

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Injection Plastic Molding

Teknik *Plastic Injection molding* pertama kali dikenalkan oleh *John Wesley Hyatt* pada tahun 1868, dengan melakukan injeksi *celluloid* panas ke dalam *mold*, untuk membuat bola *billiard*. Bersama saudara perempuannya *Isiah*, dia mematenkan mesin *injection molding* untuk penyedot debu tahun 1872. Tahun 1946 *James Hendri* untuk pertama kalinya membuat mesin *screw injection mold*, sehingga terjadi perubahan besar pada *industry plastic*. Dan 95% mesin *molding* saat ini mengikuti teknik ini, untuk menghasilkan efisiensi panas, efisiensi campuran dan injeksi plastik ke *molding* (*Anif Jamaludin : 2007*).

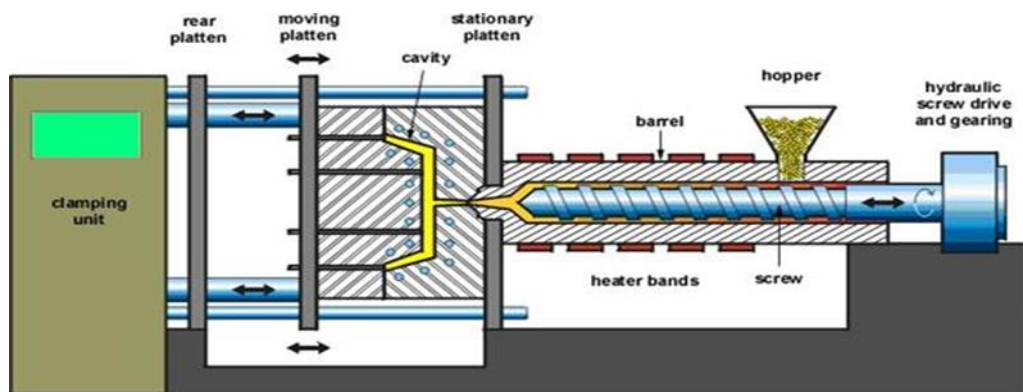
Proses *injection molding* merupakan proses dengan kecepatan tinggi dan otomatis yang dapat digunakan untuk memproduksi produk plastik dengan geometri yang kompleks. Proses ini digunakan untuk memperoleh produk yang kompleks dengan melibatkan serangkaian langkah kerja, dimulai dari pemasukan *plastic granule* kedalam *hopper*, setelah itu menuju barrel yang didalamnya terdapat *screw* yang berfungsi untuk mengalirkan material leleh yang telah dipanasi oleh *barrel* menuju *nozzle*. (*Malloy, Robert. A : 1994*). Material yang sudah dipanasi akan berubah menjadi lunak ini akan terus didorong melalui *nozzle* dengan injektor dan melewati sprue ke dalam rongga cetak (*cavity*) dari cetakan yang sudah tertutup, saat cetakan telah penuh oleh bahan yang diinjeksi maka cetakan akan berputar untuk mengalami proses pendinginan dengan *fan* atau *blower*.

Penggunaan barang-barang yang terbuat dari plastik dari waktu ke waktu menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, tersebar luas hampir disemua sektor kehidupan manusia seperti penggunaan untuk peralatan dan perlengkapan rumah tangga termasuk untuk sandang dan perlengkapan kosmetik, peralatan dan perlengkapan kantor, sarana dibidang pendidikan, bangunan, transformasi, peralatan listrik dan elektronik, industri otomotif,

pesawat, pertanian dan perikanan dan banyak lagi penggunaan lainnya. Proses produksinya merupakan suatu proses dengan menggunakan mesin Injection Molding. Injection Molding merupakan salah satu teknik pada industri manufaktur untuk mencetak material dari berbagai bahan termoplastik. Injection Molding merupakan metode proses produksi yang cenderung digunakan dalam menghasilkan atau memproses komponen-komponen yang kecil dan berbentuk rumit, dimana biayanya lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan metode-metode lain yang biasa digunakan. Proses ini terdiri dari bahan termoplastik yang dihaluskan kemudian dipanaskan sampai mencair, kemudian lelehan plastik disuntikan ke dalam cetakan baja, kemudian plastik tersebut akan mendingin dan memadat.

2.2 Bagian-Bagian Utama Mesin *Injection Plastic Molding*

Mesin Injection Molding terdiri dari dua bagian besar, yaitu unit injeksi dan unit clamping. Setiap tipe mesin injeksi yang berbeda akan mempunyai perbedaan dalam unit injeksi dan unit clampingnya.



Gambar 2. 1 Bagian Mesin *Injection Molding* (Abdurrokhman, 2022)

1. *Injection unit*: merupakan tempat mencairkan plastik dan proses injeksi plastik ke dalam mold.

Injection unit terdiri dari beberapa bagian yaitu :

- a. *Feed hopper* : merupakan wadah untuk menampung plastik yang akan dipanaskan dan dicairkan untuk dialirkan ke *screw*. Dalam *hopper*, bahan akan dipanaskan oleh aliran udara dari *blower* yang dipanaskan

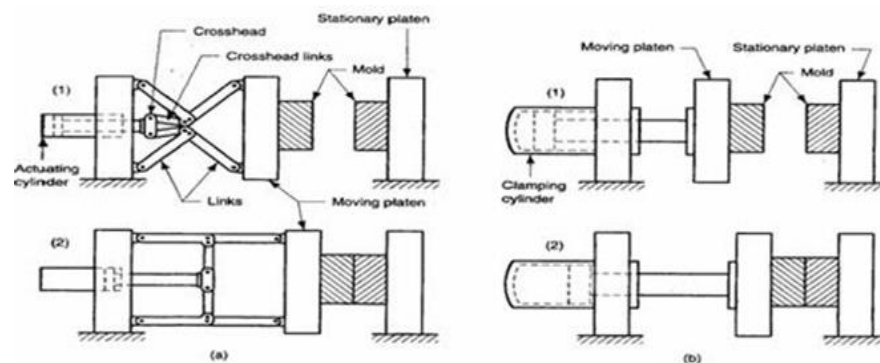
oleh elemen panas (*heater*). Hal ini dilakukan untuk menghilangkan air yang terdapat dalam bahan baku karena adanya air akan menyebabkan hasil dari pembuatan plastik tidak sempurna.

- b. *Barrel* : merupakan bagian utama yang mengalirkan plastik cair dari *hopper* melalui *screw* ke *mold*. Pada *barrel* terdapat dua *heater* untuk menjaga panas resin pada temperatur yang sesuai untuk proses injeksi.
- c. *Injection screw* : merupakan bagian yang mengatur aliran resin dari *hopper* ke *mold*. Putaran *screw* akan menyebabkan bahan akan terkumpul di ujung *screw* sebelum diinjeksikan. Kemudian *screw* akan mundur selama beberapa saat, kemudian akan maju mendorong bahan yang telah dicairkan di dalam barrel menuju *nozzle*.
- d. *Injection cylinder* : merupakan bagian yang dihubungkan ke sebuah motor hidraulik untuk menyediakan tenaga untuk menginjeksikan resin tergantung dari karakteristik resin dan tipe produk pada kecepatan dan tekanan yang diperlukan.

2. *Clamping Unit*: merupakan tempat mold diletakkan, membuka dan menutup *mold* secara otomatis, dan mengeluarkan part yang sudah selesai terbentuk.

Clamping unit terdiri dari :

- a. *Injection mold* : merupakan cetakan dari produk yang akan dibuat. Terdapat dua tipe *injection mold* yaitu *cold runner* dan *hot runner*.
- b. *Injections platens* : merupakan plat baja pada mesin moulding untuk dimana mould diletakkan. Umumnya digunakan dua plat, satu plat yang diam (*stationary*) dan satunya lagi plat yang bergerak (*moveable*). Menggunakan hidrolis untuk membuka dan menutup *mold*.
- c. *Clamping cylinder* : merupakan bagian yang menyediakan tenaga untuk *clamping* dengan bantuan tenaga pneumatik dan hidrolis.
- d. *Tie bar* : menopang kekuatan *clamping* dan terdapat 4 *tie* diantara *fixing platen* dan *support platen*.



Gambar 2. 2 Tipe Unit (a) *Toggle Clamp* (b) *Hidrolik Clamp* (Abdurrokhman, 2012)

Selain bagian di atas, pada mesin injeksi juga terdapat panel-panel untuk mengatur waktu dan temperatur yang diinginkan.

- a. *Injection time* : mengatur waktu yang dibutuhkan untuk menginjeksikan bahan yang telah dicairkan ke dalam *mold*.
- b. *Cooling time* : mengatur lamanya waktu pendinginan produk setelah proses injeksi berlangsung. Pendinginan ini terjadi di dalam *mold*. Pendingin yang digunakan adalah air.
- c. *Interval time* : mengatur lamanya waktu mulai produk didorong oleh ejector sampai clamp berada dalam posisi siap kerja.
- d. *Clamp time* : mengatur lamanya proses clamping, yaitu waktu cetakan yang bergerak menekan cetakan diam.
- e. *Temperature control* : merupakan alat yang digunakan untuk mengatur temperatur elemen pemanas. Temperatur yang digunakan akan berbeda untuk setiap bahan yang berbeda. Pada mesin Borché 260 Ton, digunakan empat temperatur control, dimana tiga *temperature control* yang mengatur suhu pada barrel dan satu lagi untuk mengatur suhu pada *nozzle*.

2.3 Siklus Proses *Injection Molding*

Unit untuk melakukan kontrol kerja dari *Injection Molding*, terdiri dari Motor untuk menggerakkan screw, piston injeksi menggunakan *Hydraulic system* (sistem pompa) untuk mengalirkan fluida dan menginjeksi resin cair ke

molding. Menurut Malloy (1994) dalam Abdurrokhman (2012) siklus untuk termoplastik terdiri dari beberapa tahapan langkah kerja pada proses *injection molding* antara lain:

1. *Mold Filling*, setelah mold menutup, aliran plastik leleh dari injection unit dari mesin masuk ke mold yang relatif lebih dingin melalui *sprue*, *runner*, *gate*, dan masuk ke *cavity*.
2. *Holding*, plastik leleh ditahan di dalam mold di bawah tekanan tertentu untuk mengkompensasi shrinkage yang terjadi selama pendinginan berlangsung. Tekanan holding biasanya diberikan sampai gate telah membeku. Setelah plastik di daerah gate membeku, produk dapat langsung dikeluarkan dari *cavity*.
3. *Cooling*, plastik leleh itu kemudian mengalami pendinginan dan membeku.
4. *Part Ejection*, mold membuka dan produk yang telah membeku tadi dikeluarkan dari *cavity* menggunakan sistem ejector mekanis.

Dari sini didapat siklus proses *Injection Molding* dan memerlukan suatu waktu tertentu untuk dapat melakukan satu kali proses produksi yang biasa disebut *cycle time*. *Cycle time* biasanya meliputi beberapa proses: *mold close*, *inject*, *holding*, *cooling*, *charging* dan *eject*.

2.4. Jenis – Jenis Mesin *Injection Moulding*

Injection molding adalah salah satu teknik pencetakan yang paling umum digunakan untuk menghasilkan produk plastik di berbagai industri. Perlu diketahui juga bahwa terdapat berbagai macam mesin *injection molding* yang setiapnya akan memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Biasanya, mesin *injection molding* plastik dikategorikan menjadi tiga yaitu: *hydraulic injection molding*, *electric injection molding*, dan *hybrid injection molding*.

1. Mesin *Hydraulic Injection Molding*

Mesin *injection molding* dengan tenaga hidrolik merupakan jenis mesin yang pertama kali dan paling umum digunakan sebelum mesin *injection*

molding elektrik diperkenalkan oleh Nissei Plastic Industrial Co., LTD pada tahun 1983.

Mesin *injection molding* ini menggunakan silinder hidrolis untuk menjepit dua bagian mold dengan tekanan tinggi. Mesin *injection molding* hidrolis saat ini mampu mengontrol gaya penjepit hingga dan melebihi 8.000 ton dan dapat membuat komponen plastik dengan bobot lebih dari 22 kg. Mesin ini merupakan pilihan populer untuk industri otomotif, yang membutuhkan produksi komponen plastik berukuran besar dan berat seperti bumper.

Kelebihan :

- Gaya jepit yang lebih besar untuk pembuatan komponen plastik berukuran besar.
- Rasio injeksi yang lebih baik.
- Lebih tahan rusak.
- Harga lebih terjangkau dari mesin jenis lainnya.

Kekurangan :

Karena memiliki gaya jepit yang lebih kuat, mesin hidrolis mengonsumsi energi dalam jumlah besar bahkan saat diam. Sementara mesin *injection molding electric* umumnya mengonsumsi listrik sekitar 2,55 kWh selama proses pencetakan, mesin hidrolis dapat mengonsumsi 5,12 kWh. Selain itu, mesin ini juga menimbulkan bunyi yang lebih bising jika beroperasi.

2. Mesin Electric Injection Molding

Seperti yang telah disinggung sebelumnya, mesin *injection molding* bertenaga listrik pertama kali tersedia pada tahun 1980an dan menjadi populer digunakan secara cepat.

Kelebihan :

- Kebutuhan energi yang lebih efisien, 30% hingga 70%.
- Kecepatan injeksi mencapai 800 mm/detik.
- Beroperasi lebih bersih karena tidak menggunakan oli.

- Lebih tidak bising jika dibandingkan dengan mesin hidrolis.

Kekurangan :

Meskipun lebih cepat, bersih, dan hemat energi, mesin ini tidak dapat mencapai gaya penjepit sebesar yang dihasilkan oleh mesin hidrolis dan juga harganya relatif lebih mahal.

3. Mesin *Hybrid Injection Molding*

Mesin hybrid injection molding merupakan mesin yang menggabungkan keunggulan kekuatan penjepitan mesin hidrolis dengan presisi, efisiensi energi, dan pengurangan kebisingan dari mesin electric. Hal ini membuat mesin hybrid mampu menghasilkan produk plastik dengan dinding tipis maupun tebal dengan performa yang lebih baik.

Kelebihan :

- Desain produk yang lebih leluasa.
- Proses *loop* tertutup dengan waktu respons yang lebih cepat.
- Mencapai ROI lebih cepat karena sangat efisien.
- Membutuhkan waktu *cooling* yang lebih singkat.

Kekurangan :

Karena semua hybrid berbeda, akan cenderung sulit untuk mencocokkan spesifikasi mesin yang sesuai dengan desain produk. Selain itu, jika ada perawatan mesin yang diperlukan, *supervisor* perlu memiliki pengetahuan tentang mesin hidrolis dan *electric*.

2.5 Dasar Pemilihan Bahan

Bahan sangatlah penting dalam pembuatan suatu alat ranvang banguyn. Adapun tujuan dari pemilihan bahan yang direncanakan dalam membuat rancang bangun dapat menekan estimasi biaya seefisien mungkin dalam setiap pembuatannya dan sedapat mungkin komponen yang digunakan dapat berfungsi dengan baik tanpa mengalami kehausan di setiap bagiannya.

Adapun hal-hal pokok yang harus diperhatikan dalam pemilihan bahan baku

komponen suatu mesin sebagai berikut:

1. Fungsi Bagian

Fungsi Bagian yang dimaksudkan disini adalah fungsi dari setiap komponen yang direncanakan, dimana bahan yang akan dipergunakan harus kuat dan mampu menahan beban yang akan terjadi pada bagian bagian tersebut.

2. Sifat mekanis bahan

Dalam perencanaan, kita harus mengetahui sifat mekanis bahan sehingga dapat mengetahui kemampuan bahan dalam menerima beban, tegangan, gaya yang terjadi, dan lain-lain. Sifat mekanis bahan berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas dan lain-lain,

3. Sifat fisis bahan

Untuk menentukan bahan apa yang akan digunakan kita juga harus mengetahui sifat-sifat fisis bahan. Sifat-sifat fisis bahan adalah kekerasan, ketahanan terhadap korosi, titik leleh, dan lain-lain.

4. Sifat teknis bahan

Kita juga harus mengetahui sifat-sifat teknis bahan agar kita dapat mengetahui apakah bahan yang dipilih dapat dikerjakan dengan pemesinan atau tidak.

5. Mudah didapat di pasaran

Dalam memilih bahan kita juga harus memperhatikan apakah bahan yang kita pilih mudah didapat di pasaran sehingga apa yang kita rencanakan dapat diselesaikan tepat waktu dan tidak mengalami kesulitan.

6. Murah harganya

Harga juga sangat menentukan bahan apa yang kita gunakan sesuai dengan kebutuhan untuk itulah dipilih bahan-bahan yang harganya relatif murah dan sesuai rencana.

2.6 Komponen dan Bahan

Adapun komponen dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan injection plastic moulding adalah sebagai berikut :

1. Besi Galvanis

Galvanis merupakan material seng dengan tingkat konsentrasi kemurnian tinggi yaitu 99,7%. Material ini digunakan untuk melapisi besi, baja ringan dan baja murni sehingga akan terlindungi adanya korosi maupun berkarat.



Gambar 2. 3 Besi *Galvanis* (Zella, 2022)

2. Termometer *Control*

Temperature *control* adalah sistem otomatis yang dapat berfungsi dengan memanfaatkan bantuan berbagai macam sensor sebagai input, seperti sensor gerak, sensor suhu, sensor kecepatan dan masih banyak lagi, yang selanjutnya akan di proses oleh control unit untuk memberikan perintah kepada sistem selanjutnya.



Gambar 2. 4 Pengontrol Suhu (zella, 2022)

3. *Band Heater*

Band Heater adalah salah satu jenis elemen pemanas listrik/ *heating* elemen yang penggunaannya harus menempel pada permukaan dari bidang yang ingin dipanaskan.



Gambar 2. 5 *Band Heater* (zella, 2022)

4. Termokopel

Termokopel (*Thermocouple*) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”.



Gambar 2. 6 Termokopel (Zella, 2022)

5. Baut dan Mur

Baut dan mur berfungsi untuk menahan antara rangka dan bagian yang lain. Adapun jenis baut dan mur dalam konstruksi ini digunakan untuk menahan pulley dan poros. Baut digolongkan menurut bentuk kepalanya yaitu segi 6, soket segi enam dan kepala baut dan mur persegi.

- Baut dan mur dapat di bagi menjadi beberapa bagian, yaitu :
 1. Baut tembus, untuk menebus 2 bagian lubang.
 2. Baut tap, untuk menjadi 2 bagian dimana jepitan dengan ulir yang ditetapkan pada salah satu bagian.
 3. Baut tanam, adalah baut tanpa kepala.
 - Baut pemakaian khusus
 1. Baut pondasi, untuk memasang mesin atau bangunan pondasi.
 2. Baut penahan, untuk menahan dua bagian dalam jarak yang tetap.
 3. Baut mata atau baut kait, dipasang pada mesin sebagai kaitan untuk pengikat
 4. Baut T, adalah baut yang letaknya bisa di atur.
 5. Baut kereta, untuk dipakai pada beban kendaraan.



Gambar 2. 7 Baut dan Mur (Zella, 2022)

6. Pipa As Kuningan

Ada beberapa keunggulan kuningan diantaranya:

- Tahan lama
- Tahan terhadap suhu tinggi
- Pipa serbaguna
- Memiliki sifat lunak dan sifat anti karat

Dalam dunia perdagangan dikenal beragam macam kuningan seperti:

- Kawat kuningan atau brass wire yang memiliki kadar tembaga sekitar 62 -95%,
- Pipa kuningan atau seamless brass tube dengan kadar tembaga sekitar 60 -90%,

- Plat kuningan atau brass sheet dengan kadar tembaga sekitar 60-90%.



Gambar 2. 8 Pipa Kuningan (zella, 2022)

7. Nozzle

Nozzle adalah bagian yang paling ujung di sebuah rangkaian dari selang atau tabung. Bisa dikatakan nozzle merupakan pintu dalam instrumen pemipaan. Baik itu cairan atau gas dapat memanfaatkan nozzle untuk menentukan aliran yang dihasilkan. Perangkat mekanis yang satu ini sengaja diciptakan supaya aliran fluida dari ruang tertutup ke beberapa media tertentu dapat diarahkan dengan benar. Jadi secara umum, nozzle adalah komponen mekanis yang berbentuk saluran dan memiliki luas penampang bervariasi. Kecepatan fluida yang mengalir melalui nozzle ini bisa digunakan sementara sesuai dengan tekanannya. Fluida yang mengalir melalui nozzle akan lebih cepat namun tekanan yang dihasilkan bisa saja turun.



Gambar 2. 9 Nozzel (zella, 2022)

2.7 Plastik

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen (Untoro, 2013).

Plastik memiliki sifat kuat, ringan, fleksibel, tahan karat, dan tidak mudah pecah. Selain itu, plastik juga mudah dibentuk sesuai geometri yang diinginkan, serta isolator panas maupun listrik yang baik. Namun, tidak semua plastik yang memiliki kemampuan tahan terhadap panas. Beberapa jenis plastik juga membutuhkan waktu puluhan hingga ratusan tahun untuk terurai secara alami. Jika tidak digunakan sesuai dengan fungsinya, bahan-bahan kimia yang terkandung dalam plastik akan membahayakan penggunaannya dan juga lingkungan sekitar.

2.8 Jenis-Jenis Plastik

Plastik secara umum digolongkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu: thermoplastics, thermosetting dan elastomer. Thermoplastik (thermoplastics) merupakan jenis plastik yang akan melunak jika dipanaskan dan mengeras apabila didinginkan. Contoh bahan thermoplastik antara lain: poliethilin, polipropilin, dan PVC (Polivinyl Chlorida). Plastik thermosetting akan mengeras bila dipanaskan dan tidak dapat didaur ulang (recycle). Contoh plastik thermosetting adalah: bakelit, silikon, epoxy dan lain-lain. Jenis ketiga dari bahan plastik adalah elastomer. Elastomer berasal dari kata elastic dan mer. Jenis plastik ini mempunyai sifat seperti karet. Elastomer pertama kali ditemukan oleh Charles Goodyear pada tahun 1839 (Firdaus, 2002). Berdasarkan sifat plastik di atas, thermoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya (Untoro, 2013).

Berikut ini adalah jenis-jenis plastik yang dilambangkan dengan kode angka dan penggunaannya.



Gambar 2. 10 Jenis-Jenis Plastik (Untoro, 2013)

Tabel 2. 1 Jenis-Jenis Plastik

No. Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	PET (polyethylene terephthalate)	botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE (High-density Polyethylene)	botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (Polyvinyl Chloride)	pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.
4	LDPE (Low-density Polyethylene)	kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (Polypropylene atau Polypropene)	cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine
6	PS (Polystyrene)	kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makan plastik transparan
7	Other (O), jenis plastik lainnya selain dari no.1 hingga 6	botol susu bayi, plastik kemasan, gallon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

2.8.1 Jenis Plastik Yang Digunakan

Jenis plastik yang digunakan pada mesin injeksi ini adalah plastic polypropylene karena plastic jenis ini mudah diperoleh, paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan juga karena sifatnya sesuai / memenuhi sifat material yang akan dibuat. Disamping itu sifat tahan panas *polypropylene* juga menjadi perhatian kami dalam memilih plasti jenis ini.

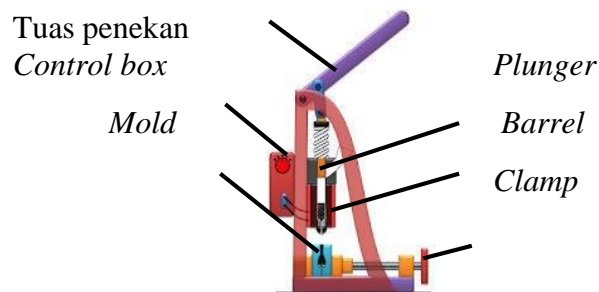
2.9 Teknologi Pemrosesan Plastik dengan *Injection Moulding*

Secara umum teknologi pemrosesan plastik banyak melibatkan operasi yang sama seperti proses produksi logam. Plastik dapat dicetak, dituang, dan dibentuk serta diproses permesinan (*machining*) dan disambung (*joining*). Bahan baku plastik banyak dijumpai dalam bentuk pellet atau serbuk. Plastik juga tersedia dalam bentuk lembaran, plat, batangan dan pipa. Metode pemrosesan plastik dapat dilakukan dengan cara *injection molding*, *extrusion* dan lain sebagainya.

Injection Molding merupakan suatu proses pencetakan material thermoplastic yang dipanaskan, kemudian diinjeksikan ke dalam cetakan dan didinginkan, sehingga terbentuklah suatu produk sesuai dengan cetakannya. Beberapa alasan mengapa *Injection Molding* dipilih karena dapat membuat produk dengan dimensi yang kecil, dalam sekali proses pencetakan bisa membuat banyak produk, kepresisian produk dapat dicapai, bentuk dan detail produk yang bervariasi.

2.10 Mesin Injeksi Mini

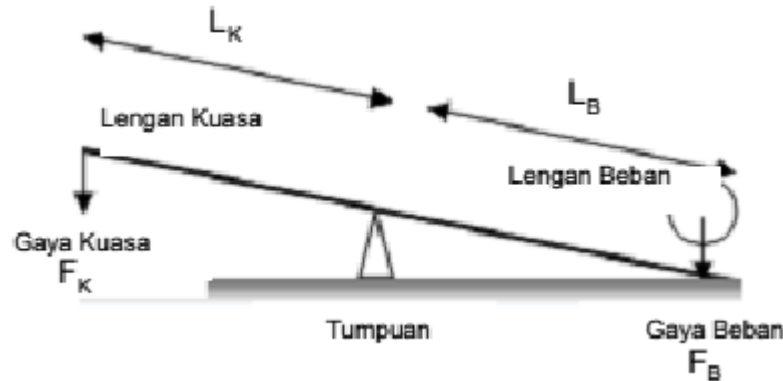
Mesin injeksi plastik yang umum adalah mesin yang berukuran besar dan harganya mahal. Namun, ada mesin injeksi plastik berukuran kecil yang memang dirancang agar agar tidak membutuhkan ruang yang besar, serta harganya cukup murah dan mudah dalam pengoperasiannya. Adapun bagian-bagian dari mesin injeksi mini seperti terlihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.11 Mesin Injeksi Mini

2.11 Pengertian Tuas

Tuas atau batang penekan adalah bagian penekanan mesin yang langsung dipegang oleh penginjeksi, alat ini berperan penting sebagai pemberi tekanan pada langkah injeksi moulding tipe tuas.



Gambar 2. 12 Tuas (Widodo setiyo wibowo, 2013)

Persamaan yang berlaku pada tuas :

$$W \times LK = F \times LB$$

Keuntungan mekanik (KM) :

$$KM = W/K = LK/LB$$

Keterangan ;

KM = keuntungan mekanik

Fb = gaya beban

Fk = gaya kuasa

Lk = lengan kuasa

Lb = lengan beban(widodo setiyo wibowo, 2013)

2.12 Perpindahan Panas (Kalor)

Kalor adalah salah satu bentuk energi yang bisa berpindah dari benda dengan suhu yang lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah jika keduanya dipertemukan atau bersentuhan. Dua benda yang memiliki suhu yang

berbeda ketika dipertemukan maka akan muncul kalor yang mengalir atau berpindah.

Perlu diketahui bahwa suhu dan kalor itu berbeda. Suhu adalah suatu nilai yang dapat terukur dengan termometer, sedangkan kalor adalah energi yang mengalir pada suhu benda tersebut ke benda lainnya. Menurut SI atau MKS, satuan kalor adalah joule (J) sedangkan menurut CGS satuan kalor adalah erg dan untuk beberapa jenis makanan menggunakan satuan kalori. Dapat dihitung bahwa satu kalori adalah jumlah energi panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram air hangat sampai naik menjadi 1 derajat celsius ($^{\circ}\text{C}$). Jadi dapat dikatakan satu kalori = 4,184 J atau biasa dibulatkan menjadi 4,2 J.

Pengertian kalor juga dapat disebut sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat tertentu yang untuk mendeteksinya perlu menggunakan alat pengukur suhu benda tersebut. Grameds bisa perhatikan pada air panas yang dibiarkan diudara terbuka maka lama-kelamaan akan mendingin karena ada kalor yang dilepaskan dari zat air ke udara. Hal yang mampu mempengaruhi kenaikan dan penurunan suhu pada benda adalah jumlah kalor, massa benda dan jenis benda itu sendiri.

Kalor secara alami akan berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah, sehingga bersifat cenderung menyamakan suhu kedua benda jika saling bertemu atau bersentuhan. Jika suhu suatu benda itu tinggi maka kalor yang dikandungnya pun sangat besar. Sebaliknya, jika suhu suatu benda rendah maka kalornya pun sedikit. Jadi, dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya kalor yang ada pada benda atau zat menyesuaikan dengan 3 faktor, yakni massa zat, jenis zat (kalor jenis), dan perubahan suhu.

Kalor kemudian bisa menaikkan atau menurunkan suhu, jadi semakin besar kenaikan suhu, kalor yang diterima pun semakin banyak. Sebaliknya, kenaikan suhu yang kecil akan membuat kalor yang diterima juga sedikit. Itu artinya, hubungan kalor (Q) akan berbanding lurus atau sebanding dengan kenaikan suhu (ΔT), jika massa (m) dan kalor jenis zat (c) suatu benda itu tetap.

2.12.1 Rumus Kalor

Berdasarkan pengertian kalor di atas, berikut ini rangkuman rumus-rumus yang berkaitan dengan materi kalor dalam pelajaran Fisika:

1. Rumus Perpindahan Kalor

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots \dots \dots \text{Lit.4}$$

Keterangan :

Q = banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu zat benda tertentu (J)

m = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

c = kalor jenis zat (J/kg⁰C)

ΔT = perubahan suhu (⁰C)

2. Rumus Kalor Jenis

$$c = Q / m \cdot \Delta T \dots \dots \dots \text{Lit. 4}$$

Keterangan:

c = kalor jenis zat (J/kg⁰C)

Q = banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu benda (Joule)

m = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

ΔT = perubahan suhu (⁰C)

3. Rumus Kapasitas Kalor

$$C = Q / \Delta T \dots \dots \dots \text{Lit. 4}$$

Keterangan:

C = kapasitas kalor (J/K)

Q = banyaknya kalor (J)

ΔT = perubahan suhu (K)

4. Rumus Menentukan Kapasitas Kalor Itu Sendiri

$$C = m.c \dots \dots \dots \text{Lit. 4}$$

Keterangan:

C = kapasitas kalor (J/K)

M = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

c = kalor jenis zat (J/kg.K)

5. Rumus Kalor Lebur dan Uap

- Kalor lebur

$$Q = m \times L \dots \dots \dots \text{Lit. 4}$$

- Kalor uap

$$Q = m \times U \dots \dots \dots \text{Lit. 4}$$

ketentuan:

L = Kalor lebur zat (Joule/kilogram)

U = Kalor uap zat (Joule/kilogram)

