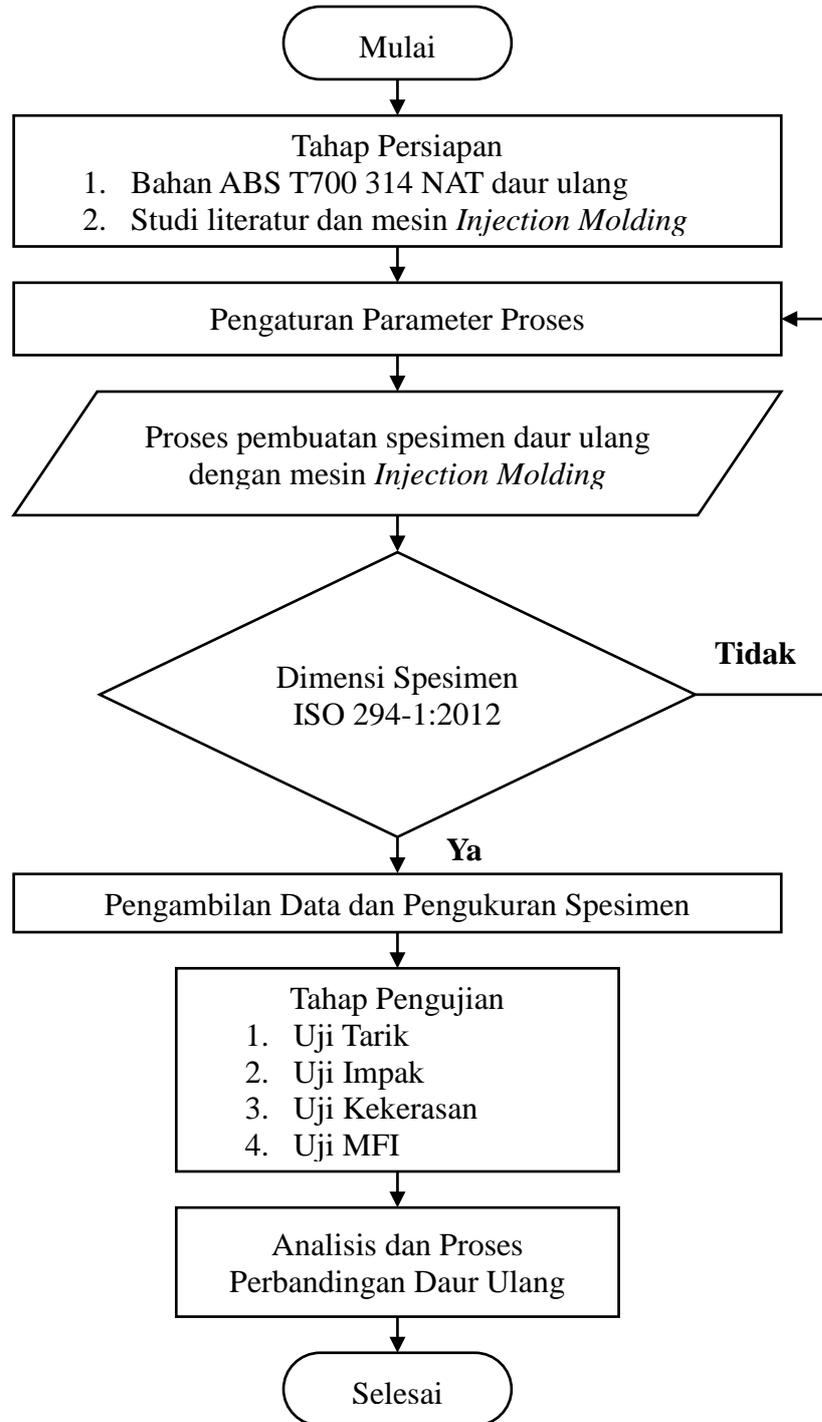


# BAB III METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Proses penelitian dilaksanakan di laboratorium teknologi plastik Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Produk yang dibuat adalah spesimen *multipurpose* dengan standar ISO 294 untuk kepentingan penelitian teknik. Waktu penelitian dilaksanakan dalam jangka waktu 6 bulan.

### 3.3 Alat dan Bahan yang digunakan

#### 3.3.1 Alat yang digunakan

Adapun alat yang digunakan untuk proses pembuatan dan pengujian spesimen adalah sebagai berikut:

##### a. Mesin *Injection Molding*

Mesin *injection molding* (Gambar 3.2) digunakan untuk pembuatan spesimen dari material plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) daur ulang. Spesifikasi mesin ini dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.



Gambar 3.2 Mesin *Injection Molding*

Tabel 3.1 Spesifikasi mesin injeksi Meiki 70 B (meiki.com)

Satuan dan nama bagian			Kapasitas		
<i>Injection unit</i>	Ukuran <i>screw</i>	mm	28	32	36
	Tekanan injeksi	kg/cm <sup>2</sup>	2640	2020	1590
	Volume injeksi	cm <sup>3</sup>	89	116	147
	Kecepatan injeksi	mm/sec	104	136	176
<i>Mold unit</i>	<i>Clamping force</i>	kN	687		
	<i>Open daylight</i>	mm	630		
	<i>Mold open stroke</i>	mm	460		
	<i>Mold height</i>	mm	170		
	<i>Platen size (H x V)</i>	mm	560 x 560		
	<i>Machine dimentions</i>	mm	3850 x 1100 x 1600		

b. Alat Uji Tarik (*Tensile Strain Tester*)

Pada penelitian ini spesimen diuji tarik menggunakan *Univesal Testing Machine* (UTM) dengan standar ISO 527-2 di Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik (BBKKP), Yogyakarta. Adapun alat uji tarik tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 3.3 dan spesifikasi pada Tabel 3.2.



Gambar 3.3 *Universal Testing Machine* (UTM)

Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Uji Tarik *Zwick Roell Z020*

Tipe	Z020
Pabrikan	<i>Zwick / Roell (Germany) tahun 2007</i>
Fungsi	<i>Tensile, compression, flexural, computer controlled universal materials testing machine, interlaminar, tear tests.</i>
Kisaran kecepatan	0.001 – 750 mm/min
Kapasitas beban	-20 – +20
Perlengkapan	<i>Tensile Head (10 kN)</i>
	<i>3 point bending head</i>
	<i>4 point bending head</i>
	<i>Zwick TestXpert 11.0 Program</i>
Standar	ISO 527 dan ASTM D638

Berdasarkan standar ISO 527-2, bahwa perlu diperhatikan pada kecepatan pada saat pengujian tarik spesimen karena akan berpengaruh terhadap waktu dan besaran regangan yang terjadi. Adapun kecepatan uji tarik yang dipakai adalah 50 mm/min yang disesuaikan dengan data spesifikasi material ABS murni. Kecepatan yang berbeda akan berpengaruh saat pengujian terutama pada regangan yang dapat ditunjukkan seperti tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Kecepatan Uji Kuat Tarik (standar ISO 527-2)

<i>Speed</i> mm/min	<i>Tolerance</i> %
1	$\pm 20$ <sup>1)</sup>
2	$\pm 20$ <sup>1)</sup>
5	$\pm 20$
10	$\pm 20$
20	$\pm 10$
50	$\pm 10$
100	$\pm 10$
200	$\pm 10$
500	$\pm 10$

*1) This tolerances are smaller than those indicated in ISO 5893*

d. Alat Uji Impak (*Impact Tester*)

Pada penelitian ini spesimen diuji impak menggunakan jenis *charpy* dengan standar ISO 179 / 1eU. Pengujian ini dilakukan di PT ATMI, Solo. Adapun alat uji impak dapat ditunjukkan pada Gambar 3.4 dan spesifikasi pada Tabel 3.4.



Gambar 3.4 Alat Uji Impak Model *Charpy*

Tabel 3.4 Spesifikasi Alat Uji Impak

Tipe	<i>Impact Testing Machine HIT5.5P</i>
Pabrikan	<i>Zwick / Roell (Germany) tahun 2016</i>
Fungsi	<i>Charpy and Izod</i>
Energi impak	<i>0,5 Joule, 1 Joule, 2 Joule, 2,7 Joule, 4 Joule, 5 Joule, dan 5,4 Joule</i>
Kapasitas impak	<i>Plastics dan Metals</i>
Standar	<i>DIN 50115, ISO 179-1, ASTM D6110, ISO 180, ASTM D256 (notched), dan ASTM D4812 (Without notch)</i>

e. Alat Uji Kekerasan (*Hardness Tester*)

Pada penelitian ini spesimen diuji kekerasan menggunakan jenis Shore D dengan standar ISO 7619 sesuai dengan material plastik ABS. Pengujian ini dilakukan di Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik (BBKKP), Yogyakarta. Adapun alat uji impak dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan spesifikasi pada Tabel 3.5.



Gambar 3.5 Alat Uji Kekerasan Model Shore D

Tabel 3.5 Spesifikasi Alat Uji Kekerasan Shore D

Type	Digi test II
Pabrikan	<i>BAREISS (Germany) tahun 2007</i>
Fungsi	<i>Harness Testing</i>
Model	Shore D
Ketebalan material	<i>For molded 4 – 6 mm</i>
Standar	DIN EN ISO 868 DIN ISO 7619, ASTM D 2240, NPT 51-174, BS903 Part. A 26

f. Alat Uji MFI (*Melt Flow Index*)

Pada penelitian ini spesimen diuji MFI dengan menggunakan standar ISO 1133. Pengujian tersebut dilakukan di ATMI, Solo. Adapun alat uji MFI dapat ditunjukkan pada Gambar 3.6 dengan spesifikasi pada tabel 3.6.



Gambar 3.6 Alat Uji MFI Model Otomatis

Tabel 3.6 Spesifikasi Alat Uji MFI (*Melt Flow Index*)

Type	<i>Cflow Extrusion Plastometer</i>
Pabrikan	<i>Zwick / Roell (Germany) tahun 2016</i>
Fungsi	Karakteristik laju aliran plastik (g/10 min)
Daya konsumsi	500 W
Kapasitas berat beban	46,6 kg
Tes pembebanan	0,325 kg up to 21,6 kg
Kisaran temperatur	+120 up to +400 °C
Standar	ISO 1133 dan ASTM 1238

## g. Jangka Sorong (Vernier Caliper)

Jangka sorong digunakan sebagai alat ukur panjang dan lebar spesimen *multipurpose* ABS daur ulang. Pada pengukuran spesimen ini, jangka sorong yang digunakan adalah jenis digital seperti ditunjukkan pada Gambar 3.7, sehingga hasil ukurnya lebih akurat secara otomatis saat pembacaan.



Gambar 3.7 Jangka Sorong Model Digital

h. *Thickness Gauge*

*Thickness gauge* digunakan sebagai alat ukur ketebalan spesimen *multipurpose* ABS daur ulang. Pengukuran ini sebanyak 3 kali dari tiap spesimen yang kemudian diambil rata – rata. Alat pengukuran tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 3.8.

Gambar 3.8 *Thickness Gauge*

i. *Mold Release*

*Mold release* (Gambar 3.9) digunakan sebagai anti lengket (*adhesion*) saat melepas produk spesimen *multipurpose* dari cetakan pada saat produksi.



Gambar 3.9 *Mold Release*

j. *Thermo Infrared*

Termometer ini (Gambar 3.10) digunakan untuk mengatur suhu aktual pada material plastik yang dipanaskan di *barrel*, sehingga terawasi bagian temperatur yang tidak sesuai dengan layar pada tampilan mesin *injection molding*.



Gambar 3.10 *Thermo Infrared*

k. Masker

Masker (Gambar 3.11) digunakan sebagai alat pelindung pernafasan pada saat mengoperasikan mesin *injection molding* dalam pembuatan spesimen. Kondisi plastik pada saat pelelehan dan injeksi akan mengeluarkan gas yang berbahaya bagi kesehatan kalau di hirup semakin lama dan terus – menerus.



Gambar 3.11 Masker  
(sumber: Pencarian di Google)

#### l. Sarung Tangan

Sarung tangan (Gambar 3.12) digunakan sebagai alat pelindung diri pada saat mengoperasikan mesin *injection molding*. Pada saat spesimen keluar dari cetakan (*mold*) suhu dari spesimen tersebut masih dalam kondisi panas sehingga dapat membahayakan tangan jika tanpa menggunakan sarung dalam pengambilan.



Gambar 3.12 Sarung Tangan  
(Sumber: Pencarian Google)

#### m. Safety Shoes

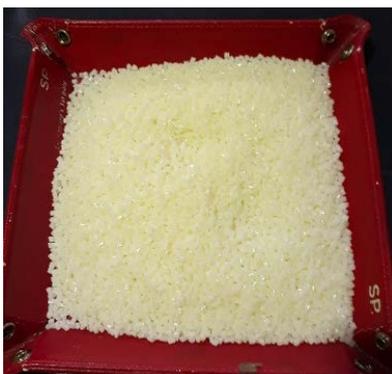
*Safety shoes* (Gambar 3.13) digunakan sebagai alat pelindung diri untuk menghindari resiko kecelakaan pada saat mengoperasikan mesin *injection molding*. Sepatu ini di rancang khusus yang dipadukan dengan metal dan tahan terhadap beban tertentu.



Gambar 3.13 *Safety Shoes*

### 3.3.2 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) T700 314 NAT murni dari PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri (YPTI) yang ditunjukkan pada Gambar 3.14. Material ini banyak digunakan untuk produksi *spare part* otomotif seperti *bumper*, *emblem*, spion dsb.



Gambar 3.14 Bahan ABS Murni T700 314 NAT

### 3.4 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan – tahapan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

#### 3.4.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku

Pada tahapan ini bahan baku *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) murni di produksi sampai 6 kali daur ulang dan diambil spesimen dengan ketentuan dapat dilihat pada pada tabel 3.7 sebagai berikut:

Tabel 3.7 Variasi Perbandingan ABS Daur Ulang

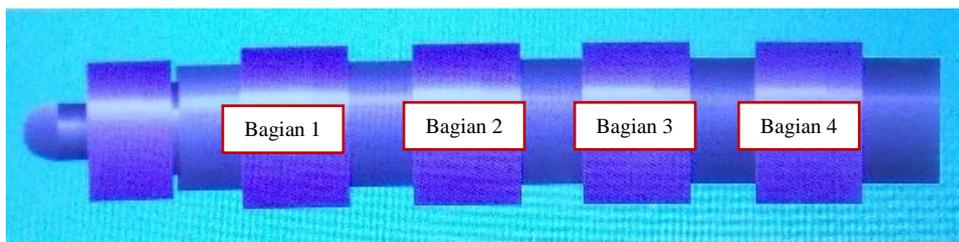
No.	Nama Spesimen	Kualitas
1.	ABS T700 314 NAT Daur Ulang	1 kali
2.	ABS T700 314 NAT Daur Ulang	3 kali
3.	ABS T700 314 NAT Daur Ulang	6 kali

#### 3.4.2 Tahapan Pembuatan Produk

Pembuatan spesimen menggunakan mesin *injection molding* dengan kapasitas 70 ton. Adapun langkah – langkah dalam pembuatan spesimen adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan material ABS murni yang diperoleh dari PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri (YPTI) sebanyak 4 kg.

- b. Menyiapkan Alat Pelindung Diri (APD) sebelum mengoperasikan mesin.
- c. Mengatur parameter temperatur material (Gambar 3.15), tekanan saat injeksi dan tekanan *holding* (Gambar 3.16) agar material plastik ABS melebur dan menginjeksi dengan optimal. Parameter pada Tabel 3.3, Tabel 3.4, dan Tabel 3.5 menunjukkan sebagai parameter ABS daur ulang.



Gambar 3.15 *Temperature Setting*

Tabel 3.8 Parameter Temperatur ABS Murni, Daur Ulang 1 dan 2 kali

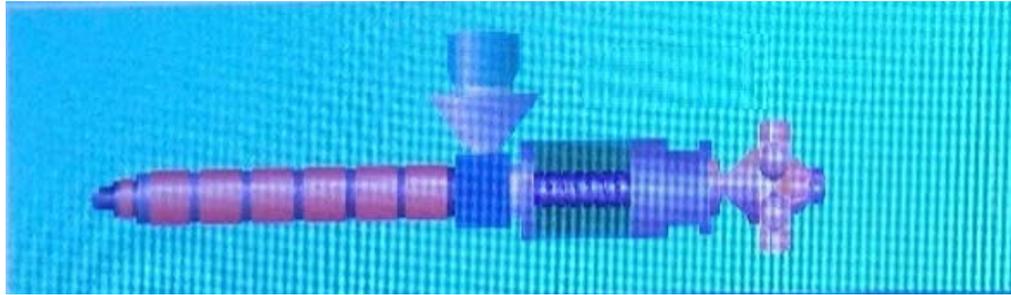
Uraian	<i>Barrel</i>			
	Bagian 1	Bagian 2	Bagian 3	Bagian 4
Temperatur ( $^{\circ}$ )	220	210	190	180

Tabel 3.9 Parameter Temperatur ABS Daur Ulang 3 dan 4 kali

Uraian	<i>Barrel</i>			
	Bagian 1	Bagian 2	Bagian 3	Bagian 4
Temperatur ( $^{\circ}$ )	200	190	185	180

Tabel 3.10 Parameter Temperatur ABS Daur Ulang 5 dan 6 kali

Uraian	<i>Barrel</i>			
	Bagian 1	Bagian 2	Bagian 3	Bagian 4
Temperatur ( $^{\circ}$ )	195	185	180	175

Gambar 3.16 *Injection and Holding Setting*

Tabel 3.11 Parameter Tekanan Injeksi ABS Murni, Daur Ulang 1 dan 2 kali

Uraian	<i>Injection Unit</i>				
	Bagian 1	Bagian 2	Bagian 3	Bagian 4	Bagian 5
Tekanan (bar)	140	135	130	125	120
Flux (%)	80	70	60	50	40

Tabel 3.12 Parameter Tekanan Injeksi ABS Daur Ulang 3 dan 4 kali

Uraian	<i>Injection Unit</i>				
	Bagian 1	Bagian 2	Bagian 3	Bagian 4	Bagian 5
Tekanan (bar)	130	125	120	115	100
Flux (%)	85	65	40	35	30

Tabel 3.13 Parameter Tekanan Injeksi ABS Daur Ulang 5 dan 6 kali

Uraian	<i>Injection Unit</i>				
	Bagian 1	Bagian 2	Bagian 3	Bagian 4	Bagian 5
Tekanan (bar)	150	140	135	130	125
Flux (%)	85	65	40	35	30

Tabel 3.14 Parameter Tekanan *Hold Press* ABS Murni

Uraian	<i>Hold Press</i>			
	Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3	Tingkat 4
Tekanan (bar)	100	95	85	80
Flux (%)	43	41	39	37
Waktu (detik)	3.5	2	1.2	1

Tabel 3.15 Parameter Tekanan *Hold Press* ABS Daur Ulang 1 sampai 6 kali

Uraian	<i>Hold Press</i>			
	Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3	Tingkat 4
Tekanan (bar)	80	80	85	80
Flux (%)	35	35	39	37
Waktu (detik)	3	3	1	0

- d. Memasukkan material plastik ABS kedalam *hopper* pada mesin injeksi
- e. Menutup *cover sliding* kemudian menekan tombol *semi auto* untuk proses injeksi spesimen selama 10 detik.
- f. kemudian menekan tombol *emergency* dan *cover sliding* dibuka ambil spesimen. Apabila spesimen tidak ada cacat sesuai dengan standar maka melanjutkan proses produksi sebanyak 90 buah (30 buah daur ulang 1 kali, 30 buah daur ulang 3 kali, dan 30 buah daur ulang 6 kali).
- g. Setelah selesai proses produksi spesimen, memastikan material plastik di dalam *barrel* habis kemudian membersihkan mesin injeksi, lingkungan sekita, dan mematikan mesin *injection molding*.

### 3.4.3 Tahapan Pengukuran Spesimen

Pada tahapan ini melakukan pengukuran pada spesimen untuk mendapatkan nilai rata – rata lebar dan nilai – nilai ketebalan.

#### a. Pengukuran lebar

Pengukuran ini menggunakan alat yaitu jangka sorong dengan menempatkan 3 titik dari spesimen.

#### b. Pengukuran ketebalan

Pengukuran ini menggunakan alat yaitu *thickness gauge* dengan menempatkan 3 titik dari spesimen.

### 3.4.4 Tahapan Pengujian Produk

#### a. Proses Pengujian Kuat Tarik

Langkah – langkah proses pengujian kuat tarik antara lain sebagai berikut:

1. Melakukan pencarian dimensi dari spesimen sesuai standar ISO 527-2.
2. Menyalakan alat uji kuat tarik dan unit komputer untuk mengatur pada saat proses pengujian berlangsung.
3. Mengatur kecepatan tarik sebesar 50 mm/min.
4. Memasangkan benda uji spesimen ke cekaman pada alat uji tarik, dengan menyesuaikan tanda antara UP dan DOWN.
5. Menjalankan Zwick TestXpert 11.0 Program pada komputer.
6. Mengisikan data material pada kolom Method window.
7. Membuatkan Report Screen yang terdiri dari Test No, Test Date, dan Material Name.
8. Memulai pengujian dengan mengklik TEST pada tool box.
9. Setelah selesai mencetak hasil pengujian dengan mengklik PRINT.

#### b. Proses Pengujian Impak

Langkah – langkah proses pengujian impak antara lain sebagai berikut:

1. Menyalakan monitor alat uji impak dan komputer sebagai hasil laporan uji secara otomatis.
2. Menyiapkan spesimen yang sesuai dengan standar ISO 179/1eU dengan ukuran panjang 80 mm x 10 mm x 4 mm.

3. Pada alat uji impak ini menggunakan metode charpy dan tidak menggunakan takikan.
4. Memilih pendulum sesuai dengan jenis pengujian material dan memastikan pendulum yang dipilih sudah mendeteksi dengan benar.
5. Membuka *software* pengujian dan mengisi *template* sesuai standar yang dipilih untuk proses pengujian.
6. Meletakkan spesimen dengan posisi mendatar pada dudukan dan terapat.
7. Menarik tuas untuk menjalankan pendulum berayun bebas mengenai spesimen.
8. Setelah spesimen patah kemudian menarik tuas rem untuk mengurangi kecepatan pendulum hingga berhenti.
9. Melakukan pengujian spesimen berulang sesuai kebutuhan untuk mendapatkan data yang diinginkan.
10. Setelah selesai menguji spesimen sesuai kebutuhan penelitian dan cetak report hasil pengujian.
11. Membersihkan lingkungan sekitar dan menempatkan peralatan sesuai dengan tempatnya.

### **c. Proses Pengujian Kekerasan**

Langkah – langkah proses pengujian kekerasan antara lain sebagai berikut:

1. Menyiapkan spesimen yang sesuai dengan standar ISO 7619
2. Menekan tombol *ON* untuk menyalakan digital monitor.
3. Mengatur ukuran penekanan dengan jarak 10 cm dari Shore D terhadap permukaan spesimen sebagai benda uji.
4. Pada satu spesimen menguji 3 titik yaitu titik kanan, titik tengah, dan titik kiri.
5. Menekan tombol *start* untuk menjalankan pengujian.
6. Menunggu sampai 15 detik, jarum indentor akan kembali semula dan mengunci hasil pengujian pada monitor.
7. Mencatat hasil spesimen setelah uji sesuai kebutuhan untuk mendapatkan data yang diperlukan.
8. Setelah selesai matikan alat uji dan membersihkan lingkungan sekitar.

**d. Proses Pengujian MFI (*Melt Flow Index*)**

Langkah – langkah proses pengujian MFI antara lain sebagai berikut:

1. Menyiapkan spesimen yang sesuai dengan standar ISO 1133 berupa biji palstik atau bentuk *crusher* dari spesimen ABS daur ulang 1 kali, 3 kali, dan 6 kali sebanyak  $\pm 50$  gram.

Paramater karakteristik dari bahan ABS adalah sebagai berikut:

- Temperatur : 220<sup>0</sup>C
- Beban : 10 kilogram
- *Cut-off time* : 15 detik / 0,25 menit

2. Menyalakan monitor alat uji MFI dan komputer sebagai hasil laporan otomatis.
3. Menyiapkan peralatan pengujian dan mengatur suhu alat MFI sesuai dengan parameter dan standar.
4. Menyiapkan beban (*load*) sesuai standar pengujian.
5. Buka *software* pengujian dan memilih *template* pengujian sesuai dengan standar yang digunakan.
6. Memasukkan biji *crusher* plastik ABS daur ulang ke dalam *barrel* alat uji MFI.
7. Men-klik *start* untuk memulai *pre-heating*.
8. Memadatkan material *crusher* ABS dengan menggunakan *Rod Bar*.
9. Setelah *pre-heating* selesai kemudian memberikan beban sesuai paramater material tersebut. Pada ABS sendiri diberi beban sebesar 10 kilogram.
10. Menunggu proses sampai alat tersebut melakukan kalkulasi MFI.
11. Pada waktu 15 detik ekstrudat yang keluar akan memotong secara otomatis sampai cincin atas memasuki silinder.
12. Ekstrudat yang terpotong akan keluar hasil MFR secara otomotis dalam bentuk rata – rata dari tiap variasi.
13. Setelah selesai menguji spesimen sesuai kebutuhan penelitian dan cetak report hasil pengujian.
14. Membersihkan lingkungan sekitar dan menempatkan peralatan sesuai dengan tempatnya.