

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

Plastik adalah material non logam yang dapat dicetak dan dibentuk untuk didapatkan suatu bentuk yang diinginkan. Plastik merupakan suatu kelompok resin alami yang dapat dicetak, di ekstrusi, dituang, dan digunakan sebagai pelapis dari suatu bentuk benda berbahan plastik. Sumber bahan baku plastik banyak terdapat dari batu bara, minyak bumi, atau hasil bumi (Fahrizal, 2009).

Bahan dasar dari plastik secara umum dapat dibagi menjadi 3 golongan yang dilihat dari spesifikasi temperaturnya (Ilham, 2007), yaitu:

1. Bahan Thermoplastik (*Thermoplastic*) adalah bahan plastik yang jika dipanaskan dapat melunak dan dapat mengeras jika mendapat proses pendinginan. Contoh dari bahan Thermoplastik yaitu: *Polistirene, Polietilene, Nilon, Polipropilene, Teflon* dan Plastik Fleksiglas.
2. Bahan Thermoseting (*Thermosetting*) adalah bahan plastik yang berbentuk cair yang dapat dicetak sesuai yang diinginkan dan akan mengeras jika mendapat proses pemanasan tetapi tidak dapat diolah menjadi plastik lagi. Contoh dari bahan *Thermoseting* adalah Epoksi, Silikon, dan Bakelit.
3. Bahan Elastis (*Elastomer*) adalah bahan plastik yang sangat elastis. Contoh dari bahan plastik elastis adalah karet elastis.

Berdasarkan sifat plastik di atas, *thermoplastic* 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 2.1 Jenis Jenis Plastik (Untoro, 2013)

2.1.1 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 plastik jenis ini. *Polypropylene* memiliki titik leleh terhadap panas yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 130 °C – 170 °C. Temperatur proses dari *Polypropylene* memiliki rata-rata 130 °C – 200 °C. *Polypropylene* memiliki sifat ketahanan yang tinggi terhadap bahan kimia (*Chemical Resistance*) dan ketahanan impak (*Impact Strength*) yang rendah (Mujiarto, 2005). Sifat-sifat lain dari bahan *Polypropylene* sebagai berikut:

- a. Lebih tahan panas
- b. Flexibel, keras, dan dapat tembus cahaya
- c. Ketahanan kimia yang bagus.

2.2 Injection Plastic Molding

Teknik *Plastic Injection molding* pertama kali dikenalkan oleh *John Wesley Hyatt* pada tahun 1868, dengan melakukan injeksi *celluloid* panas kedalam *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* yaitu memasukkan plastik *granule* kedalam *hopper*, plastik menuju *barrel* yang didalamnya terdapat *screw* yang berguna untuk mengalirkan plastik yang leleh akibat dari proses pemanasan menuju *noozle*. Plastik yang telah dipanasi dan telah melunak didorong melalui *noozle* dengan injektor melewati *sprue* ke dalam rongga cetak (*cavity*) dari *mold* yang sudah tertutup.

Proses *injection molding* memiliki siklus sebagai berikut:

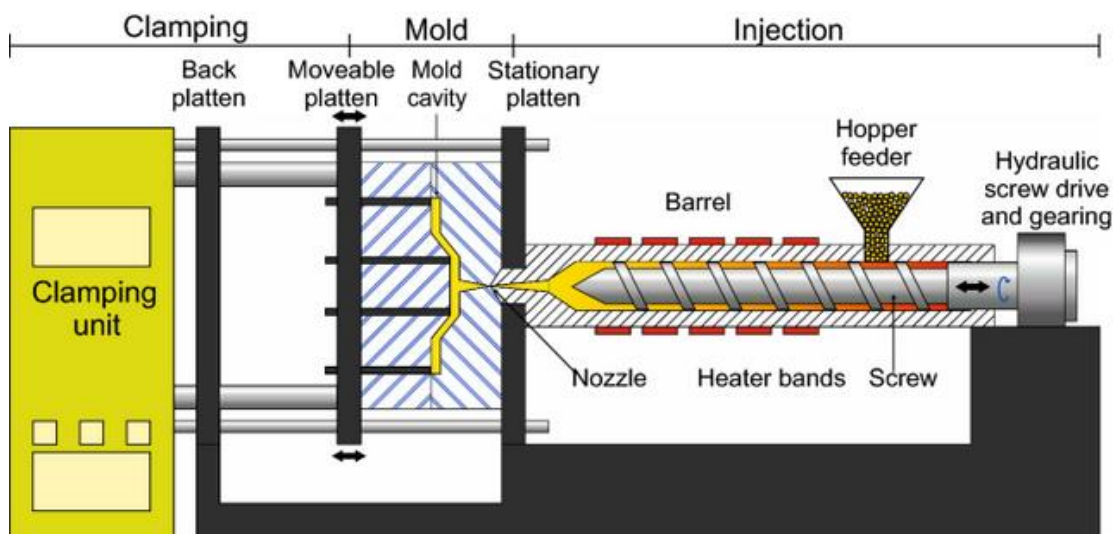
1. Cetakan menutup (*Mould Closing*)
2. Injeksi plastik kedalam cetakan (*injection*)
3. Menekan plastik saat proses *injection* dalam waktu tertentu (*Hoding Pressure*)
4. Pendinginan Plastik dalam cetakan (*Cooling*)
5. Cetakan terbuka (*Mould Opening*)
6. Ejektor mendorong *Mold*
7. Ejektor mundur (produk turun), kembali ke proses awal.

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 berbahan *thermoplastik*. *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.

2.3 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 clamping*nya.



Gambar 2.2 Bagian Mesin *Injection Molding* (Abdurrokhman, 2023)

1. *Injection unit*: merupakan tempat mencairkan/pengolahan plastik dan proses injeksi plastik ke dalam *mold* melalui beberapa tahapan.

Injection unit terdiri dari beberapa bagian/tahapan yaitu :

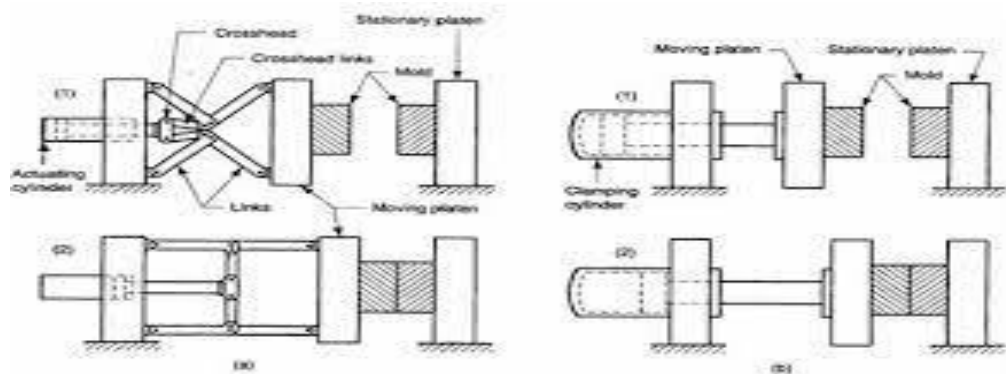
- a. *Feed Hopper* : Merupakan wadah untuk menampung plastik yang akan dipanaskan dan dicairkan untuk dialirkan ke *screw*. Dalam *hopper*, bahan akan dipanaskan oleh aliran udara dari *blower* yang dipanaskan oleh elemen panas (*heater*). Hal ini dilakukan untuk menghilangkan air yang terdapat dalam bahan baku karena adanya air akan menyebabkan hail 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 pengatur gerakan *mold*, 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 *hidrolik* untuk membuka dan menutup *mold*.
- c. *Clamping Cylinder* : Merupakan bagian yang menyediakan tenaga untuk *clamping* dengan bantuan tenaga *pneumatik* dan *hidrolik*.
- d. *Tie Bar* : Menopang kekuatan *clamping* dan terdapat 4 *tie* diantara *fixing platen* dan *support platen*.



Gambar 2.3 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 *Borsche 260 Ton*, digunakan empat temperatur control, dimana tiga *temperature control* yang mengatur suhu pada *barrel* dan satu lagi untuk mengatur suhu pada *nozzle*.

2.4 Mekanisme 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*.

2.5 Jenis - Jenis Mesin *Injection Molding*

Injection molding adalah salah satu teknik pencetakan yang paling umum digunakan untuk menghasilkan produk plastik di berbagai industri. Perlu di ketahui 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 hidrolik untuk menjepit dua bagian *mold* dengan tekanan tinggi. Mesin *injection molding hidrolik* 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 hidrolik mengonsumsi energi dalam jumlah besar bahkan saat diam. Sementara mesin *injection molding electric* umumnya mengonsumsi listrik sekitar 2,55 kWh selama proses pencetakan, mesin hidrolik 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 hidrolik.

Kekurangan :

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

3. Mesin *Hybrid Injection Molding*

Mesin *hybrid injection molding* merupakan mesin yang menggabungkan keunggulan kekuatan penjepitan mesin *hidrolik* 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 hidrolik dan *electric*.

2.6 Dasar Pemilihan Bahan

Bahan sangatlah penting dalam pembuatan suatu alat rancang bangun. 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 keausan 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 pemrosesan 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 itu dipilih bahan-bahan yang harganya relatif murah dan sesuai rencana.

2.7 Komponen dan Bahan

Adapun komponen dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan *injection plastic molding* 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 muri sehingga akan terlindungi adanya korosi maupun berkarat. Pelapisan baja dan besi dengan lapis seng diproses dengan kondisi bebas oksidasi sehingga akan menghasilkan baja atau besi lapis seng dengan kualitas yang handal



Gambar 2.4 Besi Galvanis (Fatur, 2023)

2. *Termometer Control*

Temperature control adalah sistem otomatisasi 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 2.5 *Termometer Control* (Fatur, 2023)

3. *Band Heater*

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



Gambar 2.6 *Band Heater* (Fatur, 2023)

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*".

5. Baut dan Mur

But 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 tapa 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.

6. *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 rang 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.

7. *Bearing*

Bearing (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban *radial* maupun beban *axial*. *Bearing* juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

Bantalan sebagai pendukung gerakan poros, sangat besar perannya dalam operasi kerja pompa. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa setiap desain pompa memiliki spesifikasi dalam bentuk dan posisi masing-masing komponen. Demikian juga halnya dengan bantalan, banyak sekali desain pompa yang meletakkan bantalan pada berbagai posisi, hal ini disesuaikan dengan fungsi utamanya yaitu mendukung gerakan relatif poros.



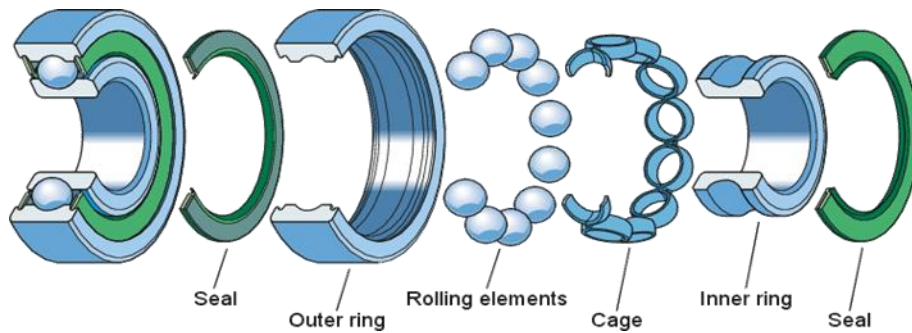
Gambar 2.7 *Bearing*
(Niagakita.id, 2023)

- Bantalan Bola (*Bearing*) dan Elemennya

Bantalan digunakan untuk mendukung gerakan relatif diantara komponen mesin dan memungkinkan berbagai posisi pada masing-masing komponen tersebut.

Bearing atau bantalan gelinding adalah salah satu jenis bantalan yang memungkinkan gerakan relatif secara radial pada sumbu geraknya.

Elemennya terdiri dari *rolling element*, pemisah / pemegang bola (*cage*), *inner ring*, *outer ring*



Gambar 2.8 Elemen Bantalan Gelinding
(niagakita.id, 2023)

Material bola pada umumnya menggunakan paduan kromiun dengan baja karbon tinggi, dengan proses pengerasan baja. Untuk pemisah digunakan material jenis baja karbon rendah dengan proses stamping.

2.8 Teknologi Pemrosesan Plastik dengan *Injection Molding*

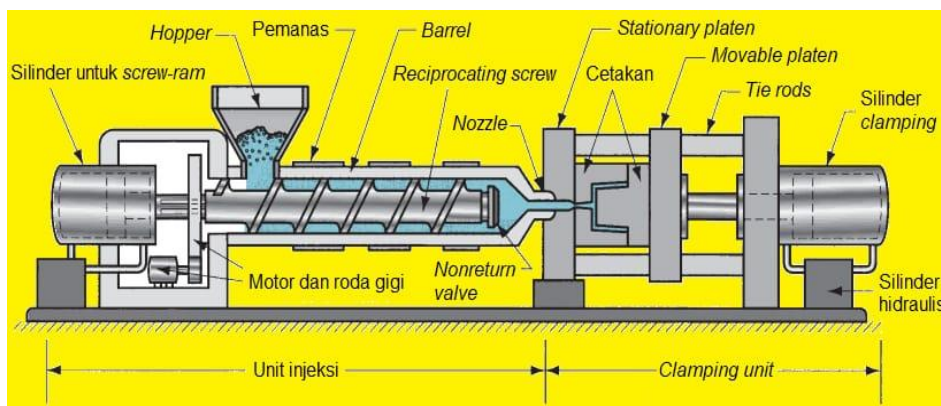
Secara umum teknologi pemrosesan plastik banyak melibatkan operasi yang sama seperti proses produksi logam. Plastik dapat dicetak, dituang, dan dibentuk seta diproses permesinan (*machining*) dan disambung (*joining*). Bahan baku plastik banyak dijumpai dalam bentuk pellet atau serbuk. Plastik juga tersedia 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.

2.9 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 2.9 Bagian Bagian *Mesin Injection Molding*
(teknikmesinmanufaktur.blogspot.com, 2023)

2.10 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 nialai yang dapat terukur dengan termometr, 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 celcius ($^{\circ}\text{C}$).

Jadi dapat dikatakan satu kalori = 4,184 J atau biasa dibulatkan menjadi 4,2 J. Pengertian kalor juga dapat disebut sebagai *energy* 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.

2.10.1 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 ($\text{J/kg}^\circ\text{C}$)

ΔT = perubahan suhu ($^\circ\text{C}$)

2. Rumus Kalor Jenis

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

Keterangan:

c = kalor jenis zat ($J/kg^{\circ}C$)

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

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

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

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

$$C = m.c$$

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)