

Proses produksi adalah sebuah metode atau cara dan Teknik untuk menciptakan dan menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber tenaga kerja, mesin, bahan-bahan, dan dana yang ada (Nur dan Suyuti, 2017). Arti lain dari proses produksi yaitu suatu kegiatan yang mengikutsertakan berbagai faktor seperti tenaga manusia, material, serta alat-alat atau mesin untuk menciptakan produk yang memiliki nilai tambah dan berguna bagi konsumen.

Proses produksi dapat dilakukan dengan berbagai metode dan teknologi, tergantung pada jenis produk yang dihasilkan dan kebutuhan pasar. Tujuan dari proses produksi adalah untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengoptimalkan biaya produksi, dan meningkatkan kualitas dari suatu produk agar tetap dapat bersaing di pasaran (Herawati dan Mulyani, 2016).

2.2.3 Proses gerinda

Penggerindaan (*grinding*) adalah sebuah proses produksi dalam industri manufaktur yang menggunakan batu gerinda sebagai alat potong yang berputar untuk mengikis permukaan benda, mengasah alat potong, dan memotong benda kerja. Terdapat beberapa mesin gerinda seperti mesin gerinda permukaan (*face grinding*), mesin gerinda silindris, gerinda potong, dan alat gerinda manual. (Hadi, 2016).



Gambar 2.1 Macam-macam mesin gerinda (a) Mesin gerinda potong, (b) gerinda tangan (Hadi, 2016)

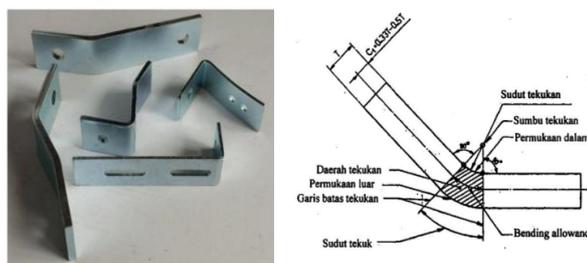
Mesin gerinda memiliki beberapa fungsi, antara lain:

- a. Memotong benda kerja yang memiliki ketebalan yang tidak cukup atau susah dilakukan pemotongan dengan alat lain.
- b. Menghaluskan dan meratakan permukaan benda kerja sehingga menjadi lebih presisi dan mudah diukur, serta untuk meratakan pada bagian permukaan benda kerja.

- c. Sebagai proses terakhir dalam pengerjaan (*finishing*) benda kerja untuk mencapai hasil akhir yang diinginkan.
- d. Mengasah alat potong agar tetap tajam dan efektif dalam proses pemotongan benda kerja.
- e. Menghilangkan bagian tajam yang ada di benda kerja yang mungkin membahayakan keamanan atau kenyamanan pengguna.
- f. Membentuk profil tertentu menjadi bentuk seperti elip, siku, atau bentuk lainnya sesuai dengan kebutuhan.

2.2.4 Proses *bending*

Bending adalah teknik pembentukan logam dengan cara menekuknya menggunakan alat press atau alat tekuk. Proses ini paling sering digunakan untuk membentuk benda kerja dari pelat besi, *hollow*, dan pipa dengan cara ditekuk. Ketika dilakukan proses penekukan, terjadi perubahan bentuk pada benda kerja, terutama pada sumbu bidang netralnya di sepanjang daerah yang ditekuk, sehingga menghasilkan garis tekuk yang lurus. (Suyuti dkk, 2019). Saat proses *bending* penekukan, terjadi peregangan atau pemuluran pada daerah tekukan sepanjang sumbu bidang netral, yang menghasilkan garis tekuk yang lurus. Ada berbagai bentuk tekukan yang dapat dihasilkan, seperti bentuk L, V, U bertingkat, multi *bending*, atau bahkan bentuk melengkung dengan radius yang diinginkan.

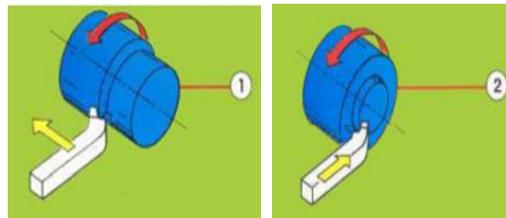


Gambar 2.2 Contoh hasil *bending* (Suyuti dkk, 2019)

2.2.5 Proses bubut

Proses pembubutan merupakan sebuah teknik yang digunakan dalam pemesinan untuk menciptakan bentuk silinder pada sebuah benda kerja atau komponen mesin, (Widarto, 2008). Cara kerjanya dimulai dari benda kerja yang dicekam *spindle*. Pada kepala tetap (*head stock*) dapat diatur kecepatan putaran mesinnya menggunakan tuas yang tingkatan kecepatannya dapat dipilih sesuai

dengan kebutuhan. Pada proses bubut ada 2 jenis pemakanan pada permukaan benda kerja yaitu proses pemakanan bubut rata dan proses pemakanan bubut muka (*facing*).



Gambar 2.3 Gerak makan proses pembubutan rata dan gerak makan proses pembubutan muka (Widarto, 2008)

Pahat terpasang pada rumah pahat (*tool post*) yang dapat bergerak maju mundur maupun bergerak ke kanan dan ke kiri dengan memutar eretan. Pada eretan menunjukkan ukuran dengan satuan milimeter. Pada eretan untuk menggerakkan gerak maju untuk proses pembubutan muka (*facing*) yaitu dengan memutar dari setengah ukuran diameter benda kerja dikarenakan bentuk benda kerja yang silindris dan bergerak berputar. Jenis gerak makan dan tingkatan gerak makan yang terdapat pada mesin bubut juga bermacam-macam yang sudah di standarkan. Berikut rumus perhitungan pada proses pembubutan untuk mengetahui waktu pembubutan pada benda kerja:

- a. Kecepatan potong:

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

Dimana:

V_c = kecepatan potong (m/menit)

n = putaran *spindle* (rpm)

d = diameter benda kerja (mm)

π = 3,14

- b. Kecepatan makan:

$$V_f = f \cdot n \quad (2.2)$$

Dimana:

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

f = gerak pemakanan (mm/putaran)

n = putaran *spindle* (rpm)

c. Waktu pemotongan pembubutan rata:

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

Dimana:

t_c = waktu dalam satu kali pemakanan (menit)

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

l_t = panjang pemakanan (mm)

d. Waktu pemotongan pembubutan muka (*facing*)

$$t_c = \frac{d/2}{V_f} \quad (2.4)$$

Dimana:

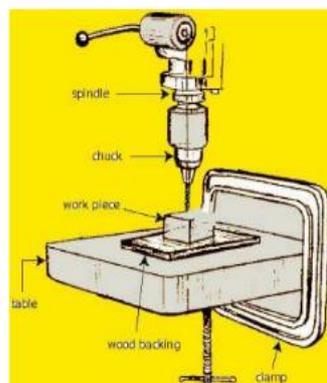
t_c = waktu dalam satu kali pemakanan (menit)

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

$\frac{1}{2} d$ = setengah diameter benda kerja *facing* (mm)

2.2.6 Proses gurdi

Proses gurdi yaitu proses pemesinan di mana lubang dibuat pada benda kerja. Proses gurdi melibatkan pembuatan lubang lingkaran dengan menggunakan alat potong khusus yang disebut mata gurdi atau mata bor. Sedangkan proses bor sendiri (*boring*) adalah suatu proses pemesinan yang bertujuan untuk memperbesar ukuran lubang atau memperbaiki kerataan permukaan dalam lubang. Proses ini bukan hanya dilakukan dengan menggunakan mesin gurdi, tetapi juga dapat dilakukan menggunakan mesin bubut, frais, ataupun bor (Widarto, 2008).



Gambar 2.4 Proses gurdi (*drilling*) (Widarto, 2008)

Mesin gurdi peka adalah yang paling umum digunakan dalam industri. Mesin gurdi *portable* kecil digunakan untuk penggurdian di lokasi yang sulit

dijangkau oleh mesin gurdi biasa, dan dilengkapi dengan motor listrik untuk memungkinkan operasi pada kecepatan yang tinggi dan kapasitas penggurdian hingga diameter 12 mm. Mesin gurdi peka, memiliki arti lain, adalah mesin bor yang berukuran kecil dengan memiliki kecepatan tinggi dan konstruksi sederhana yang mirip dengan mesin gurdi tegak biasa. Mesin ini memiliki tiang tegak, meja horizontal, dan *spindle* untuk memegang mata bor, serta dilengkapi dengan *handle* atau tuas untuk menyesuaikan ketinggian mata bor saat digunakan. (Widarto, 2008).

Berikut merupakan rumus perhitungan proses gurdi untuk mengetahui waktu proses penggurdian:

- a. Kecepatan pemotongan:

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.5)$$

Dimana:

V_c = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter gurdi (mm)

n = putaran *spindle* (rpm)

π = 3,14

- b. Gerak makan per mata potong:

$$f_z = \frac{V_f}{z \cdot n} \quad (2.6)$$

Dimana:

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

V_f = kecepatan pemakanan (mm/menit)

n = putaran *spindle* (rpm)

z = jumlah mata potong

- c. Waktu pemotongan:

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \text{ menit} \quad (2.7)$$

Dimana:

t_c = waktu dalam satu kali pemotongan (menit)

V_f = kecepatan pemakanan (mm/menit)

l_t = panjang pemakanan (mm)

d. Panjang pemakanan atau penggurdian:

$$l_t = l_v + l_w + l_n \quad (2.8)$$

Dimana:

l_t = panjang pemakanan (mm)

l_v = panjang awal pemakanan (mm)

l_w = panjang pemakanan atau pemotongan pada benda kerja (mm)

l_n = panjang akhir pemakanan (mm)

e. Panjang akhir pemakanan:

$$l_n = \frac{d/2}{\tan k_r} \quad (2.9)$$

Dimana:

l_n = panjang akhir pemakanan (mm)

$\tan k_r$ = sudut potong utama atau $1/2$ sudut mata potong ($^\circ$)

$d/2$ = setengah diameter gurdi (mm)

2.2.7 Proses pengelasan

Proses pengelasan adalah suatu metode yang digunakan untuk menyatukan dua atau lebih benda logam dengan cara memanfaatkan energi panas sehingga terjadi ikatan pada sambungan logam. Menurut *Deutsche Industrie Normen* (DIN), las terjadi ketika logam tersebut dalam keadaan lumer karena hasil dari pemanasan atau peleburan. Tujuan dari pengelasan biasanya untuk menggabungkan bagian-bagian rangka atau benda kerja menjadi satu kesatuan yang lebih kokoh dan kuat. (Wiryosumarto dan Okumura, 2000). Berdasarkan klasifikasi pengelasan terbagi menjadi 3:

a. Pengelasan cair

Pengelasan sambungan logam yang dipanaskan hingga mencapai titik lebur menggunakan sumber panas seperti busur listrik atau semburan api gas. Selanjutnya, logam yang sudah mencapai titik lebur akan dilelehkan dan dibiarkan mendingin hingga membentuk ikatan yang kuat antara dua logam yang disambungkan.

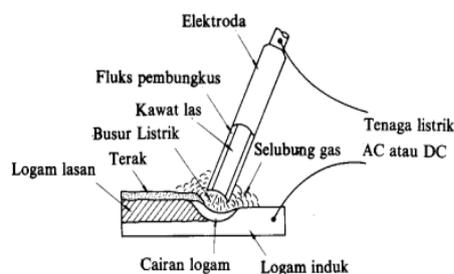
b. Pengelasan tekan

Adalah cara pengelasan di mana logam yang akan disambung dipanaskan dahulu dan kemudian ditekan secara kuat hingga terjadi penyatuan dan terbentuklah sambungan yang kuat antara kedua logam tersebut.

c. Pematrian

Pematrian dalam proses pengelasan yaitu di mana terdapat sambungan diikat dan disatukan menggunakan paduan logam yang memiliki titik lebur yang lebih rendah daripada logam dasarnya, sehingga logam dasar tidak ikut mencair.

Pembuatan rangka pada alat bantu jalan fleksibel menggunakan proses pengelasan cair saat proses perakitannya, yaitu menggunakan busur las listrik pada pengelasan SMAW. Elektroda ini merupakan logam yang dibungkus menggunakan *fluks* atau pelindung agar pada saat proses pengelasan berlangsung dapat terlindungi pengaruh udara dari luar yang mengandung oksigen atau air yang dimana itu dapat menyebabkan korosi, sedangkan bahan tambah atau kawat las pada pengelasan GTAW merupakan bahan tambah juga seperti elektroda hanya saja tidak menggunakan *fluks*.



Gambar 2.5 Pengelasan listrik dengan elektroda (Wiryosumarto dan Okumura, 2000)

Berikut ini merupakan perhitungan proses pengelasan untuk mengetahui perkiraan kebutuhan elektroda atau kawat las dan waktu pengelasan:

a. Estimasi kebutuhan elektroda atau kawat las:

$$\text{Jumlah elektroda} = \frac{\text{Panjang total pengelasan}}{\text{Panjang las per elektroda atau kawat las}} = \text{batang} \quad (2.10)$$

Dimana:

Jumlah elektroda atau kawat las (batang)

Panjang total pengelasan (mm)

Panjang rata-rata las per elektroda (mm/batang)

b. Estimasi total waktu pengelasan:

Jumlah elektroda \times Rata – rata waktu pengelasan per elektroda = menit (2.11)

Dimana:

Jumlah elektroda atau kawat las = jumlah elektroda yang digunakan (batang)

Waktu pengelasan = waktu rata-rata pengelasan per elektroda (menit/batang)

2.2.8 Proses *finishing*

Proses *finishing* yaitu tahap terakhir dalam produksi suatu produk. Sebelum produk diuji dan dikemas, dilakukan *finishing* untuk menyempurnakan produk sebelum sampai dalam tahap pemeriksaan. *Finishing* biasanya meliputi pemberian lapisan pada bahan menggunakan cat, politur, pelindung air, atau bahan lainnya. Selain untuk meningkatkan estetika produk, *finishing* juga berfungsi untuk melindungi bahan dari kerusakan seperti goresan, benturan dan meningkatkan masa pakai produk (Arifudin, 2017).

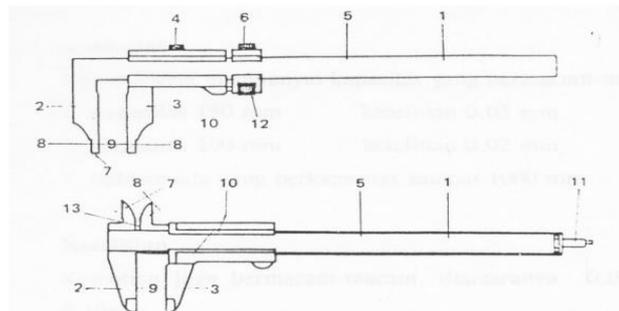
2.2.9 Biaya produksi

Biaya produksi perlu dilakukan perhitungan pada proses pembuatan suatu alat atau mesin untuk mengetahui seberapa banyak biaya yang dikeluarkan baik itu dari biaya material maupun biaya komponen yang dibeli. Perhitungan biaya produksi juga diperlukan sebagai bahan pertimbangan agar diharapkan dapat mengeluarkan biaya seminimal mungkin. Pada proses produksi pembuatan alat bantu jalan fleksibel biaya yang dihitung yaitu dari biaya pembelian material dan komponen.

2.2.10 Pengukuran

Mengukur merupakan aktivitas membandingkan suatu objek terhadap alat ukur standar yang relevan, dengan tujuan untuk memberikan informasi yang akurat mengenai ukuran objek tersebut. Pada saat melakukan pengukuran, memerlukan sebuah alat ukur. Alat ukur ini digunakan untuk membantu dalam melakukan pengukuran. Contoh ada beberapa jenis alat ukur berdasarkan disiplin kerja atau besaran fisika seperti alat ukur dimensi berupa mistar, jangka sorong, mikrometer, bilah sudut, balok ukur, profil proyektor dan seterusnya (Suharno, 2012).

Pada proses produksi, jangka sorong atau *vernier caliper* sering digunakan sebagai alat ukur. Tingkat ketelitian pada jangka sorong mampu membaca hingga ketelitian 0,02 mm atau 0,05 mm. Beberapa jenis alat ukur yang termasuk kategori ini adalah mistar geser yang digunakan untuk mengukur panjang benda, mistar geser kedalaman yang digunakan untuk mengukur kedalaman lubang atau permukaan suatu benda, serta mistar geser ketinggian yang digunakan untuk mengukur ketinggian suatu benda.



Gambar 2.6 Contoh alat ukur jangka sorong (Suharno, 2012)