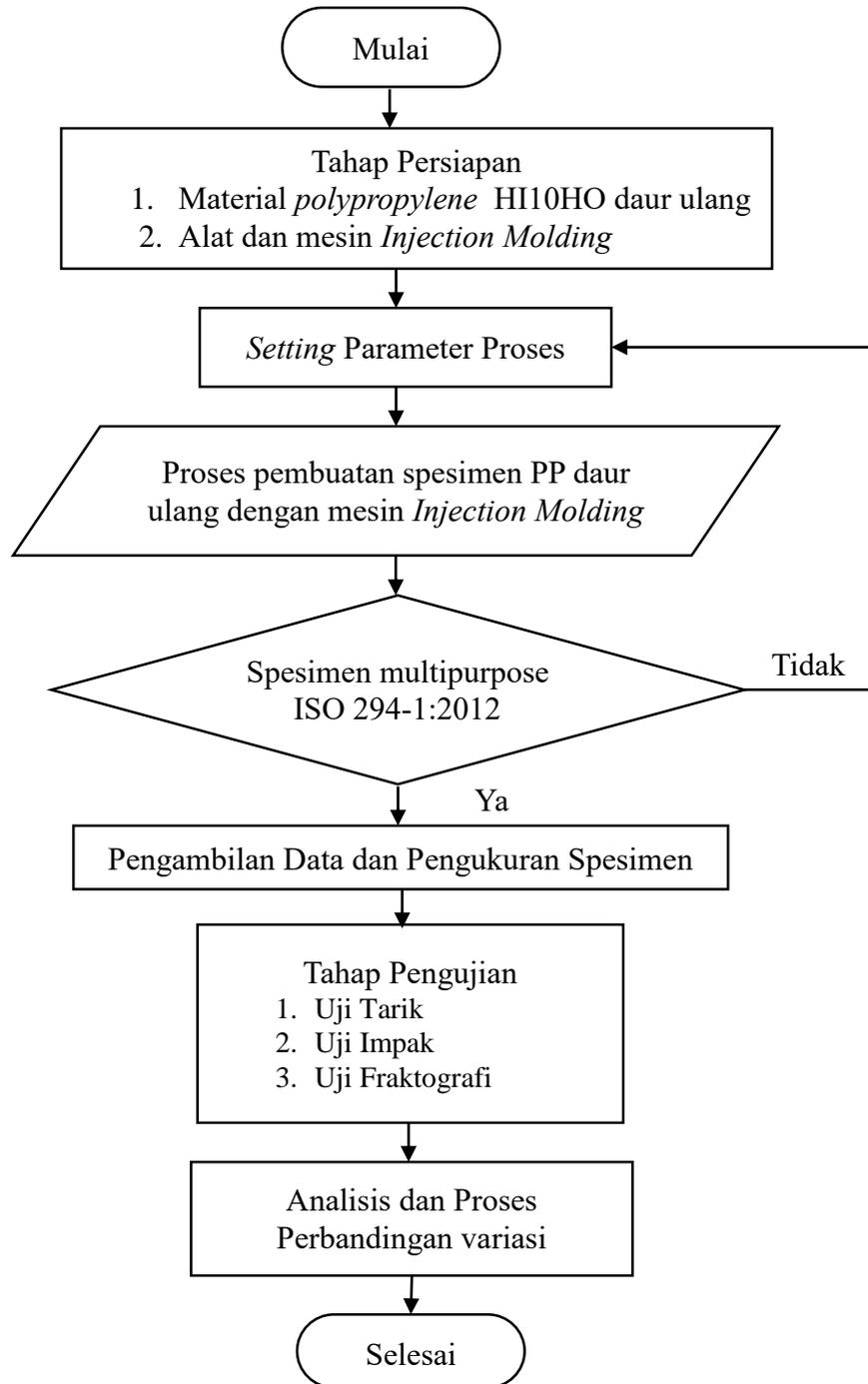


BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium teknologi plastik Teknik Mesin gedung G6 lantai dasar Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Produk yang dibuat adalah spesimen multipurpose standar ISO 294 untuk keperluan penelitian teknik. Waktu penelitian dilakukan dalam waktu 6 bulan.

3.3 Alat dan Bahan yang digunakan

Alat yang digunakan dalam pembuatan dan pengujian spesimen adalah sebagai berikut:

a. Mesin Injection Molding

Mesin injection molding (Gambar 3.2) digunakan untuk pembuatan spesimen dari material plastik *polypropylene* HI10HO daur ulang. Spesifikasi mesin Meiki 70 B dapat ditunjukkan pada tabel 3.2.



Gambar 3.2. Mesin Injection Molding

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

Satuan dan nama bagian		Satuan	Kapasitas		
<i>Injection unit</i>	<i>screw</i>	mm	28	32	36
	Tekanan injeksi	kg/cm ²	2640	2020	1590
	Volume injeksi	cm ³	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 527-1 di ATMI, Surakarta. 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 tahun 2007
Perusahaan pembuat	<i>Zwick/ Roell (germany)</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 (10kN)</i>
	<i>3 point bending head</i>
	<i>4 point bending head</i>
	<i>Zwick TestXpert 11.0 Program</i>
Standar pengujian	ASTM D638 dan ISO 527

Berdasarkan standar ISO 527-1 saat pengujian tarik spesimen perlu diperhatikan kecepatannya, karena berpengaruh terhadap waktu dan besarnya regangan yang terjadi kecepatan 1 mm/min menunjukkan nilai regangan mencapai 64,29 mm sedangkan dengan kecepatan 50 mm/min menunjukkan nilai regangan sebesar 17,41 mm. Kecepatan uji tarik yang akan dipakai adalah 100 mm/min yang disesuaikan dengan data spesifikasi material PP murni. Berikut tabel kecepatan uji tarik pada tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3. Kecepatan Uji Kuat Tarik (standar ISO 527-1a)

<i>Speed mm/min</i>	<i>Tolerance %</i>
1	± 20 ¹⁾
2	± 20 ¹⁾
5	± 20
10	± 20
20	± 10
50	± 10
100	± 10
200	± 10
500	± 10
<i>1) This tolerances are smaller than those indicated in ISO 5893</i>	

c. Alat Uji Impak (Impact Tester)

Pada penelitian ini spesimen diuji impak menggunakan jenis charpy dengan standar ISO 179 / 1eA. Pengujian ini dilakukan di PT ATMI, Surakarta. Alat uji impak dapat dilihat 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	Impact Testing Machine HIT5.5P
Perusahaan Pembuat	<i>Zwick/Roell (Germany) Tahun 2016</i>
Fungsi	Izod dan Charpy
Energi impak	0,5 Joule, 1 joule, 2 joule, 2,7 joule, 4 joule, 5 joule, dan 5,4 joule
Kapasitas	<i>Metals and Plastics</i>
Standart	DIN 50115, ISO 179-1, ASTM D6110, ISO 180, ASTM D256 (<i>notched</i>), dan ASTM D4812 (<i>without notch</i>)

d. Alat Uji Fraktografi

Pada penelitian ini spesimen diuji mikro struktur menggunakan mikroskop Olympus BX53M. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. mikroskop Olympus BX53M dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Mikroskop Olympus BX53M

(sumber : <http://www.olympus-ims.com/en/microscope/bx53m>)

Tabel 3.5. Spesifikasi Mikroskop Olympus BM53M

Tipe	Mikroskop Olympus BX53M
Metode observasi	<i>Brightfield, darkfield, MIX, polarized, differential interference contrast, fluorescence</i>
Optik	UIS2 optics
Sumber cahaya	LDE
Dimensi panggung	76 x 52mm
Berat	Approx.18.3 Kg

e. Masker

Masker (Gambar 3.6) digunakan sebagai alat pelindung pernafasan. Pada saat mesin injeksi beroperasi, lelehan material plastik akan mengeluarkan gas yang berbahaya bagi kesehatan.



Gambar 3.6. Masker

f. Jangka Sorong (Vernier Caliper)

Jangka sorong berfungsi sebagai alat ukur panjang dan lebar spesimen multipurpose PP daur ulang. Pengukuran pada spesimen ini digunakan jangka sorong jenis digital seperti ditunjukkan pada Gambar 3.7, sehingga hasil pengukurannya lebih akurat saat pembacaan.



Gambar 3.7. Jangka Sorong Model Digital

g. *Mold Release*

Mold release (Gambat 3.8) digunakan sebagai pelumas cetakan dan mempermudah ejektor saat melepas spesimen multipurpose dari cetakan pada saat produksi.



Gambar 3.8. Mold Release

h. Thermo Infrared

Termometer Infrared ini (Gambar 3.9) digunakan untuk mengukur suhu aktual pada material plastik yang dipanaskan di barrel, sehingga terlihat apabila temperatur tidak sesuai dengan layar pada tampilan mesin injection molding.



Gambar 3.9. Thermometer Infrared

i. Sarung Tangan

Sarung tangan digunakan sebagai alat pelindung tangan saat mengoperasikan mesin injection molding. Pada saat spesimen keluar dari cetakan (mold) suhu dari spesimen tersebut masih dalam kondisi panas, sehingga dapat membahayakan tangan ketika melakukan pengambilan spesimen tanpa menggunakan sarung tangan (Gambar 3.10).



Gambar 3.10. Sarung Tangan

j. Bahan Material yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah plastik *polypropylene* (PP) HI10HO murni dari PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri (YPTI) yang ditunjukkan pada Gambar 3.11 dan pada Gambar 3.12 bahan PP daur ulang 2 kali. Material ini banyak digunakan untuk produksi komponen elektronik, komponen otomotif, dan wadah kemasan. Metode manufaktur yang digunakan dalam pembuatan produk yaitu injection molding. Pada Tabel 3.5 menunjukkan data sheet uji mekanis material polypropylene HI10HO.



Gambar 3.11. Bahan PP Murni HI10HO



Gambar 3.12. Bahan PP Daur Ulang 2 Kali

3.4 Tahapan Penelitian

Berikut tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

3.4.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku

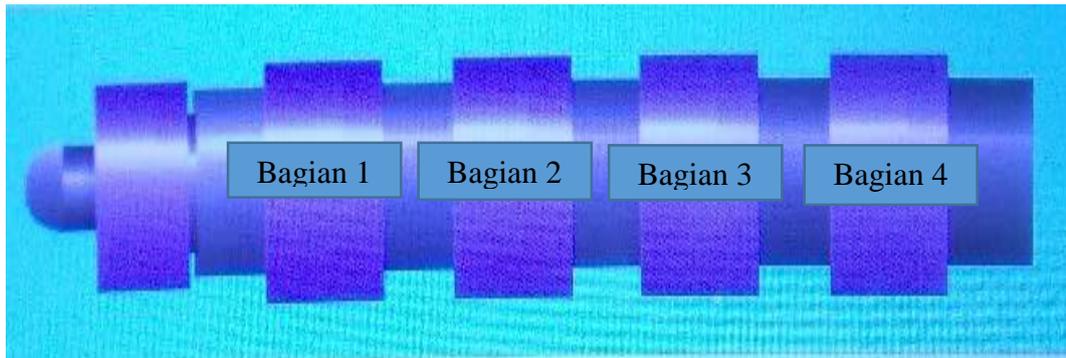
Pada tahapan ini bahan baku yang di gunakan *polypropylene* (PP) HI10HO murni diproduksi dengan temperatur 200°C dan didaur ulang sebanyak 2 kali menggunakan mesin *crusher*. Membuat spesimen dengan 3 variasi temperatur injeksi yaitu dengan temperatur 190°C, 220°C dan 250°C.

3.4.2 Tahapan Pembuatan Produk

Pembuatan spesimen dalam kondisi optimal tidak lepas dari parameter yang sesuai dalam pembuatan spesimen material polipropilen untuk mengurangi terjadinya cacat yang terjadi pada spesimen (Firdaus, 2002). Pembuatan spesimen *multipurpose* standar ISO 294 menggunakan mesin injection molding dengan kapasitas 70 ton menggunakan material *polymer polypropylene* HI10HO daur ulang. Langkah – langkah dalam pembuatan spesimen adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan material PP murni yang didapat dari PT Yogya Presisi Teknikatama Industri (YPTI) sebanyak 10 kg.

- b. Menyiapkan Alat Pelindung Diri (APD) sebelum mengoperasikan mesin injeksi molding Meiki 70 B.
- c. Mengatur parameter temperatur material (Gambar 3.13), tekanan saat injeksi, dan tekanan holding agar material PP melebur dan menginjeksi dengan optimal. Parameter temperatur PP ditunjukkan pada Tabel 3.6, Tabel 3.7 dan Tabel 3.8.



Gambar 3.13. Temperatur *Setting*

Tabel 3.6. Parameter Temperatur material plastik PP Daur Ulang

Temperatur Setting				
Barrel	1 Seg	2 Seg	3 Seg	4 Seg
Temperatur (190°C)	190	180	170	160
Temperatur (220°C)	220	200	190	180
Temperatur (250°C)	250	235	200	190

Temperatur barrel memiliki 4 segmen dapat ditunjukkan pada (Gambar 3.13) yang mana setiap segmen memiliki temperatur yang berbeda, segmen pertama temperatur lebih tinggi dibandingkan dengan segmen setelahnya guna mempermudah material *polypropylene* (PP) meleleh saat diinjeksikan kedalam cetakan (mold). Sesuai dengan material data sheet *polypropylene* akan meleleh pada temperatur 190° - 250°C.

Tabel 3.7. Parameter tekanan injeksi material plastik PP Daur Ulang

Uraian	Segmen				
	Bagian 1	Bagian 2	Bagian 3	Bagian 4	Bagian 5
Tekanan (bar) 190°C	130	127	120	117	115
Flux (%)	70	60	45	43	37
Tekanan (bar) 220°C	125	122	120	117	115
Flux (%)	70	55	46	43	37
Tekanan (bar) 250°C	130	125	122	117	115
Flux (%)	70	55	50	45	35

Tabel 3.8. Parameter tekanan holding material plastik PP Daur Ulang

Uraian	Hold Press			
	Bagian 1	Bagian 2	Bagian 3	Bagian 4
Tekanan (bar)	80	80	85	80
Flux (%)	30	32	35	38
<i>Time (s)</i>	1	1,20	3	3

Setting parameter *holding press* memiliki 4 bagian dan 3 komponen utama yaitu tekanan (bar), *flux* (kecepatan) dan *time (s)* ditunjukkan pada Tabel 3.9 diatas. Pengaturan *holding press* ½ 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.

- d. Memasukkan material plastik PP daur ulang kedalam hopper pada mesin injeksi.
- e. Menutup *cover slidding* kemudian menekan tombol *semi auto* untuk proses injeksi spesimen.
- f. Selanjutnya menekan tombol manual dan *cover slidding* dibuka untuk mengambil spesimen. Apabila spesimen tidak terdapt adanya cacat sesuai dengan standar maka melanjutkan proses produksi sebanyak 45 buah (15 buah variasi

temperatur 190°C, 15 buah daur variasi temperatur 220°C, dan 15 buah variasi temperatur 250°C).

- g. Setelah selesai melakukan proses produksi spesimen, selanjutnya memastikan material plastik didalam *barrel* terkuras habis, membersihkan mesin injeksi, area kerja, dan mematikan mesin *injection molding*.

3.4.3 Tahapan Pengukuran Spesimen

Pada tahapan ini melakukan pengukuran pada spesimen yang telah i produksi untuk mendapatkan nilai rata – rata lebar dan rata-rata ketebalan.

- a. Pengukuran ketebalan

Pengukuran tebal spesimen menggunakan jangka sorong digital dengan menempatkan 3 titik dari spesimen, yaitu titik tengah, titik kanan, dan titik kiri.

- b. Pengukuran lebar

Pengukuran lebar spesimen menggunakan jangka sorong digital dengan menempatkan 3 titik, yaitu titik tengah, titik kanan, dan titik kiri.

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 527-1.
2. Menyalakan alat uji kuat tarik dan unit komputer untuk mengatur pada saat proses pengujian berlangsung.
3. Mengatur kecepatan tarik sebesar 100 mm/min.
4. Memasangkan benda uji spesimen ke cekaman pada alat uji tarik, dengan menyesuaikan tanda antara UP dan DOWN.
5. Menjalankan *Zwick Test Xpert 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 kerja dan menempatkan peralatan pada tempatnya.