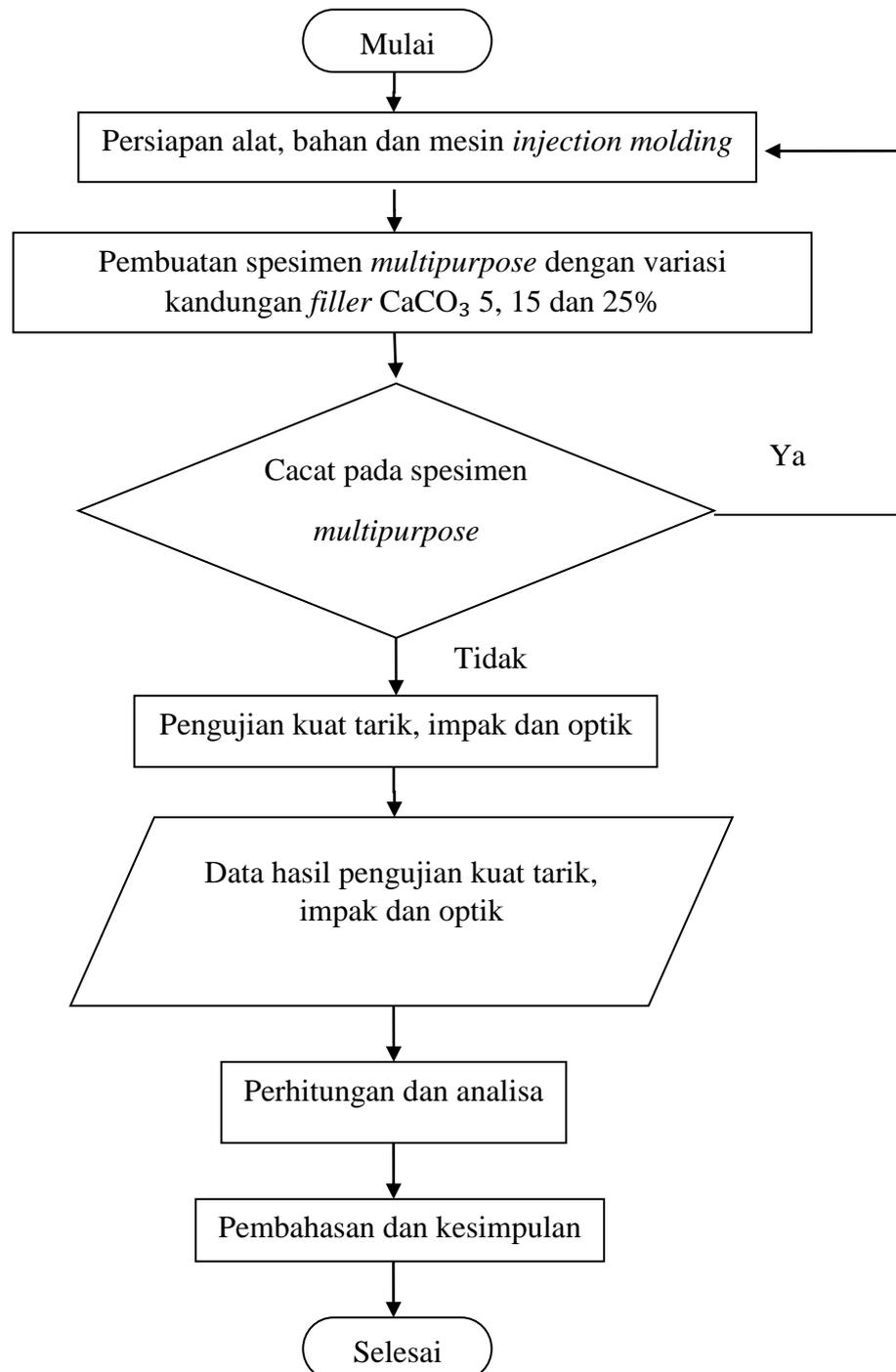


**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Diagram alir**



## 3.2 Bahan dan alat penelitian

### 3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Material *Polypropylene homopolymer Trilene HI10HO* Candra asri *petrochemical*.



**Gambar 3.1** Material *polypropylene* HI10HO.

[\(http://chinawovenbag.com/blog/polypropylene/\)](http://chinawovenbag.com/blog/polypropylene/)

Status material	: Komersial aktif.
Ciri- ciri	: <i>Homopolymer</i> , mudah diproses, multifungsi.
Aplikasi di industri	: Pengemasan, alat laboratorium, komponen elektronik dan komponen otomotif.
Bentuk	: Pellet.
Metode manufaktur	: <i>Injection molding</i> .

**Tabel 3.1** Material data sheet polypropylene HI10HO

(Iides, 2012)

<b><i>Physical</i></b>	<b><i>Nominal value unit</i></b>	<b><i>Test method</i></b>
<i>Specific gravity :</i>	0.903g/cm <sup>3</sup>	ASTM D 792
<i>Melt mass-flow rate</i>	(230°C/2 16kg) 10g/10 min	ASTM D 1238
<b><i>Mechanical</i></b>		
<i>Tensile strength</i>	34.0 Mpa	ASTM D638
<i>Tensile elongation</i>	13%	ASTM D638
<i>Flexural Modulus-1%secant<sup>3</sup></i>	1280 Mpa	ASTM D790A
<b><i>Impact</i></b>		
<i>Notched izod impact (23<sup>0</sup>C)</i>	35j/m	ASTM D256
<b><i>Hardness (R-Scale)</i></b>		
<i>Rockwell Hardness (R-Scale)</i>	100	ASTM D785
<b><i>Thermal</i></b>		
<i>Deflection Temperature Under Load 0.45 Mpa, Unannealed</i>	104 °C	ASTM D648
<i>Vicat Softening Temperture</i>	152 <sup>0</sup> C	ASTM D 1525 <sup>4</sup>
<i>Melting Temperature</i>	163 <sup>0</sup> C	ASTM D 3418
<b><i>Injection</i></b>		
<i>Processing (Melt) Temp</i>	220 to 250 <sup>0</sup> C	
<i>Mold Temperature</i>	20.0 to 40.0 <sup>0</sup> C	

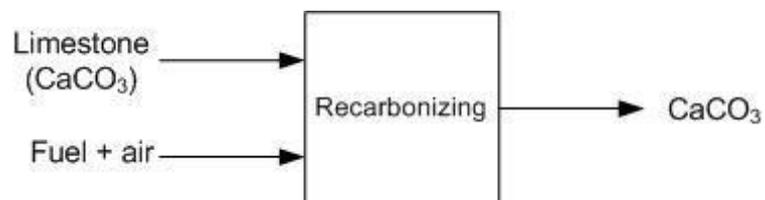
b. Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )



**Gambar 3.2** Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

Karakteristik kalsium karbonat meliputi :

- Merk bahan : Cipi
- Berat molekul : 100,09 gr/mol
- Massa jenis : 2,8 gr/cm<sup>3</sup>
- Titik lebur : 825 °C
- Pengeringan : 30-55 °C
- Diproduksi dari : PT Sutra Nusa Inti Prima Industri
- Aplikasi di industri : Bahan pembuatan pipa PVC, pasta gigi, cat, *pulp* dan kertas.
- Sifat : *Thermal* dekomposisi reaksi, *hygroscopic*, berbentuk serbuk, berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa.



**Gambar 3.3** Metode *recarbonizing* untuk produksi kalsium karbonat.

(<https://zapthegreat.wordpress.com/2011/04/12/produksi-kalsium-karbonat-dr-batu-kapur/>)

### 3.2. 2 Mesin dan alat

Mesin dan alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

#### 3.2.2.1 Mesin *Injection molding*

Mesin ini digunakan untuk proses pembuatan spesimen *multipurpose* ISO 294 dengan material *polypropylene filler* (CaCO<sub>3</sub>).

**Table 3.2** Spesifikasi mesin *injection molding* meiki 70B

Nama Bagian dan Kapasitas				Satuan
<i>Screw</i>	28	32	36	mm
<i>Injection pressure</i>	2640	2020	1590	Kg/cm <sup>2</sup>
<i>Injection volume</i>	89	116	147	cm <sup>3</sup>
<i>Injection speed</i>	104	136	176	mm/sec
<i>Clamping force</i>	70			kN
<i>Open daylight</i>	630			mm
<i>Mold open stroke</i>	460			mm
<i>Mold height</i>	170			mm
<i>Plate size (H x V)</i>	560 x 560			mm
<i>Machine dimentions</i>	3850 x 1100 x 1600			mm



**Gambar 3.4** Mesin *injection molding* meiki 70B

### 3.2.2.2 Alat uji Kuat tarik



**Gambar 3.5** Alat uji kuat tarik *Zwick roell Z020 (germany)*.

Alat uji kuat tarik *Zwick roell* yang berada di balai besar kulit, karet dan plastik, Yogyakarta.

**Tabel 3.3** Spesifikasi alat uji kuat tarik *Zwick roell Z020 (germany)*.

(<http://www.pt.bme.hu/gepadat.php>)

<i>Type</i>	<i>Z020</i>
<i>Manufacturer</i>	<i>Zwick, (ulm Germany)</i>
<i>Functions</i>	<i>Computer controlled universal materials testing machine, tensile, flexural, compression, tear, interlaminar tests.</i>
<i>Speed range</i>	<i>0.001 – 750 mm/min</i>
<i>Load capacity</i>	<i>-20 - +20 kN</i>
<i>Equipments</i>	<i>Tensile head (10 kN)</i>
	<i>3 point bending head</i>
	<i>4 point bending head</i>
	<i>Tensile head (100 kN)</i>
	<i>Zwick TestXpert 11.0 program</i>

### 3.2.2.3 Alat uji impact



**Gambar 3.6** Alat uji impact metode *charpy*.

Alat uji impact metode *charpy* berada di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gajah Mada.

**Tabel 3.4** Spesifikasi alat uji impact metode *charpy*.

<i>Type</i>	<i>Karl Fraank Gmbh</i>
Berat pendulum	1 Kg
Radius pendulum	83 cm
Nomer seri	53580
<i>Werk-Nr</i>	14373

### 3.2.2.4 Mikroskop Optik

Gambar 3.7 adalah mikroskop optik OLYMPUS-SZ61TR yang berada di Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



**Gambar 3.7** Mikroskop optik OLYMPUS-SZ61TR

### 3.2.2.5 Alat bantu lain.



(a)

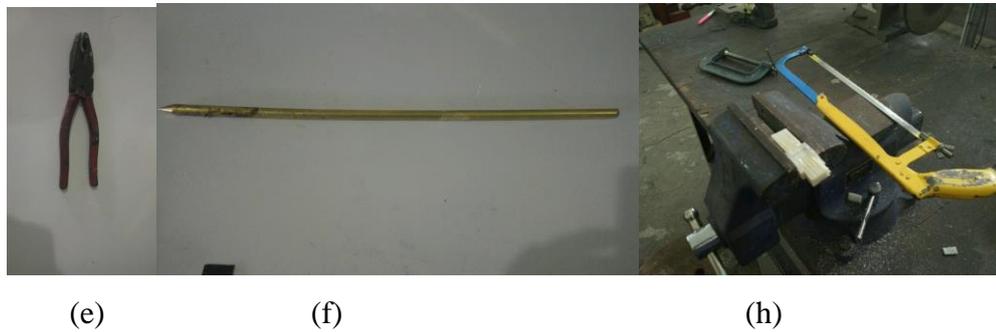
(b)



(c)



(d)



**Gambar 3.8** Alat bantu

- a) Timbangan Digital. b) Spidol 3 warna Merah, hitam dan biru. c) *Safety hand*.  
 d) Gunting. e) Tang. f) Kuningan . G) Mistar.  
 h) Gergaji besi dan pengekam.

### 3.3 Proses pengayakan dan penimbangan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

Proses pengayakan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dilakukan sebelum proses pencampuran dengan material *polypropylene*, bertujuan untuk menghaluskan, menghilangkan gumpalan-gumpalan yang terjadi akibat kelembaban dan memperkecil dimensi kalsium karbonat.



**Gambar 3.9** Pengayakan dan penimbangan kalsium karbonat

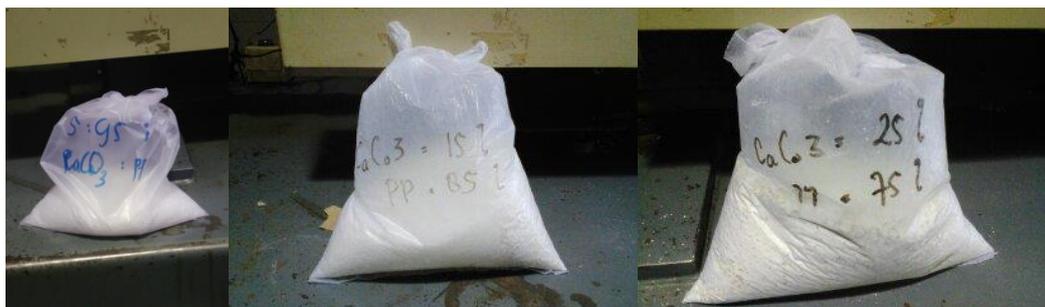
### 3.4 Proses penimbangan materi *Polypropylene* dengan kandungan *filler* ( $\text{CaCO}_3$ ).

Langkah selanjutnya dalam penelitian ini yaitu proses penimbangan material *polypropylene* dengan kandungan *filler*  $\text{CaCO}_3$  menggunakan timbangan digital. Adapun beberapa jenis persentase material yaitu :

a. *Polypropylene* dengan kandungan *filler* ( $\text{CaCO}_3$ ) 5% adalah jumlah material *polypropylene* 950 g dicampur dengan ( $\text{CaCO}_3$ ) sejumlah 50 g didalam plastik bening berukuran 21 cm  $\times$  29,7 cm, diaduk secara manual agar merata selama 6 menit kemudian ditimbang.

b. *Polypropylene* dengan kandungan *filler* ( $\text{CaCO}_3$ ) 15% adalah jumlah material *polypropylene* 850 g dicampur dengan ( $\text{CaCO}_3$ ) sejumlah 150 g didalam plastik bening berukuran 21 cm  $\times$  29,7 cm, diaduk secara manual agar merata selama 6 menit kemudian ditimbang.

c. *Polypropylene* dengan kandungan *filler* ( $\text{CaCO}_3$ ) 25% adalah jumlah material *polypropylene* 750 g dicampur dengan ( $\text{CaCO}_3$ ) sejumlah 250 g didalam plastik bening berukuran 21 cm  $\times$  29,7 cm, diaduk secara manual agar merata selama 6 menit kemudian ditimbang.



(a)

(b)

(c)

**Gambar 3.10** a) kandungan *filler* ( $\text{CaCO}_3$ ) 5% b) 15 % c) 25%.

### 3.5 Proses persiapan mesin *injection molding*.

Pada proses pemesinan, peneliti memastikan mesin dalam kondisi siap pakai dengan pengecekan secara langsung. Bagian bagian yang harus di cek yaitu:

- a. Bagian saklar listrik.
- b. Bagian pompa *reservoir* untuk pendinginan.
- c. Bagian Panel injeksi untuk *input* data.



**Gambar 3.11** Menghidupkan saklar listrik.

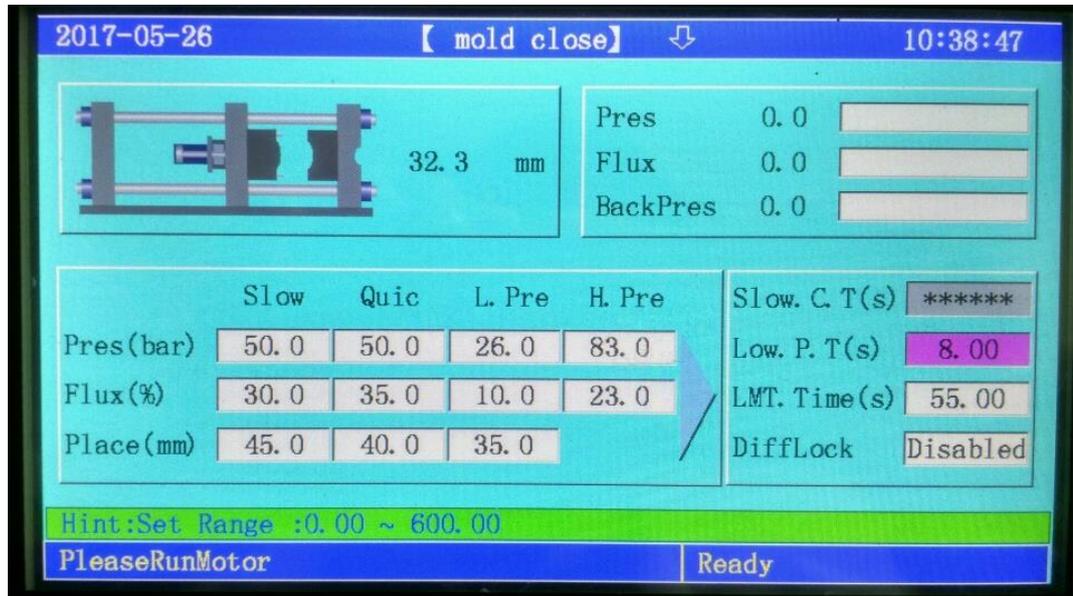


**Gambar 3.12** Memastikan panel injeksi hidup untuk *input* data.

### 3.6 Proses produksi spesimen *multipurpose* dengan *injection molding*.

Umumnya mesin *injection molding* memiliki beberapa tahap proses yaitu:

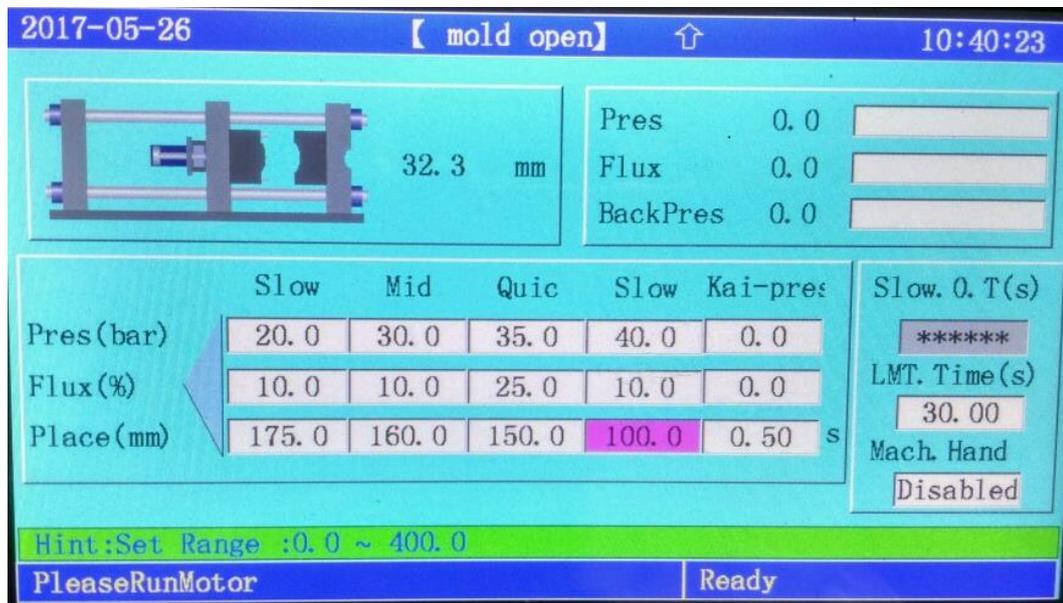
- a. Mengatur parameter proses cetakan tertutup (*mold close* )



Gambar 3.13 Parameter *mold close*.

Parameter *mold close* digunakan untuk mengoperasikan mesin saat cetakan tertutup, parameter ini merupakan *step* awal pada siklus proses *injection molding*. Parameter *mold close* saat kondisi *slow*, *quic*, *low pressure*, *high pressure* yaitu 50, 50, 26 dan 83 (bar) dengan jarak 45, 40, 35 mm. Besaran angka tekanan dan kecepatan saat *mold close* mempengaruhi kondisi permukaan *mold*. Semakin tinggi kecepatan dan tekanannya maka, semakin besar benturan yang terjadi antara bagian *core* dan *cavity*. Untuk jarak cetakan saat tertutup mempengaruhi waktu yang diperlukan, semakin jauh jaraknya maka dibutuhkan waktu yang lama.

b. Mengatur parameter proses cetakan terbuka (*mold open*).



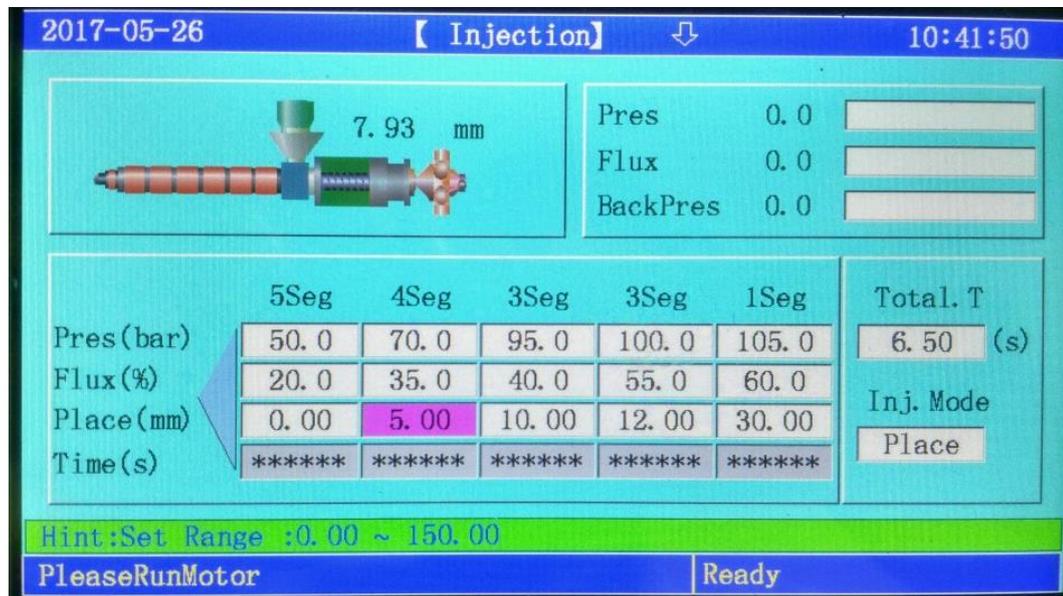
**Gambar 3.14** Parameter *Mold open*

Pada parameter *mold open*, terbagi beberapa langkah kerja yaitu :

Gerakan membuka pada kecepatan rendah dengan tekanan rendah. (*Low Mold Open Velocity & Low Mold Open Pressure*) untuk menjaga kondisi cetakan yang rentan terhadap kerusakan akibat gesekan yang terjadi antara sisi *Core* dan sisi *Cavity*. Gerakan membuka pada kecepatan tinggi (*High Mold Open Velocity*), membuka dengan cepat saat posisi yang memungkinkan setelah lepas dari gesekan antara *Core* dan *Cavity*, bertujuan untuk menghemat waktu proses. Gerakan membuka pada kecepatan rendah (*Low Mold Open Velocity*), bertujuan untuk tidak terjadi *overlap* atau posisi terbuka yang berlebihan.

Parameter *mold open* terbagi atas 4 bagian yaitu *slow*, *mid*, *quic*, *slow*, memiliki tekanan sebesar 20, 30, 35, 40 bar dengan jarak 175, 160, 150, 100 mm. Parameter *mold open* dapat dirubah sesuai dengan kebutuhan waktu yang diinginkan, khususnya saat langkah (*High Mold Open Velocity*) dan jarak *mold* yang sering dirubah karena mempengaruhi waktu 1 kali siklus proses.

c. Mengatur parameter *injection*.

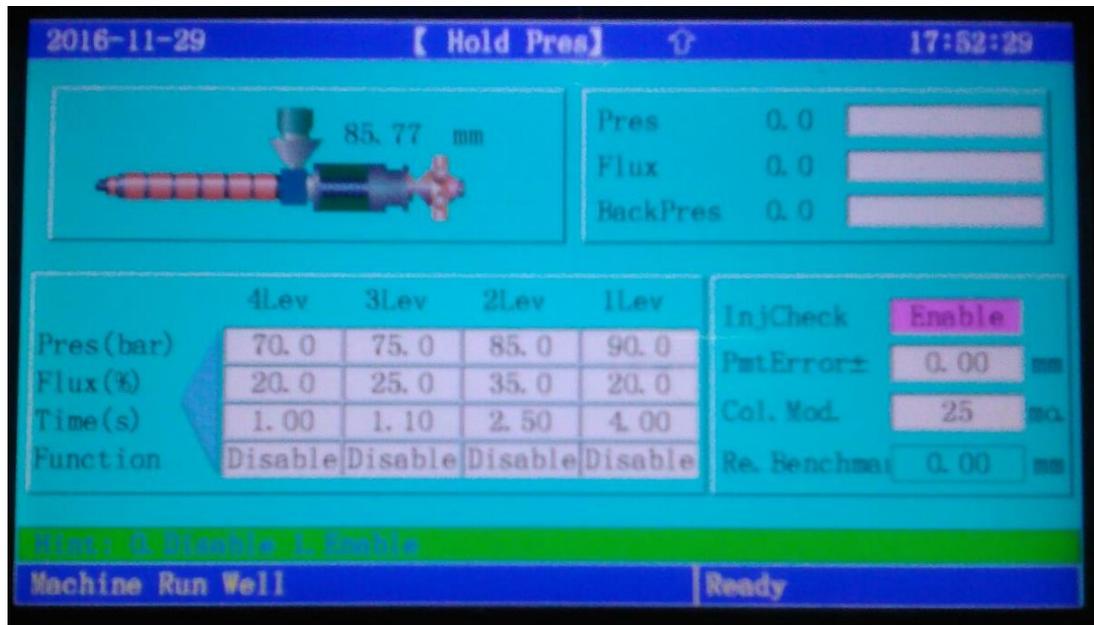


**Gambar 3.15** Parameter *Injection*.

Parameter *injection* terbagi atas beberapa bagian *nozzle*, *barrel*, *screw*. Bagian *nozzle* terletak diujung *barrel*, bertujuan sebagai jalur masuk material yang sudah meleleh. Bagian *barrel* adalah tempat pemanasan material plastik yang akan diinjeksikan ke cetakan. Bagian *screw* adalah silinder berulir yang digerakkan oleh motor untuk membantu pengisian material saat proses *filling* dan berfungsi untuk mendorong material saat proses injeksi.

Sesuai *manual book setting injection molding* tekanan injeksi sebesar 105, 100, 95, 70 dan 50 bar. Tekanan *injection* sangat berpengaruh dengan hasil spesimen, tekanan *injection* yang rendah dapat menjadikan spesimen *short shot* atau spesimen cacat dikarenakan adanya bagian yang tidak terbentuk sempurna. Sedangkan temperatur yang rendah berpengaruh pada tidak melelehnya materiil plastik didalam *barrel*.

d. Mengatur parameter *holding press*.



**Gambar 3.16** Parameter *Holding Press*

Pada *setting* parameter *holding press* terbagi atas 4 bagian dan 3 komponen utama yaitu tekanan, *flux* (kecepatan) dan *time*. Pengaturan *holding press*  $\frac{1}{2}$  dari tekanan injeksi untuk menghindari spesimen cacat. Cacat yang ditimbulkan karena tekanan *holding* rendah yaitu *flashing* atau keluarnya material dari *parting line* dalam jumlah sedikit. *Flashing* dapat diatasi dengan menaikkan tekanan injeksi atau dengan cara lain menaikkan tekanan *holding* pada bagian pertama sampai bagian ke empat secara bertahap dan menambahkan 2-3 digit disetiap bagiannya.

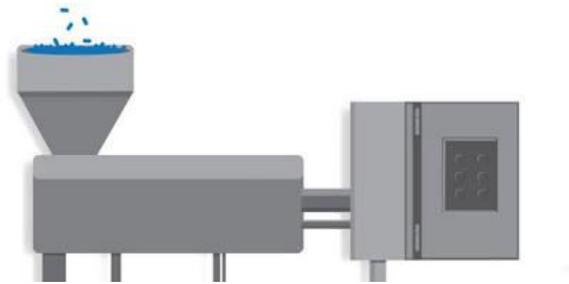
e. Mengatur parameter temperatur *barrel*.



**Gambar 3.17** Parameter temperatur *barrel*

Mengatur parameter temperatur *barrel* sangat diperlukan untuk melelehkan material plastik. Temperatur *barrel* terbagi atas 4 segmen yang mana setiap segmen memiliki temperatur yang berbeda-beda, segmen pertama temperatur lebih tinggi dibandingkan dengan segmen setelahnya guna mempermudah material *polypypropylene* meleleh saat diinjeksikan kedalam cetakan. Sesuai dengan *material data sheet polypropylene* akan meleleh ditemperatur 160°- 250°C. Temperatur *barrel* yang rendah berpengaruh diproses injeksi. Karena, material plastik belum meleleh dan biasanya alarm peringatan akan hidup menunjukan temperatur belum normal untuk diinjeksikan ke *modal*.

f. Memasukkan material *polypropylene filler* ( $\text{CaCO}_3$ ) kedalam *hopper*

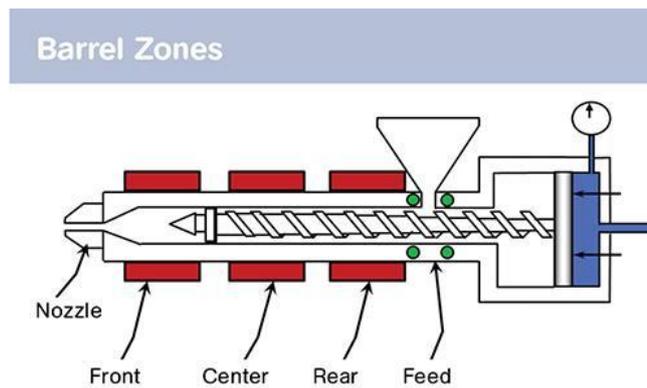


**Gambar 3.18** Material *Polypropylene* dengan kandungan *filler* ( $\text{CaCO}_3$ ) dimasukkan kedalam *hopper*.

Material *Polypropylene* yang sudah tercampur dengan ( $\text{CaCO}_3$ ) dimasukkan ke *hopper*. Kapasitas *hopper* dapat mencapai 10 kg, ditentukan dengan standar kemampuan *clamping* mesin.

### 3.7 Siklus proses *injection molding*.

Material masuk ke dalam *hopper* kemudian menuju *barrel* guna proses pelelehan atau plastisasi, temperatur *barrel* berbeda-beda setiap bagiannya.



**Gambar 3.19** Zona *barrel*.

(<https://id.images.search.yahoo.com/yhs/search;>)

Bagian *barrel* pertama lebih tinggi dari pada bagian lainnya guna memudahkan proses injeksi, saat ini pula  *mold close* sudah berjalan dan apabila sudah menyentuh *cavity* maka akan mengunci secara otomatis.

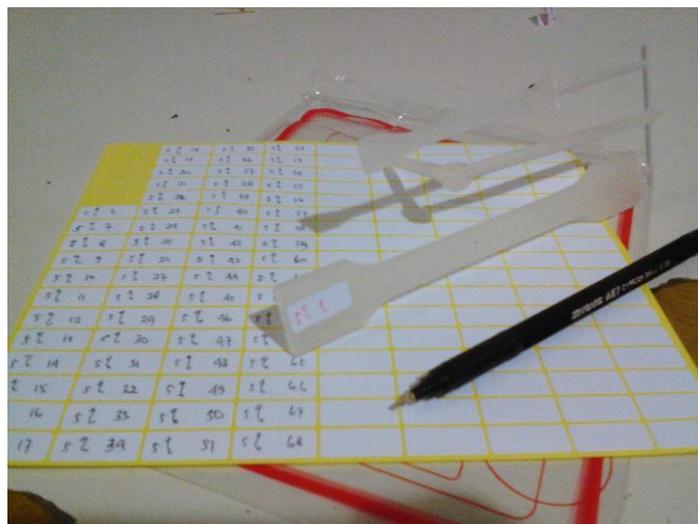
Tekanan  *mold open*  dan tekanan  *mold close*  dapat diketahui melalui  *pressure gauge*  yang berada diujung silinder  *hydrolis clamp* .

Material yang sudah meleleh diinjeksikan ke  *mold*  melalui  *nozzle*  yang berada diujung depan  *barrel* , material masuk ke  *mold*  melewati  *sprue*  dan menuju  *core* . Proses injeksi membutuhkan waktu 6 detik dimulai dari masuknya material ke  *sprue*  sampai ke  *core mold* . Setelah proses injeksi kemudian proses  *holding*  dengan tekanan 90 bar di segmen pertama. Saat proses  *holding*  terjadi pengambilan material menggunakan  *screw* .  *Screw*  memiliki dua fungsi utama yaitu mendorong material yang sudah meleleh saat proses plastisasi dan mengambil material yang belum meleleh saat proses  *holding* .

Proses  *holding*  selesai, dilanjutkan diproses  *cooling* . Proses  *cooling*  bertujuan untuk mendinginkan cetakkan dan mengeraskan spesimen didalam  *mold* . Waktu  *cooling*  berjalan 8 detik dan dapat diatur tinggi rendahnya sesuai material yang digunakan. Setelah proses  *cooling* ,  *mold*  terbuka dan spesimen di dorong keluar dengan  *ejector* .

### 3.8 Penomeran spesimen.

Pemberian nomer di setiap spesimen  *multipurpose*  bertujuan untuk mendata dan membedakan spesimen sesuai variasi kandungan  *filler*   $\text{CaCO}_3$ .



**Gambar 3.20** Penomeran di spesimen  *multipurpose* .

### 3.9 Proses pengujian kuat tarik.

Langkah-langkah proses pengujian kuat tarik meliputi :

- a. Mengukur panjang spesimen.
- b. Menghidupkan alat uji kuat tarik *zwick roell* dan *computer* unit untuk operasional mesin.
- c. Memasang benda uji dalam cekam mesin uji, sesuai dengan tanda yang telah ditentukan dengan menekan *UP* atau *DOWN* untuk menaik dan menurunkan cekam.
- d. Menghidupkan program *Zwick TestXpert 11.0*
- e. Mengisi data material pada *Method Window*.
  - i. *Sample*, untuk data material meliputi: *Shape, Gauge, Grip, Length*.
  - ii. *Prepare Test*, untuk menentukan mode pengujian.
- f. Membuat *display* pengujian dengan membuka *Report Screen*, meliputi: *Test No, Test date* dan nama material.
- g. Melakukan pengujian dengan menekan tombol *TEST* pada *tool box*.
- h. Mencetak hasil pengujian dengan menekan *PRINT*.
- i. Melepaskan material dari cekam pada mesin uji dan mengukur panjang material pada daerah yang telah ditandai.

### 3.10 Pengujian impak

Berikut langkah- langkah dalam pengujian impak :

1. Persiapan Benda Uji.
  - a. Mempersiapkan spesimen benda uji sesuai standar acuan ISO 179 yang digunakan dengan ukuran panjang 80 x 10 x 4 mm.
  - b. Mengukur luas penampang dibawah takikan, mencatat di lembar uji.
2. Pelaksanaan Pengujian.
  - a. Mempersiapkan alat uji impak dan spesimen uji.



**Gambar 3.21** Posisi spesimen uji impak.

(Standar ISO 179, 2000)

- b. Melepaskan *base stop* (harus benar-benar berada di bawah).
- c. Menaikkan pendulum pada posisi start sehingga pendulum terkunci aman dan jangan sampai pendulum lepas.
- d. Mengatur skala *indicator* dengan memutar *Re-set* searah jarum jam sampai penuh.
- e. Melepaskan pendulum dengan menaikkan *safety lock* dan menurunkan kunci pendulum sehingga pendulum terayun dengan bebas (jangan berada pada arah ayunan pendulum).
- f. Menghentikan ayunan setelah kembali dari puncak perlahan-lahan dengan rem.
- g. Mengamati jarum yang terdorong, mencatat angka sudut skala pembacaan untuk ayunan tanpa benda uji sebagai sudut  $\alpha$  (alfa).
- h. Meletakkan batang uji antara dua tumpuan sedemikian rupa sehingga bagian yang ditakik terletak ditengah-tengah dengan toleransi  $\pm 0,5$  mm. kedudukan harus tetap pada saat penyentuhan palu ayunan mengenai bagian punggung takikan.
- i. Mengatur jarum penunjuk pada skala yang paling bawah kemudian pengait bandul dilepas dan bandul akan berayun mematahkan benda uji.

- j. Mengamati jarum yang terdorong, mencatat angka sudut skala pembacaan untuk ayunan tanpa benda uji sebagai sudut  $\beta$  (beta).
- k. Menghitung energi yang diserap oleh spesimen dan harga ketangguhan impak dengan rumus yang ada.
- l. Mengulangi pengujian untuk spesimen yang tersedia.
- m. Memasang kembali *base stop* pada kedudukan pendulum.
- n. Mengakhiri proses, membersihkan peralatan dan lingkungan kerja.