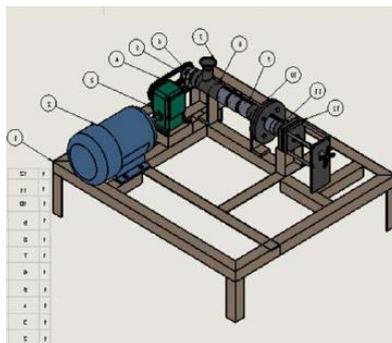


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

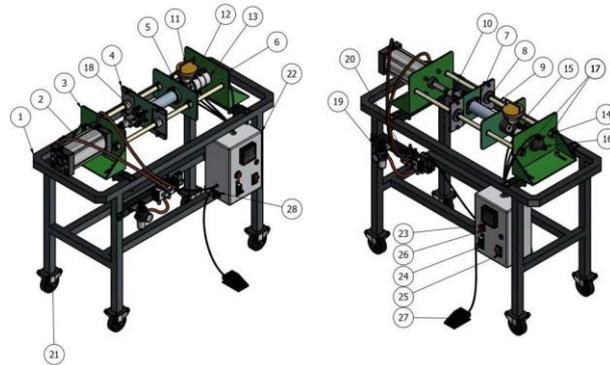
Nuraini et al., (2020) melakukan penelitian dengan judul Perancangan Mesin *Injection Molding* Sistem *Screw*. Metode perancangan ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu perencanaan desain, persiapan alat dan bahan, pembuatan komponen utama, perakitan, pengujian, dan perbaikan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengolah bijih plastik dengan suhu pemanas yang digunakan 200°C-300°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 cm³/detik, tekanan isi spesifik 14 kg/Cm² dan gaya cengkam 1723.23 N. Tekanan injeksi sebesar 175,84 N/Cm² 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.



Gambar 2. 1 Perancangan Mesin *Injection Molding* Sistem *Screw* (Nuraini et al., 2020)

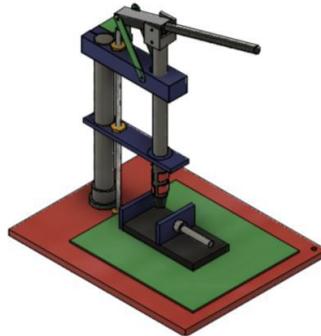
Zubair Sultan et al., (2021) melakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik Dengan Sistem Penekan Pneumatik. Metode perancangan ini ada beberapa tahapan, yaitu perancangan mesin, pembuatan

mesin, perakitan, pengujian mesin, dan tahapan analisa data secara deskriptif yaitu data yang terkumpul dianalisis dengan melihat pengujian hasil mesin dan kualitas dari keluaran mesin. Tujuan rancang bangun ini untuk membuat mesin dengan sistem pneumatik sebagai aktuator dalam penekanan dan bentuk mesin horizontal. Dimensi mesin keseluruhan 110×60×80 cm, tekanan pneumatik yang dihasilkan 8 bar, sistem pemanas menggunakan *band heater* sebesar 690watt, temperatur maksimal pemanas sebesar 220°C, dan suhu dan waktu ideal untuk injeksi adalah 200°C dengan waktu 12 menit. Spesimen uji menggunakan jenis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) pada pengujian ini.



Gambar 2. 2 Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik Dengan Sistem Penekan Pneumatik (Zubair Sultan et al., 2021)

Aripin et al., (2019) melakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Mesin *Injection Moulding* untuk Keperluan *Home Industry* dengan Bahan Baku Sampah Plastik. Metode perancangan ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu perancangan mesin, pembuatan mesin, dan pengujian hasil mesin. Mesin dirancang dan dibuat merupakan jenis mesin yang digunakan untuk skala rumahan dimana digunakan untuk membuat benda – benda kecil seperti gantungan kunci. dengan bentuk mesin vertikal dan menggunakan sistem *benchtop* (tuas penekan). Kapasitas volume rancangan mesin ini 0,037680 cm³. Daya dan suhu maksimal sebesar 600,6watt dan 400°C. Spesimen yang digunakan berupa baku berupa plastik atau sampah plastik yang dihancurkan terlebih dahulu. Energi Panas yang dibutuhkan untuk mencairkan plastik sebesar 0,61 J.

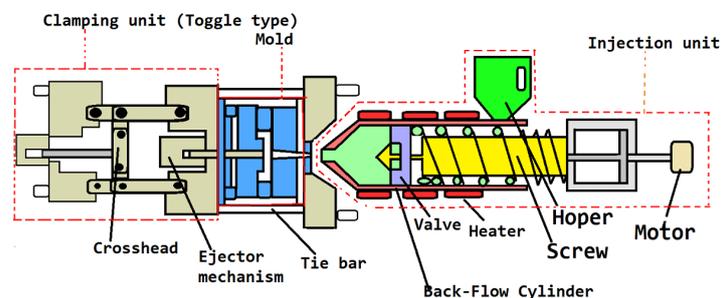


Gambar 2. 3 Rancang Bangun Mesin *Injection Moulding* untuk Keperluan *Home Industry* dengan Bahan Baku Sampah Plastik (Aripin et al., 2019)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Injection Molding*

Injection molding adalah proses pembentukan material termoplastik dimana material meleleh karena proses pemanasan yang diinjeksikan oleh *plunger* ke dalam cetakan (*mold*). Secara umum pengertian *injection molding* adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik yang dipanaskan dan diinjeksikan kedalam cetakan atau *mold*. *Mold* atau cetakan plastik pada prinsipnya adalah suatu alat yang digunakan untuk membuat komponen-komponen dari material plastik. Faktor yang paling berpengaruh dalam proses *injection molding* yaitu luas penampang, ketebalan, *insert* yang panjang, tuntutan ukuran (toleransi) yang sesuai dan pemilihan material (Ghanim et al., 2017).



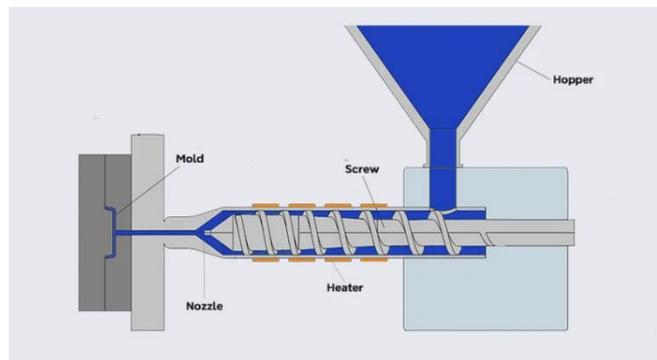
Gambar 2. 4 Mesin *injection molding*

(Sumber: <https://themechanicalengineering.com/injection-molding/> diakses tanggal 12 Februari 2024)

Injection Molding memiliki komponen–komponen dalam berbagai konfigurasi, anantara lain konfigurasi vertikal dan konfigurasi horizontal. Semua *mesin injection molding* menggunakan penggerak, unit injeksi, cetakan, dan unit penjepit untuk melakukan empat tahap dari siklus proses (Arjun, 2021). Berikut bagian-bagian unit pada *injection molding* antara lain:

1. Unit injeksi (*injection unit*)

Unit injeksi merupakan bagian dari mesin *injection molding* yang mempunyai peranan dalam sistem pemanasan dan penyuntikan bahan ke dalam cetakan. Komponen yang terdapat pada *injection unit* ini antara lain yaitu *hopper* yang merupakan tempat untuk bahan (plastik) untuk dituangkan ke dalam *barrel*, *barrel* mempunyai fungsi untuk memanaskan plastik dan tempat untuk menyuntikan plastik ke dalam cetakan, *screw* bekerja untuk memutar kedepan dan bergeser secara aksial yang sistemnya didukung oleh motor, *nozzle* berfungsi untuk mengeluarkan hasil lelehan plastik yang didorong oleh *screw* yang nantinya diinjeksikan ke dalam cetakan (*mold*).



Gambar 2. 5 Unit injeksi pada *injection molding*

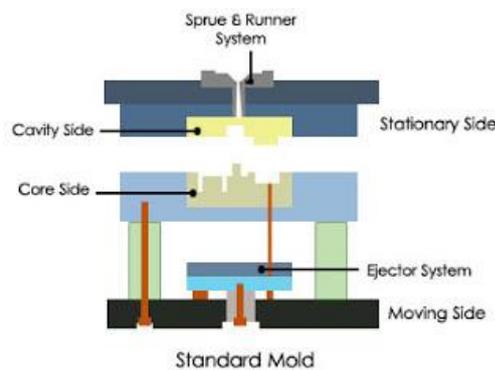
(Sumber: <https://medium.com/@sogaworksofficial/what-is-plastic-injection-molding-a-new-ins-guide-b676256ec697>. Diakses pada tanggal 15 Februari 2024)

Sebelum proses penginjeksian material lelehan plastik kedalam cetakan, kedua sisi cetakan harus tertutup dengan aman oleh unit penjepit. Ketika cetakan sudah terhubung pada unit injeksi, pada bagian depan penjepit terdapat rongga untuk tempat masuknya lelehan plastik ke dalam *nozzle*. Pada bagian belakang cetakan disebut inti cetakan yang menempel pada plat penjepit. Plat penjepit pada bagian belakang dapat digerakan untuk mengunci

cetakan maupun membuka cetakan. Biasanya penjepit menggunakan motor hidrolis untuk proses bergerak. Pada proses penjepitan harus benar – benar tertutup dengan rapat pada saat proses penginjeksian, kemudian diberi perlakuan pendinginan. Setelah diberi waktu perlakuan pendinginan yang cukup, kemudian cetakan dibuka dan mengeluarkan hasil penginjeksian plastik (Sokkalingam, 2009).

2. Unit cetakan (*mold unit*)

Unit cetakan merupakan bagian yang terpenting dalam proses *injection molding* karena hasil produk akan mengikuti bentuk dari cetakan (*mold*). Setelah lelehan plastik masuk ke dalam cetakan dan mengalami pendinginan akan menghasilkan produk sesuai bentuk dari cetakan.



Gambar 2. 6 *Mold unit* pada *injection molding*

(Sumber: <https://rjcmold.com/the-fitting-of-the-mold-will-affect-the-production-of-the-product/>. Diakses pada tanggal 15 Februari 2024)

2.2.2 Plastik

Plastik merupakan bahan organik yang mempunyai kemampuan untuk dibentuk ke berbagai bentuk, apabila terpapar panas dan tekanan. Plastik dapat berbentuk batangan, lembaran, atau blok, bila dalam bentuk produk dapat berupa botol, pembungkus makanan, pipa, peralatan makan, dan lain-lain. Komposisi dan material plastik adalah *polymer* dan zat *additive* lainnya (Purwaningrum, 2016).

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 (Mujiarto, 2005).



Gambar 2. 7 Kode jenis-jenis plastik

Berikut penjelasan dan kegunaan kode plastik dari gambar 2.9 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.

2.2.3 Plastik *Polypropylene (PP)*

Polypropylene merupakan jenis polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai sifat *specific gravity* yang rendah dibandingkan jenis plastik yang lain.

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

Resin	<i>Specific gravity</i>
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
<i>Nylon</i>	1,09-1,14
Poli Karbonat	1,20
Poli Asetat	1,38

Polypropylene mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (200 - 300°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).

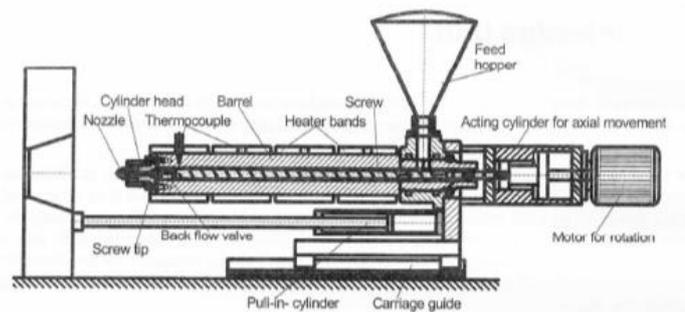
Tabel 2. 2 Temperatur leleh proses termoplastik (Mujiarto, 2005)

<i>Processing Temperature Rate</i>		
Material	°C	°F
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

2.2.4 Unit Injeksi pada *Injection Molding*

Unit injeksi memiliki fungsi dasar adalah untuk menerima dan mengalirkan pelet (bahan plastik) yang bersifat padat dan juga aditif, melakukan peleburan, meneruskan cairan plastik sepanjang *screw*, menyuntikkan atau menginjeksikan cairan plastik ke dalam cetakan (*mold*), dan tetap ada di bawah tekanan (memegang tekanan). Fungsinya sangat mirip dengan *screw extruder* tunggal, kecuali bahwa *screw* bergerak secara aksial selama fase injeksi (Rinanto, 2012).



Gambar 2. 8 *Injection unit* pada *injection molding* (Johannaber, 1994)

Menurut Friedrich Johannaber, di dalam unit injeksi (*injection unit*) terdapat bagian-bagian yaitu:

1. *Screw*

Screw membuat perpindahan panas yang relatif cepat antara *barrel* yang panas dan material plastik yang dingin. Pada saat *screw* berputar, material dari *hopper* menuju ke dalam saluran *screw* dan didorong menuju ke arah *nozzle*.

2. *Cylinder Screw Ram*

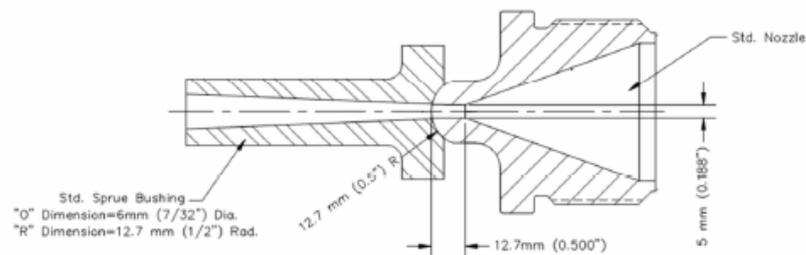
Cylinder screw ram berfungsi untuk mempermudah gerakan *screw* dengan menggunakan momen inersia sekaligus menjaga putaran *screw* agar tetap konstan, sehingga tekanan dan kecepatan yang dihasilkan akan selalu konstan saat proses injeksi berlangsung.

3. *Barrel*

Barrel adalah sebuah tabung silinder yang menyelubungi bagian luar *screw*, seperti, sebuah *extruder*. Di dalam injection molding, barrel berguna untuk menyalurkan panas pada plastik untuk dilelehkan. *Barrel* harus dapat dilakukan proses pembongkaran agar pada saat penggantian *screw* menjadi lebih mudah dan cepat. Perlu diperhatikan jumlah baut agar pada proses perakitan dan pembongkaran lebih mudah.

4. *Nozzle*

Nozzle terjadi perputaran silinder pada *sprue bushing* yang terletak pada *mold*. Jika dibutuhkan silinder tersebut tertutup pada saat proses pelelehan plastik dan fase pendinginan. Diameter terkecil dari lubang *nozzle* harus berada pada titik yang sama.



Gambar 2. 9 Bagian lubang pada *nozzle*

5. *Hopper*

Hopper berfungsi untuk jalan masuk dan menampung material plastik sebelum masuk ke dalam *barrel*. Untuk menjaga kelembapan material plastik, digunakan tempat khusus untuk mengatur kelembapan, sebab kandungan air yang terlalu besar dapat menyebabkan hasil dari injeksi tidak maksimal. Pada umumnya *hopper* memiliki semacam jendela yang berfungsi oleh operator untuk memeriksa pengisian material plastik. Dua desain dasar dari *hopper* yaitu berbentuk persegi dan bulat. *Hopper* persegi tidak memungkinkan aliran penuh material plastik ke arah *screw*. *Hopper* berbentuk bulat memungkinkan aliran penuh material plastik ke arah *screw* dan umumnya tidak akan menyebabkan pemisahan ukuran partikel dalam material.

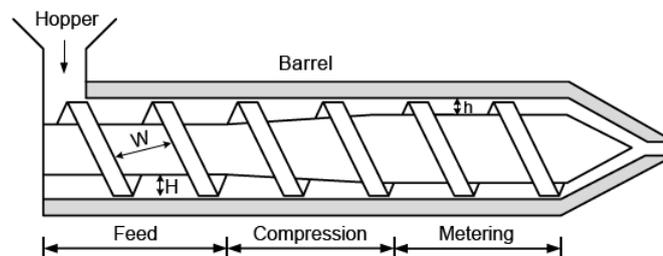
6. Motor dan Sistem Transmisi

Motor berfungsi untuk menghasilkan daya yang digunakan untuk memutar *screw* pada *barrel*, sedangkan sistem transmisi berfungsi memindahkan daya dari putaran motor ke *screw*. Sistem transmisi juga berfungsi untuk mengatur tenaga yang disalurkan sehingga tidak terjadi pembebanan yang terlalu besar.

2.2.5 *Screw Extruder*

Screw extruder adalah salah satu perangkat yang paling umum digunakan di industri yang memproduksi komponen plastik. *Screw extruder* digunakan untuk melelehkan polimer dan untuk menghasilkan tekanan yang diperlukan untuk memompa polimer cair ke dalam sebuah cetakan. Selain peleburan dan pemompaan, lelehan polimer juga tercampur rata dan dihomogenisasi dalam *extruder*. Umumnya *screw extruder* memiliki tiga zona yang berbeda, yaitu (Altinkaynak, 2010):

1. *Feed zone* yang terletak di dekat *hopper* memiliki kedalaman saluran (*channel depth*) yang besar. Bagian ini berfungsi untuk memadatkan dan membawa polimer padat sepanjang *helix* saluran *screw*.
2. *Compression zone (melting/transition)* bagian ini ukuran *channel depth* berkurang terus menerus. Pada bagian ini, panas yang dihasilkan akibat kerja mekanis dari putaran *screw* dan panas yang dialirkan dari *barrel* yang dipanaskan akan melelehkan polimer.
3. *Metering zone (melt conveying/pumping)* terletak di ujung *extruder* memiliki *channel depth* yang konstan. Bagian ini digunakan untuk menghomogenisasi lelehan polimer dan untuk menghasilkan tekanan yang diperlukan untuk mendorong polimer cair melalui sebuah *die*.

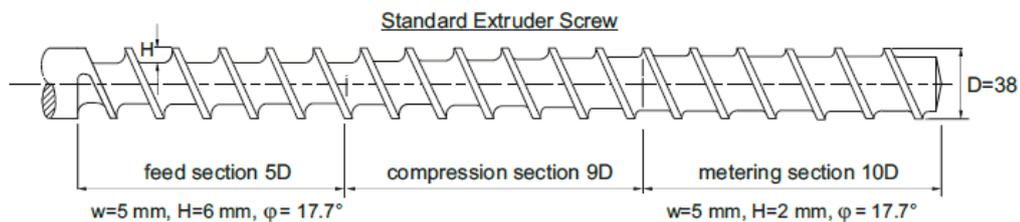


Gambar 2. 10 Bagian-bagian *screw extruder* (Altinkaynak, 2010)

Menurut (Rauwendaal, 2013) dalam bukunya *polymer extrusion, screw extruder* ini secara keseluruhan memiliki bentuk *conical* yaitu semakin dekat ke arah *dies*, maka bagian inti *screw* semakin membesar untuk menghasilkan kompresi setelah terjadi perubahan plastik dari *solid* menjadi *liquid*. Perencanaan *screw* standar dapat diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

Tabel 2. 3 Ukuran desain standar *screw extruder* (Rauwendaal, 2013)

<i>Total length</i>	20-30D
<i>Length of feed section</i>	4-8D
<i>Length of metering section</i>	6-10D
<i>Flight pitch</i>	1D
<i>Helix angle (φ)</i>	17,66°
<i>Flight width</i>	0,1D
<i>Channel depth (H) in feed section</i>	0.15-0.20D
<i>Channel depth ratio</i>	2-4



Gambar 2. 11 Contoh desain standar *screw extruder* (Rauwendaal, 2013)

2.2.6 Tekanan Injeksi

Tekanan injeksi adalah salah satu parameter penting dalam sebuah unit injeksi pada *injection molding*. Tekanan injeksi adalah tekanan yang diberikan pada lelehan plastik di depan ujung *screw* selama proses injeksi dengan *screw* bertindak sebagai pendorong. Hal ini mempengaruhi kecepatan untuk memajukan *screw* dan proses pengisian rongga cetakan (Johannaber, 1994).

Plastic material	Required effective injection pressure ¹			
	Easy-flow material ² , heavy sections	Medium-flow material ² , standard sections	High-viscosity material ² , thin sections, small gates	Thin-wall parts ² , thin wall injection
	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]
ABS	800 to 1100	1000 to 1300	1300 to 1500	1500 to 2000
CAB	800 to 1100	1000 to 1300	1300 to 1600	–
POM	900 to 1100	1100 to 1300	1300 to 1500	–
PE	700 to 1000	1000 to 1200	1200 to 1400	–
PP	800 to 1000	1000 to 1300	1300 to 1500	> 1800
PA	900 to 1100	1100 to 1400	> 1400	–
PC	1000 to 1200	1200 to 1500	> 1500	> 2300
PMMA PET, PBT	1000 to 1200	1000 to 1500	> 1500	–
PC/ABS PPE	1000 to 1100	1100 to 1300	1300 to 1500	–
	900 to 1200	1100 to 1400	1300 to 1500	> 1800
PPS	800 to 1000	1000 to 1200	1200 to 1600	–
	900 to 1100	1100 to 1400	> 1500	–
PS	800 to 1000	1000 to 1400	1300 to 1500	> 1800
Rigid PVC	1000 to 1200	1200 to 1500	> 1500	–
High-temperature plastics	–	1200 to 1500	> 1500	–
Thermosets	1000 to 1400	1400 to 1750	1750 to 2300	–
Elastomers	800 to 1000	1000 to 1200	1200 to 1500	–

Gambar 2. 12 Tekanan injeksi untuk material plastik (Johannaber, 1994)

2.2.7 Motor Stepper

Motor stepper merupakan salah satu komponen elektronika yang gerakan rotor-nya dapat dikontrol dengan memberikan pulsa-pulsa yang dihasilkan dari sistem digital seperti mikroprosesor dan komputer. *Motor stepper* dirancang untuk beberapa aplikasi pengontrolan digital seperti penggerak, *printer*, pintu elektronik dan sebagainya. Kebanyakan sistem pengontrolan *motor stepper* tersebut masih menggunakan kabel sebagai transmisi. Pengontrolan ini sering dilakukan dengan menggunakan komputer sebagai basis pengontrolnya.

Tidak seperti motor AC dan DC konvensional yang berputar secara kontinu, perputaran *motor stepper* yaitu secara *incremental* atau langkah per langkah (*step by step*). Seperti halnya motor konvensional DC biasa, *motor stepper* juga dapat berputar dalam dua arah yaitu searah jarum jam (CW) dan berlawanan arah jarum jam (CCW) yaitu dengan memberikan polaritas yang berbeda (Siregar, 2019).



Gambar 2. 13 Motor *stepper*

(Sumber: <https://www.arduinoindonesia.id/2022/08/penjelasan-tentang-motor-stepper.html>. Diakses pada tanggal 19 Februari 2024)

2.2.8 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 disepakati 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.

Etiket (kepala gambar) pada gambar teknik difungsikan 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

57	B	7	50	10	15	38	38	20	7	B	7		
		7	50	10	15	38	38	20	7				
57	A	JML		NAMA BAHAN	POS	BAHAN	UKURAN JADI	UKURAN KASAR	NO. ID	F	7		
		>	0	6	30	120	400	1000	PEKERJAAN LAINNYA			NO ORDER	PROYEKSI
		<	6	30	120	400	1000	2000	53	33		15	
		TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2				15	
		NAMA							SKALA	DIGAMBAR		15	
		NO. ASSY. :							DIPERIKSA				15
		POLITEKNIK NEGERI CILACAP, JURUSAN TEKNIK MESIN							DISAHAKAN				15
		JL. dr. SOETOMO, NO- 01, SIDAKAYA, CILACAP, 53212							FORMAT				15
		TELP. 0282 - 533326, E-mail : trpro@politeknikcilacap.ac.id							15	18	16	16	15
		PENGABRI DARI :			URAHNYA DEKATAN :							15	
		5	4	3	2	1					15		
		10	42	37	37	37	42	5			15		

Gambar 2. 14 Etiket

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.

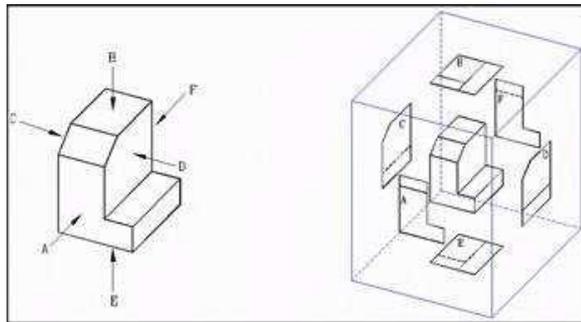
Proyeksi merupakan implementasi gambar rancangan dari sebuah obyek nyata, proyeksi ini dibuat dengan garis pada bidang datar. Secara fungsi proyeksi ini digunakan untuk menampilkan sebuah obyek gambar nyata ke dalam bentuk gambar yang di sesuaikan dengan tujuan gambar tersebut. Garis proyeksi terdiri 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.

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.

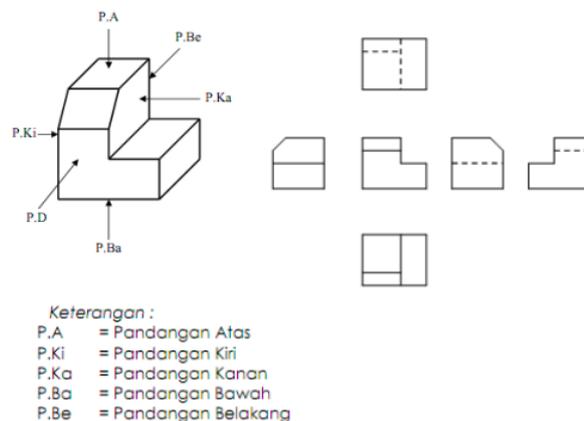


Gambar 2. 15 Proyeksi orthogonal atau proyeksi majemuk (Abryandoko, 2020)

3. Proyeksi eropa dan proyeksi amerika

a) Proyeksi standar eropa

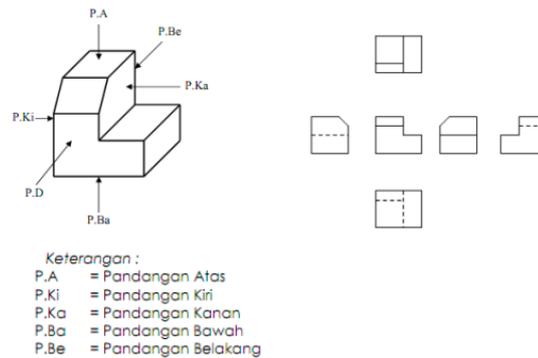
Proyeksi eropa (proyeksi kuadran I), peletakan *view* sisi kiri gambar sebagai *view* utama.



Gambar 2. 16 Proyeksi eropa (Abryandoko, 2020)

b) Proyeksi standar amerika

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



Gambar 2.21 Proyeksi amerika (Abryandoko, 2020)

2.2.9 Solidworks

Solidwork merupakan *software* yang digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, *cashing handphone*, mesin mobil, dan sebagainya. *Software* ini merupakan salah satu opsi diantara *design software* lainnya sebut saja *catia*, *inventor*, *Autocad*, dan lainnya. *File* dari *solidworks* ini bisa di ekspor ke *software* analisis semisal *Ansys*, *FLOVENT*, dan lainnya. desain kita juga bisa disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya.



Gambar 2. 17 Tampilan *software* solidworks 2017

Solidworks menyediakan tiga *templates* utama yaitu:

1. 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

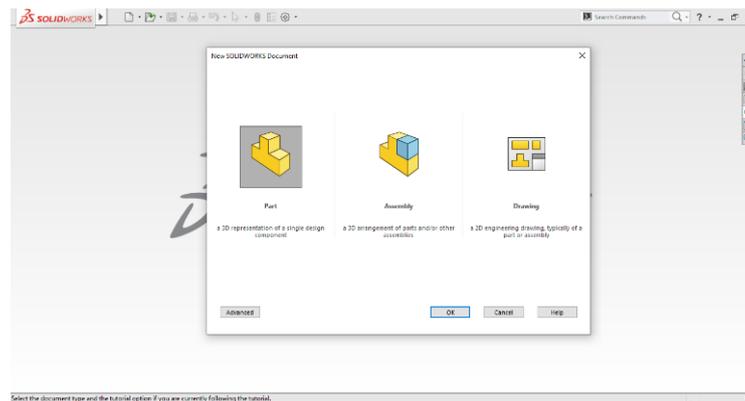
bentukan dan operasi – operasi yang membentuk part. *Base feature* merupakan *feature* yang pertama kali dibuat. *Extension file* untuk part *Solidworks* adalah.SLDPRT.

2. *Assembly*

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

3. *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.

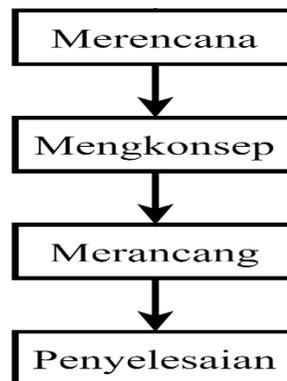


Gambar 2. 18 Tampilan *templates* solidworks 2017

2.2.10 Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Dalam perancangan komponen mesin di sini tidak ada aturan yang baku (Nur & Suyuti, 2017).

Metode perancangan menurut VDI 2222 (Pujono, 2019) adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 19 Metode perancangan VDI 2222

VDI merupakan singkatan dari *Verein Deutsche Ingenieuer* yang artinya adalah Persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat. Berikut urutan tahapan perancangan menurut VDI 2222 yaitu:

1. Merencana

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.

2.2.11 Proses Produksi

Proses produksi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk menciptakan atau menambah nilai guna suatu barang atau jasa dengan menggunakan faktor-faktor pendukung seperti tenaga kerja, mesin, bahan baku dan dana agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia.

1. Proses pengukuran

Mengukur adalah proses membandingkan ukuran (dimensi) yang tidak diketahui terhadap standar ukuran tertentu. Kegiatan pengukuran memerlukan suatu perangkat yang dinamakan instrument (alat ukur). Jangka sorong merupakan salah satu alat ukur yang biasa dipakai operator mesin untuk mengukur panjang sampai dengan 200 mm ketelitian 0,05 mm dan 0,02 mm (Widarto et al., 2008).



Gambar 2. 20 Jangka sorong

(Sumber:<https://ekatalog.lkpp.go.id/katalog/produk/detail/71397003?lang=id&type=general>. Diakses pada tanggal 3 Maret 2024.)

Proses pemotongan adalah proses memisahkan benda padat menjadi beberapa bagian agar diperoleh ukuran yang diinginkan menggunakan alat potong. Proses gerinda merupakan salah satu dalam proses pemotongan karena pada dasarnya prinsip dari gerinda ini yaitu terjadi pengikisan apabila terjadi gesekan antara kedua benda padat. Beberapa jenis-jenis dari mesin gerinda sebagai berikut:

a. Gerinda tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Awalnya mesin gerinda hanya ditujukan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti besi dan stainless steel. Menggerinda bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat atau dapat bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk dilas, dan lain-lain.



Gambar 2. 21 Gerinda tangan

(Sumber: <https://www.teknikmart.com/blog/jenis-mesin-gerinda-dan-fungsinya/>. Diakses pada tanggal 3 Maret 2024)

b. Gerinda potong

Mesin gerinda potong merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan pelat atau pipa. Roda/piringan gerinda yang digunakan dengan kecepatan tinggi. Mesin gerinda potong dapat memotong benda kerja pelat ataupun pipa dari bahan baja dengan cepat.



Gambar 2. 22 Gerinda potong

(Sumber: <https://www.bosch-pt.co.id/id/id/products/gco-14-24-0601B371K0>. Diakses pada tanggal 4 Maret 2024)

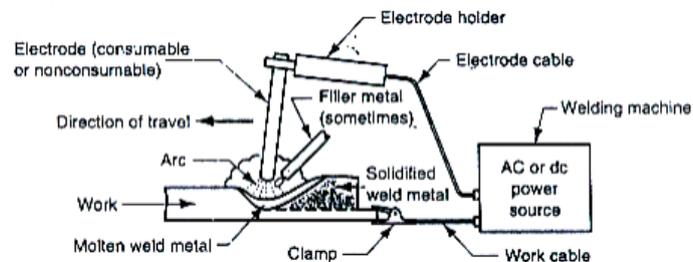
2. Proses pengelasan

Pengelasan merupakan salah satu jenis penyambungan diantara penyambungan yang lain seperti baut dan keling. Perbedaan diantara keduanya bahwa pengelasan membutuhkan perhatian yang khusus diantaranya adalah jenis pengelasan, klasifikasi pengelasan, dan karakteristiknya (Siswanto, 2018).

Proses pengelasan dibagi ke dalam dua katagori, yaitu pengelasan lebur dan pengelasan padat. Pengelasan lebur yaitu menggunakan panas untuk meleburkan permukaan yang akan disambung, beberapa pilihan menggunakan logam pengisi dan yang lain tanpa logam pengisi. Pengelasan padat yaitu proses penyambungannya menggunakan panas dan/atau tekanan, tetapi tidak terjadi peleburan pada logam dasar dan tanpa penambahan logam pengisi.

a. Pengelasan busur (*arc welding*)

Pengelasan busur adalah pengelasan lebur dimana penyatuan logam yang dicapai dengan menggunakan sumber panas dari busur listrik, secara umum ditunjukkan dalam gambar 2.27.

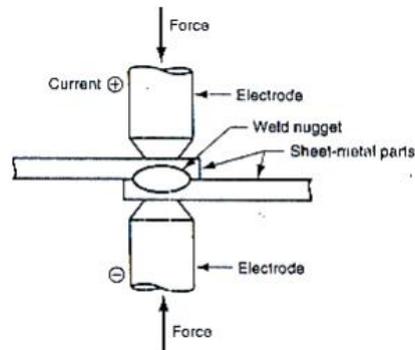


Gambar 2. 23 Pengelasan busur (Siswanto, 2018)

Busur listrik timbul karena adanya pelepasan muatan listrik yang melewati celah dalam rangkaian, dan panas yang dihasilkan akan menyebabkan gas pada celah tersebut mengalami ionisasi (plasma). Untuk menghasilkan busur dalam pengelasan busur, elektroda disentuhkan tepat pada benda kerja dan secara cepat dipisahkan dalam jarak yang pendek.

b. Pengelasan resistansi listrik (*resistance welding*)

Pengelasan resistansi listrik yaitu permukaan logam yang akan disambung ditekan satu sama lain dan arus yang cukup besar. Panas tertinggi muncul pada daerah yang memiliki resistansi listrik tertinggi, yaitu pada permukaan kontak kedua lembaran logam. Komponen-komponen utama dalam pengelasan resistansi listrik ditunjukkan dalam gambar 2.28 untuk operasi pengelasan titik. Komponen-komponen tersebut termasuk benda kerja yang akan dilas (biasanya lembaran logam), dua buah elektroda yang saling berhadapan, dan sumber listrik arus bolak-balik (AC).

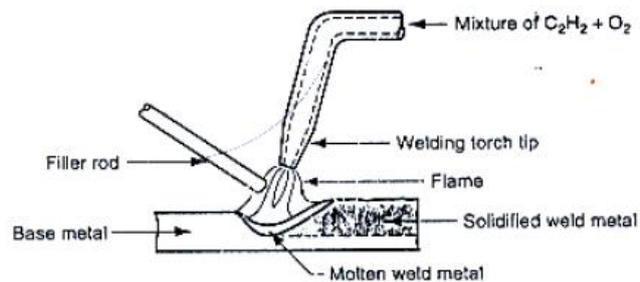


Gambar 2. 24 Pengelasan resistansi listrik (Siswanto, 2018)

c. Pengelasan gas (*oxyfuel gas welding*)

Pengelasan gas merupakan proses pengelasan dengan gas yang panasnya diperoleh dari hasil pembakaran gas dengan oksigen sehingga menimbulkan lanya api dengan suhu yang dapat mencairkan logam dasar dan logam pengisi. Pengelasan gas juga sering digunakan dalam proses pemotongan logam.

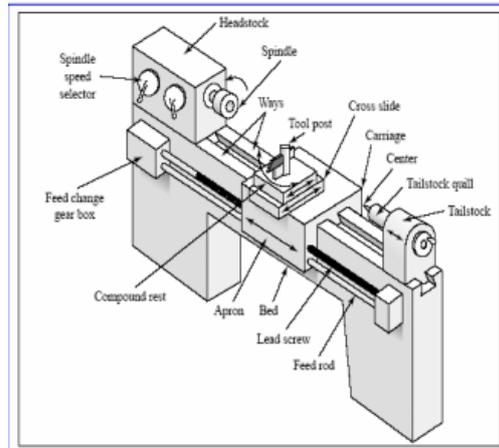
Gas yang lazim digunakan adalah gas alam, asetilen, dan hidrogen. Diantara ketiga gas ini yang paling sering dipakai adalah gas asetilen, sehingga pengelasan gas pada umumnya diartikan sebagai pengelasan oksiasi-asetilen (*oxyasetylene welding/OAW*).



Gambar 2. 25 Pengelasan gas (Siswanto, 2018)

3. Proses bubut

Proses bubut adalah proses pemesinan perkakas untuk menghasilkan bagian-bagian komponen yang berbentuk silindris dengan pisau pahat. Proses bubut ini menggunakan mesin bubut atau *lathe machine*.

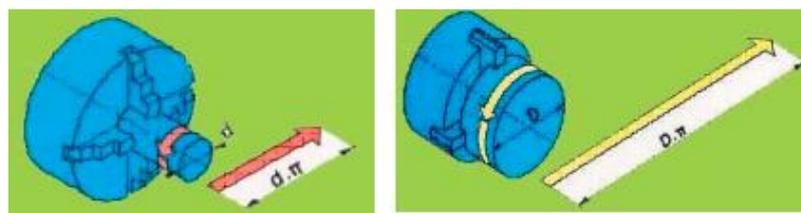


Gambar 2. 26 Bagian-bagian mesin bubut (Widarto et al., 2008)

Tiga parameter penting dalam proses bubut yaitu kecepatan putaran spindle (*speed*), gerak makan (*feed*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Faktor lainnya seperti bahan benda kerja dan jenis pahat juga berpengaruh, tetapi tiga parameter tersebut dapat diatur pada mesin bubut (Widarto et al., 2008).

a. Kecepatan putar (*speed*)

Kecepatan putar (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (*spindel*) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute, rpm*), tetapi yang diutamakan dalam proses bubut yaitu kecepatan potong (*cutting speed* atau v) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/keliling benda kerja.

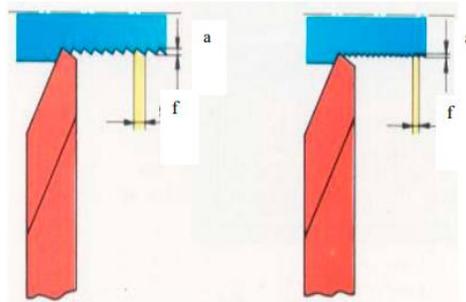


Gambar 2. 27 Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat pada setiap putaran (Widarto et al., 2008)

b. Gerak makan (*feed*)

Gerak makan (*feed*) adalah jarak yang ditempuh pahat pada setiap benda kerja yang berputar satu kali (Gambar 2.28), sehingga satuan f adalah mm/putaran. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan kehalusan permukaan yang

diinginkan. Gerak makan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman potong.



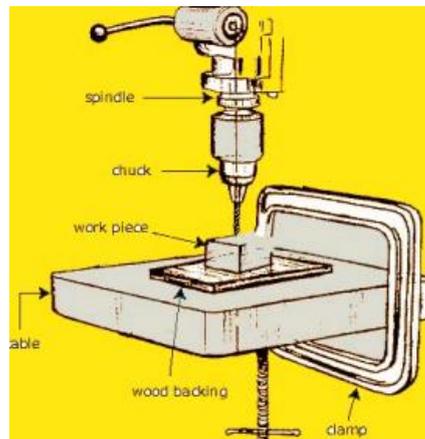
Gambar 2. 28 Gerak makan (f) dan kedalaman potong (a) (Widarto et al., 2008)

c. Kedalaman potong (*depth of cut*)

Kedalaman potong (*depth of cut*) adalah tebal pada bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja atau bisa disebut juga jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong (lihat pada gambar 2.28). Ketika pahat memotong sedalam a , maka diameter benda kerja akan berkurang $2a$.

4. Proses gurdi (*drilling*)

Proses gurdi (*drilling*) adalah proses pemesinan dengan pembuatan lubang menggunakan mata bor. Proses gurdi digunakan untuk pembuatan lubang berbentuk silindris. Pembuatan lubang dengan bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu proses pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar. Jika terhadap benda kerja itu dituntut kepresisian yang tinggi (ketepatan ukuran atau mutu permukaan) pada dinding lubang, maka diperlukan pengerjaan lanjutan dengan pembenam atau penggerek (Widarto et al., 2008).



Gambar 2. 29 Proses gurdi (*drilling*) (Widarto et al., 2008)

5. Proses perakitan (*assembly*)

Proses perakitan (*assembly*) merupakan suatu proses pekerjaan yang diawali dari objek atau komponen-komponen yang sudah siap untuk dipasang hingga proses tersebut terpasang dengan sempurna secara utuh. Suatu proses *assembly* atau perakitan dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Contoh proses *assembly* antara lain proses pengikatan, pengelingan, pengelasan, penyekrupan dan sebagainya dalam urutan perakitannya. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan bentuk yang standar sesuai pada setiap hasil produknya (Murdiyanto et al., 2016).