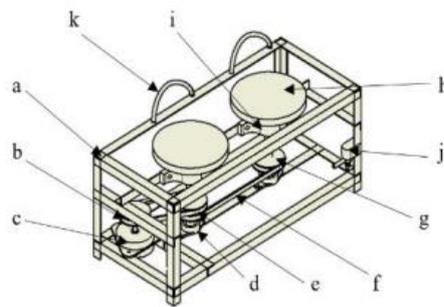


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjaua Pustaka

Almadani dkk, (2020) telah merancang desain mesin poles dan amplas untuk proses metalografi. Desain mesin poles dan amplas ini memiliki beberapa komponen utama terdiri dari poros, motor, rangka, bantalan, dan puli. Komponen rangkanya menggunakan Profil besi L 30x30 dan 40x40. Sedangkan untuk transmisi nya menggunakan jenis transmisi sabuk-v, jenis transmisi ini mempunyai gaya gesekan dan dapat menghasilkan daya yang besar pada tegangan rendah. Di bawah ini merupakan gambar 2.1 desain mesin poles dan amplas untuk proses metalografi.



Gambar 2. 1 Desain mesin poles dan Amplas Untuk Proses Metalografi (Ikhsan Almadani dkk, 2020).

Keterangan :

- | | |
|--------------------|------------------|
| a. Rangka | g. Puli tunggal |
| b. Puli Motor | h. Piringan |
| c. Motor | i. Bantalan atas |
| d. Bantalan bawah | j. Pompa |
| e. Puli bertingkat | k. Kran air |
| f. V-Belt | |

Shaputra dkk (2019) telah merancang sebuah keran air untuk berwudhu yang dapat mengeluarkan air dengan menggunakan sensor ultrasonik berbasis Arduino Uno. Tujuan perancangan ini untuk menghemat pemakaian air dengan mengontrol pemakaian air ketika berwudhu. Alat ini dikontrol dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, kran air otomatis ini

menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi keberadaan objek atau anggota tubuh manusia yang sedang berwudhu. Prinsip kerja semua alat ini ketika Arduino Uno dihubungkan dengan *power supply*, maka Arduino Uno akan menginisialisasi semua komponen yang ada pada alat ini. Kemudian ketika sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan objek dengan jarak kurang lebih 30 cm, maka *relay* akan aktif dan menghidupkan *solenoid valve*. Ketika sensor ultrasonik tidak mendeteksi keberadaan objek dengan jarak kurang lebih 30 cm maka *relay* akan mati dan *solenoid valve* juga mati. Jarak deteksi sensor ultrasonik pada alat ini adalah kurang lebih 30 cm.

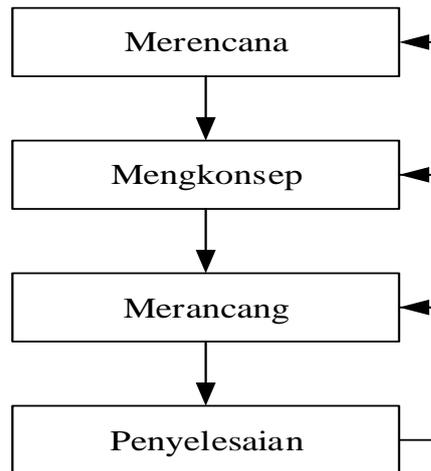
Huda dkk (2021) telah merancang dan membuat alat bantu pengecam spesimen pada mesin *grinding polish*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengefektifkan waktu pengerjaan pemolesan bahan yang kurang efektif jika dilakukan secara manual dan juga dapat mengurangi resiko kecelakaan kerja pada saat pengerjaan. Proses pengerjaan alat ini dilakukan dengan tahap pemotongan bahan berupa besi plat dan *hollow*, pengelasan, pengeboran, dan pengecatan. Hasil penelitian ini diperoleh adanya efisiensi waktu dalam melakukan pemolesan logam karena cekaman benda kerja konstan terhadap mesin *polishing* dan juga menghemat penggunaan bahan amplas dan mengurangi resiko terlemparnya benda kerja pada saat penekanan di mesin *polishing*.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisa, menilai, memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimal untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada (Nur & Sayuti 2018).

Metode perancangan yang digunakan sebagai pendekatan yaitu VDI 2222. VDI merupakan singkatan dari *Verein Deutsche Ingenieure* yang artinya adalah persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 (Pujono, 2019) ditunjukkan pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.5 Perancangan Menurut VDI 2222 (Pujono, 2019)

Urutan tahapan perencanaan VDI 2222 adalah sebagai berikut:

1. Merencana

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

2. Mengkonsep

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

3. Merancang

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

4. Penyelesaian

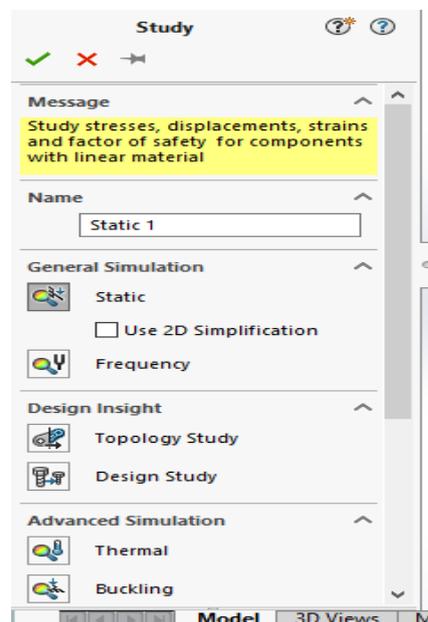
Melakukan *finishing* terhadap rancangan desain, desain melakukan verifikasi terhadap konsumen/*marketing* dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi.

2.2.2. Solidworks

Program *SolidWorks* merupakan program komputer yang berfungsi untuk melakukan analisa kekuatan. Program tersebut dapat membantu kita untuk mengurangi kesalahan dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang dikeluarkan berkurang, *time market* dari benda pun dapat dipercepat. *SolidWorks* dibuat dengan berdasarkan pada teori yang terdapat dalam perumusan metode

elemen hingga. Parameter mengacu pada kendala yang 14 nilainya menentukan bentuk atau geometri dari model atau perakitan. Parameter dapat berupa parameter numerik, seperti panjang garis atau diameter lingkaran, atau parameter geometris, seperti tangen, paralel, konsentris, horizontal atau vertikal, parameter dll. Numeric dapat dikaitkan satu sama lain melalui penggunaan hubungan, yang memungkinkan mereka untuk menangkap maksud desain.

Software solidworks menyediakan solusi terpadu untuk menyederhanakan dan memudahkan proses desain dan analisa sebuah struktur. Solusi terpadu tersebut berarti bahwa semua proses dikerjakan oleh satu mesin dan satu *software*, sehingga transfer data dari satu desain/*software* ke mesin/*software* yang lain tidak diperlukan. Dengan proses tersebut, hilangnya data atau informasi dapat dihindari dan waktu untuk proses analisa juga menjadi lebih singkat (Ardiansyah, 2024). Berikut gambar 2.3 adalah fitur simulasi yang terdapat pada *software solidworks*.



Gambar 2. 2 fitur simulasi pada *software solidworks*.

a. *Von misses*

Von misses stress merupakan indikator yang mengukur kegagalan material dengan menganalisis resultan 3 tegangan utama atau biasa disebut *principal stress*, kegagalan diprediksi jika nilai tegangan *Von misses* lebih besar dari tegangan luluh material ($\sigma_v > \sigma_y$).

b. Displacement

Displacement merupakan sebuah perpindahan posisi atau deformasi dari sebuah material yang terjadi diakibatkan beban yang diterima oleh suatu material.

c. Factor of safety

Factor of safety pada awalnya didefinisikan sebagai suatu bilangan pembagi kekuatan ultimate material untuk menentukan “tegangan kerja” atau “tegangan desain”.

2.2.3. Gambar Teknik

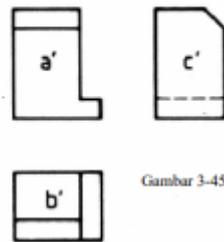
Gambar Teknik adalah aturan, tata cara pelaksanaan pembuatan gambar-gambar teknik yang diatur menurut standart yang digunakan. Dengan pengertian tersebut maka hal yang harus diperhatikan dalam gambar teknik adalah harus dapat dimengerti dan dipahami oleh semua pelaku teknik, sehingga diperlukan bahasa/aturan yang baku/standar. ISO (*International Organization for standardization*) adalah suatu wadah internasional yang telah menstandarkan gambar teknik dengan bahasa teknik yang disepakati semua pelaku teknik.

Seorang teknisi gambar akan diharapkan pada suatu masalah yaitu merekam suatu objek tiga dimensi dan kemudian menggambarnya dalam bentuk dua dimensi pada selembar kertas. Untuk memecahkan hal ini, maka haruslah terdapat cara untuk memudahkan kerja teknisi gambar dalam menggambarkan objek tersebut yang dapat dimengerti oleh orang lain dengan mudah. Metode yang digunakan yaitu Teknik proyeksi, dengan tata cara dan aturan-aturannya yang telah distandarkan oleh ISO 128-1982, DIN 5,6 dan yang lain nya. Proyeksi dalam gambar teknik mesin merupakan suatu metode untuk menggambarkan titik-titik tertentu sebuah objek.

a. proyeksi sudut pertama

metode proyeksi sudut pertama disebut juga proyeksi eropa karena metode ini banyak digunakan di negara-negara eropa. Tiga pandangan utama pada metode proyeksi eropa:

- pandangan depan (a)
- pandangan samping (c)
- pandangan atas (b)



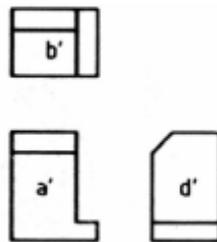
Gambar 3-45

Gambar 2. 3 padangan utama proyeksi Eropa

b. Proyeksi sudut ketiga

Metode sudut ketiga diebut juga proyeksi amerika karena metode ini telah digunakan di Amerika. Gambar disamping memperlihatkan symbol metode proyeksi amerika. Negara-negara lain yang menggunakan metode proyeksi sudut ketiga diantaranya adalah Jepang, Australia dan Kanada. Tiga pandangan utama pada metode proyeksi sudut ketiga adalah:

- Pandangan depan (a)
- Pandangan samping kanan (d)
- Pandangan atas (b)



Gambar 2. 4 Pandangan Utama Proyeksi Amerika

2.2.4. Poros Transmisi

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 & Suga, 2008). Poros untuk meneruskan daya diklarifikasikan 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. Spindle

Poros transmisi yang *relative* pendek, seperti poros utama mesin perkakas, beban utamanya berupa puntiran, disebut *spindle*. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

c. Gandar

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

Untuk merancang sebuah poros diperlukan perhitungan-perhitungan yang matang. Tujuan adanya perhitungan untuk mengetahui parameter yang dibutuhkan. Penjelasan mengenai perhitungan poros dapat dijelaskan melalui tahap-tahap berikut ini.

Suatu daya yang ditransmisikan dengan poros perlu dilakukan pemeriksaan terhadap daya tersebut. Daya yang besar mungkin diperlukan pada saat *start* atau mungkin beban besar terus bekerja setelah *start*. Dengan demikian diperlukan faktor koreksi pada daya rata-rata yang diperlukan dengan menggunakan faktor koreksi pada perencanaan. Tabel 2.1 menunjukkan faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan.

Tabel 2. 1 Faktor Koreksi Daya

Daya yang akan ditransmisikan	F_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2-2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8-1,2
Daya normal	1,0-1,5

Jika P adalah daya nominal *output* dari motor penggerak, maka daya rencana dinyatakan dengan persamaan berikut ini.

- a. Perhitungan daya rencana.

$$P_d = f_c \times P \quad (2.1)$$

Dimana:

P_d = daya rencana (kW)

f_c = Faktor koreksi daya

P = daya *output* motor gerak (kW)

Poros akan menerima beban puntir dan lentur dikarenakan poros digunakan untuk meneruskan daya melalui sabuk, roda gigi, dan rantai. Pada permukaan poros akan terjadi tegangan geser karena momen puntir dan tegangan geser akibat dari momen lentur. Momen puntir atau momen rencana dinyatakan dengan persamaan berikut.

b. Perhitungan momen puntir

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (2.2)$$

Dimana:

T = momen puntir (Kg mm)

P_d = Daya rencana (kW)

n_1 = Putaran awal (rpm)

Dalam bukunya, Sularso (2008) menjelaskan bahwa tegangan geser yang diizinkan adalah 40% dari batas kelelahan puntir, yang kira-kira 45% dari kekuatan tarik, dan batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik. Hal ini sesuai dengan standar ASME. Untuk 18% ini faktor keamanan diambil sebesar $1/0,18 = 6.0$ untuk bahan S-C. Selain itu, perlu diperhatikan pengaruh dari alur pasak, kekasaran permukaan, atau dibuat bertangga karena pengaruh konsentrasi tegangan cukup tinggi. Oleh karena itu, perlu diambil faktor keamanan 2 dengan harga 1,3 hingga 3,0. Dari penjelasan diatas, maka harga tegangan geser dapat diketahui persamaan berikut.

c. Tegangan geser

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{SF_1 \times SF_2} \quad (2.3)$$

Dimana:

τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm^2)

σ_B = kekuatan Tarik (kg/mm^2)

SF_1 = faktor keamanan 1

SF_2 = faktor keamanan 2

Keadaan momen puntir serta momen lentur perlu diperhatikan. Disini faktor koreksi yang dianjurkan oleh ASME juga digunakan. Faktor koreksi untuk momen puntir dinyatakan dengan K_t , sedangkan faktor koreksi untuk momen lentur dinyatakan dengan C_B . Harga K_t dan C_B dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Harga K_t dan C_B

	K_t	C_B
Beban dikenakan secara halus	1,0	1,0
Beban dikenakan dengan sedikit kejutan atau tumbukan	1,0-1,5	1,2
Beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar	1,5-3,0	2,3

Diameter minimal sebuah poros dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut.

d. Diameter minimal poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2.4)$$

Dimana:

d_s = diameter minimal poros (mm)

τ_a = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm^2)

C_b = faktor perkiraan beban lentur lain waktu

K_t = faktor keadaan untuk momen puntir

T = momen puntir (kg mm)

2.2.5. Pulley dan Sabuk

Pulley merupakan elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dari satu poros ke poros yang lain dengan menggunakan sabuk. *Pulley* bekerja dengan mengubah arah gaya yang diberikan, mengirim gerak dan mengubah arah rotasi (Mott, 2009).

Sabuk gilir terbuat dari karet neoprene atau plastik poliuretan sebagai bahan cetak, dengan inti dari serat gelas atau kawat baja, serta gigi-gigi yang dicetak secara teliti di permukaan sebelah dalam dari sabuk. Karena sabuk gilir dapat

melakukan transmisi mengait seperti pada roda gigi atau rantai, maka gerakan dengan perbandingan putaran yang tetap dapat diperoleh. (Sularso, 2008).

Berikut adalah rumus perhitungan untuk mengetahui parameter yang digunakan pada bagian *pulley* dan sabuk gilir.

- a. Perhitungan diameter puli

$$a. D_p = \frac{PxZ_2}{n} \quad (2.5)$$

$$b. d_p = \frac{PxZ_1}{n} \quad (2.6)$$

Dimana :

D_p = diameter puli besar (mm)

d_p = diameter puli kecil (mm)

P = jarak bagi sabuk (mm)

Z_1 dan Z_2 = jumlah gigi pada puli kecil dan besar

- b. Perhitungan Panjang sabuk yang diperlukan

$$L_p = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + 2C_p + \frac{[(Z_1 - Z_2)/6,28]^2}{C_p} \quad (2.7)$$

Dimana :

L_p = Panjang sabuk yang diperlukan (mm)

Z_1 = Jumlah gigi puli kecil

Z_2 = Jumlah gigi puli besar

C_p = Jarak sumbu poros (mm)

- c. Perhitungan jarak sumbu poros

$$C_p = \frac{1}{4} \left\{ \left(L - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right) + \sqrt{\left(L - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (Z_1 - Z_2)^2} \right\} \quad (2.8)$$

Dimana :

L = Nominal dan Panjang sabuk dalam perdagangan (mm)

Z_1 = Jumlah gigi puli kecil

Z_2 = Jumlah gigi puli besar

C_p = Jarak sumbu poros (mm)

- d. Sudut kontak

$$\theta = 180^\circ - 57 \frac{(D_p - d_p)}{C} \quad (2.9)$$

Dimana :

θ = sudut kontak sabuk pada puli kecil ($^\circ$)

D_p = diameter lingkaran jarak bagi puli besar (mm)

d_p = diameter lingkaran jarak bagi puli kecil (mm)

C = jarak sumbu poros (mm)

Z_1 = jumlah gigi puli kecil.

2.2.6. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan Panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya. Jadi, bantalan dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada Gedung (Sularso, 2008).

2.2.7. Motor DC

Motor DC adalah mesin elektrodinamika dan merupakan perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Salah satu jenis motor listrik adalah motor listrik arus searah (*direct current*). Motor jenis ini menggunakan arus searah. Motor DC digunakan dalam aplikasi khusus yang membutuhkan torsi awal yang tinggi atau akselerasi konstan pada rentang kecepatan yang lebar. Keuntungan menggunakan motor DC adalah pengontrol kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas catu daya. Motor DC umumnya terbatas pada konsumsi daya rendah hingga sedang pada kecepatan rendah, karena sering kali ada masalah dengan mengubah arah kebutuhan daya mekanis pada ukuran yang lebih besar. Motor DC juga relatif lebih murah dibandingkan motor AC (Bagia & Parsa, 2018).

- a. Daya motor penggerak yang dibutuhkan dapat menggunakan rumus sebagai berikut : (Cahyono dkk, 2018)

$$P = T \times \omega \quad (2.10)$$

Dimana :

P = Daya (kW)

T = Torsi yang dibutuhkan (N.m)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

2.2.8. Pemilihan material dan konstruksi rangka

Ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan saat memilih material untuk konstruksi rangka mesin, salah satunya adalah sifat material. Sifat material akan mempengaruhi kinerja komponen mesin karena komponen akan mengalami berbagai gaya, tekanan, dan pembebanan. Sebelum merancang alat atau mesin, hal ini sangat penting. maka perlu mempertimbangkan harga material yang akan digunakan dan perlu dilakukan perhitungan terhadap rangka. Berikut merupakan rumus untuk menghitung momen inersia pada rangka (Popov dan Astamar, 1984).

$$I_{xx} = \frac{bh^3}{12}$$

Dimana :

I_{xx} = Momen inersia (mm^4)

b = lebar penampang

h = tinggi penampang

2.2.9. Pompa air aquarium

Pompa adalah alat yang bekerja atas dasar mengkonfersi energi mekanik menjadi energi kinetik, yang berguna untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lainnya. Pada dasarnya pompa aquarium merupakan suatu alat untuk menyaring kotoran ikan yang ada pada aquarium agar air tetap terjaga dengan bersih dan sehat. Berikut merupakan bentuk fisik pompa air pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 5 Pompa Air

2.2.10. *Holder* penjepit benda kerja

Holder penjepit benda kerja adalah alat yang berfungsi untuk mencekam, memegang, ataupun menahan benda kerja sebagai pengganti pencekaman benda kerja secara manual dengan tangan. Dengan adanya penjepit benda kerja ini dapat menjaga keselamatan operator selain itu, penggunaan alat bantu ini berpotensi untuk mendapatkan permukaan rata dari pada menggunakan tangan. Manfaat lainnya yaitu dapat menghemat waktu pengerjaan (Huda dkk, 2021).

Gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban menggunakan ulir dapat dihitung menggunakan rumus :

$$F = m \times g \quad (2.11)$$

Dimana :

F = Gaya yang bekerja

m= massa benda

g = Percepatan gravitasi

2.2.11. *Sensor* Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah perangkat elektronik yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi jarak atau keberadaan objek. Mereka mengirimkan gelombang suara ultrasonik dan kemudian mengukur waktu yang diperlukan untuk gelombang tersebut dipantulkan kembali. Dari waktu tempuh tersebut, *sensor* dapat menghitung jarak objek. *Sensor* ultrasonik JSN-SR04T sebagai alat untuk mengukur jarak antara benda dengan *disk* menggunakan mikrokontroler Arduino Uno Atmega 328 sebagai pengatur kendali masukan dan keluaran *system* (Nari dkk, 2023).

2.2.12. Arduino

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang berifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa “platform” disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, Bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* kedalam *memory microcontroller* (Feri Djuandi, 2011).

Arduino uno mikrokontroler berbasis ATmega328 memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, konektor USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya (Suwartika & Sembada, 2020).

2.2.13. IDE Arduino

Software IDE Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *platform wiring*, dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang, hardwarenya menggunakan prosesor Atmel AVR dan *software* nya memiliki Bahasa pemrograman C++ yang sederhana dan fungsi-fungsinya yang lengkap, sehingga Arduino mudah dipelajari oleh pemula (Darmawan & Andrianto, 2016). Gambar 2.7 memperlihatkan tampilan awal *software* IDE Arduino.