

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Iksan,dkk (2023) melakukan penelitian menggunakan motor listrik sebagai penggerak roda dan juga motor penyedot sampahnya. Motor listrik yang digunakan berjenis Motor DC. Kelebihan motor listrik dibandingkan motor bensin diantaranya tidak menimbulkan polusi dan kebisingan. . Sedangkan untuk menyuplai tegangan ke motor, digunakan baterai dengan kapasitas 12 Volt 3 Ah. Penggunaan baterai merupakan sebagai media penyimpanan energi listrik pada *roadside sweeper*, sehingga *roadside sweeper* dapat digunakan pada daerah yang tidak ada sumber tegangan. Untuk memperkuat pada bagian sistem mekanik digunakan besi *hollow* sebagai penghubung komponen roda ke roda dan digunakan plat dengan ketebalan 2 mm sebagai tempat komponen elektrikal. Alat *Roadside Sweeper* dapat bekerja selama 126 menit dan dapat berjalan dengan baik. Alat *Roadside Sweeper* ini dapat disimpulkan untuk membersihkan bahu jalan dengan bersih yang optimal alat ini harus melakukan 2 kali putaran untuk mendapatkan hasil yang memuaskan.

Benhur,dkk(2016) telah menjelaskan pada penelitiannya bahwa sepeda listrik dapat bermanfaat untuk transportasi di daerah macet seperti Jakarta. Rancang bangun ini dimulai dengan menentukan kebutuhan energi sehingga dapat ditentukan spek motor listrik dan daya panel surya yang lebih hemat dan efektif. Untuk mengetahui karakteristik sepeda surya dilakukan pengujian lama waktu pengisian baterai; pengujian kecepatan; serta pengujian performa dalam kondisi jalan elevasi 15, jalan menurun untuk mengisi daya baterai, dan jalan mendatar. Hasil perancangan menunjukkan untuk menggerakkan sepeda listrik dengan kecepatan 5,556 m/detik dengan asumsi massa pengendara 70 kg diperlukan daya motor sebesar 160,278 Watt dan jika menggunakan panel surya 40 WP dan kapasitas baterai sebesar 468 AH, maka sepeda dapat menempuh jarak 11,23 km.

Onang,dkk(2020) Telah meneliti dan melakukan perancangan alat untuk meringankan dalam pekerjaan menyapu sampah di jalanan. Penelitian ini dilakukan pada beberapa warga yang tinggal di Desa Pandansari, Kecamatan Purwoasri,

Kabupaten Kediri. Alat ini lebih mengutamakan model pengembangan konseptual, karena alat ini sudah didukung dengan penggunaan motor listrik DC 12V yang berfungsi sebagai penggerak baling baling sapu dan menggunakan baterai 12V sebagai sumber energi penggerak motor listrik, dengan demikian maka alat ini dapat bekerja secara otomatis. Alat ini juga di desain dengan menyesuaikan postur manusia pada umumnya. Hasilnya, menurut penilaian masyarakat penggunaan alat ini, masyarakat mampu menyapu sampah dijalanan tanpa membutuhkan tenaga yang besar dan waktu yang lama. Selain itu menggunakan alat ini pekerjaan akan mendapat hasil yang lebih efektif.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Perancangan

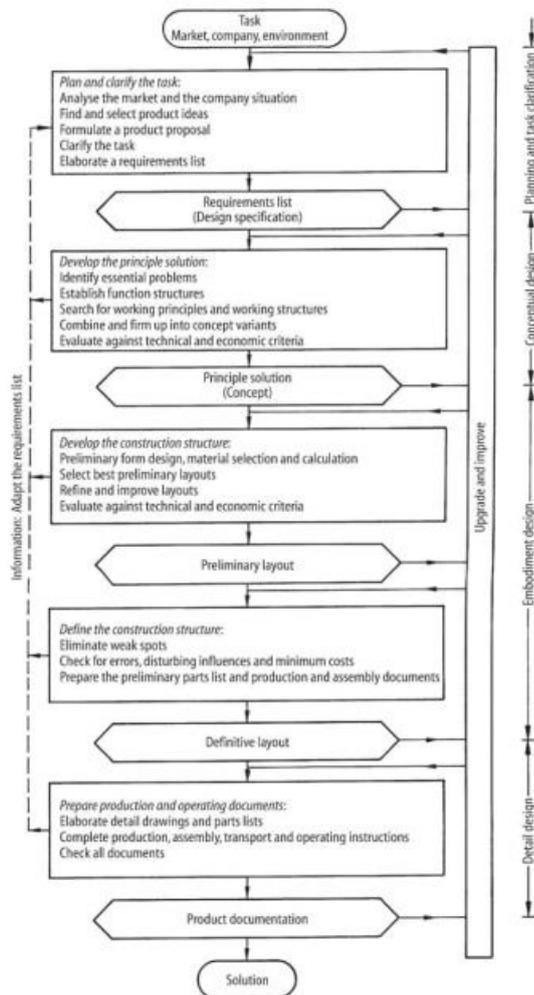
Perancangan merupakan salah satu hal yang penting dalam membuat suatu program rencana yang akan di kerjakan. Adapun tujuan dari perancangan adalah untuk memberi gambaran yang jelas. Perancangan harus berguna dan mudah dipahami sehingga mudah digunakan. Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki, dan menyusun suatu sistem, baik sistem secara fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Pengertian perancangan yang lainnya adalah tahapan perancangan (*design*) memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang baik. Nur dan Suyuti (2017) Adapun fungsi dan

syarat perancangan, yaitu :

- a. Fungsi menyatakan apa yang harus dilakukan oleh sebuah peralatan dengan menggunakan pernyataan umum yang menggunakan kata aksi seperti : untuk menyangga suatu beban, untuk mengangkat peti kayu atau mentransmisikan daya.
- b. Syarat perancangan adalah pernyataan terperinci yang biasanya bersifat kuantitatif mengenai tingkat unjuk kerja yang diinginkan, kondisi lingkungan dimana peralatan dapat beroperasi, terbatasnya ruang atau berat, atau bahan-bahan dan komponen yang tersedia yang dapat dimanfaatkan.

### 2.3 Metode Perancangan

Metode perancangan merupakan proses untuk membuat sebuah produk dengan besaran dan luaran yang terdefinisi sesuai standar. Metode perancangan yang digunakan dalam tugas akhir ini mengacu pada tahapan perancangan menurut Pahl and Beitz. Pahl and Beitz mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya “*Engineering Design: A Systematic Approach*”. Tahapan perancangan menurut Pahl and Beitz ditunjukkan pada Gambar dibawah ini yaitu:



**Gambar 2. 1** Diagram Alir Menurut Pahl & Beitz

#### A. *Planning and task clarification*

Suatu kegiatan yang bertugas didasarkan pada proposal produk yang berasal dari perencanaan produk atau permintaan tertentu. Tugas tersebut harus diklarifikasi secara rinci, tujuan dari klarifikasi ini untuk mengumpulkan informasi tentang hal-hal yang harus dipenuhi dalam perencanaan dan juga kendala serta permasalahan yang memuat didalamnya.

#### B. *Conceptual design*

Fase ini menentukan solusi (konsep) dari fase sebelumnya. Kegiatan ini melibatkan dari pemilihan material, menghasilkan dimensi kasar dan menilai aspek-aspek penting dari kendala atau permasalahan yang dimuat sebelumnya.

#### C. *Embodiment design*

Fase ini memuat hal-hal teknis dan ekonomi yang terkonsep oleh desainer. Desain hasil perwujudan menghasilkan spesifikasi dari konsep yang dirumuskan sebelumnya, hal ini menghasilkan informasi tentang keuntungan dan kerugian dari konsep yang dirumuskan sebelumnya.

#### D. *Detail design*

Fase ini merupakan proses dimana desain bentuk, dimensi dan material ditetapkan. Proses menghasilkan informasi untuk proses produksi dan proses penggabungan. Fase ini melakukan penjadwalan yang lebih akurat untuk proses produksi, lalu menyelesaikan produksi, penggabungan dan instruksi pengoperasian.

### 2.3.1 Gambar teknik

Pahlevi (2011) Dalam dunia teknik, gambar adalah alat untuk menyampaikan informasi. Informasi yang disampaikan adalah dari seorang juru gambar atau orang yang membuat gambar. Informasi tersebut nantinya dipakai oleh teknisi untuk membuat, mengerjakan atau memperbaiki suatu mesin/alat.

Gambar teknik mempunyai beberapa fungsi antara lain :

- a) Gambar berfungsi sebagai sarana penyampaian informasi yang berfungsi sebagai alat untuk meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada

orang-orang yang bersangkutan, misalnya kepada perancang proses, pembuatan, perakitan dan sebagainya.

- b) Gambar sebagai saran pengawetan, penyimpanan, dan penggunaan keterangan. Gambar sebagai sarana pengawetan berfungsi untuk menyuplai bagian-bagian produk untuk perbaikan atau untuk diperbaiki. Gambar sebagai sarana penyimpanan berfungsi sebagai bahan informasi untuk rencana-rencana baru dikemudian hari, sehingga perlu tempat yang cukup luas.
- c) Gambar sebagai cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi, maksudnya adalah gambar tidak hanya melukiskan gambar tetapi berfungsi sebagai sarana untuk meningkatkan daya pikir perencana.

### 2.3.2 *Solidworks*

Solidworks adalah salah satu software CAD 3D yang sangat mudah digunakan (*easy to use*). Software tersebut adalah software automasi design yang berbasis parametrik yang memudahkan penggunaanya dalam mengedit file-file gambar yang sudah dibuat. *Software* ini banyak digunakan oleh para mahasiswa, *designer*, *engineer*, dan para profesional untuk membuat gambar *part*, dan *assembly*. Selain itu bisa digunakan untuk membuat gambar sederhana maupun gambar-gambar yang kompleks dan rumit (Prabowo, 2009). Solidworks mempunyai tiga templates untuk merancang, yaitu:

- a) *Part*

Model part berfungsi untuk menggambar sketch 2D dan 3D dari komponen yang akan digambar.

- b) *Assembly*

Mode *assembly* berfungsi untuk merakit atau menggabungkan komponen yang sudah digambar pada mode *part*.

- c) *Drawing*

Mode *drawing* berfungsi untuk membuat gambar detail dari komponen yang sudah digambar pada mode *part* dan *assembly*.

### 2.3.3 Karakteristik sampah jalanan

Sampah di jalan raya biasanya di dominasi oleh sampah yang di buang sembarangan oleh pengguna jalan yang sifatnya ringan dan mudah terbawa angin seperti daun, pasir, debu, plastik, kertas dan serpihan kendaraan. Sampah yang berserakan di jalan raya memiliki karakteristik yang beragam dan seringkali kompleks. Komposisi sampah ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia di sekitar jalan, seperti lalu lintas kendaraan, aktivitas pedestrian, dan kegiatan komersial. Secara umum, sampah jalanan dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik umumnya berasal dari sisa makanan, daun-daun kering, dan bahan-bahan alami lainnya yang mudah terurai. Sementara itu, sampah anorganik meliputi plastik, kertas, kaleng, kaca, dan berbagai jenis limbah industri.

Karakteristik fisik sampah jalanan juga sangat bervariasi. Ukuran sampah dapat berkisar dari partikel debu yang sangat halus hingga benda-benda besar seperti ban bekas atau furnitur yang dibuang sembarangan. Bentuk sampah pun beragam, ada yang berbentuk pipih, bulat, atau tidak beraturan. Selain itu, sampah jalanan juga memiliki karakteristik kimia yang berbeda-beda. Beberapa jenis sampah mengandung bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

Karakteristik lain yang perlu diperhatikan adalah lokasi penumpukan sampah di jalan raya. Sampah seringkali menumpuk di tempat-tempat tertentu, seperti di sekitar tempat sampah umum yang sudah penuh, di bawah jembatan, atau di tikungan jalan. Kondisi ini dapat menyebabkan penyumbatan saluran drainase dan menjadi tempat berkembang biak nyamuk serta berbagai jenis serangga. Selain itu, sampah yang menumpuk di jalan raya juga dapat mengganggu estetika kota dan mengurangi kenyamanan pengguna jalan.

### 2.3.4 Mesin penyapu jalan

Penyapu jalan merupakan suatu sistem pengelolaan sampah dan debu dimana kesadaran masyarakat memegang peran penting. Debu jalanan dapat membahayakan kesehatan manusia. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mempelajari pengaruh debu terhadap tubuh manusia. Mesin penyapu ini terdiri dari

srangka, sikat, sisten transmisi tenaga dan tempat pengumpul. Mesin penyapu jalan adalah alat mekanis yang dirancang khusus untuk membersihkan permukaan jalan dari berbagai jenis kotoran, mulai dari debu halus hingga sampah berukuran besar. Alat ini menjadi bagian integral dari upaya menjaga kebersihan lingkungan perkotaan. Prinsip kerjanya melibatkan kombinasi sistem sikat berputar yang menggosok permukaan jalan, sistem vakum yang menghisap kotoran, dan tempat penampungan untuk menampung hasil pembersihan. Sikat-sikat yang terpasang pada mesin ini memiliki berbagai ukuran dan jenis, disesuaikan dengan kebutuhan pembersihan. Ada sikat jalan yang lebar untuk membersihkan area yang luas, serta sikat samping yang berfungsi membersihkan area di dekat trotoar atau dinding.

Keberadaan mesin penyapu jalan memberikan sejumlah manfaat signifikan. Pertama, mesin ini mampu meningkatkan kebersihan lingkungan secara signifikan. Dengan membersihkan jalan secara teratur, mesin penyapu jalan dapat mengurangi jumlah debu dan partikel kotoran yang terbawa angin, sehingga kualitas udara menjadi lebih baik. Kedua, mesin ini juga berperan dalam menjaga kebersihan saluran drainase. Dengan membersihkan jalan dari sampah dan kotoran, mesin penyapu jalan dapat mencegah penyumbatan saluran drainase yang dapat menyebabkan banjir saat musim hujan. Ketiga, dari sudut pandang estetika, mesin penyapu jalan memberikan kontribusi dalam menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih bersih dan rapi. Jalan yang bersih akan memberikan kesan yang lebih baik bagi masyarakat dan pengunjung.

Teknologi mesin penyapu jalan terus berkembang. Jika dahulu mesin penyapu jalan masih mengandalkan tenaga manusia untuk mengoperasikannya, kini telah hadir mesin penyapu jalan otomatis yang dilengkapi dengan sistem kontrol cerdas. Mesin-mesin modern ini mampu bekerja lebih efisien dan efektif dalam membersihkan jalan. Selain itu, penggunaan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan juga menjadi perhatian dalam pengembangan mesin penyapu jalan

### 2.3.5 Panel surya

Panel surya adalah seperangkat alat dengan bahan semi konduktor yang dapat mengkonversi energi sinar matahari yang diterimanya menjadi energi listrik. Panel surya disebut juga *photovoltaic* dan terbuat dari bahan semi konduktor yang

pada umumnya adalah silicon. Ada beberapa jenis panel surya salah satunya yang akan digunakan pada perancangan mesin ini adalah panel surya *monocrisstalyn*

Panel surya jenis ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang sangat tipis. Cara pembuatan seperti ini, akan dihasilkan lembaran panel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi panel surya yang paling efisien dibandingkan jenis panel surya lainnya yaitu sekitar 15% - 20%. Mahalnya harga kristal silikon murni dan teknologi yang digunakan dalam pembuatannya, menyebabkan mahalnya harga jenis panel surya ini dibandingkan jenis panel surya yang lain di pasaran. Kelemahan dari panel surya jenis ini jika disusun membentuk modul akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena panel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam.

Panel surya, sebagai konverter energi matahari menjadi energi listrik, memiliki landasan teori yang kuat dalam fisika semikonduktor. Sel surya, unit dasar panel surya, bekerja berdasarkan prinsip efek *fotoelektrik*. Ketika foton (partikel cahaya) dari matahari mengenai bahan semikonduktor seperti silikon, energi foton tersebut dapat membebaskan elektron dari ikatan atomnya. Elektron-elektron bebas ini kemudian dapat bergerak dan menghasilkan arus listrik.

Efisiensi konversi panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah jenis bahan semikonduktor, struktur sel surya, dan kondisi lingkungan. Bahan semikonduktor yang umum digunakan adalah silikon kristal dan silikon amorf. Silikon kristal memiliki efisiensi konversi yang lebih tinggi dibandingkan silikon amorf, namun harganya juga lebih mahal. Struktur sel surya, seperti jenis sambungan p-n dan jumlah lapisan, juga mempengaruhi kinerja panel surya. Selain itu, kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya matahari, suhu, dan sudut datang cahaya juga berpengaruh terhadap output daya panel surya.

#### 2.3.6 Baterai

Baterai/akumulator merupakan salah satu sumber energi yang bisa mengkonversi energi kimia yang disimpan menjadi energi listrik agar bisa digunakan untuk peralatan elektronika. Diliat dari efisiensinya, baterai aki saat ini juga sangat mengalami perkembangan namun hal tersebut tetap saja baterai aki jika tidak lama di charging kembali muatan baterai dengan sendirinya akan mengalami

penuurunan. Daya yang telah dihasilkan oleh panel surya yang tidak langsung digunakan oleh beban akan disimpan dalam sebuah komponen yang bernama baterai (akumulator). Baterai sebagai sistem penyimpanan memiliki kapasitas untuk mengisi atau mengeluarkan daya dengan cepat untuk digunakan ketika kondisi intensitas cahaya matahari rendah atau pada saat mendung dan malam hari (Sulistyo et al., 2021)

### 2.3.7 *Solar charge controller*

*Solar charge controller* merupakan peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan selanjutnya diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller pada dasarnya berfungsi untuk mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya.

### 2.3.8 Elemen mesin

Elemen mesin merupakan suatu ilmu yang mempelajari bagian-bagian mesin dari sisi bentuk komponen, cara kerja, cara perancangan dan perhitungan dan perhitungan kekuatan dari komponen tersebut (Sularso 2004)

#### 1) Perencanaan Poros

Poros adalah salah satu bagian terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan penting dalam transmisi tersebut dipegang oleh poros. Pasak merupakan suatu elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin seperti roda gigi, sproket, puli, kopling, dll. Pada poros. Momen diteruskan dari poros ke naf atau dari naf ke poros

#### 2) Perencanaan pulley dan sabuk

Transmisi sabuk merupakan sistem transmisi tenaga atau daya atau momen puntir dari poros satu satu ke poros yang lain melalui sabuk yang melingkar atau dipasang secara ketat pada puli poros-poros tersebut. (Sularso) Menjelaskan bahwa sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah dalam penanganannya dan harganya pun murah.

### 2.3.9 Komponen Elemen Mesin

Elemen mesin merupakan suatu ilmu yang mempelajari bagian-bagian mesin (sisi bentuk komponen, cara kerja, cara perancangan dan perhitungan dan perhitungan kekuatan dari komponen tersebut (Sularso, 2004).

#### **A. Poros**

Sularso (2004) poros adalah salah satu bagian terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan penting dalam transmisi tersebut dipegang oleh poros. Beberapa macam poros untuk meneruskan daya dan diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut :

##### a. Poros transmisi

Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau sproket rantai, dll.

##### b. *Spindel*

Poros transmisi yang panjangnya relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utama berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi poros *spindel* adalah deformasi material harus kecil serta ukurannya harus lebih teliti.

##### c. Gandar

Poros seperti yang dipasang diantara roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur saja, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

#### **B. Pulley dan Sabuk**

Sabuk adalah elemen transmisi daya yang fleksibel yang dipasang secara ketat pada puli atau cakra. Jenis sabuk yang digunakan secara luas di bidang industri dan kendaraan adalah sabuk-V. Jika sabuk digunakan untuk penurunan kecepatan. *Pulley* kecil dipasang pada poros yang berkecepatan tinggi, semisal poros motor listrik. *Pulley* besar dipasang pada mesin yang digerakkan. Sabuk ini dirancang untuk mengitari dua puli tanpa selip.

Jenis sabuk yang banyak digunakan secara luas di dunia industri dan kendaraan adalah sabuk V. Bentuk V menyebabkan sabuk-V dapat terjepit alur dengan kencang, memperbesar gaya gesekan dan memungkinkan torsi yang tinggi dapat ditransmisikan sebelum terjadi selip. Sebagian besar sabuk memiliki senar – senar serabut berkekuatan tarik tinggi yang berguna untuk meningkatkan kekuatan tarik pada sabuk (Mott, 2009).

Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah dalam penanganannya dan harganya pun murah (Sularso, 2004).

## 2.4 Proses produksi

Tahapan produksi atau Proses produksi yaitu cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan-bahan, dan dana) yang ada. Dapat diketahui bahwa cara, metode, maupun teknik dalam menghasilkan suatu produk cukup banyak, maka proses produksi dalam hal ini sangat banyak macamnya (Nur dan Suyuti, 2017).

### A. Proses gerinda

Proses gerinda (*grinding*) adalah suatu proses manufaktur dengan menggunakan batu gerinda sebagai alat potong yang diputar untuk mengikis suatu permukaan benda kerja dengan akurasi yang tinggi, mengasah alat potong, dan 16 memotong benda kerja. Beberapa jenis mesin gerinda yaitu mesin gerinda permukaan, mesin gerinda silindris, mesin gerinda potong, dan mesin gerinda manual (Hadi, 2016).

### B. Proses gurdi

Proses gurdi adalah 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) yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada mesin gurdi tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin frais dan mesin bor (Widarto dkk, 2008).

Proses gurdi digunakan untuk pembuatan lubang silindris. Proses gurdi, beram (*chips*) harus keluar melalui alur helix pahat gurdi ke luar lubang. Ujung

pahat menempel pada benda kerja yang terpotong, sehingga proses pendinginan menjadi relatif sulit. Proses pendinginan biasanya dilakukan dengan menyiram benda kerja yang dilubangi dengan cairan pendingin, disemprot dengan cairan pendingin, atau cairan pendingin dimasukkan melalui lubang di tengah mata bor. Berikut rumus perhitungan proses gudi untuk mengetahui waktu produksi pembuatan lubang (Rochim, 2007) :

a) Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

Dimana :

$V_c$  = kecepatan potong (m/menit)

$d$  = diameter mata bor (mm)

$n$  = putaran spindel (rpm)

b) Gerak makan per mata potong

$$F_z = \frac{V_f}{z \times n}$$

Dimana :

$F_z$  = gerakan makan per mata potong (mm/menit)

$V_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$n$  = putaran spindel (rpm)

$z$  = jumlah mata potong (rpm)

c) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f}$$

Dimana :

$t_c$  = waktu pemotongan (mm/putaran)

$V_f$  = 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 ujung

### C. Proses bubut

Proses bubut adalah suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Prinsip kerja mesin bubut menghilangkan bagian benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu dimana benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat. (Menurut Rochim 2007)

Berikut adalah rumus perhitungan proses bubut guna mengetahui waktu produksi bubut (Rochim, 2007) :

#### a) Kecepatan potong

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

Dimana :

$V$  = kecepatan potong (m/min)

$\pi$  = konstanta

$n$  = putaran spindel (rpm)

$d$  = diameter rata-rata (mm)

$$= \frac{d_0 + d_m}{2}$$

$d_0$  = diameter awal (mm)

$d_m$  = diameter akhir (mm)

b) Kecepatan makan

$$V_f = f \cdot n$$

Dimana :

$V_f$  = kecepatan makan (mm/min)

$f$  = gerak makan (mm/r)

$n$  = putaran spindel (rpm)

c) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f}$$

Dimana :

$t_c$  = waktu pemotongan (mm)

$V_f$  = kecepatan makan (mm/min)

$l_t$  = panjang pembubutan (mm)

#### D. CNC Milling

CNC milling, atau pemesinan CNC, adalah sebuah proses manufaktur yang mengandalkan mesin yang dikendalikan secara numerik untuk membentuk benda kerja dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi. Proses ini melibatkan penggunaan alat potong yang berputar untuk menghilangkan material dari sebuah benda kerja, mengikuti program yang telah ditentukan sebelumnya. Program ini, yang biasanya dibuat menggunakan software CAD/CAM, berisi instruksi detail mengenai jalur yang harus diikuti oleh alat potong untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan.

Salah satu keunggulan utama dari CNC milling adalah kemampuannya untuk menghasilkan komponen dengan tingkat presisi yang sangat tinggi. Setiap gerakan alat potong dikendalikan oleh komputer, sehingga kesalahan manusia dapat diminimalkan. Selain itu, CNC milling juga sangat fleksibel, memungkinkan untuk memproduksi berbagai macam bentuk dan ukuran komponen. Proses ini juga sangat efisien, karena waktu setup dan produksi dapat dipersingkat secara signifikan dibandingkan dengan metode konvensional. Proses CNC milling dimulai dengan pembuatan program CNC. Program ini berisi informasi tentang geometri benda kerja, jenis alat potong

yang akan digunakan, kecepatan potong, laju pemakanan, dan parameter lainnya. Program ini kemudian dikirim ke mesin CNC, yang akan menerjemahkan instruksi tersebut menjadi gerakan fisik alat potong.

Selama proses pemotongan, benda kerja akan dijepit dengan kuat pada meja mesin. Alat potong kemudian akan bergerak secara otomatis mengikuti jalur yang telah diprogram, menghilangkan material dari benda kerja sedikit demi sedikit. Proses ini akan terus berulang hingga bentuk yang diinginkan tercapai.

#### E. Proses bending

Pembengkokan atau penekukan (bahasa Inggris: bending) adalah proses deformasi secara plastik dari logam terhadap sumbu linier dengan hanya sedikit atau hampir tidak mengalami perubahan luas permukaan dengan bantuan tekanan piston pembentuk dan cetakan (die). Sepotong besi dapat menjadi bengkok akibat tekanan mesin sederhana dengan menggunakan pres yang disebut bending. Biasanya pekerjaan bending menggunakan sepotong besi panjang, lembaran logam ataupun piring. Bending biasanya memakai die berbentuk V, U, W atau yang lainnya. Bending menyebabkan logam pada sisi luar sumbu netral mengalami tarikan, sedangkan pada sisi lainnya mengalami tekanan.

#### F. Proses pengelasan

Pengelasan (welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Lingkup teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya. Disamping proses las dapat juga untuk reparasi misalnya mengisi lubang-lubang pada coran, membuat lapisan las pada perkakas, mempertebal bagian yang sudah aus, dan lainnya. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi sarana untuk mencapai pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan dan cara pengelasan harus memperhatikan dan memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta kegunaannya. Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi

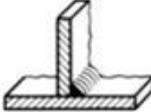
di dalamnya banyak masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Karena itu pengetahuan harus turut serta mendampingi praktiknya secara lebih terperinci dikatakan bahwa perancangan konstruksi bangunan dan mesin harus direncanakan pula tentang cara-cara pengelasan, misalnya pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang. Berdasarkan definisi dari DIN (Deutch Industrie Normen) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Definisi tersebut dapat dijabarkan bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Saat ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan dan klasifikasinya. Pada waktu ini pengelasan dan pemotongan merupakan pengerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam. Dari pertama perkembangannya sangat pesat telah banyak teknologi baru yang ditemukan. Sehingga boleh dikatakan hampir tidak ada logam yang dapat dipotong dan di las. Pada tabel ditunjukkan berbagai macam simbol las dasar yang digunakan dalam berbagai konstruksi pengelasan (Siswanto, 2018).

**Tabel 2. 1** Jenis pengelasan

No	Jenis lasan	Ilustrasi	Simbol
1	Las tepi		
2	Las Tumpul I		
3	Las tumpul – V tunggal		
4	Las lancip tunggal		
5	Las tumpul – V tunggal dengan kaki		
6	Las lancip tunggal dengan kaki		
7	Las tumpul -U tunggal		
8	Las tumpul -J tunggal		

9	Las penguat belakang		
---	----------------------	--	---

**Tabel 2. 2** Jenis pengelasan

No	Jenis lasan	Ilustrasi	Simbol
10	Las sudut		
11	Las sumbat		

### G. 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).