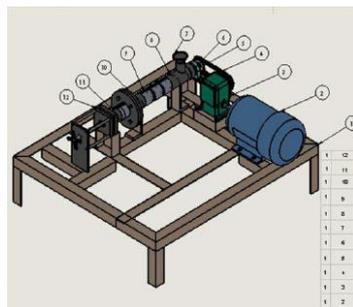


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Lusi, et al (2020) melakukan Perancangan Mesin *Injection Molding* Sistem *Screw*. Metode perancangan ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu perencanaan desain, persiapan alat dan bahan, pembuatan komponen utama, perakitan, pengujian, dan perbaikan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengolah bijih plastik dengan suhu pemanas yang digunakan  $200^{\circ}\text{C}$ - $300^{\circ}\text{C}$  menggunakan band heater dan mesin berbentuk tabung dengan diameter 5 cm. Komponen utama dalam mesin ini yaitu meja dudukan komponen mesin, dinding pemanas/*barrel*, poros *screw*, *feed hopper*, cetakan produk (*mold*). Hasil dari perancangan mesin ini yaitu dimensi *mold* yang digunakan adalah 80 mm x 80 mm dengan saluran utama sebesar 3,5 mm dan kapasitas alir mesin 0,65, *cavity filling time* 609,038 detik dengan injeksi *speed* 1,3  $\text{cm}^3/\text{detik}$ , tekanan isi spesifik 14  $\text{kg}/\text{Cm}^2$  dan gaya cengkam 1723.23 N. Tekanan injeksi sebesar 175,84  $\text{N}/\text{Cm}^2$  torsi motor 830,4 Kg. mm lalu daya yang dibutuhkan 0,026409kw untuk daya rencananya sebesar 0,031690 kw dan daya motor yang digunakan sebesar 0,746 Kw dengan RPM 1430.

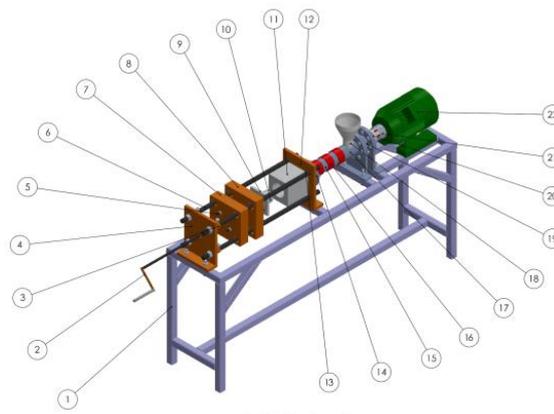


Gambar 2. 1 Perancangan Mesin *Injection Molding Sistem Screw*

(sumber: Lusi et al., 2020)

Setyawan (2023) melakukan rancang bangun “Rancang Bangun Alat *Plastic Injection Molding* Perhitungan Daya Motor”. Mesin *plastic injection molding* ini dibuat untuk skala kecil sebagai penunjang proses perkuliahan dan berfungsi untuk mencetak produk tempat pensil berbahan dasar plastik. Perancangan ini menggunakan metode eksperimen dengan merancang dan membangun mesin

*plastic injection molding* yang meliputi beberapa tahapan, yaitu studi literatur, observasi lapangan, design dan kalkulasi, pembuatan, pengujian. Mesin ini membutuhkan daya sebesar 0,58744 kW untuk menggerakkan mesin dikonversikan menjadi 0,78777 HP dan dari hasil tersebut maka dipilih motor listrik yang tersedia di pasar, yaitu motor listrik dengan daya 1 HP. Putaran mesin yang paling optimal untuk mencetak produk tempat pensil adalah menggunakan putaran 1390 RPM karena dapat dilihat dari tingkat kecacatan pada kondisi mesin. Pada mesin ini terdapat 3 jenis yaitu cacat *short shot*, *black spot*, dan *flashing*, cacat *short shot* dan *black spot* menjadi cacat yang sering ditemukan pada saat proses pengambilan data.



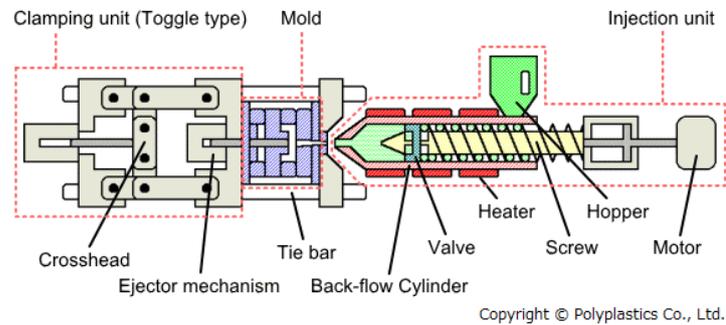
Gambar 2. 2 Rancang Bangun Alat *Plastic Injection Molding* Perhitungan Daya Motor  
(sumber: Setyawan, 2023)

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Injection Molding

*Injection Molding* adalah salah satu proses yang paling banyak digunakan untuk pembuatan komponen plastik. Ini adalah teknik pemrosesan utama untuk mengubah bahan mentah termoplastik dan termoset bahan baku menjadi semua jenis produk untuk berbagai penggunaan akhir: dari otomotif hingga elektronik, medis hingga olahraga dan hiburan, serta bangunan dan konstruksi hingga produk konsumen. *Injection Molding* adalah metode pembuatan suku cadang yang relatif baru. Suntikan pertama mesin cetak diproduksi dan digunakan pada awal

tahun 1930-an, metode manufaktur lain yang mungkin telah dikenal sejak lebih dari 100 tahun yang lalu (Charles A, 2006).

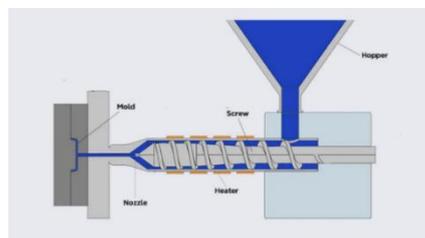


Gambar 2. 3 *Injection Molding*

(Sumber: <https://www.polyplastics.com/en/support/mold/outline/> diakses 14 Februari 2024)

#### 1. Unit Injeksi

Sebelum proses penyuntikan plastik cair ke dalam cetakan, kedua bagian cetakan harus ditutup rapat dengan unit penjepit. Ketika cetakan dihubungkan ke unit injeksi, di depan penjepit terdapat rongga tempat dimasukkannya bahan plastik cair, yang disebut *nozzle*. Di belakang cetakan terdapat inti cetakan yang menempel pada plat penjepit. Plat penjepit belakang dapat digerakkan untuk membuka dan menutup cetakan. Biasanya alat penjepit ini menggunakan hidrolis untuk menggerakkannya. Selama proses penjepitan, harus ditutup rapat selama proses penginjeksian dan kemudian dilakukan perlakuan pendinginan. Setelah perlakuan pendinginan yang memadai, cetakan dibuka dan plastik hasil injeksi (Rahmad Arjun, 2021)

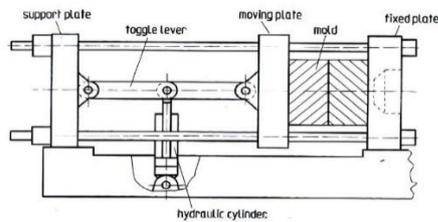


Gambar 2. 4 Unit Injeksi pada *Injection Molding*

(Sumber: <https://medium.com/@sogaworksofficial/what-is-plastic-injection-molding-a-new-ins-guide-b676256ec697> diakses pada tanggal 15 Februari 2024)

## 2. Unit Penjepit (*Clamping Unit*)

*Clamping Unit* mempunyai fungsi untuk menjaga dan mengatur gerakan  *mold unit*, serta pergerakan *ejector* pada saat mengeluarkan benda dari *molding unit*, pada *clamping unit* dapat diatur berapa lama gerakan *molding* saat bergerak dan seberapa lama *ejector* harus bergerak (Rinanto, 2012).

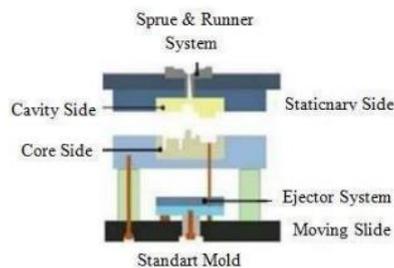


Gambar 2. 5 Unit *Clamping*

(Sumber : Rinanto, 2012)

## 3. Unit Cetakan (*Molding Unit*)

*Mold* adalah elemen kunci pada proses  *injection molding*. *Molding Unit* adalah bagian yang memiliki fungsi membentuk benda yang akan di cetak. Secara garis besar *molding* unit memiliki dua bagian utama yaitu bagian *cavity* dan *core*, bagian *cavity* adalah bagian yang berhubungan dengan *ejector*. *Ejector* adalah bagian dari mesin yang digunakan untuk mengeluarkan produk plastik yang sudah jadi dari cetakan (Rinanto, 2012).



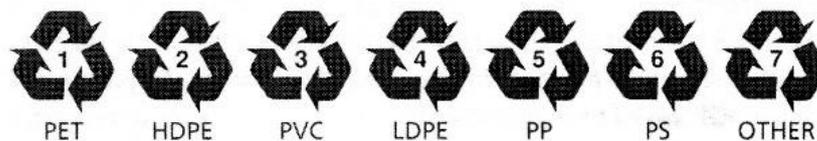
Gambar 2. 6 Unit Cetakan

(Sumber : Rahmad Arjun, 2021)

### 2.2.2 Plastik

Plastik adalah polimer yang terdiri dari rantai panjang atom yang terikat menjadi satu. Rantai ini membentuk banyak unit molekul yang berulang. Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik, namun ada beberapa polimer alami yang dianggap plastik (Iwan Nugraha Gusniar, n.d. 2018). Plastik bisa berbentuk batangan, lembaran, atau blok, bisa berupa botol, kemasan makanan, pipa, peralatan makan, dan lain-lain sebagai sebuah produk (Rahmad Arjun, 2021).

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu plastik *thermoplast* dan plastik *thermoset*. Plastik *thermoplast* adalah jenis plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. Contoh yang termasuk plastik *thermoplast* seperti PE (*Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polystyrene*), ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), SAN, nylon, PET (*Polyethylene Terephthalate*), BPT, *Polyacetal* (POM), PC. Sedangkan plastik *thermoset* adalah jenis plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena bangun polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi. Contoh yang termasuk plastik *thermoset* adalah PU (*Poly Urethane*), UF (*Urea Formaldehyde*), MF (*Melamine Formaldehyde*), polyester, epoksi (Iman Mujiarto, 2005).



Gambar 2. 7 Kode Jenis-Jenis Plastik

(<https://sustainability.id/symbol-plastik/> diakses 17 Februari 2024)

Berikut penjelasan dan kegunaan kode plastik dari gambar 2.7 yaitu (Achmad Firdaus, 2018):

1. PET (*Polyethylene Terephthalate*)

*Polyethylene Terephthalate* (PET/PETE) merupakan jenis material plastik yang mempunyai sifat-sifat permeabilitasnya yang rendah dan memiliki sifat-sifat mekaniknya yang baik. Jenis material ini akan mencair saat pemanasan pada

suhu 110°C. Dalam kehidupan sehari-hari material ini biasa digunakan untuk botol plastik yang jernih atau tembus pandang dan hanya untuk sekali pakai.

## 2. HDPE (*High Density Polyethylene*)

*High Density Polyethylene* merupakan jenis material plastik yang memiliki ketahanan kimiawi yang bagus, sifat bahannya lebih kuat, keras, buram, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Umumnya jenis material ini digunakan pada botol-botol yang tidak diberi pigmen, bersifat tembus cahaya, kaku, dan cocok untuk pengemasan produk yang memiliki umur pendek seperti susu.

## 3. PVC (*Polyvinyl Chloride*)

*Polyvinyl Chloride (PVC)* merupakan jenis material plastik yang memiliki karakter fisik stabil dan tahan terhadap bahan kimia, pengaruh cuaca, aliran, dan sifat elektrik. Umumnya digunakan untuk pipa dan konstruksi bangunan.

## 4. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

*Low Density Polyethylene (LDPE)* merupakan jenis material yang tidak dapat dihancurkan, tetapi baik untuk kemasan/tempat makanan. Di bawah temperatur 60°C sangat resistan terhadap sebagian besar senyawa kimia. Material ini biasa digunakan sebagai tempat makanan

## 5. PP (*Polypropylene*)

*Polypropylene* memiliki karakteristik material lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Umumnya digunakan sebagai tempat menyimpan makanan, botol minum, tempat obat dan botol minum untuk bayi.

## 6. PS (*Polystyrene*)

*Polystyrene* merupakan produk polimerisasi yang mempunyai *softening point* (titik lunak) yang rendah sekitar 90°C. Oleh karena itu, material ini tidak digunakan untuk pemakaian suhu tinggi. Material jenis ini memiliki sifat ringan, getas, biasanya berwarna putih, berbentuk busa, dan mengkilap serta mudah untuk dicetak.

## 7. Lainnya (*Other*)

Jenis plastik lainnya (*other*) terdiri dari 4 jenis, yaitu SAN (*Styrene Acrylonitrile*), ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), PC (*Polycarbonate*), dan Nylon. Plastik jenis ini dapat ditemui pada galon air mineral.

### 2.2.4 Plastik *Polypropylene* (PP)

*Polypropylene* merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. *Polypropylene* mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190 - 200°C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130 – 135°C. *Polypropylene* mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*hemical Resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah (Iman Mujiarto, 2005). Plastik PP memiliki permukaan yang licin, bisa menahan bahan kimia, memiliki fleksibilitas dan daya tahan yang tinggi, mudah didaur ulang serta bisa meredam listrik. Selain itu, harganya relatif lebih murah dibandingkan dengan bahan baku lain (Deglas, 2023)

Tabel 2. 1 Perbandingan *specific gravity* plastik *polypropylene* dengan jenis plastik lainnya (Mujiarto, 2005)

<b>Resin</b>	<b><i>Specific gravity</i></b>
PP	0,85-0,90
LDPE	0,91-0,93
HDPE	0,93-0,96
Polistirena	1,05-1,08
ABS	0,99-1,10
PVC	1,15-1,65
Asetil Selulosa	1,23-1,34
Nylon	1,09-1,14
Poli Karbonat	1,20
Poli Asetat	1,38

*Polypropylene* mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190 - 200°C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130 – 135°C. *Polypropylene* mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*chemical resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) yang rendah (Mujiarto, 2005).

Tabel 2. 2 Temperatur leleh proses termoplastik (Mujiarto, 2005)

<i>Processing Temperature Rate</i>		
<b>Material</b>	<b>°C</b>	<b>°F</b>
ABS	180-240	356-464
<i>Acetal</i>	185-225	365-437
<i>Acrylic</i>	180-250	356-482
<i>Nylon</i>	260-290	500-554
<i>Poly Carbonat</i>	280-310	536-590
LDPE	160-240	320-464
HDPE	200-280	392-536
PP	200-300	392-572
PS	180-260	356-500
PVC	160-180	320-365

### 2.2.5 Transmisi

Transmisi merupakan sistem dari suatu alat yang dirancang sehingga menjadi satuan komponen alat yang berfungsi untuk menggerakan suatu alat sehingga alat tersebut dapat bekerja (Siburuan, 2019).

### 2.2.6 Pulley

Puli (*pulley*) adalah sebuah mekanisme yang terdiri dari roda pada sebuah poros atau batang yang memiliki alur diantara dua pinggiran di sekelilingnya. Sebuah tali, kabel, atau sabuk biasanya digunakan pada alur puli untuk memindahkan daya. Puli digunakan untuk mengubah arah gaya yang digunakan, meneruskan gerak rotasi, atau memindahkan beban yang berat. Sistem puli (*pulley*) dengan sabuk (*belt*) terdiri dua atau lebih puli yang di hubungkan dengan menggunakan sabuk. Sistem ini memungkinkan memindahkan daya, torsi, dan kecepatan serta dapat memindahkan beban yang berat dengan variasi diameter yang berbeda (Siburuan, 2019).



Gambar 2. 8 *Pulley*

(Sumber: <https://lug-all.com/products/pulley-wheel-526> diakses 17 Februari 2024)

Sistem puli dengan sabuk terdiri dari dua atau lebih puli yang dihubungkan dengan menggunakan sabuk. Sistem ini memungkinkan untuk memindahkan daya, torsi, dan kecepatan, bahkan jika puli memiliki diameter yang berbeda dapat meringankan pekerjaan untuk memindahkan beban yang berat. Cara kerjanya sering digunakan untuk mengubah arah dari gaya yang diberikan, mengirimkan gerak rotasi. *Pulley* sendiri memiliki berbagai jenis, diantaranya sebagai berikut (Indianto et al., 2019) :

1. *Sheaves/V*

*Sheaves/V* merupakan jenis yang paling sering digunakan untuk transmisi, produk ini digerakkan oleh *V-Belt*. Karena kemudahannya dan dapat diandalkan. Produk ini telah dipakai selama satu dekade.

2. *Variable Speed*

*Variable Speed* adalah perangkat yang digunakan untuk mengontrol kecepatan mesin. Berbagai proses industri seperti jalur perakitan harus bekerja pada kecepatan yang berbeda untuk produk yang berbeda. Dimana kondisi memproses kebutuhan penyetelan aliran dari pompa atau kipas, memvariasikan kecepatan dari *drive* mungkin menghemat energi dibandingkan dengan teknik lain untuk kontrol aliran.

3. *Mi-Lock*

*Mi-Lock* digunakan pada pegas rem jenis ini menawarkan keamanan operasional yang tinggi untuk semua aplikasi, melindungi personil, mesin dan peralatan, dapat diandalkan untuk pengereman yang mendadak atau

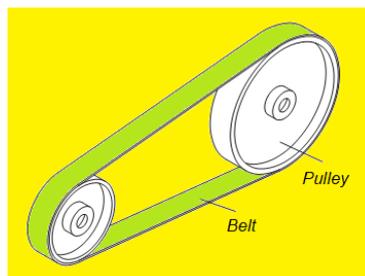
fungsinya menahan pada mesin yang tiba-tiba mati atau karena kegagalan daya.

#### 4. *Timing*

*Timing* adalah jenis lainnya dari katrol dimana ketepatan sangat dibutuhkan untuk aplikasi. Material khusus yang tersedia untuk aplikasi yang mempunyai kebutuhan yang lebih spesifik.

### 2.2.7 Sabuk

Sabuk (*belt*) adalah sistem transmisi tenaga atau daya atau momen puntir dari poros yang satu ke poros yang lain melalui sabuk (*belt*) yang melingkar atau melilit pada puli yang terpasang pada puli poros-poros tersebut. Pada umumnya transmisi sabuk digunakan pada kecepatan putar yang tinggi, seperti pada reduksi tingkat pertama dari motor listrik atau motor bakar. Kecepatan linier sabuk biasanya berkisar antara 2500 sampai 6500ft/menit, yang akan menghasilkan gaya tarik yang relative rendah pada sabuk. Pada kecepatan rendah, tarikan pada sabuk menjadi terlalu besar pada lazimnya penampang melintang sabuk, dan kemungkinan terjadi slip antara sisi-sisi sabuk dan puli. Pada kecepatan tinggi, pengaruh dinamik seperti gaya sentrifugal, kibasan sabuk, dan getaran akan mengurangi efektivitas dan umur pakai transmisi (Siburuan, 2019).



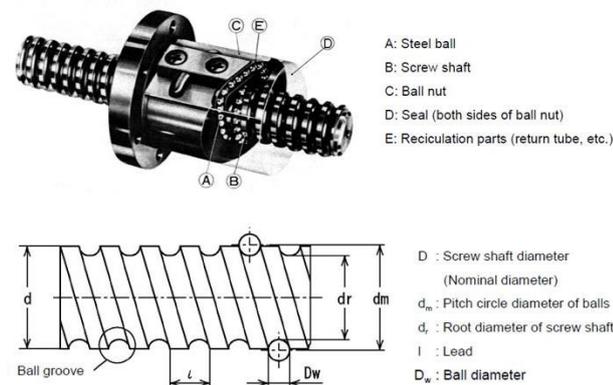
Gambar 2. 9 Sabuk

(sumber : <https://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2019/07/pulley-dan-belt.html> diakses 9 Maret 2024)

### 2.2.7 Ballscrew

*Ballscrew* adalah *actuator* linier yang bertindak untuk mengubah gerak putar menjadi gerak lurus dengan gesekan kecil ataupun sebaliknya. Gesekan yang terjadi kecil dikarenakan antara *nut* dengan *bolt* terdapat bola yang berfungsi untuk menurunkan koefisien gesekan. Aktuator sendiri merupakan suatu pengubah, yang

mengubah gerak linear menjadi gerak rotasi. Aktuator digunakan untuk menggerakkan suatu mekanisme dan dengan demikian mengubah variabel yang dikendalikan. Pada poros berulirnya (*screw*) memiliki jalur berbentuk heliks untuk ball bearing dan bertindak sebagai sekrup presisi, memungkinkannya menahan gaya dorong yang sangat tinggi dengan gesekan internal yang rendah. *Ballscrew* cocok digunakan pada bagian mekanismne yang membutuhkan presisi tinggi (Pratama, 2020).



Gambar 2. 10 *Ballscrew*

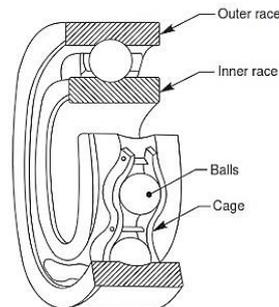
(Sumber Pratama, 2020)

### 2.2.8 Bantalan

Bantalan adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Bantalan menjaga poros (*shaft*) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.

Fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Bantalan dapat diklasifikasikan atas dasar gerakan bantalan terhadap poros (Indianto et al., 2019):

1. Bantalan Luncur pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas.



Gambar 2. 11 Bantalan gelinding

(sumber : <https://www.omesin.com/2020/07/bantalan-gelinding-ball-bearing-elemen.html> diakses 9 Maret 2024)

2. 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.



Gambar 2. 12 Bantalan luncur

(sumber : <https://iyanarafah.blogspot.com/2010/11/bantalan-luncur.html> diakses 9 Maret 2024)

### 2.2.9 Motor *stepper*

Motor *stepper* merupakan salah satu komponen elektronika yang gerakan rotor-nya dapat dikontrol yang dihasilkan dari sistem digital seperti mikroprosesor dan komputer. Motor *stepper* ini dirancang untuk aplikasi-aplikasi pengontrolan digital seperti penggerak, printer, pintu elektronik dan lain sebagainya. Kebanyakan sistem pengontrolan motor *stepper* tersebut masih menggunakan kabel sebagai media transmisi.

Ada dua tipe lilitan pada motor *stepper* yaitu motor *stepper bipolar* dan *uni-polar*. Pada motor *stepper uni polar* arus yang mengalir melalui koil hanya satu arah. Sedangkan pada motor *stepper bi-polar* arus mengalir melalui koil dalam dua

arah. Motor *stepper uni polar* dapat difungsikan untuk perputaran *half step* dan *full step*. Sedangkan motor *stepper bi-polar* hanya dapat difungsikan untuk perputaran *full step* saja.



Gambar 2. 13 Motor *Stepper*

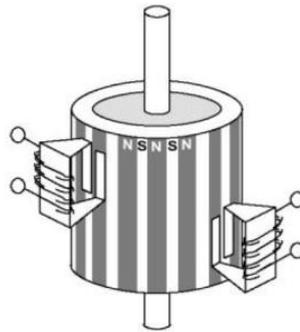
(Sumber: <https://jagootomasi.com/motor-stepper-prinsip-kerja-dan-pengendalian-pada-otomasi-industri/> diakses 17 Februari 2024)

Prinsip dasar dari motor *stepper* adalah berdasarkan prinsip dasar magnet, yaitu kutub senama magnet akan saling tolak-menolak dan kutub yang berbeda akan saling tarik-menarik yang terdiri atas sebuah rotor yang merupakan magnet permanen dan dua buah stator yang dililiti kumparan sehingga dapat membentuk magnet listrik, jika stator diberi arus listrik, maka kedua stator akan membentuk kutub-kutub magnet. Jika kutub magnet stator dan rotor sama, kedua magnet akan saling tolak menolak sehingga mengakibatkan rotor berputar (SIREGAR, 2019).

Bagian-bagian dari motor *stepper* yaitu tersusun atas rotor, stator, *bearing*, casing dan sumbu. Sumbu merupakan pegangan dari rotor dimana sumbu merupakan bagian tengah dari rotor, sehingga ketika rotor berputar sumbu ikut berputar. Stator memiliki dua bagian yaitu pelat inti dan lilitan. Plat inti dari motor *stepper* ini biasanya menyatu dengan casing. Casing motor *stepper* terbuat dari aluminium dan ini berfungsi sebagai dudukan *bearing* dan stator pemegangnya adalah baut sebanyak empat buah. Di dalam motor *stepper* memiliki dua buah *bearing* yaitu *bearing* bagian atas dan *bearing* bagian bawah. Pada dasarnya motor *stepper* dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu (Kalatiku & Joefrie, 2011):

1. *Permanent Magnet (PM)*

Motor *stepper* berjenis PM memiliki rotor berupa magnet permanen. Biasanya memiliki kecepatan rendah, alat dengan torsi rendah dan sudut langkah besar, bisa 45 atau 90 derajat.

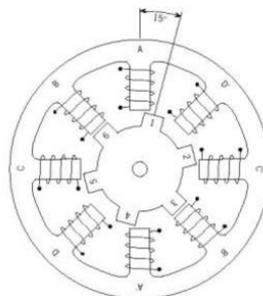


Gambar 2. 14 *Permanent Magnet (PM)*

(Sumber: <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/jenis-jenis-motor-stepper/>  
diakses 11 Maret 2024)

2. *Variable Reluctance (VR)*

Motor *stepper* jenis ini memiliki bentuk rotor yaitu berbentuk silinder dan pada semua unitnya memiliki gerigi yang memiliki hubungan dengan kutub-kutub stator. Rotor pada magnet tipe ini tidak menggunakan magnet *permanent*. Stator terlilit oleh lilitan sehingga pada saat teraliri arus, stator akan menghasilkan kutub magnet. Jumlah gerigi pada rotor akan menentukan langkah atau *step* motor. Perbedaan motor *stepper* berjenis PM dengan VR yaitu motor berjenis VR memiliki torsi yang relatif lebih kecil dibanding dengan motor *stepper* berjenis PM.

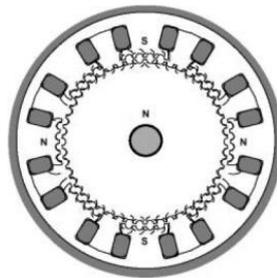


Gambar 2. 15 *Variable Reluctance (VR)*

(Sumber: <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/jenis-jenis-motor-stepper/>  
Diakses 11 Maret 2024)

### 3. *Permanent Magnet – Hybrid (PM-H)*

*Permanent magnet hybrid* merupakan penyempurnaan motor *stepper* di mana motor *stepper* ini memiliki kecepatan 1000step/detik namun juga memiliki torsi yang cukup besar sehingga dapat dikatakan bahwa PM-H merupakan motor *stepper* kombinasi antara PM dan VR motor *stepper*. Motor *hybrid* mengkombinasikan karakteristik terbaik dari motor *variable* reluktansi dan motor magnet *permanent*. Motor ini dibangun dengan kutub stator yang banyak-gigi dan rotor magnet *permanent*. Motor *hybrid* standar mempunyai 200 gigi rotor dan berputar pada 1,8 derajat sudut *step*. Karena memperlihatkan torsi tinggi dan dinamis serta berputar dengan kecepatan yang tinggi maka motor ini digunakan pada aplikasi yang sangat luas.



Gambar 2. 16 *Permanent Magnet – Hybrid (PM-H)*

(Sumber <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/jenis-jenis-motor-stepper/>

Diakses 11 Maret 2024)

#### 2.2.10 Gambar Teknik

Menggambar teknik adalah suatu pekerjaan membuat gambar-gambar teknik yang menunjukkan bentuk dan ukuran dari suatu benda atau konstruksi dengan ketentuan dan aturan sesuai standar yang di sepakati bersama yang dinyatakan di atas kertas gambar. ISO (*International Organisation for Standardisation*) yaitu sebuah badan/lembaga internasional untuk standarisasi. Di samping ISO sebagai sebuah badan internasional (antar bangsa), di negara-negara tertentu ada yang memiliki badan standarisasi nasional yang cukup dikenal di seluruh dunia. Misalnya di Jerman ada DIN, di Belanda ada NEN, di Jepang ada JIS, dan di Indonesia ada SNI. Di bawah ini merupakan fungsi dan tujuan gambar teknik, di antaranya sebagai berikut (Abryandoko, 2020) :

1. Penyampaian Informasi.
2. Penyimpanan dan penggunaan keterangan (data teknis).
3. Cara-cara pemikiran (perencanaan) data penyiapan informasi.

#### A. Etiket

Etiket (Kepala Gambar) pada gambar teknik di fungsikan sebagai sumber informasi yang menjelaskan spesifikasi gambar secara detail, dimana di dalam kepala gambar terdapat informasi sebagai berikut:

- a. Nama instansi/perusahaan
- b. Nomor gambar
- c. Judul gambar
- d. Ukuran kertas
- e. Proyeksi gambar
- f. Skala dan satuan gambar
- g. Tanggal pembuatan gambar
- h. Nama penggambar dan pemeriksa
- i. Jurusan/NRP
- j. Keterangan Gambar

DILARANG MENKOPY, MEMERBAHYAK, MENYALIN, MEMODIFIKASI, DAN MENYEBARKAN GAMBAR INI TANPA IZIN TERLEBIH DARI POLITEKNIK NEGERI CILACAP										
B										
7 50 10 15 38 38 20 7										
F										
JML		NAMA BIGIAN			POS	BAHAN	UKURAN JADI	UKURAN KASAR	NO. ID	
>		0	6	30	120	400	1000	PEKERJAAN LANJUT	NO ORDER	PROYEKSI
A		6	30	120	400	1000	2000	53	33	
TOL		±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2			
NAMA							SKALA	DIGAMBAR		
NO. ASSY. :							15	DIPERIKSA		
								DISAHKAN		
							FORMAT			
							15	18	16	16
POLITEKNIK NEGERI CILACAP, JURUSAN TEKNIK MESIN JL. dr. SOETOMO, NO : 01, SIDAKAYA, CILACAP, 53212 TELP. 0282 - 533326, E-mail : trpno@politeknikcilacap.ac.id										
A										
5 4 3 2 1										
PENGGANTI DARI :										
DIJAHITI DENGAN :										
10 42 37 37 37 42 5										
B										
7 7										
7 7										
15										
6.5 6.5 6.5 6.5										
6.5 6.5 6.5 6.5										
14										
6.5										
5										

Gambar 2. 17 Etiket

## B. Skala

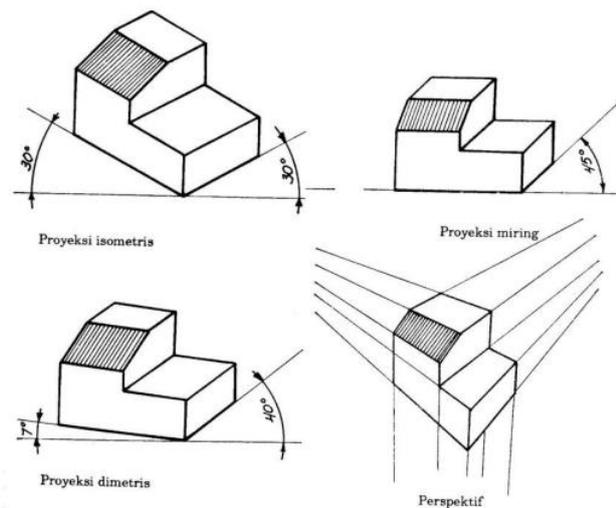
Skala merupakan perbandingan antara ukuran sebenarnya dengan ukuran gambar yang akan dibuat oleh *Drafter*. Skala biasanya dipakai untuk memperbesar komponen kecil menjadi ukuran gambar yang lebih besar begitupun sebaliknya ukuran yang besar dijadikan gambar yang lebih kecil. Oleh karena itu sebuah gambar yang dibuat harus menulis atau menyatakan skala yang digunakan. Skala pada gambar dengan ukuran yang persis dengan obyek yang di gambar maka dapat dikatakan original Skala 1:1.

## C. Proyeksi

Proyeksi merupakan implementasi gambar rancangan dari sebuah obyek nyata, proyeksi ini dibuat dengan garis pada bidang datar. Secara fungsi proyeksi ini digunakan untuk menampilkan sebuah obyek gambar nyata ke dalam bentuk gambar yang di sesuaikan dengan tujuan gambar tersebut. Garis proyeksi terdiri dari berbagai tipe, hal tersebut tergantung pada jenis garis dari proyeksi tersebut. Jenis-jenis proyeksi antara lain (Abryandoko, 2020):

### 1. Proyeksi *Piktorial*

Proyeksi Piktorial merupakan gambar yang semula dua dimensi dibuat dalam bentuk tampilan gambar dibuat secara tiga dimensi.



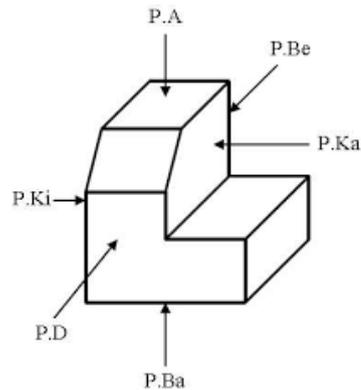
Gambar 2. 18 Proyeksi *Piktorial*

(Sumber : <https://ahmadefancenter.files.wordpress.com/2011/10/proyeksi.pdf>

diakses 11 Maret 2024)

## 2. Proyeksi *Orthogonal*

Proyeksi *Orthogonal* merupakan jenis proyeksi yang menampilkan gambar secara dua dimensi. Fungsi dari proyeksi ini adalah menjelaskan gambar detail dari masing-masing sudut pandang.



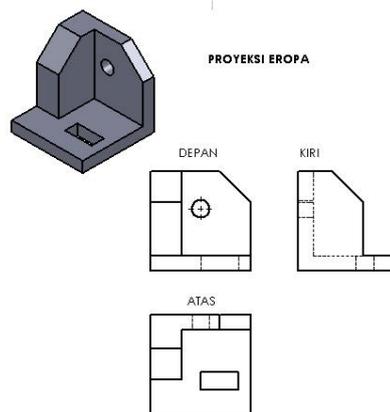
Gambar 2. 19 Proyeksi *Orthogonal*

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/TjRkmWjnBFchQ7nk6> diakses 11 Maret 2024)

## 3. Proyeksi Eropa dan Proyeksi Amerika

### a. Proyeksi *Standart* Eropa

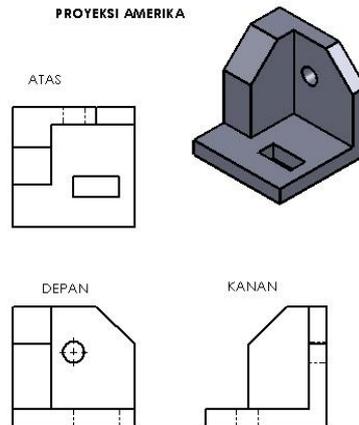
Proyeksi eropa (proyeksi kuadran I), peletakan *view* sisi kiri gambar sebagai *view* utama.



Gambar 2. 20 Proyeksi *Standart* Eropa

### b. Proyeksi *Standart* Amerika

Proyeksi amerika (proyeksi kuadran I), peletakan *view* sisi kanan gambar sebagai *view* utama.



Gambar 2. 21 Proyeksi *Standart* Amerika  
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/NjnHnEt99UXAMdzh9> diakses  
11 Maret 2024)

### 2.2.11 SolidWorks

*SolidWorks* adalah salah satu *CAD software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes* digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *real part* nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan. *Solidwork* merupakan *software* yang digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, casing handphone, mesin mobil, dsb. *Software* ini merupakan salah satu opsi diantara design *software* lainnya sebut saja *catia*, *inventor*, *Autocad*, dll. (Pujono, ST., 2019).



Gambar 2. 22 Tampilan *User Interface* pada *Solidwork* 2020

*SolidWorks* menyediakan 3 *templates* utama yaitu

a. *Part*

*Part* adalah sebuah *object* 3D yang terbentuk dari *feature–feature*. Sebuah *part* bisa menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan juga bisa

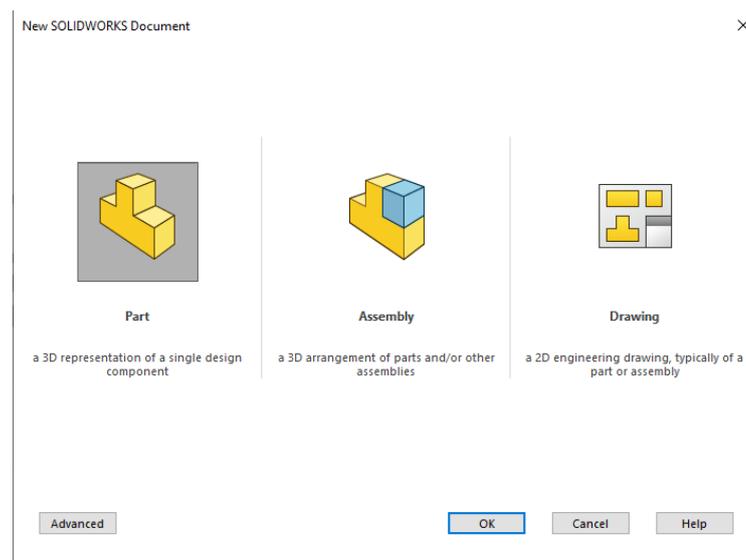
digambarkan dalam bentukan 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah bentukan dan operasi – operasi yang membentuk *part*. *Base feature* merupakan *feature* yang pertama kali dibuat.

b. *Assembly*

*Assembly* adalah sebuah *document* dimana *parts*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) dipasangkan/disatukan bersama. *Extension file* untuk *SolidWorks Assembly* adalah *.SLDASM*.

c. *Drawing*

*Drawing* adalah *templates* yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D/2D *engineering Drawing* dari *single component (part)* maupun *Assembly* yang sudah kita buat. *Extension file* untuk *SolidWorks Drawing* adalah *.SLDDRW*.



Gambar 2. 23 Tampilan *templates solidworks 2017*

### 2.2.12 Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada (Nur & Suyuti, 2017).

### 2.2.13 Perancangan Menurut VDI 2222

VDI merupakan singkatan dari *Verein Deutsche Ingenieuer* yang artinya adalah Persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat. Tahapan perancangan menurut VDI 2222 ditunjukkan pada Gambar 2.24



Gambar 2. 24 Perancangan Menurut VDI 2222

Urutan tahapan perancangan menurut VDI 2222 adalah (Pujono, ST., 2019):

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 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.