

**KARYA ILMIAH**

**PERANCANGAN MESIN SISTEM  
INJEKSI MOULDING UNTUK BAHAN  
POLIMER**

**Oleh**

**Nama : Ir. Amru Siregar, MT.**

**Nip : 131 996 163**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2007**

ah  
7  
2007



**KARYA ILMIAH**

**PERANCANGAN MESIN SISTEM  
INJEKSI MOULDING UNTUK BAHAN  
POLIMER**

**Oleh**

**Nama : Ir. Amru Siregar,MT.**

**Nip : 131 996 163**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2007**

# KARYA ILMIAH

## PERANCANGAN MESIN SISTEM INJEKSI MOULDING UNTUK BAHAN POLIMER

Oleh

Nama : Ir. Amru Siregar,MT.

Nip : 131 996 163

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMA



(Drs. Dadan Ramdan, M.Eng.MSc.)

Penulis



(Ir. Amru Siregar, MT.)

Mengetahui

Ketua Lembaga Penelitian UMA



(Ir. Roeswandi)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik. Hasil rancangan ini dimanfaatkan untuk melengkapi persyaratan kenaikan Jabatan fungsional dan pangkat & Golongan sebagai staf pengajar. Adapun judul karya ilmiah ini berjudul “ Perancangan Mesin Sistem Injeksi Moulding untuk Bahan Polimer”.

Dalam penyusunan tugas rancangan ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan yang terjadi, oleh sebab itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan tugas rancangan ini. Pada kesempatan ini tidak lupa pula penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebanyak-banyaknya atas segala bantuan, arahan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas rancangan ini, yaitu kepada :

1. Bapak Ir. Roeswandi selaku Ketua Lembaga Penelitian UMA.
2. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M.Eng.Sc. selaku Dekan Fak.Teknik UMA
3. Bapak-Bapak seluruh staf pengajar Fakultas Teknik UMA.

Akhir kata semoga tugas rancangan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan untuk perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dimasa yang akan datang

Medan, September 2007

Penulis



Ir. Amru Siregar, MT.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi

### BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat perancangan.....	3

### BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Klasifikasi Bahan Polimer .....	5
2.2. Elastomer .....	20
2.3. Fiber .....	21

### BAB III PERENCANAAN KOMPONEN UTAMA

3.1. Mesin Daur Ulang Plastik Sistim Injection molding .....	33
3.2. Komponen Utama Mesin .....	33

### BAB.IV. ANALISA BIAYA

4.1. Biaya Material .....	52
4.2. Biaya Pembuatan .....	53
4.3. Perhitungan Analisa Titik Impas (Break Even Point) .....	56
4.4. Grafik BEP .....	58
4.5. Perawatan .....	59
4.6. Perbaikan .....	60

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan ..... 62

5.2. Saran ..... 62

**DAFTAR PUSTAKA ..... 63**





## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Bahan dasar polimer sintetik
- Gambar 2.2. Satuan dasar Mer, monomer, polimer
- Gambar 2.3. Klasifikasi polimer sintetik
- Gambar 2.4 Visualisasi
- Gambar 2.5 Struktur molekul polimer
- Gambar 2.6. Pereaksian polimerisasi etilen
- Gambar 2.7. Polyehylene.
- Gambar 2.8. Pereaksian polimerisasi propilen
- Gambar 2.9. Aplikasi plastik
- Gambar 2.10 Polimer
- Gambar 2.11. Kenderaan sepeda motor dengan beberapa komponen plastik dari proses injeksi
- Gambar 2.12 Produk proses injeksi
- Gambar 2.13. Mesin cetak injeksi umum.
- Gambar 2.14 .Langkah- langkah daur ulang cetak injeksi.
- Gambar 2.15. Proses injeksi plastik dalam satu siklus kerjanya
- Gambar 2.16. Screw konveyor
- Gambar 2.17. Barrell
- Gambar 2.18. Nozzel
- Gambar 2.19. Cetakan (mold)
- Gambar 2.20. Mold type 2 pelat
- Gambar 2.21. Mold type 2 pelat
- Gambar 2.22. Product
- Gambar 2.23. Mold tipe 3 plate
- Gambar 2.24. Mold type 3 pelat
- Gambar 2.25. Simulasi mold type 3 pelat
- Gambar 2.26. Hopper
- Gambar 3.1 Mesin Injeksi Mouding
- Gambar 3.2 Cetakan Siap
- Gambar 3.3 Gambar Injeksi

Gambar 3.4 Screw Berputar

Gambar 3.5 Gambar keluar dari cetakan

Gambar 3.6 Satu tingkat Poros Screw

Gambar 3.7 Kerucut diujung Poros Screw

Gambar 3.8 Jarak Sumbu Poros

Gambar 3.9 Penamang Sabuk V type C

## DAFTAR TABEL



Tabel 2.1. Kasifikasi thermoplastik

Tabel 2.2. Klasifikasi thermosetting

Tabel 2.3. Sifat Polietylen Menurut Massa Jenis

Tabel 2.4. Sifat-sifat propylene

Tabel 2.5. Perbandingan sifat antara propylene dan polyethylene

Tabel 2.1. Kasifikasi thermoplastik

Tabel 2.2. Klasifikasi thermosetting

Tabel 2.3. Sifat Polietylen Menurut Massa Jenis

Tabel 2.4. Sifat-sifat propylene

Tabel 2.5. Perbandingan sifat antara propylene dan polyethylene



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar belakang**

Bahan polimer merupakan bahan yang paling banyak digunakan sesudah bahan logam. Pada tahun 1970, volume bahan plastik yang diproduksi mencapai 30 % dari volume total konsumsi logam di seluruh dunia, yang kira-kira sama dengan enam kali volume total produksi seluruh logam non *ferro*. Dalam banyak hal penggunaan logam dapat digantikan oleh bahan polimer, tetapi dalam hal tertentu logam tidak dapat digantikan oleh polimer, disebabkan oleh sifat-sifat bahan polimer itu sendiri. Terdapat banyak bidang pemakaian, dimana memilih logam atau paduannya merupakan satu satunya pilihan yang layak dan lebih baik dari pada bahan polimer.

Peningkatan yang pesat penggunaan dari bahan polimer, disebabkan oleh sifat-sifatnya dan bahan polimer relative lebih murah, sehingga jauh mengimbangi segala kekurangannya. Sifat-sifat yang paling menonjol adalah berat jenis yang relative rendah, daya tahan yang relative tinggi terhadap serangan kimia, bersifat sebagai isolator panas & listrik, dan mudah untuk dibentuk, sehingga bahan ini relative murah. Sehingga penggunaan polimer sebagai bahan konstruksi mengalami perkembangan pesat.

Dalam kehidupan modren sekarang ini, setiap saat kita sepertinya selalu berhubungan dengan produk plastik, atau bisa disebut pula bahwa kita sudah sangat tergantung pada penggunaan produk-produk plastik. Sebagai salah satu contoh penggunaan produk plastik yang paling mudah yaitu kantong plastik.



Selain kuat, tidak mudah bocor, dan mudah membawanya, juga lebih aman dibanding pembungkus lainnya. Pertimbangan harga yang jauh lebih murah dibandingkan produk lain dengan fungsi yang sama yang terbuat dari kayu, besi, atau aluminium menjadi pilihan pada umumnya

Selain manfaat yang diperoleh dari bahan-bahan plastik ternyata ada masalah lain yang ditimbulkan oleh bahan plastik itu sendiri, yaitu berupa limbah plastik yang sudah dibuang atau tidak terpakai lagi. Limbah atau sampah plastik ini timbul ditengah-tengah masyarakat yang diakibatkan oleh sifat-sifat yang dimiliki oleh plastik, dimana plastik ini sukar diurai oleh bakteri pengurai yang ada di dalam tanah. Sehingga sampah plastik apabila dalam jumlah yang sangat besar akan mengakibatkan dan menimbulkan efek atau dampak yang negative bagi kelangsungan hidup dan ekosistem yang ada disekitar tumpukan sampah plastik. Selain itu sampah plastik ini juga dapat menjadi sarana pendukung bagi bakteri dan kuman penyakit untuk mudah berkembang biak.

Sebagai salah satu upaya untuk mengurangi dampak negative sampah plastik adalah dengan penanganan tertentu yang akan memberikan nilai tambah dan juga keuntungan dari pemanfaatan limbah plastik itu. Salah satu dari beberapa hal yang diutarakan di atas maka penulis berupaya untuk mencari penyelesaian dari masalah sampah plastik yaitu dengan perancangan alat (mesin) daur ulang plastik. Alat ini berfungsi untuk membentuk produk lain dengan sampah plastic sebagai bahan baku. Dengan demikian alat akan dapat mengurangi dampak negative sampah plastik.

## **1.2. Perumusan masalah**

Dalam laporan rancangan ini akan disajikan beberapa teori yang dapat mendukung perancangan mesin daur ulang plastik jenis injeksi moulding, sehingga rancangan ini akan menghasilkan produk yang mendekati yang diinginkan. Dengan demikian maka dalam laporan hasil rancangan ini akan dibuat suatu batasan sebagai berikut :

- a. Klasifikasi Polimer.
- b. Prinsip kerja mesin injeksi molding.
- c. Perhitungan komponen-komponen utama.
- d. Prosedur pembuatan mesin daur ulang plastic sistem injeksi molding.
- e. Analisa biaya pembuatan mesin daur ulang plastic.
- f. perawatan dan perbaikan mesin daur ulang plastik.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Laporan ini mengandung sebuah rancangan suatu alat (mesin) daur ulang plastik jenis injeksi moulding. Alat ini dapat memproses sampah plastik menjadi bahan plastik setengah jadi atau benda jadi. Dalam perancangan ini akan dilakukan prosedur seperti yang dijelaskan pada bagian batasan masalah.

## **1.4. Manfaat penelitian**

Hasil rancangan ini diharapkan dapat bermanfaat untuk :

- a. Masyarakat yang bergerak dalam bidang perindustrian khususnya pada industri produk plastik.

- b. Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi khususnya perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi produk Plastik.
- c. Hasil rancangan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa, khususnya mahasiswa yang mendalami bidang pengolahan plastik.



## BAB II

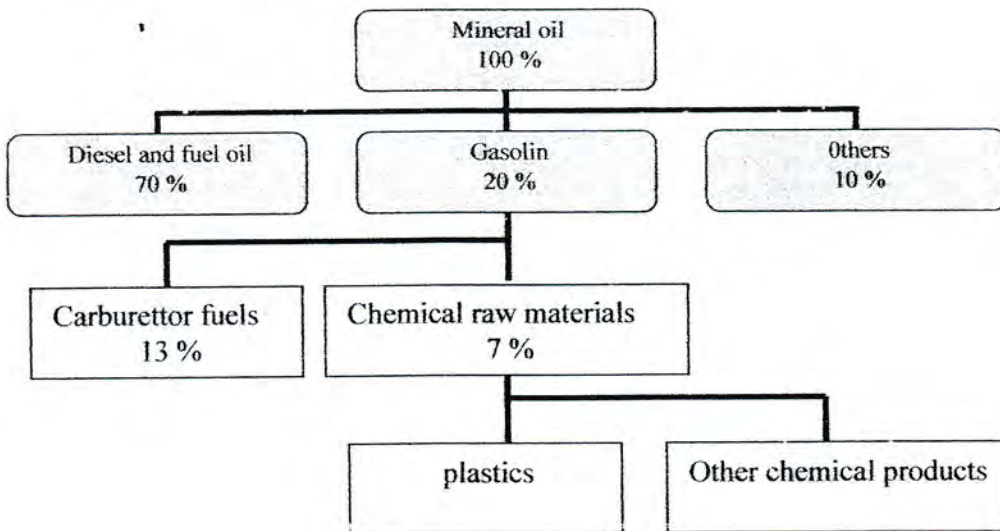
### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Klasifikasi Bahan Polimer

Polimer berasal dari bahasa Yunani, poly artinya banyak dan mer artinya bagian, kata polimer pertama kali digunakan oleh kimiawan Swedia Berzelius pada tahun 1833. polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari unit-unit berulang sederhana (monomer), dikenal juga sebagai makromolekul. Pada dasarnya polimer secara umum dapat digolongkan ke dalam dua jenis yaitu (1) polimer sintetik dan (2) polimer alami.

##### (1) Polimer Sintetik

(a) Bahan dasar polimer sintetik. Bahan dasar polimer plastik dapat dilihat seperti gambar 2.1 dibawah ini.



**Gambar 2.1** bahan dasar polimer

Temperatur pelelehan dan pemisahan untuk bahan-bahan plastik jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan baja. Plastik akan memanjang (*creep*) pada temperatur kamar. Kecenderungan seluruh bahan pelastik untuk mulur temperaturnya naik menunjukkan bahwa perubahan kecil saja pada temperatur dapat mempengaruhi sifat-sifat fisik bahan. Pengaruh temperatur dan laju regangan & tegangan harus dievaluasi dengan baik apabila pelastik akan digunakan. Pertama terjadi depormasi pelastik seketika, diikuti oleh deformasi melar. Setelah waktu tertentu apabila tegangan dihilangkan benda uji seketika sebagian akan kembali ke bentuk semula, kemudian sebagian lagi akan kembali dalam waktu yg lama. cara deformasi seperti ini banyak ditemukan, suatu garis besar pendekatan yang sering dipakai untuk berbagai bahan mempergunakan empat unsur kombinasi pegas dan peredam.

Plastik dapat berubah bentuk dan ukuran (*berdeformasi*) secara elastis sama seperti logam. Plastik yang lebih lunak lebih rendah batas elastisnya dan lebih besar persentase perpanjangannya. Pada beberapa plastik yang lebih lunak, titik luluhnya (*yield point*) hampir tidak ada. Pada umumnya modulus elastisnya pasti lebih rendah dibandingkan dengan baja.

Perubahan laju regangan dapat mengubah suatu plastik yang ulet (*ductile*) menjadi plastik yang rapuh (*brittle*). Hal ini disebabkan perpanjangannya berkurang, dan disertai dengan peningkatan tegangan tarik suatu penurunan temperatur memiliki pengaruh terhadap laju regangan. oleh karena itu temperatur rendah membuat plastik menjadi rapuh bila dipanaskan secara lambat.

Pengujian beban kejut (*impack test*) secara umum dilaksanakan pada spesimen uji bahan-bahn yang telah dikerjakan (*fabricated*). Karna pabrikasi bahan plastik dapat mengubah sifat fisik bahan. Pengujian izod dan pengujian beban kejut pada spesimen yang diberi takikan dapat digunakan untuk menentukan sifat-sifat tersebut. Plastik juga akan rusak bila dibebani secara berulang-ulang dibawah tegangan luluh dari bahan. Dalam industri plastik, bahan yang digunakan pada pembuatan plastik adalah diperoleh dari alam. Unsur-unsur yang diperoleh dari alam dalam proses pembuatan plastik, yaitu (1) garam mineral, (2) kapur, (3) udara, (4) air, (5) batu bara, (6) gas alam, dan (7) minyak mentah

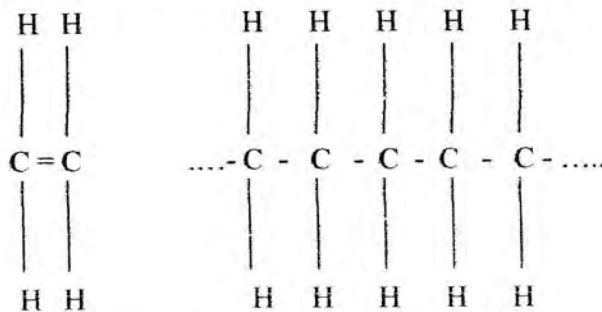
Unsur-unsur penting yang terdapat pada susunan struktur yang dapat membentuk suatu proses pembuatan plastik adalah (1) carbon (C), (2) hydrogen (H), (3) oksigen (O), (4) Nitrogen (N), (5) Chlor (CL), (6) Silisium (Si), dan (7) sulphur (S)

- (b) Beberapa keunggulan-keunggulan bahan plastik adalah (1) Massa jenis rendah ( $0,9 - 2,2 \text{ Kg/dm}^3$ ), (2) tahan terhadap arus listrik dan panas, (3) memiliki sedikit elektron bebas untuk mengalirkan panas dan arus listrik, (4) Tahan terhadap korosi kimia, karena tidak terionisasi untuk membentuk elektron kimia. (5) pada umumnya tahan terhadap larutan kimia, garam dan logam juga sangat sukar untuk larut, (6) mempunyai permukaan dan penampakan yang sangat baik dan mudah diwarnai, (7) ringan dan kuat, (8) mudah dibentuk, (9) transparan dan bersifat optic, dan (10) dapat didaur ulang



- (c) Beberapa kelemahan bahan plastik adalah (1) modulus elastisitasnya rendah, (2) mudah mulur (*creep*) pada suhu kamar, (3) maksimum temperatur nominalnya rendah, (4) mudah patah pada sudut bagian yang tajam, dan (5) daya penyerapan airnya relatif tinggi.

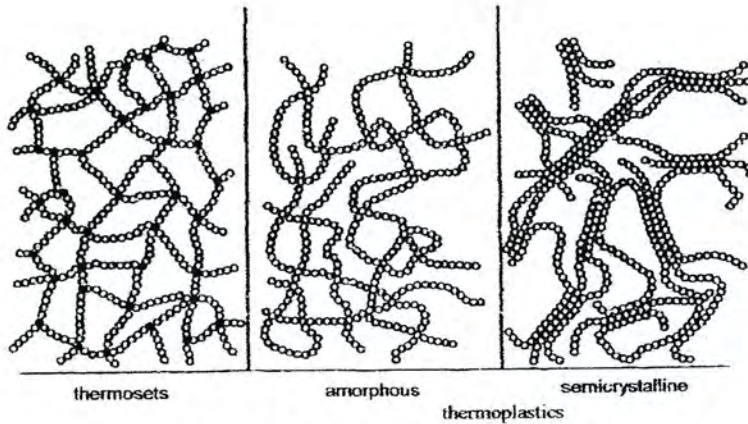
Sebuah proses polimerisasi adalah proses pada tekanan tertentu dengan katalitas yang tepat, suatu ikatan dari sebuah ikatan ganda akan berubah dan membentuk sebuah molekul besar atau rantai. Proses pereaksian polimerisasi untuk membentuk suatu plastik terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2. monomer dan polimer

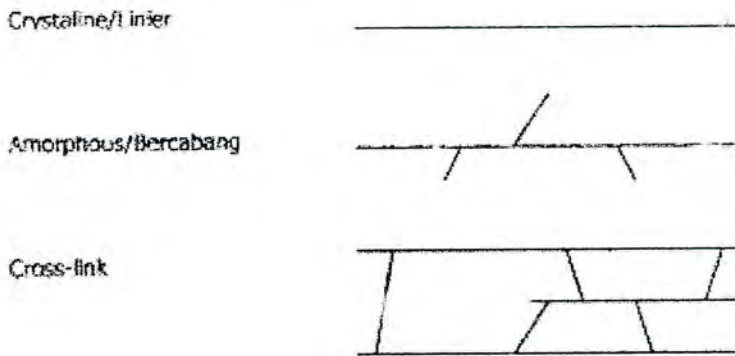
- (d) Klasifikasi material plastik. Material plastik terbagi atas 2 (dua) bagian besar, yaitu:

- (1) Bahan thermoplastik yaitu akan melunak bila dipanaskan dan setelah didinginkan akan dapat mengeras. Dengan struktur kimia linear, diantaranya ada pula dengan struktur kimia bercabang. Sebagai contoh bahan thermoplastik adalah polystiren, dan polyetilen. Jenis plastik ini dapat didaur ulang.



**Gambar 2.3. klasifikasi polimer sintetik**

(2) Bahan thermosetting yaitu jenis plastik yang akan mengeras jika dipanaskan dan tetap tidak dapat dibuat menjadi plastik lagi. Dengan struktur kimia cross-link. Sebagai contoh bahan thermosetting adalah : bakelit, silikon, dan epoksi. Jenis plastik ini tidak dapat didaur ulang. Visualisasi dari rangkaian molekulnya dapat dilihat seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 2.4 visualisasi rangakaian molekul dari thermosetting**

**Tabel 2.1** klasifikasi thermoplastik

Thermoplastik	General Purpose Plastic		<ul style="list-style-type: none"> <li>O 1. PE, PP, PVA, PVDC, PET</li> <li>Δ 2. PVC, PS, AS, ABS, PMMA, PBD</li> </ul>
	Engineering Plastic	General Purpose Engineering Plastic	<ul style="list-style-type: none"> <li>O 1. Polyamide (PA)</li> <li>O 2. Polyacetal (POM)</li> <li>Δ 3. Polycarbonate (PC)</li> <li>Δ 4. Modified PPE (M-PPE)</li> <li>O 5. Polybutylen Terephthalate (PBT)</li> <li>O 6. GF Reinforced Polyethylene Terephthalate (GR-PET)</li> <li>O 7. Ultra High Molecular Polyethylene (UHMPE)</li> </ul>
		Super Engineering Plastic	<ul style="list-style-type: none"> <li>Δ 1. Polysulfon (PSF)</li> <li>Δ 2. Polyethersulfon (PES)</li> <li>O 3. Polyphenylenesulfide (PPS)</li> <li>Δ 4. Polyallylate (PAR)</li> <li>Δ 5. Polyamideimide (PAI)</li> <li>Δ 6. Polyetherimide</li> <li>O 7. Polyetheretherketon (PEEK)</li> <li>X 8. Polyimide (PI)</li> <li>O 9. Liquid Crystal Polymer (LCP)</li> <li>O 10. Polytetrafluoroethylene (PTFE)</li> </ul>

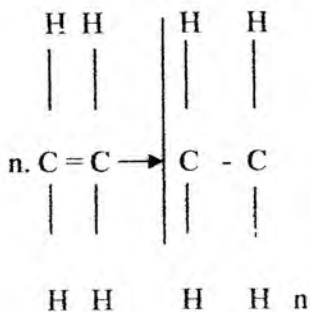
Keterangan: O = Crystalline/Linier  
 Δ = Amorfous/Retikulasi

**Tabel 2.2** klasifikasi thermosetting

Thermosetting	<ul style="list-style-type: none"> <li>X Phenol, Urea, Melamine</li> <li>X Alkyd, Unsaturated Polyester</li> <li>X Epoxy, Dialyphthalate</li> <li>X Polyurethane</li> </ul>
---------------	---

(e) Beberapa contoh polimer sintetik.

(1) Polietylene. Monomer berulang yang sejenis disebut sebagai homopolimer seperti polietylene  $( - CH_2 - CH_2 - )_n$ . Polietylen dibuat dengan jalan polimerisasi gas etylen, yang dapat diperoleh dengan memberi hidrogen gas petroleum pada pemecahan minyak (nafia), gas alam atau asetilen. Polimerisasi etilen ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.5. pereaksian poliimerisasi etilen

Polietylen digolongkan menjadi, polietylen tekanan tinggi, tekanan medium, dan tekanan rendah oleh polimerisasinya atau masing-masing menjadi polietilen massa jenis rendah dengan massa jenis  $(0,910 \div 0,925)$ , polietylen massa jenis medium dengan massa jenis  $(0,926 \div 0,940)$ , dan polietilen dengan massa jenistinggi dengan massa jenis  $(0,941 \div 0,965)$ . menurut massa jenisnya, karena sipatnya erat kaitannya dengan massa jenisnya (*kristalinitas*). Dengan cara plomerisasi etilen yang berbeda didapat struktur molekul - molekul yang berbeda pula. Pada polietylen jenis rendah, molekul-molekulnya tidak mengkristal secara baik tetapi memiliki banyak cabang. Di sisi lain polietylen tekanan rendah kurang bercabang dan merupakan rantai lurus, karena itu massa



jenisnya lebih besar sebab mengkristal secara baik sehingga memiliki kristalinitas tinggi. Karena kristal yang terbentuk baik itu mempunyai gaya antara molekul yang kuat, maka bahan ini memiliki kekuatan mekanik yang tinggi dan titik lunak yang tinggi pula.

Polietylen mudah diolah, maka dari itu sering dicetak dengan penekanan, injeksi, ekstursi peniupan, dan hampa udara. Polietilen massa jenis rendah, terutama digunakan dalam bentuk tipis atau lembaran, misalnya : Tas polietilen, botol-botol yang dapat dijepit (*squeeze bottle*), tabung tinta pada pena, tali/tampar atau senar/dawai dan isolator kabel, wadah alat dapur, botol tempat minyak tanah, atau kantong tempat sampah. Sedangkan polietilen jenis tinggi digunakan untuk perpipaan, mainan, filamen tenunan dan peralatan rumah tangga. Kedua jenis polietilen ini memiliki daya tahan kimia yang sangat baik, sedikit penyerapan uap air dan ketahanan listrik yang tinggi. Umumnya bahan tambahan (*additive*) digunakan dalam polietilen yaitu karbon hitam sebagai penstabil, pewarna untuk memberikan warna, serat kaca untuk meningkatkan daya lentur, tarik dan karet butil (*butyl rubber*) untuk mencegah terjadinya tekanan saat tidak digunakan.

**Tabel 2.3 Klasifikasi density polietyene**

Klasifikasi	HDPE	LLDPE	LDPE	V LDPE
Densitas gr/cm <sup>3</sup>	≥ 0.942	0.942 ~ 0.930	0.930 ~ 0.910	< 0.910

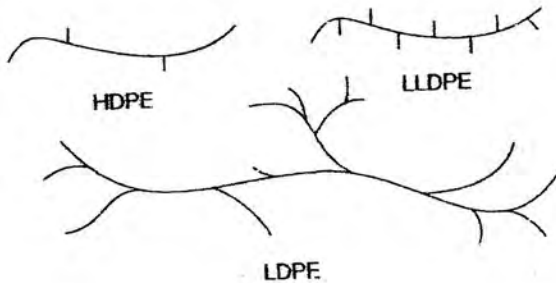
dimana :

HDPE : High Density Polyethylene

LLDPE : Low Linear Density Polyethylene

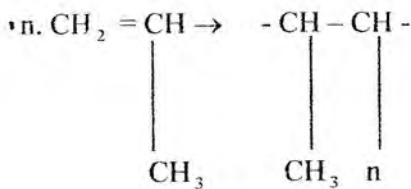
LDPE : Linear Density Poliethylene

VLDPE : Very Low Density Polyethylene.



**Gambar 2.6. polyethylene**

(2) Polipropilene. Bahan baku polipropilen diperoleh dengan menguraikan petroleum dengan metode tekanan rendah polietilen, mempergunakan katalis zieger-natta polipropilen dengan keteraturan ruang dapat diperoleh dari propilen.



propilen      polipropilen

**Gambar 2.7. pereaksian polimerisasi propilen**

Sifat-sifat polipropilen serupa dengan sifat-sifat polietilen. Massa jenisnya rendah (0,9 ÷ 0,2) termasuk kelompok yang paling ringan di antara bahan polimer dan dapat terbakar bila dinyalakan dan bila dibandingkan dengan polietilen massa jenisnya tinggi. Titik lunaknya tinggi sekali (176°C), kekutan

tarik, kekuatan lentur dan kekakuannya lebih tinggi, tetapi tahan impaknya lebih rendah terutama pada temperatur rendah. Sifat tembus cahayanya pada pencetakan lebih baik. Sifat mekaniknya dapat ditingkatkan sampai batas tertentu dengan jalan mencampurkan serat gelas, dan memuai termal juga dapat diperbaiki setingkat dengan resin thermoset. Sifat-sifat listriknya hampir sama dengan sifat-sifat pada polietilen. Ketahanan kimianya kira-kira sama bahkan lebih baik dari pada polietilen massa jenis tinggi. Ketahanan retak reganganyapun lebih baik. Polipropilen yang banyak digunakan memiliki kristal yang berbentuk garis, sebagai suatu polimer linear dengan kelompok-kelompok disisinya yang tersusun secara teratur sepanjang rantai. Adanya kelompok sisi ini menjadikan polimer lebih kaku dan lebih kuat dibandingkan dengan polietilen dalam bentuk linearnya.

**Tabel 2.4. . sifat-sifat propilen (Syamsul)**

NO	Sifat-sifat	Polipropilen
1	Kristalinitas	60 %
2	Massa jenis [ $10^3 \text{Kg.m}^{-3}$ ]	0,90
3	Tg [ $^{\circ}\text{C}$ ]	10
4	Tm [ $^{\circ}\text{C}$ ]	175
5	Tegangan tarik [ $\text{N.mm}^{-2}$ ]	30 sampai 40
6	Modulus Tarik [ $\text{N.mm}^{-2}$ ]	1,1 samapi 1,6
7	Perpanjangan [%]	50 sampai 600

Catatan:

Tg = Temperatur transisi kaca yaitu temperatur dimana polimer berubah dari keadaan kaku/rigit) kesuatu bahan yang liat (*fleksibel*).

T<sub>m</sub> = temperatur luluh yaitu temperatur pada saat kristalinitas tidak tampak.

(kristalinitas : derajat kemungkinan terbentuknya susunan kristal dalam Bentuk rantai).

**Tabel 2.5. perbandingan sifat antara polipropilen dan polyethilen (Surdia)**

Resin Sifat-sifat	Polipropilen	Poliethilen massa Jenis tinggi	Poliethilen massa Jenis rendah
Ketelitian dimensi	O	X	X
Kekuatan	O	O	Δ
Ketahanan impak	O	•	•
Ketahanan melar	•	O	X
Ketahanan panas	•	O	X
Ketahanan cuaca	Δ	Δ	O
Ketahanan retak tekanan	•	X	X
Kekerasan	O	Δ	X
Berat jenis	•	O	•
Sifat tembus cahaya	Δ	X	X
Ketahanan dingin	O	•	•
Ketahanan permeabilitas gas	O	O	Δ

Keterangan : • = Sempurna O = Baik sekali Δ = Baik X = Tidak baik



Polypropilen banyak digunakan sebagai bahan dalam produksi peralatan meja makan, kursi, peralatan kamar mandi, keperluan rumah tangga, mainan, peralatan, listrik, komponen mobil, kipas angin, panel, dan lain-lain sebagainya. Penggunaan yang luas ini dipengaruhi oleh mampu cetaknya yang baik, permukaan yang licin mengilat dan tembus cahaya. Flim yang diregangkan pada dua arah





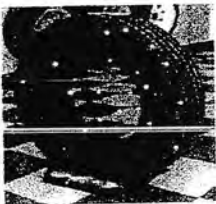
(f) Penggunaan Plastik

- (1) High Density Poly Etilen ( HDPE). Sifat-sifatnya adalah (a) kaku, (b) kuat, (c) murah, (d) mudah dibentuk dan diproses, (e) tahan terhadap bahan kimia, (f) serapan airnya sangat rendah. Jenis plastik ini digunakan sebagai wadah untuk air, susu, minyak goreng, jus, dan botol deterjen cair. HDPE daur ulang dapat dimanfaatkan untuk tempat sampah, clipboards, rantai, dll.
- (2) Poy Etylen Terephthalate (PET). Sifat-sifatnya adalah (a) jernih, (b) kuat dan mempunyai sifat yang dapat menahan uap air dan gas, (c) tahan terhadap minyak dan panas. Jenis PET banyak digunakan untuk botol minuman ringan. PET daur- ulang dapat digunakan untuk karpet, geotekstil, laser toner catridges.
- (3) Poly Vinyl Cholorida ( PVC ). Dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal, mudah dicampur, kuat, tahan terhadap minyak dan bahan kimia, jernih, murah. Digunakan sebagai kemasan makanan yang jernih, dan botol shampo. PVC daur- ulang berguna untuk film, panel, plyground equipment.
- (4) Poly Propylene (PP). Sifat-sifatnya adalah (a) kuat, (b) tahan terhadap bahan kimia, minyak dan panas, (c) menahan uap air, (d) murah, dan dapat

dimanfaatkan dalam berbagai hal, mudah diproses. Dimanfaatkan untuk botol kecap, wadah yogurt dan margarine, dan botol obat. PP daur-ulang dapat digunakan sikat gigi, corong minyak, dan kabel baterai.

(5) Poly Styrene (PS). Dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal dalam bentuk kaku dan busa, dapat menahan uap air dan oksigen, titik leleh relatif rendah, isolator, mudah diproses, murah dan jernih. Digunakan sebagai kotak kaset video, cangkir kopi pisau, sendok, garpu, peralatan makanan. PS daur-ulang berguna untuk termometer, kotak telur, kipas, dan penggaris.

Beberapa contoh aplikasi plastik

	$\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{C} \diagdown \\ \diagdown \text{C} \diagup \\ \diagup \text{C} \diagdown \\ \diagdown \text{C} \diagup \end{array}}{\text{CH}} \right]_n$
	$\left[ \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{C}_6\text{H}_4 \right]_n$
	$\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$
	$\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_n$
	$\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{H}_3\text{C}}{\text{C}} = \underset{\text{H}}{\text{C}} - \text{CH}_2 \right]_n$

Gambar 2.8. Penggunaan Plastik

(g) Sifat-sifat fisik polimer sintetik.

(1) Density (berat jenis). Faktor yang mempengaruhi adalah susunan molekul, semakin lurus density makin tinggi, bercabang density rendah. Pada proses pembuatan polyethylene, monomer ethylen dimasukkan dalam reaktor yang diberi katalis (methena, buthene, dll), sebagai pemicu proses penggandaan, kemudian ditambahkan hidrogen untuk mengontrol berat molekul, lalu dimasukkan co- monomer  $\alpha$ -olefin untuk mengatur densitas.. untuk mendapatkan berat molekul dan density yang lebihrendah, kualitas hidrogen dan  $\alpha$ -olefin harus dinaikkan. Hasil akhir adalah berupa lyethylen dalam bentuk powder. Tergantung keperluannya, powder juga selalu di proses extrusi dengan penambahan additive tertentu dan menghasilkan pelet resin.

(2) Melting temperatur (titik leleh). Molekul linear yang dipanaskan sampai kepada temperatur leleh (melting point) akan menyebabkan rantainya semakin pendek sehingga jarak antara molekul jauh/ molekul makin renggang. Pada rentang waktu pemanasan tertentu molekul akan menyusun teratur dan molekul menjadi lebih rapat. Hal ini akan menyebabkan massa jenis (density) matrial akan lebih tinggi. Molekul bercabang jika dipanaskan sampai kepada temperatur leleh (melting point) akan menyebabkan rantainya semakin pendek sehingga jarak antara molekul semakin jauh/molekul makin renggang. Setelah pada rentang waktu pemanasan tertantu molekul akan menyusun teratur namun molekul menjadi lebih rapat sedikit yang disebabkan percabangan tetap ada. Massa



jenis (density) material akan lebih tinggi dari semula. Pada setiap perlakuan pemanasan akan terjadi ikatan silang antara molekul sehingga molekul saling terikat, molekul menjadi lebih besar. Hal ini menyebabkan mobilitas molekul turun sehingga melting point akan semakin tinggi. Sebagai contoh (1) pure HDPE 100 %, melting poin tertentu, (2) Pure HDPE 80 % + LDPE 20 %, melting tempertur akan turun. (3) Pure HDPE 80 % + Recycle HDPE 20 %, meiting temperatur akan naik. Atau (4) Density tinggi, melting temperatur tertentu, (5) Density tinggi + density rendah, melting temperatur turun, dan (6) Density tinggi + density lebih tinggi, melting temperatur naik.

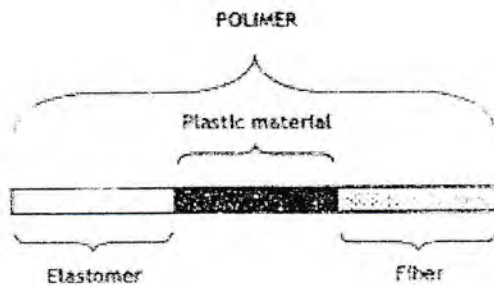
(3) Melt Index MFR, High Load MFR (Berat molekul rendah, sedang, tinggi) dan Molekul Weigh Distribution (Distribusi berat molekul) =  $HLMFR/MFR$ . Nilainya tergantung struktur molekul. Pada struktur molekul linear, molekul tersusun rapat, sehingga berat molekul dan densitasnya lebih rendah, akibatnya melting temperaturnya akan lebih rendah. Pada struktur molekul non linear/bercabang, molekul tersusun jarang, sehingga berat molekul dan densitasnya lebih rendah, akibatnya melting temperatur nya akan lebih rendah. Pada molekoul yang memiliki ikatan silang, temperatur lebih tinggi. Semakin banyak ikatan silang terbentuk, temperatur akan lebih tinggi.



## (2) Polymer Alami

Bahan dasar dari polimer alami berbeda dengan polimer sintetik, dimana polimer alami bahan dasarnya adalah karet, yang diperoleh dari tumbuhan karet. Karet adalah polimer bersistem cross-linked yang mempunyai kondisi semi-kristalisasi dibawah suhu kamar, juga merupakan bahan elastis (Elastomer) yaitu bahan yang sangat elastis.

Material plastik yang kita kenal secara umum mempunyai sifat intermediate antara fiber dan elastomer, dan dapat pula saling bertumpang tindih pada titik ujungnya. Elastomer dan fiber adalah dalam satu keluarga polimer.



**Gambar 2.9 Polimer**

### 2.2 Elastomer.

Elastomer adalah material polimer yang bila diberikan beban (forces) akan mengalami perubahan bentuk, dan kembali ke bentuk semula (original shape) bila beban tersebut diiadakan. Sebagai contoh adalah styrene-butadiene rubber (SBR).

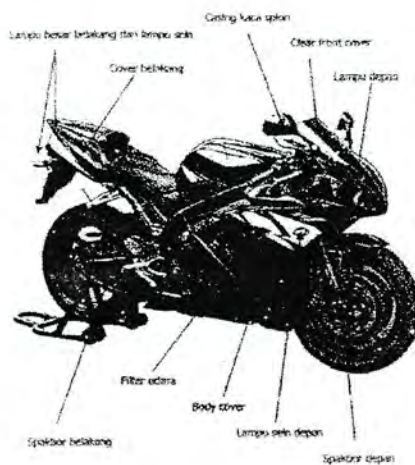
### 2.3. Fiber

Fiber adalah material polimer yang tidak/atau sedikit sekali mengalami perubahan bentuk bila diberi beban. Sebagai contoh adalah poly (vinyalkohol), wood, nilon, dan lain-lain.

### 2.5. Pemanfaatan Mesin Injeksi

Cara cetak injeksi sangat banyak digunakan untuk menghasilkan produk plastik dalam berbagai bentuk. Dewasa ini banyak di rumah-rumah tangga, kendaraan, kantor sampai pabrik terdapat berbagai barang plastik yang di cetak dengan sistem injeksi. Wadah air mineral, televisi, sisir, pena, helm, bumper mobil, mesin ketik, kap lampu, telephon, wadah AC, kipas angin, dan ribuan barang lainnya, semua dari plastik cetak injeksi.

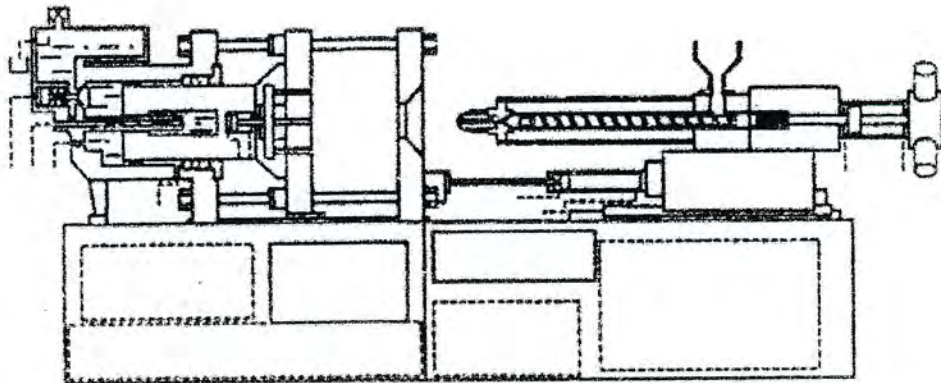
Sejumlah tertentu bahan yang akan dicetak dituangkan kedalam bejana mesinnya. Alat *plunger* mendorong dan meletakkan bahan sepanjang bejana yang dipanaskan dari luar. Bahan terlelehkan dengan tekanan sehingga keluar lewat *nozzel* dalam rongga cetakan.



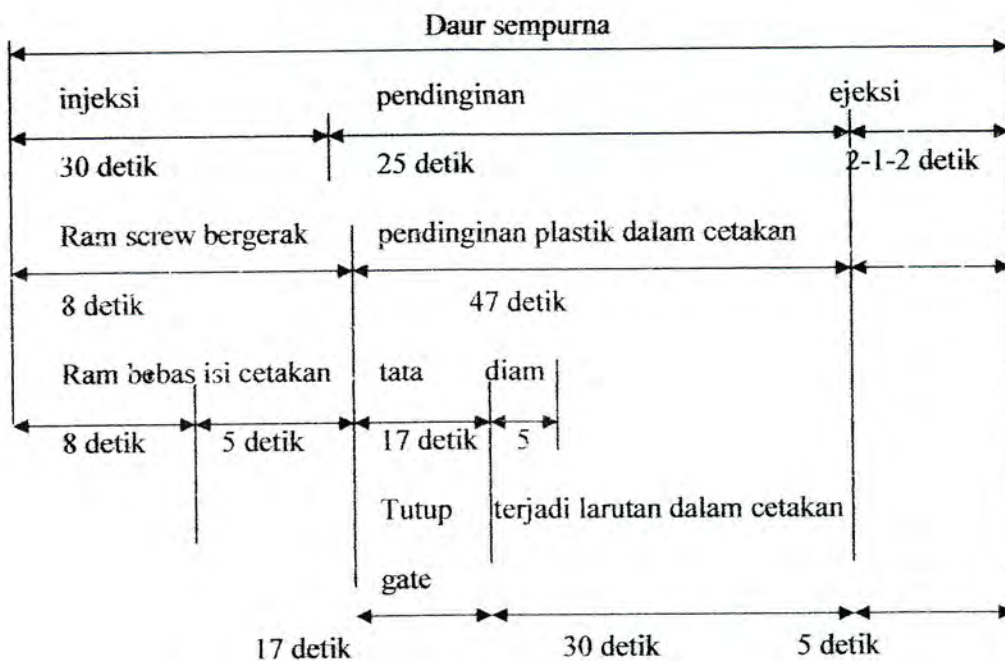
Gambar 2.10 Komponen plastik pada sepeda motor dibentuk dengan proses injeksi

## 2.6 Teori dan Konsep Rancangan

Mesin daur ulang plastik dengan menerapkan sistem injeksi *moulding* merupakan salah satu cara dari beberapa cara yang lazim diterapkan dalam pemrosesan plastik. Pada dasarnya cetak injeksi merupakan proses amat sederhana. Bahan *thermoplastik (granul atau bubuk)* dimasukkan dan dipanaskan dalam bejana barrel hingga menjadi lunak. Kemudian di letakkan lewat nozzle ke cetakan dingin yang diklem kuat dan tertutup rapat. Bila plastik telah cukup waktu memadat, cetakan (*moulding*) akan membuka dan produk akan terlempar, begitulah proses mendaurnya. Keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari proses yang demikian meliputi (1) mudah mencetak berbagai produk, (2) dapat memproduksi dengan cepat, (3) Produk relatif amat seragam. Sedangkan kelemahan-kelemahan tipe mesin injeksi *plunger* ini yaitu (1) pencampuran plastik lelehan tidak merata/seragam, (2) Sukar mengukur banyaknya shot karena meter berdasarkan volume padahal kerapatan sering tak seragam, maka berat shot juga berbeda-beda, (3) karena plunger mengempa bahan dalam berbagai bentuk dari butiran padat sampai lelehan kental, maka tekanan pada nozzle selalu berubah-ubah, (4) Sifat aliran lelehan peka tekanan, jadi tekananya berubah-ubah pengisian cetakannya juga berubah-ubah.



Gambar 2.11 Mesin cetak injeksi umum



Gambar 2.12 Langkah- langkah daur ulang cetak injeksi.

Baik thermoset atau thermoplastik dapat dicetak dengan cara injeksi. Karena termoset mengalami reaksi kimia tak balik (*irreversible*) bila dikenai panas dan tekanan, berubah menjadi padatan, tak larut, maka harus didesain agar screw dan

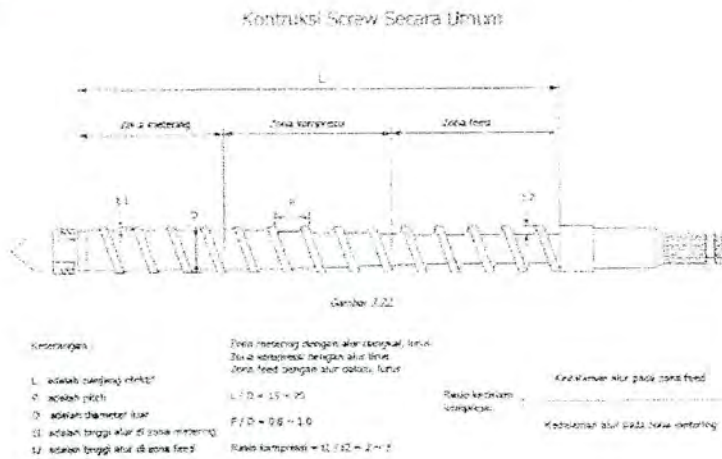


barrel sesuai. Juga cetakan tidak dingin, namun panas untuk mendorong polimerisasi sebelum dilempar keluar.

**(1) Bagian-bagian Utama Mesin**

Pada proses daur ulang plastik dengan menerapkan sistem injeksi molding pada proses pencetakannya, memerlukan beberapa komponen utama atau bagian utama yang terpenting, sehingga mesin dapat bekerja dan dapat dimanfaatkan secara maksimal. Adapun bagian utama tersebut adalah :

**(a) Screw.** Screw merupakan sebatang poros yang berulir dengan kedalaman ulir yang bervariasi. Screw didisain sedemikian rupa sehingga dalam proses pelumerannya plastik dapat terlumerkan dengan merata. Screw didisain dengan kedalaman pada bagian pangkal lebih dalam dan pada bagian ujungnya lebih dangkal.



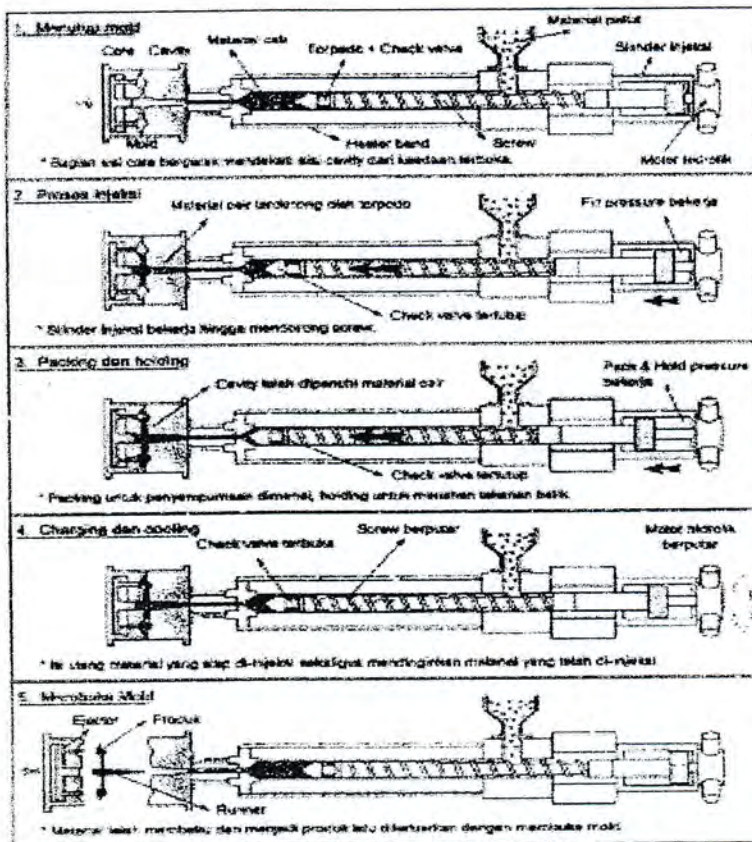
**Gambar 2.13. Srew konveyor**

Tujuan dibuatnya screw dengan desain seperti gambar diatas adalah dimaksudkan agar terjadi proses penekanan bahan plastik yang dilumerkan didalam bejana barel. Bila kita perhatikan maka screw ini memiliki dua tingkatan pengepresan, yang bagaimanapun juga tujuan akhirnya adalah penyempurnaan proses pelumeran plastik didalam barel dengan merata. Gerakan utama screw ini selain berputar pada sumbu porosnya, juga direncanakan maju dan mundur sejajar sumbu poros dengan maksud agar plastik ditekan masuk kedalam rongga cetakan yang terdapat pada bagian ujung dari barel yang mengalami kontak langsung dengan nosel, dengan tekanan yang lebih besar. Untuk mengetahui volume plastik yang dipindahkan screw persatuan waktu adalah dengan menerapkan rumus :

$$V = \left\{ \frac{\pi}{4} D^2 L - 2 \right\} \frac{\pi}{4} L (D^2 + Dd + d^2) + \left\{ \frac{\pi}{4} D^2 t \right\} \cdot \left( \frac{L}{2} \right) \cdot n, (dm^3/s)$$

dimana :	V	= Volume ulir	$\left[ \frac{dm^3}{p} \right]$
	D	= Diameter punjak ulir	[ mm ]
	d	= Diameter dalam ulir	[ mm ]
	t	= Tebal daun ulir	[ mm ]
	p	= Pitch/kisar ulir	[ mm ]
	n	= Jumlah putaran screw	[ rpm ]

Berikut proses injeksi plastik dalam satu siklus kerjanya.

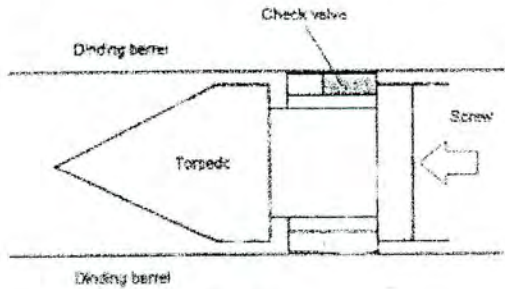


Gambar 2.14 Proses injeksi plastik dalam satu siklus kerjanya

(b) **Barrell.** Barrel adalah sebuah tabung yang pada sisi luarnya dipasang elemen pemanas (*Heater*) dengan bentuk didesain sedemikian rupa sehingga memudahkan pada saat perawatan rutin ataupun ataupun pada saat reperasi dan pperbaaikan komponen yang lain. Untuk mengetahui volume barrel dapat menerapkan rumus :

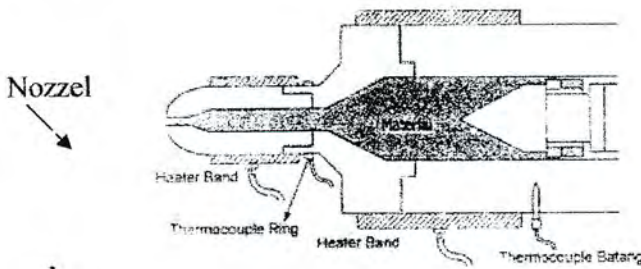
$$V = \pi/4 d^2 L \quad [ \text{dm}^3 ]$$

dimana  $V$  = Volume barrel [ dm<sup>3</sup> ]  
 $D$  = Diameter dalam [ mm ]  
 $L$  = Panjang barrel [ mm ]



**Gambar 2.15 Barrel**

**(c) Nozzel**



**Gambar 2.16 nozzel**

Nozzel yang terlihat pada gambar di atas merupakan alat yang digunakan untuk memasukkan plastik yang telah lumer kedalam rongga cetakan. Kapasitas plastik yang melewati nozzel persatuan waktu dapat d iketahui dengan menncrap kan rumus :

$$Q = CdA \sqrt{2} \frac{Pex}{Q}$$



Dimana :  $Q$  = laju aliran (Kapasitas)  $[m^3/s]$

$C_d$  = koefisien pembuangan ( $C_d = C_c \times C_v$ )

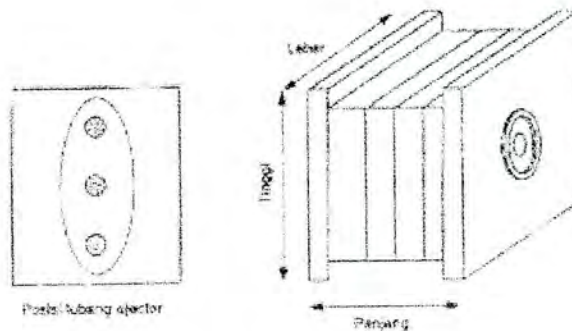
$C_c = 0,97$

$C_v$  = Koefisien kecepatan

$A$  = Luas penampang lubang  $[m]$

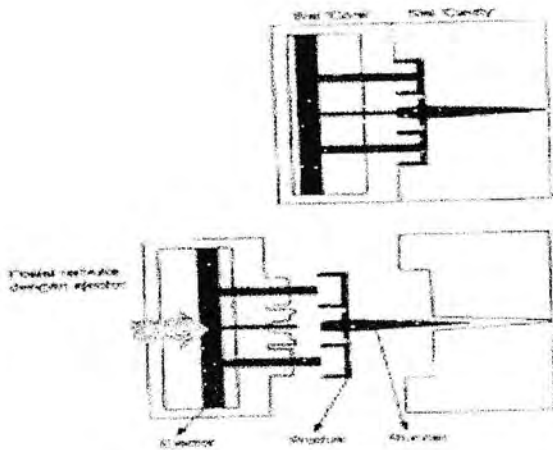
$P_{ex}$  = tekanan dalam  $[N/m^2]$

(d) **Cetakan (*molding*)**. Merupakan seperangkat komponen pencetak/pembentuk dari produk yang diinginkan. Cetakan didisain sedemikian rupa sehingga memungkinkan proses pendinginan berlangsung dengan cepat.



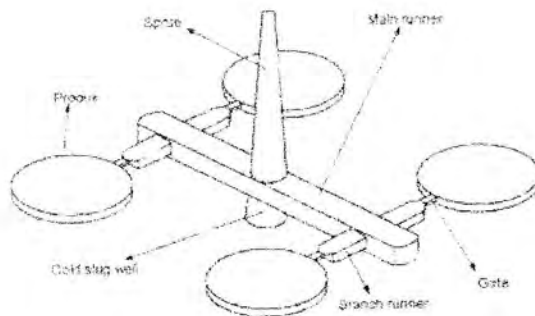
**Gambar 2.17 Cetakan (mold)**

Secara umum cetakan (mold) untuk injeksi plastik terdiri dari dua tipe/jenis, yaitu (1) Tipe dua pelat. Mold tipe dua pelat ini juga disebut atau termasuk tipe standar, dengan konstruksi yang lebih sederhana namun juga sangat presisi dan akurat. Tipe dua pelat ini terdiri dari 2 (dua) bagian besar yaitu bagian sisi 'core' dan bagian sisi 'cavity'. Secara kasar skema pada posisi tertutup dan terbuka seperti bisa kita lihat berikut :



**Gambar 2.18 mold type 2 pelat**

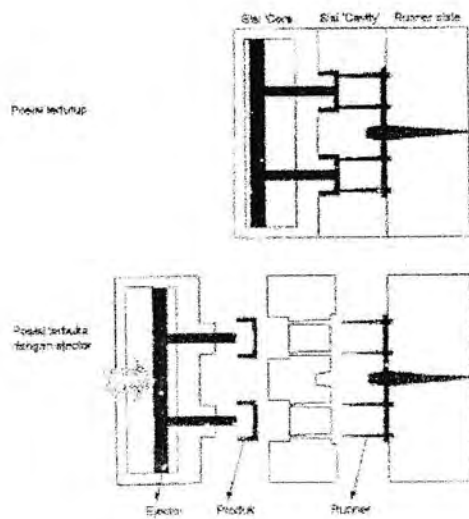
Ciri khas pada proses injeksi plastik terdiri atas sistem suplai dan produk yang dihasilkan dalam cetakan. Sistem suplai ini menyediakan lintasan/jalur untuk material plastik cair dari mesin (nozzel) ke produk cavity (bagian yang mencetak produk), pada umumnya termasuk sprue, cold slug well, main runner, branch runner, dan gate, lihat gambar dibawah ini.



**Gambar 2.29 Product**

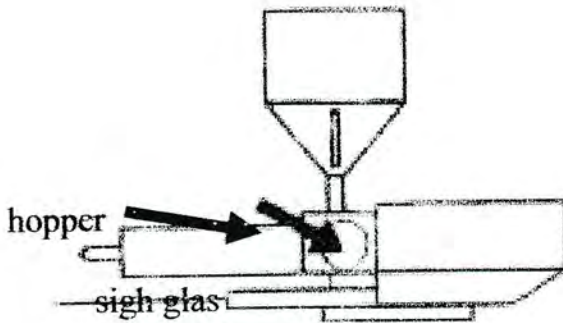
Sistem suplai memiliki bentuk yang besar pengaruhnya pada pola pengisian material cair, dan dengan demikian juga mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Setelah proses injeksi, sistem suplai ini dipotong dan dapat di daur

ulang. Untuk itu, sistem suplai ini harus diusahakan seminimal mungkin dalam pemakaian material plastik. Sementara perawatan untuk fungsi suplai meterial plastik cair ke cavity diperlukan sekali rutinitasnya. (2) Mold Tipe Tiga Pelat. Mold tipe 3 (tiga) pelat ini terdiri dari tiga bagian besar yaitu bagian sisi ‘core’, bagian sisi ‘cavity’, dan bagian runner plate. Secara kasar skema pada posisi tertutup dan terbuka seperti bisa kita lihat berikut :



**Gambar 2.20 Mold tipe 3 plate**

(e) **Wadah (hopper)**. Hopper adalah wadah tempat menmpung pelastik yang akan dilumerkan, sebelum pelastik tersebut masuk kedalam barrell melalui screw yang berputar pada sumbu porosnya.



Gambar 2.21 Hopper

Suhu pada bagian hopper pada unit injeksi tidak boleh lebih dari  $60^{\circ}\text{C}$  atau masih bisa dirasakan dengan tangan, bila lebih dari suhu itu atau dirasa oleh tangan terlalu panas maka material akan lebih mudah mengumpul dengan melekatnya biji-biji material sehingga akan mengganggu suplay material dari hopper dan akan membuat screw tidak dapat digerakkan. Volume (daya tampung) hopper terhadap plastik yang akan dilumerkan dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$V = \left[ \frac{\pi}{4} D^2 h \right] + \left[ \frac{\pi}{12} h ( D^2 + Dd + d^2 ) \right] + \left[ \frac{\pi}{4} D^2 h \right] \quad \{ \text{mm} \}$$

dimana :  $V = \text{Volume (daya tampung) hopper } \{ \text{m}^3 \}$

$D = \text{Diameter lingkaran Besar } \{ \text{m}^3 \}$

$d = \text{Diameter lingkaran kecil } \{ \text{m}^3 \}$

$h = \text{Tinggi } \{ \text{m}^3 \}$



(f) **Sistem pemanas (heating system).** Panas yang diperoleh barrel untuk melumerkan plastik adalah bersumber dari elemen pemanas yang besarnya aliran panas yang terjadi dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$\Phi = Q = \lambda A_m \frac{t_{\omega 1} - t_{\omega 2}}{\delta}$$

$$A_m = \pi d m L$$

$$dm = \frac{da - di}{\ln\left(\frac{da}{di}\right)}$$

dimana :  $\Phi = Q =$  Pancaran (transmisi panas)

$\lambda =$  Konduktipitas thermal

$A_m =$  luas penampang

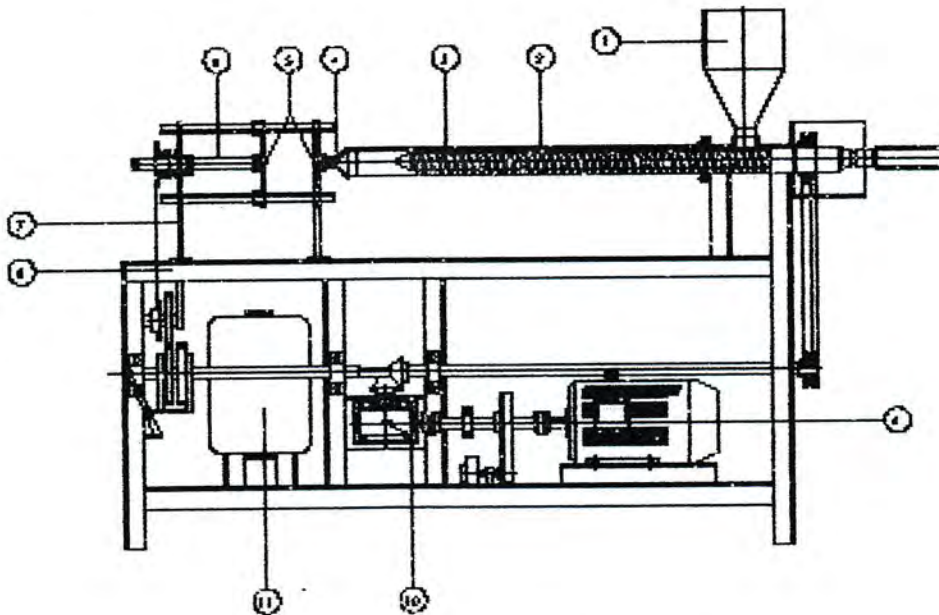
Thermocouple yang terpasang dengan baik akan memberikan pengukuran suhu yang akurat, sebaliknya bila termocouple terpasang dengan buruk atau malah rusak atau hilang maka tampilan pengukuran yang tertuang pada display mesin tidak bisa dijadikan patokan sehingga akan terjadi over heat yang berakibat buruk.

(f) **Sistem pendingin (cooling system).** Setelah plastik diinjeksi ke dalam rongga cetakan (Molding) maka, fluida pendingin (dalam hal ini yang digunakan air dingin) akan mengalir bersirkulasi di sekitar cetakan ( *mold* ). Dengan tujuan mempercepat laju pendinginan plastik didalam cetakan. Sirkulasi air pendingin diatur oleh sebuah pompa air, air didinginkan dengan chiller didalam bak pendingin, kemudian air dipompakan bersirkulasi didalam cetakan (dalam hal ini cetakan ( *mold* ) kita lengkapi dengan lobang/jalur sirkulasi air pendingin).

## BAB III

### PERENCANAAN KOMPONEN-KOMPONEN UTAMA

#### 3.1. Mesin Daur Ulang Plastik Sistem Injeksi Mouldin



Gambar 3.1. Mesin Injeksi Moulding

Keterangan gambar :

- |                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| 1. Hopper         | 7. Dudukan moulding         |
| 2. Barrei         | 8. Rangka mesin             |
| 3. Screw          | 9. Motor listrik            |
| 4. Nozzel         | 10. Reduser                 |
| 5. Moulding       | 11. Tempat cairan pendingin |
| 6. Poros moulding |                             |

#### 3.2. Perhitungan Komponen Utama

(1) **Perhitungan volume barrel.** Untuk mengetahui besarnya kapasitas dari barrel yang digunakan untuk memanaskan plastik dapat menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}V &= \pi / 4 D^2 x l = 3,14 / 4 \times 63^2 \times 1015 \\ &= 3162399,975 \text{ mm}^3 = 3.163 \text{ dm}^3\end{aligned}$$

**(2) Perhitungan volume screw.** Screw di desain dan dibuat dengan dua tingkat, sehingga untuk mengetahui besarnya volume dari screw dapat dilakukan dengan terlebih dahulu memahami screw tersebut.

$$V_{\text{screw}} = V_{\text{tirus}} + V_{\text{daun screw}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tirusnya } V &= \frac{\pi}{12} \times l (D^2 + Dd + d^2) \\ &= \frac{3,14}{12} \times 445(53^2 + 53 \times 40^2) \\ &= \frac{3,14}{12} \times 445(6529) \\ &= 760247,6417 \text{ mm}^3 \text{ (untuk tiap satu tingkat screw )} \\ &= 0,760247 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk menghitung banyaknya ulir yang terbentuk dalam satu tingkat poros screw adalah dengan menggunakan rumus :

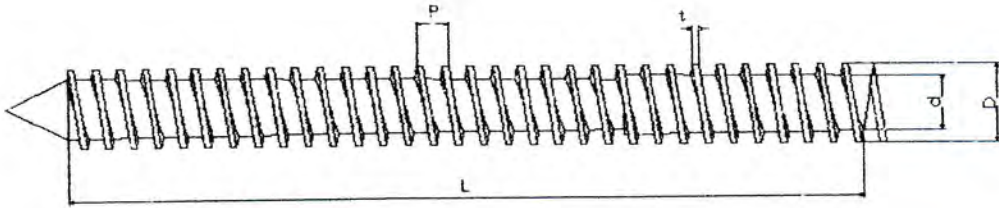
$$N = \frac{L}{P}$$

dimana :

N = Jumlah ulir yang berbentuk

P = Pitc (kisar kiri)

L = Panjang poros yang berbentuk



**Gambar 3.2 Satu Tingkat Poros Screw**

$$N = \frac{45\text{mm}}{20\text{mm}}$$

$$= 22.25$$

Diasumsikan 1 putaran poros screw = satu keliling diameter luar ulir.

Jadi volume daun ulir :

$$V_{\text{satu ulir}} = \frac{\pi}{12} \times D2 \times l$$

$$= \frac{3,14}{12} \times 63^2 \times 5\text{mm} = \frac{3,14}{12} \times 3669 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$$

$$= 125578,325 \text{ mm}^3 = 0,015578 \text{ dm}^3$$

Sehingga dalam satu tingkat poros screw volume daun ulirnya adalah :

$$V_{\text{daun ulir}} = V_{\text{satu ulir}} \times \text{banyaknya ulir dalam satu tingkat poros screw}$$

$$= 0.015578 \text{ dm}^3$$

$$= 0,346617\text{dm}^3$$

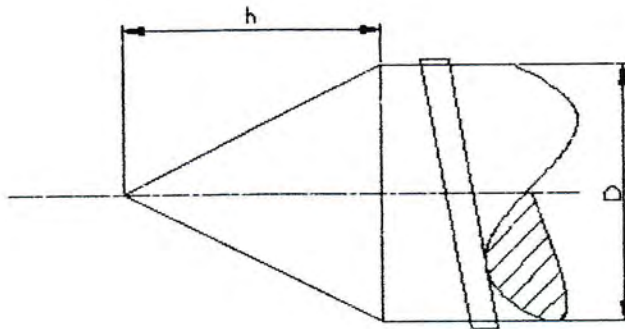
Jadi dalam Satu tingkat poros screw memiliki volume sebesar :

$$V = V_{\text{tirus}} + \text{daun ulir}$$

$$= 0,7602476 \text{ dm}^3 + 0,346617 = 1.1068646$$



Untuk menghitung nilai kerucut diujung poros screw dapat dihitung dengan rumus :



Gambar 3.3. Kerucut Diujung Poros Screw

$$\begin{aligned}
 V_{\text{daun ulir}} &= \frac{\pi}{4} r^2 \times h \\
 &= \frac{3,14}{4} \times (26,5)^2 \\
 &= 36751,0833 \\
 &= 0,03675 \text{ dm}^2
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= V_{\text{cscrew untuk satu tingkat}} + 2 \text{ tingkat} + V_{\text{kerucut diujung screw}} \\
 &= (1,1068846 \times 2) + 0,036751 \\
 &= 2,2137292 + 0,036751 \\
 &= 2,2504802 \text{ [dm]}
 \end{aligned}$$

### (3) Perhitungan kapasitas mesin.

Kapasitas mesin dalam satu unit

$$\begin{aligned}
 Q &= V_{\text{barrel}} - V_{\text{batang sciew}} \\
 &= 3,1623399 \text{ dm}^3 - 2,2504802 \text{ dm}^3
 \end{aligned}$$

$$= 0,9119 \text{ dm}^3$$

$$Q_s = 0,9119 \times \rho \times 1 \text{ menit}$$

$$= 0,9119 \text{ dm}^3 \times 0,9 \text{ kg/dm}^3$$

$$Q = 0,8199 \text{ kg/menit}$$

dimana :

$Q_s$  = kapasitas mesin dalam satu menit

$P$  = masa jenis plastik

$Q_t$  = kapasitas mesin dalam satu jam

Sehingga untuk operasi mesin selama satu jam akan diperoleh plastik

sebanyak :

$$Q_t = 0,8199 \text{ kg/menit} \times 60 \text{ menit} + 49 \text{ kg/jam.}$$

**(4) Perhitungan daya motor.** Untuk menentuka besarnya daya motor yang digunakan maka terlebih dahulu harus ditentukan besarnya massa yang dimiliki screw yaitu :

$$m = V \times \rho$$

dimana :

$M$  = Massa screw [kg]

$V$  = olume screw [ $\text{mm}^3$ ]

Volume keseluruhan dari batang screw adalah dengan menambahkan volume dari batang screw yang tidak dibuat ulir dengan batang screw yang dibuat ulir, adapun bagian tersebut adalah (1) Volume pada daerah I

$$V = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times l$$

$$= \frac{3,14}{4} \times 63^2 \times 159$$

$$= 0,78 \times 3969 \times 159$$

$$= 495390,735 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$V = 0,495390 \text{ [dm}^3\text{]}$$

$$\text{Volume champer I} = \frac{\pi}{12} \times h \times [D^2 + D + d + d^2]$$

$$= \frac{3,14}{12} \times 10 \times [63^2 + 63 + 43 + 43^2]$$

$$= \frac{3,14}{12} \times 10 [8527]$$

$$= 22312,31667 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$= 0,2231231 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Volume pada daerah II

$$V = \left[ \frac{\pi}{4} \times d^2 \times l \right] - \left[ \frac{\pi}{4} \times d^2 \times l \right]$$

$$= \left[ \frac{3,14}{4} \times 40^2 \times 85 \right] - \left[ \frac{3,14}{4} \times 40^2 \times 15 \right]$$

$$= \left[ \frac{3,14}{4} \times 13600 \right] - \left[ \frac{3,14}{4} \times 8640 \right]$$

$$= 106760 - 67822,4 = 99977,6 \text{ [mm}^3\text{]} = 0,099977 \text{ [dm}^3\text{]}$$

$$\text{Volume chamfer II} = \frac{\pi}{12} \times h \times [D^2 + Dd + d^2]$$

$$= \frac{3,14}{12} \times 10 \times [53^2 + 53 + 40 + 40^2]$$

$$= \frac{3,14}{12} \times 5 \times [6529] = 8542,1083 = 0,008542 \text{ [dm}^2\text{]}$$

Volume pada daerah III

$$V = \frac{\pi}{4} x d \times l$$

$$= \frac{3,14}{12} \times 53^2 \times 165$$

$$V = 363835,72 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$V = 0,363835 \text{ [dm}^3\text{]}$$

$$\text{Volume Champer III} = \frac{\pi}{12} \times h \times [D^2 + D + d + d^2]$$

$$= \frac{3,14}{12} \times 10 \times [53^2 + 53 + 41 + 41^2]$$

$$= \frac{3,14}{12} \times 6 \times [6663]$$

$$= 0,01046091 \text{ [dm}^3\text{]}$$

Jadi volume total pada volume daerah dan volume chamfer yang terbentuk I sampai dengan III yang dibagi menjadi tiga daerah pada setiap masing-masing batang, maka diperoleh perumusan sebagai berikut :

$$\text{Volume total} = \text{Volume daerah I} + \text{Volume Champer I} + \text{Volume daerah}$$

$$\text{II} + \text{Volume champer II} + \text{Volume daerah III} + \text{Volume champer III}$$

$$\text{Volume total} = 0,4935390 \text{ [dm}^3\text{]} + 0,0223123 \text{ [dm}^3\text{]} + 0,099977 \text{ [dm}^3\text{]} +$$

$$0,008542 \text{ [dm}^3\text{]} + 0,363835 \text{ [dm}^3\text{]} + 0,01046091 \text{ [dm}^3\text{]}$$

$$\text{Volume total} = 1,00051621 \text{ [dm}^3\text{]}$$



$$\text{Sehingga : } m = V \times \rho$$

$$= 3,25099651 \text{ [dm}^3\text{]} \times 7850 \text{ [kg /m}^3\text{]}$$

$$= 0,0032509960 \text{ [dm}^3\text{]} \times 7850 \text{ [kg /m}^3\text{]}$$

$$= 25,52 \text{ [kg]}$$

$$I = \frac{m \times l^2}{12}$$

$$= \frac{25,52 \times (1370)}{12} = 3991540,67 \text{ [kg /m}^2\text{]}$$

$$P = T \times \omega \quad T = I \times \alpha$$

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

$$\alpha = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \times 3,14 \times 74}{60} = 7,7454 \text{ [ rad/sec]}$$

$$T = I \times \alpha = 3,991540 \times 7,7454 \text{ [Nm]} = 30,916079 \text{ [Nm]}$$

$$P = T \times \omega = 30,916079 = 30,916079 \times 2. 3,14 \times 74 \text{ [Nm]}$$

$$= 14367 \text{ [Nm]} = 14,367 \text{ [kW]}$$

**(5) Menentukan Diameter Poros.** Untuk menentukan besarnya diameter

poros yang akan digunakan adalah dengan menggunakan rumus :

$$P_d = f_c \times P$$

$$= 1,0 \times 2,676 \text{ [kW]}$$

$$P_d = 2,676 \text{ [kW]}$$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{2,676}{1450} = 0,017975 \cdot 10^5 = 1797,5 \text{ kg.mm}$$

Bahan poros adalah : S 30 C-D dengan,  $\sigma_B = 48 \text{ kg/mm}^2$ ,  $Sf_2 = 2.0$

$$\tau\alpha = \frac{48}{Sf_1 \times Sf_2} = \frac{48}{6 \times 2} = 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

$$Cb = 2,0 \quad Kt = 1,0$$

$$ds = \left[ \frac{5,1}{\tau\alpha} \times Kt \times Cb \times T \right]^{1/3} = \left[ \frac{5,1}{4,83} \times 1,0 \times 2,0 \times 1797,5 \right]^{1/3}$$

$$ds = \sqrt[3]{1,055 \times 3595} = \sqrt[3]{4612,8225} = 16,64 \text{ mm} = 17 \text{ mm}$$

Anggap diameter bagian tempat bantalan adalah 20 mm

Jari-jari fillet  $[20-17/2] = 11,5 \text{ mm}$

Alur pasak 4 x 4 x fillet 0,16.

Konsentrasi tegangan pada poros bertangga dengan alur pasak adalah :

$$0,16/17 = 9,41176 = \alpha = 2,7$$

$$\tau = 5,1 \times T / (ds)^3 = 5,1 \times 0,3681$$

$$\tau = 1,8778 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_a \cdot Sf < \tau \cdot Cb \cdot Kt$$

$$4 \times 2 < 1,8778 \times 2 \times 1$$

$$2,9629 < 3,7556 ; \text{ baik}$$

Maka :  $ds > 17 \text{ mm}$ , dipilih 20mm

Bahan poros S 30 C-D

Diameter poros =  $\alpha 25 / \alpha 30 \iff$  Diameter lubang bearing = 25 mm

Pasak 8 x 7 fillet 0,40

**(6) Sabuk dan Pully.** Untuk menentukan penggunaan sabuk yang akan digunakan, maka dapat ditentukan dengan terlebih dahulu mengetahui daya rencana yang akan digunakan :

$$P = 2,676 \text{ [kW]} \quad i = 75/60 = 1,25 \quad C = 474,3 \text{ [mm]} \approx 480 \text{ [mm]}$$

$$N_1 = 60 \text{ [rpm]}$$

$$N_2 = 75 \text{ [rpm]}$$

$$f_c = 1,4$$

$$P_d = 1,4 \times 2,676 \text{ kW} = 3,74464 \text{ [kW]}$$

$$T_1 = 9,7 \cdot 10^5 \times (3,7464/60) = 60816,56 \text{ kg/mm}$$

$$T_2 = 9,7 \cdot 10^5 \times (3,7464/75) = 48653,24 \text{ kg/mm}$$

Bahan poros S 30 C-D ;  $\sigma_B = 48 \text{ kg/mm}^2$

$$Sf_1 = 6 : Sf_2 = 2 \text{ ( Dengan alur pasak )}$$

$$T_a = 58 / (6 \times 2) = 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

$$K_t = 1,2 \text{ ( Dengan sedikit kejutan )}$$

$$C_b = 2$$

$$ds_1 = \{ (5,1 / 4,83) \times 1,2 \times 2 \times 60816,56 \}^{1/3} = 57,0927 \text{ mm} = 58 \text{ mm}$$

$$ds_2 = \{ (5,1 / 4,83) \times 1,2 \times 2 \times 48653,248 \}^{1/3} = 53,0002 \text{ mm} = 53 \text{ mm}$$

Penampang sabuk -V Type C

$$d_{\min} = 225 \text{ mm (diameter yang dianjurkan)}$$

$$d_p = 225 \text{ mm} ; D_p = 225 \times 1,25 = 281,25 \text{ mm}$$

$$d_k = 225 + 2 \times 7 = 239 \text{ mm}$$

$$D_k = 281,5 + 2 \times 7 = 295,25 \text{ mm}$$

$$5/3 ds_1 + 10 \text{ mm} = 5/3 \times 58 + 10 \text{ mm} = 106,67 \longrightarrow d_B = 107 \text{ [mm]}$$

$$5/3 ds_2 + 10 \text{ mm} = 5/3 \times 53 + 10 \text{ mm} = 98,34 \longrightarrow D_B = 99 \text{ [mm]}$$

$$v = \frac{3,14 \times d_p \times n_1}{60 \times 1000}$$

$$= \frac{3,14 \times 225 \times 60}{60 \times 1000} = 0,7065 \text{ m/s}$$

0,7065 < 30 m/s ; baik

$$480 > \frac{dk + Dk}{2} ; \text{Dapat diterima}$$

$$480 > \frac{239 + 295,25}{2}$$

480 > 267,125 dapat diterima

Untuk menentukan besarnya kapasitas daya yang di transmisikan oleh satu sabuk

$$P_o = \dots\dots\dots[\text{kW}]$$

$$B_c = nd_{p1} + ( nd_{p2} - nd_{p1} ) \left( \frac{50}{200} \right) + n_i + ( n_{i2} - n_{i1} ) \left( \frac{50}{200} \right)$$

dimana : perhitungan berdasarkan tabel

$Nd_{p1}$  = Harga standart putaran minimum pully kecil

$Nd_{p2}$  = Harga standart putaran maksimum pully kecil

$n_{i1}$  = Harga tambahan karena perbandingan putaran i, pada putaran pully minimum

$n_{i2}$  = Harga tambahan karena perbandingan putaran i, pada putaran pully maksimum

$$P_o = 3,14 + ( 3,2 - 3,14 ) \left( \frac{50}{200} \right) + 0,31 + ( 0,35 - 0,31 ) \left( \frac{50}{200} \right)$$



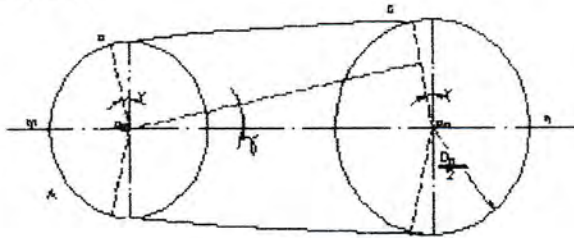
$$= 3,14 + (0,28) \left( \frac{50}{200} \right) + 0,31 + (0,04) \left( \frac{50}{200} \right) = 3,21 + 0,32$$

$$P_o = 3,53 \text{ [kW]}$$

Perhitungan panjang keliling sabuk L = .....mm

$$\begin{aligned} L &= 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2 \\ &= 2 \times 480 + \frac{3,14}{2} (225 + 281,25) + \frac{1}{4 \times 480} (281,25 - 225)^2 \\ &= 2 \times 480 + \frac{3,14}{2} (506,25) + \frac{1}{4 \times 480} (3164,0625) \\ &= 960 + \frac{3,14}{2} (506,25) + \frac{1}{1920} (3164,0625) \\ &= 96 + 794,8125 + 1,64794 \end{aligned}$$

$$L = 1756,46044 \text{ [mm]}$$

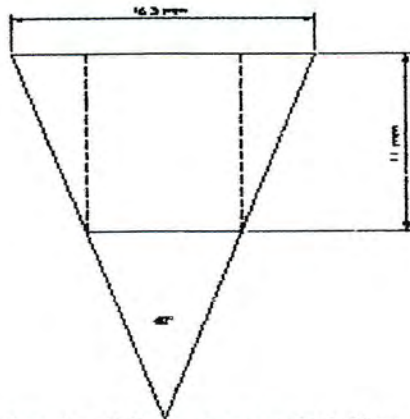


**Gambar 3.4. Jarak sumbu poros**

Setelah didapatkan harga nominal panjang keliling sabuk –V type B, maka selanjutnya disesuaikan dengan nomor nominal yang ada di perdagangan.

Maka akan dapat nomor nominal sabuk – V .

Nomor nominal sabuk –V type B No. 70 dengan L = 1778



Gambar 3.5 penamangsabuk V type C

Jarak sumbu poros C = .....mm

$$C = \frac{B + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_2)^2}}{8} \quad b = 2L - 3,14 (D_p - d_p)$$

$$= 2 \times 1778 - 3,14 (281,25 + 225)$$

$$= 3556 - 3,14 (506,25)$$

$$= 3556 - 1589,625$$

$$b = 1966,375$$

$$C = \frac{1966,375 + \sqrt{1966,375^2 - 8(281,25 - 225)^2}}{8}$$

$$= \frac{1966,375 + \sqrt{1966,375^2 - 8(56,25)^2}}{8}$$

$$= \frac{1966,375 + \sqrt{3866630,641 - 8 \times 3164,0625}}{8}$$

$$= \frac{1966,375 + \sqrt{3841318,141}}{8} = 490,78787 \text{ [mm]}$$

Mengetahui besarnya sudut kotak :

$$\begin{aligned} \text{Sudut kotak } \theta &= 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{C} \dots\dots\dots^\circ \\ &= 180^\circ - \frac{57(281,25 - 225)}{490,78787} \dots\dots\dots^\circ \end{aligned}$$

Dari tabel diperoleh  $k_\theta$  sebesar 0,99.

Untuk mengetahui jumla sabuk yang digunakan, maka menerapkan rumus

$$T_1 = T - T_c; \quad T = \sigma \times \alpha; \quad T_c = m \times V^2; \quad m = \text{luas} \times \text{panjang} \times$$

berat

$$2.3 \log \left[ \frac{T_1}{T_2} \right] = \mu \cdot \theta \operatorname{cosec} \beta$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi x d x N}{60} \\ &= 348,54 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad N_2 = \frac{74 \times 90}{152,4} = 43,7 \text{ r.p.m.}$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{r_2 - r_1}{x} \\ &= \frac{d_2 - d_1}{2x} = \frac{0,1524 - 0,09}{0,490} = 0,127 \end{aligned}$$

Sudut kotak yang terjadi adalah :

$$\theta = 180^\circ - 2\alpha = 180^\circ - 2 \times 7,3^\circ = 165,4^\circ$$

$$= 165,4^\circ \times \frac{\pi}{180} = 2,88 \text{ rad}$$

$$A = \frac{16,5 + 8,5}{2} \times 11 = 137,5 \text{ mm}^2$$

$$m = A.L. \text{ berat} = 137,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1,778 \text{ m} \cdot 1000 = 0,24 \text{ kg/m}$$

$$V = \frac{\pi d_1 x n_1}{60} = \frac{3,14 \times 0,090 \times 74}{60}$$

$$= 0,34 \text{ m/s}$$

$$T_c = m \cdot V^2 = 0,24 \text{ kg/m} \cdot (0,34 \text{ m/s})^2$$

$$= 0,027$$

$$T = \sigma \times A = 2 \times 137,5 = 275 \text{ N}$$

$$T_i = T - T_c = 275 - 0,027 = 274,973 \text{ N}$$

$$2,3 \log \left[ \frac{T_1}{T_2} \right] = \mu \cdot \theta \operatorname{cosec} \beta$$

$$= 0,25 \cdot 2,88 \cdot \operatorname{cosec} 20^\circ = 0,72 \cdot 2,9238 = 2,105$$

$$\operatorname{Log} \left[ \frac{T_1}{T_2} \right] = \frac{2,105}{2,3}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = 8,22 \text{ (diambil dari anti log } 0,9152 \text{)}$$

$$T_2 = \frac{T_1}{8,22} = \frac{274,973}{8,22} = 33,45 \text{ N}$$

**(7) Menentukan gaya-gaya yang bekerja pada poros . Dalam**

merencanakan daya motor penggerak haruslah diketahui beberapa daya yaitu putaran dan gaya-gaya yang bekerja pada sebuah poros. Pada perencanaan ini bahan poros yang digunakan adalah S30 C-D dengan tegangan tarik yang diijinkan adalah sebesar  $\sigma_B = 58 \text{ kg/mm}^2$ . Maka tegangan gesr ijin dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\tau \alpha = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2}$$



Dimana :  $\tau\alpha$  = Tegangan geser ijin [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]

$\sigma_B$  = Tegangan tarik [ $\text{kg}/\text{mm}^2$ ]

$Sf_1$  = Faktor pengaruh massa dari baja paduan = 6,0

$Sf_2$  = Faktor konsentrasi tegangan dan kekerasan permukaan =

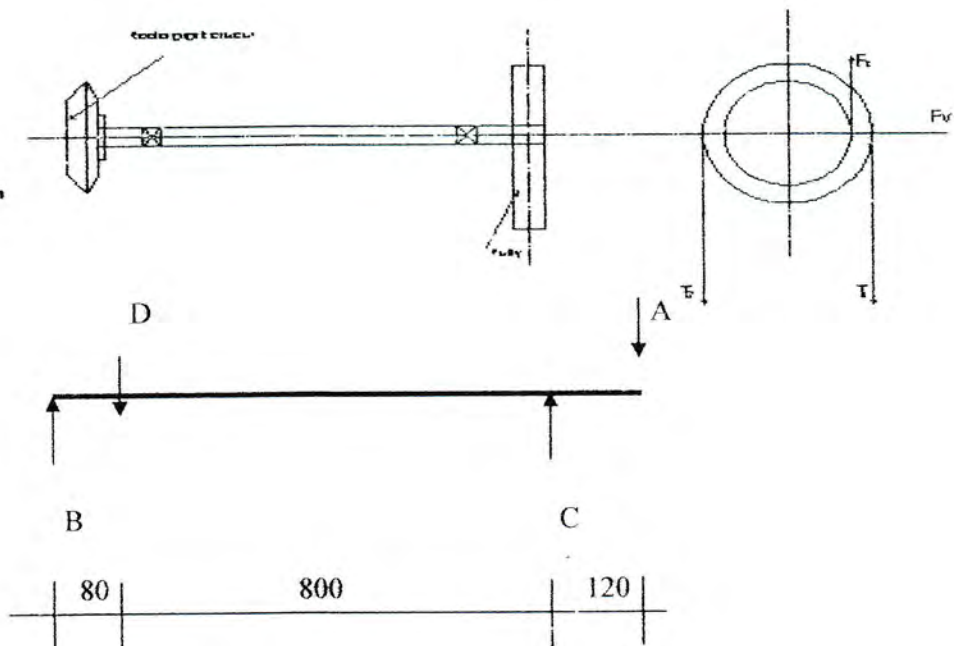
1,3-3,

$$\tau\alpha = \frac{58}{6 \times 2}$$

$$\tau\alpha = 4,83 \text{ kg}/\text{mm}^2.$$

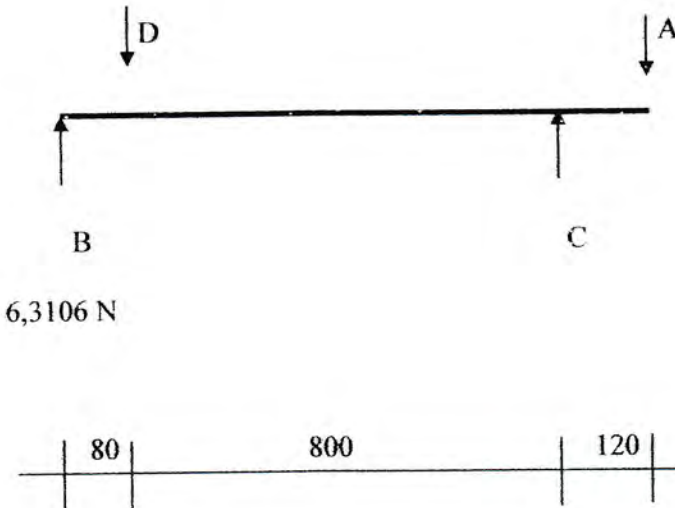
### 1. Gaya Pada Poros Transmisi

Roda gigi kerucut



Gambar 3.6 Gaya-gaya pada poros Transmisi

$$= F_t - W_B = 6,3106 \text{ N} - 4,905 \text{ N} = 1,4056 \text{ N}$$



Momen bengkok dititik C dan D,

$$R_c \times 800 = 22,306 \times 880 + 6,3106 \times 80 = 9,909 \text{ N}$$

$$R_c = 9,909 \cdot 10^6 / 1000 = 9909 \text{ N}$$

$$R_D \neq 2,2306 = R_c + 6,3106 = 9909 \text{ N} + 6,3106 \text{ N}$$

$$= 9915,3106 \text{ N}$$

$$R_D = 9915,3106 - 22,306 = 9893,0046$$

**(8) Bantalan.** Bantalan yang digunakan adalah *bantalan* gelinding. Umur bantalan gelinding (bearing) dapat diketahui dari pembebanan yang terjadi dan nomor bantalan yang digunakan. Diasumsikan gaya yang dialami oleh bearing adalah gaya radial.

$$F_r = R_A + R_B$$

$$= -127,671 + 633,006 = 760,677$$

Maka beban ekivalen dinamis (Pr)

$$Pr = X.V.Fr + Y.F_a$$

dimana :

$$X = 1 \text{ Untuk baris tunggal}$$

$$V = 1,2 \text{ Untuk cincin luar berputar}$$

$$\text{Nomor bantalan} = 6305ZZ \text{ dengan } C = 1610 \text{ [kg]} \quad Pr = X.V.Fr + Y.F_a$$

$$Pr = 1 \cdot 1,2 \cdot 760,677 + 0$$

$$= 912,8124 \text{ [N]}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor kecepatan (Fn)} &= \left[ \frac{33,3}{n} \right]^{1/3} \\ &= \left[ \frac{33,3}{60} \right]^{1/3} \text{ Sehingga, } Fn = 0,8217 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor umum (Fh)} &= Fn \cdot \frac{C}{Pr} \\ &= 0,8217 \cdot \frac{1610}{912,8124} = 0,8217 \times 1,7637 = 1,4492 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Umur nominal (Lh)} &= 500 \cdot Fh^3 \\ &= 500 \cdot (1,4492)^3 \\ &= 500 \cdot 3,0435 \\ &= 1521,75 \text{ jam} \end{aligned}$$

## BAB IV

### ANALISA BIAYA dan MAINTANANCE

Tujuan analisa biaya adalah untuk mengetahui seberapa jauh kemungkinan penggunaan mesin daur ulang plastik ini bila ditinjau dari segi ekonominya. Untuk itu perlu dihitung beberapa biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu buah mesin daur ulang plastik sehingga dapat diketahui apakah ekonomis dari segi biaya atau tidak khususnya bagi pengguna mesin ini.

Dalam pembuatan mesin ini, perancang membutuhkan bahan yang tidak sedikit adapun bahan dan harga taksiran yang dibutuhkan perancangan satu mesin ini adalah sebagai berikut :

#### 4.1. Biaya Material

##### (1). Bahan baku

Tabel 4.1 '

Nama Bahan	Ukuran	Jumlah	Harga (Rp)	Keterangan
Poros pejal	$\theta$ 70 x 1500 mm	1	400.000,-	Screw
Pipa	$\theta$ 2 1/2" x 1000 mm	1	76.000,-	Barel
Poros Pejal	$\theta$ 3 x 1000 mm	2	108.000,-	Poros Transmisi
Poros Pejal	$\theta$ 2,5 x 12000 x 0,8	1	8.000,-	Poros Moulding
Plat Siku L	50 x 50 x 400 mm	6	189.000,-	Rangka Mesin
Plat	2400 x 1200 x 0,8	1	115.000,-	Hopper
Poros pejal	$\theta$ 100 x 120 mm	1	20.000,-	Pulli ganda
Elektroda	RB 2,6	2,5	32.500,-	-
JUMLAH			1.018.500,-	



**Tabel 4.2 Bahan Jadi**

<b>Nama bahan</b>	<b>Ukuran</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Harga (Rp)</b>
Gear box	1:25	1 pcs	125.000,-
Heater	330 watt	20 pcs	80.000,-
Motor	3 HP	1 pcs	700.000,-
Pulli	540 mm	1 pcs	30.000,-
Pulli 2	466 mm	1 pcs	30.000,-
Controller	-	1 pcs	30.000,-
Sabuk	1778 mm	1 pcs	50.000,-
Bearing	25 mm	8	80.000,-
Bearing	35 mm	2	30.000,-
Baut – mur	3/8	10	20.000,-
Mur	3/4	8	12.000,-
Cat minyak	-	1	25.000,-
jumlah			1.212.000,-

Dari tabel 4.1 & 4.2 di atas diperoleh biaya taksiran keseluruhan

= Total jumlah bahan baku + Totaljumlah bahan jadi

= Rp 1.008.500,- + Rp 1.212.000,-

= Rp 2.220.500,-

#### 4.2. Biaya Pembuatan

Untuk kepastian biaya pembuatan yang tepat, sulit bagi penulis untuk menentukan secara tepat, sebab penulis tidak mengadakan penelitian khusus untuk masalah ini. Untuk itu penulis mencoba menghitung biaya pembuatan mesin ini menurut taksiran penulis. Biaya yang dimaksud adalah upah kerja untuk membuat mesin daur ulang plastik ditambah dengan biaya listrik yang dipakai selama proses pembuatan mesin ini. Upah tenaga kerja diasumsikan sesuai dengan upah minimum perhari di kalikan dengan jumlah hari kerja selama pembuatan mesin, sedangkan biaya listrik didapat dari biaya peralatan yang dikalikan dengan lama

pemakaian alat. Upah perhari minimum regional untuk Sumatera Utara tahun 2005 sebesar Rp. 650,- perbulan dengan jumlah hari kerja maksimum 8 jam.

Jumlah hari kerja untuk pembuatan mesin daur ulang plastik memerlukan waktu 1 bulan (30 hari). Daya peralatan, lama pemakaian listrik diketahui dari masing-masing peralatan (lihat table 4.3).

**Tabel 4.3 Jenis komponen pendukung**

Jeis mesin	Daya	Lama pemakaian	Daya pemakaian
Mesin bubut	2,4 kw	30 jam	86,4 kwh
Mesin gerinda	0,7 kw	10 jam	12,6 kwh
Mesin	0,75 kw	5 jam	18 kwh
Mesin bor	0,75 kw	7 jam	360 kwh
Toal			477 kwh

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa total penggunaan listrik = 477 kwh. sementara biaya penggunaan listrik dari PLN adalah Rp 295 kwh x 477 kwh = Rp. 140.715,- dan tenaga kerja yang dipakai sebanyak 3 orang, maka jumlah total upah tenaga kerja

$$= \text{upah tenaga kerja} \times \text{jumlah pekerja (orang)}$$

$$= \text{Rp. } 20.000,- \times 3 \text{ orang}$$

$$= \text{Rp. } 60.000,-$$

$$\text{Upah total} = \text{Rp. } 60.000,- \times 20 \text{ hari ( waktu efektif kerja 8 jam )}$$

$$= \text{Rp. } 1.200.000,-$$

$$\text{Jadi total biaya pembuatan} = \text{Upah total Tenaga kerja} + \text{total biaya listrik}$$

$$= \text{Rp. } 1.000.000,- + \text{Rp. } 140.715,-$$

$$= \text{Rp. } 1.340.715,-$$



Maka dari biaya material dan biaya pembuatan dapat ditemukan biaya keseluruhan pembuatan mesin daur ulang plastik ini adalah :

$$\begin{aligned}\text{Biaya keseluruhan} &= \text{Biaya material} + \text{biaya pembuatan} \\ &= \text{Rp. 2.250.500,-} + \text{Rp. 1.340.715,-} \\ &= \text{Rp. 3.561.215,-}\end{aligned}$$

Sedangkan untuk menghasilkan produk yang akan dijual di pasaran adalah dengan menghitung biaya produksi dari proses pembuatan barang jadi, dalam hal ini diambil contoh barang produksi yang akan dibuat piring plastik.

Harga bahan baku Plastik/kg = Rp. 750,-. Untuk menghasilkan satu buah produk piring plastik dibutuhkan sebanyak + 350 gr. Kemudian diperhitungkan tenaga kerja yang dipekerjakan adalah sebanyak tiga orang dengan upah masing-masing sebesar Rp. 20.000,-/hari. Jadi untuk satu hari, upah pekerja yang harus dibayarkan adalah sebesar Rp. 60.000,-

Dengan kapasitas mesin sebesar 49 kg/jam, dan waktu kerja yang diberlakukan adalah selama 8 jam perhari. Sehingga dalam satu paprik dapat memproduksi plastik sebanyak :

$$\begin{aligned}Q_{\text{paprik}} &= 49 \text{ kg} \times 8 \text{ jam kerja perhari} \\ &= 392 \text{ kg}\end{aligned}$$

Sementara itu biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan baku adalah

$$= 392 \text{ kg} \times \text{Rp. 750,-} = \text{Rp. 294.000,-}$$

Dengan volume piring plastik + 350 gr, maka dalam satu hari dapat diproduksi piring plastik sebanyak :

$$N = \frac{Q_{\text{perhari}}}{V_{\text{piring}}} = \frac{392[\text{kg}]}{0.35[\text{kg}]} = 1120 \text{ buah piring}$$



Harga satu piring diperkirakan sebesar Rp. 750,- sehingga dalam satu hari produksi dapat menghasilkan penghasilan sebesar Rp. 840.000,-/hari.

#### 4.3. Perhitungan Analisa Titik Impas (Break Event point)

Analisa Titik Impas (BEP) adalah suatu teknik analisa untuk mempelajari hubungan antara biaya tetap, biaya variable, keuntungan dan volume kegiatan. Masalah BEP muncul apabila suatu perusahaan disamping mempunyai biaya variable juga mempunyai biaya tetap. Besarnya biaya totalitas akan berubah-ubah sesuai dengan perubahan biaya volume produksi. Sedangkan biaya tetap totalitas tidak mengalami perubahan meskipun ada perubahan volume produksi. Adapun yang termasuk biaya variable adalah bahan mentah, upah buruh langsung, dan komisi penjualan. Sedangkan yang termasuk biaya tetap pada umumnya adalah modal awal untuk mendirikan pabrik, membeli mesin-mesin produksi, dan lain-lain.

Berhubungan dengan itu sangatlah penting bagi para pembeli yang ingin membeli mesin ini untuk mengetahui volume produksi atau volume kegiatan untuk menutupi modal awal pembelian mesin ini. Dalam hal ini volume penjualan, penghasilannya tetap sama dengan biaya totalnya. Sehingga petani tidak mendapatkan kerugian atau dinamakan beak event point (BEP). Untuk menganalisis titik impas berlaku rumus :

$$Q_{BEP} = \frac{FC}{P - V}$$

dimana : P : Harga jual /kg

V : Biaya variable/kg (biaya bahan baku, listrik, upah tenaga kerja).



FC : Biaya tetap (harga mesin)

Q : jumlah/kuantitas produk yang dihasilkan dan dijual.

Adapun Break Event Poin (BEP) mesin daur ulang plastik ini adalah :

1. Biaya tetap ( biaya pembuatan mesin daur ulang plastik ) = Rp. 3.561.214,-

Biaya variable (hari) = Rp.294.000,- + Rp.60.000,- = Rp. 354.000,-

Jadi biaya variable per kg = Rp. 354.000,- : 1120 buah piring= Rp. 316,07

Harga jual ( OP ) = Rp. 750,-

Kapasitas produksi maksimum = 1120 buah piring.

Maka Q BEP =  $\frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga jual} - \text{Biaya variable}}$

$$= \frac{\text{Rp.3.561.215,-}}{(\text{Rp.750,-}) - (\text{Rp.316,07})}$$

$$= 8.207 \text{ buah}$$

Jadi untuk mengembalikan biaya tetap (harga beli mesin) mesin harus memproduksi plastik 8.207 buah. Angka dapat dicapai dalam jangka waktu 58,62 jam atau ± 7 hari produksi.

Biaya keseluruhan yang dibutuhkan untuk memproduksi produk, hingga didapatkan suatu kondisi impas. Dimana biaya yang telah di keluarkan setara dengan biaya yang telah diperoleh. Maka kita mengetahuinya dengan menggunakan persamaan :

Biaya keseluruhan ( OK BEP ) = Biaya tetap + biaya perubahan x Q

$$= \text{Rp.3.561.215,-} + \text{Rp.316,07} \times 8.207 \text{ buah}$$

$$= \text{Rp. 6.155.201,-}$$

2. Maka apabila mesin telah memproduksi piring sebanyak 10.000 buah maka keuntungan yang diperoleh sebesar .

$$\text{Penjualan} = \frac{\text{Biaya tetap} + \text{besar nyalaba}}{\text{kontribusi}}$$

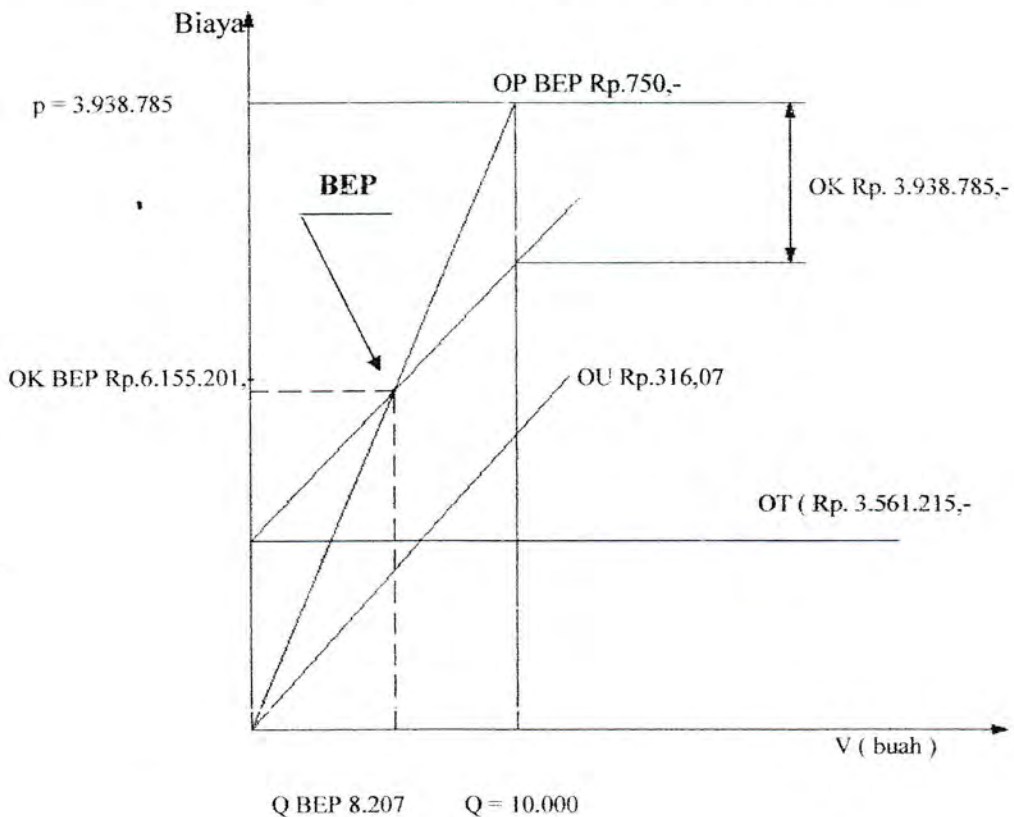
$$10.000 \text{ Buah} = \frac{\text{Rp.3.561.215,-} + \text{laba}}{\text{Rp.750,-}}$$

$$\text{Rp. 3.561.215,-} + \text{laba} = 10.000 \text{ buah} \times \text{Rp. 750,-}$$

$$\text{Laba} = \text{Rp. 7.500,-} - \text{Rp. 3.561.215,-} \text{ Laba ( ok )} = \text{Rp. 3.938.785,-}$$

#### 4.4. Grafik BEP

Secara grafik dapat ditunjukkan seperti pada grafik dibawah ini :



#### 4.5. PERAWATAN

Perawatan merupakan suatu kegiatan yang tidak dapat dipisahkan dan tidak kalah pentingnya dari suatu perencanaan sebuah mesin. Oleh karenanya perawatan sebuah mesin adalah sebuah aspek yang sangat perlu diperhatikan agar sebuah mesin tetap dalam kondisi yang baik dan dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan kegunaannya ketika saat akan digunakan. Perawatan merupakan hal umum yang dapat dipahami dan sering dilakukan oleh segenap lapisan masyarakat. Beberapa komponen utama yang perlu diperhatikan perawatannya serta mendapatkan penanganan yang intensif didalam rancangan ini adalah :

- (1) **Screw.** Dalam hal perawatannya, komponen ini perlu mendapatkan suatu perhatian yang cukup intensif, yang mana antara bagian: screw dengan barrel diperantai oleh sebuah bantalan yang terbuat dari kuningan. Sehingga pelumasan antar tiap-tiap bagian sangat perlu diperhatikan.
- (2) **Heater.** Heater system merupakan seperangkat elemen pemanas yang disusun sedemikian rupa sehingga terjadi suatu sistem pemanasan yang dibantu pengaturannya dengan sebuah alat yang bekerja mengatur temperatur pemanasan heater dengan limit suhu yang diatur sebelumnya.
- (3) **Sistem pendinginan.** Pada sistem pendingin ini bekerja beberapa komponen yang difungsikan untuk mempercepat proses pendinginan plastik yang telah masuk kedalam rongga cetakan dengan cara *menginjeksikannya*. sehingga beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perawatan komponen

pendingin ini adalah dengan selalu memeriksa setiap menggunakan fluida pendingin yang akan digunakan sebagai bahan pendinginya.

- (4) **Komponen yang bergerak.** Disamping alat atau komponen yang dijabarkan diatas maka peralatan ataupun komponen mesin yang berputar maupun yang bergesekan dengan komponen-komponen yang lain perlu juga mendapatkan perhatian. Salah satu bentuk antisipasi yang dilakukan untuk menjaga dan mengurangi keausan yang terjadi antara beberapa komponen yang mengalami kontak langsung adalah dengan melakukan pelumasan pada tiap-tiap bagian yang berputar ataupun komponen mesin yang mengalami kontak langsung.

#### 4.6. PERBAIKAN

Dalam melaksanakan suatu operasi kemungkinan terjadi kerusakan selalu ada, apabila kerusakan ini tidak mendapatkan perhatian untuk memperbaiki, maka akan menimbulkan kerugian yang disebabkan terhentinya operasi produksi. Perbaikan akan teramat sulit dan rumit manakala sebuah mesin dirancang tanpa mempertimbangkan segi perbaikan dan perawatannya, sehingga menimbulkan suatu masalah yang lain, disamping terhentinya proses produksi .

Ada tiga katagori umum dalam melaksanakan perbaikan yaitu :

- (1) **Inspeksi.** Yang termasuk kedalam kategori inspeksi yaitu : (a) Membersihkan permukaan dan bagian-bagian lain terhadap debu atau chip, (b) Melakukan pengecekan kelonggaran (Clearance) (c) Mengecek baut-



baut pengikat bila perlu melakukan penggantian terhadap baut-baut yang telah mengalami keausan atau kerusakan dengan baut yang baru.

- (2) **Perbaiki ringan.** Perbaikan ringan dilakukan bila terjadi kerusakan, misalnya mengganti dua atau tiga bagian yang rusak seperti baut pengikat, koupling, dan lain-lain.
- (3) **Pembongkaran.** Pembongkaran dilakukan apabila : (a) Sebagian alat-alat pendukung mengalami kerusakan dan harus diganti dengan yang baru, (b) Melakukan modifikasi alat tanpa merubah konstruksi semula. (c) Hal-hal lain yang dianggap perlu untuk meningkatkan produktipitas dan epesiensi dari mesin.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari perhitungan terhadap perencanaan sebuah mesin daur ulang plastik, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Mesin daur ulang plastik yang merupakan sistem injeksi pada proses percetakannya dapat menghasilkan plastik lumeran sebanyak 49 kg/jam.
- 2) Mesin daur ulang plastik ini sangat cocok diterapkan pada pembuatan barang-barang rumah tangga yang berukuran relatif kecil.
- 3) Mesin daur ulang plastik ini sangat efisien bila digunakan untuk produk masal.
- 4) Harga jual mesin dapat dijangkau oleh masyarakat ekonomi menengah ke bawah.

#### **5.2. Saran**

- 1) Dalam proses pengoperasian mesin disarankan disarankan untuk menggunakan bahan baku yang homogen.
- 2) Saat proses berlangsung disarankan agar sistem pemanas bekerja dengan baik, begitu juga dengan sistem pendinginnya.
- 3) Untuk masa mendatang. Jika kemungkinan kiranya hasil perencanaan ini dapat lebih disempurnakan lagi.
- 4) Utamakan keselamatan kerja selama mengoperasikan mesin.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1) Stolk, J., 1994, **Elemen Mesin**, PT. Erlangga, Jakarta.
- 2) Surdia T., & Saito S., **Pengetahuan Bahan Teknik**, PT Pradnya Paramitha, Jakarta.
- 3) Gieck, K., 1992, **Kumpulan Rumus Teknik**, PT. Pradnya paramita, Jakarta.
- 4) Sularso, & Suga, K., 1993, **Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**, PT, Pradnya Paramitha, Jakarta.
- 5) Takesi, S., 1998, **Menggambar Mesin**, PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- 6) PEDC, 1983, **Ilmu Bahan**, Jilid 2 & Jilid 3 , Bandung.
- 7) Suparni, 1996, **Bahasa dan Sastra Indonesia**, PT. Aditya M.W., Bandung.
- 8) Rohyanasolih, 2000, **Perhitungan Konstruksi Mesin**, CV. Armico, Bandung.