

BAB III

METODE PENELITIAN

Pengertian metode penelitian secara umum adalah metode yang menjelaskan bagaimana tahapan suatu penelitian yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur dan langkah-langkah atau prosedur dari suatu penelitian :

3.1 Tahapan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian ada beberapa tahapan yang harus dipersiapkan diantaranya :

1. Studi pustaka mengenai mesin *injection molding*, metode taguchi (DOE) dan material plastik polikarbonat. Studi pustaka menggunakan literatur dari jurnal nasional maupun internasional dan buku.
2. Mempersiapkan peralatan yang mendukung untuk proses penelitian dengan menggunakan mesin *injection molding*.

3.2 Tempat Penelitian

Proses penelitian dan pembuatan spesimen dilakukan dilaboratorium teknologi plastik Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Produk yang dibuat adalah berupa spesimen *multipurpose* dengan standar ISO 294-1 (2012) untuk kepentingan penelitian.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian yang digunakan

3.3.1 Alat Penelitian yang digunakan

Alat penelitian untuk proses pembuatan dan pengujian spesimen yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Mesin *Injection Molding*

Mesin *injection molding* ini digunakan untuk membuat atau mencetak produk berupa spesimen material plastik yang berbahan polikarbonat murni. Data spesifikasi mesin *injection molding* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Spesifikasi mesin *injection molding* 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 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		



Gambar 3. 1 Mesin *injection molding*

b. Alat Uji Impak (*Impact Test*)

Pada penelitian ini spesimen diuji impak dan dilakukan pengujian di Politeknik ATMI Surakarta. Uji impak menggunakan jenis *charpy* dengan standar ISO 179 / 1eA.

Adapun alat uji impact dapat ditunjukkan pada Gambar (3.2) dan tabel spesifikasi pada Tabel (3.2).



Gambar 3. 2 Alat uji impact model *charpy*

Tabel 3. 2 Spesifikasi alat uji impact

Tipe	Impact Testing Machine HIT5.5P
Perusahaan Pembuat	Zwick/Roell (Germany) Tahun 2016
Fungsi	Izod dan Charpy
Energi impact	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>)

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

Pada penelitian ini spesimen di uji tarik dan dilakukan pengujian di Politeknik ATMI Surakarta. Uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan standar ISO 527. Adapun alat uji tarik dan spesifikasi alat uji tarik dapat ditunjukkan gambar (3.3) dan tabel spesifikasi pada tabel (3.3)



Gambar 3. 3 Alat uji tarik (*Tensile Strain Tester*)

Tabel 3. 3 Spesifikasi alat uji tarik (*Tensile Strain Tester*)

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

Menurut standar ISO 527-2, bahwa perlu diperhatikan pada kecepatan pada saat melakukan 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 polikarbonat murni. Kecepatan yang berbeda akan berpengaruh saat pengujian terutama pada regangan yang dapat ditunjukkan seperti tabel (3.4) sebagai berikut.

Tabel 3. 4 Kecepatan Uji Kuat Tarik (Standar ISO 527-2)

<i>Speed</i> mm/min	<i>Tolerance</i> %
1	± 20 ¹⁾
2	± 20 ¹⁾
5	± 20
10	± 20
20	± 10
50	± 10
100	± 10
200	± 10
500	± 10

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

d. Minitab

Software minitab adalah program komputer yang digunakan untuk membantu melakukan pengolahan data statistik dan memvariasi parameter yang akan digunakan untuk melakukan percobaan dengan metode taguchi. *Software minitab* ini mempunyai kemampuan dalam menganalisis data statistik yang di *input* data seperti pada Excel untuk menghitung analisis secara cepat dengan proses analisis dalam statistik adalah salah satu metode untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel yang lain (variabel parameter proses).

Simbol *software minitab* dapat dilihat seperti pada (Gb.3.4).



Gambar 3. 4 *Software minitab* (Qualitymag.com)

Tabel 3. 5 Alat yang digunakan

Nama dan Fungsi Alat	Gambar Alat
<p>Kunci Inggris: Untuk memasang dan melepas <i>nipple cooling mold</i>.</p>	
<p>Kunci L: Untuk memasang dan melepas baut <i>heater barrel</i> pada mesin <i>injection molding</i>.</p>	
<p><i>Thermo Infrared</i>: Untuk mengukur suhu aktual pada material yang dipanaskan pada <i>barrel</i> mesin <i>injection molding</i>.</p>	
<p><i>Hairdryer</i>: Untuk mengeringkan material plastik yang akan diproses dan mengurangi kandungan air pada material.</p>	
<p><i>Mold Release</i>: Sebagai anti lengket (<i>adhesion</i>) yang berfungsi untuk mempermudah melepas produk spesimen <i>multipurpose</i> dari cetakan pada saat produksi .</p>	
<p>Jangka Sorong: Untuk mengukur panjang dan lebar dari spesimen <i>multipurpose</i>.</p>	

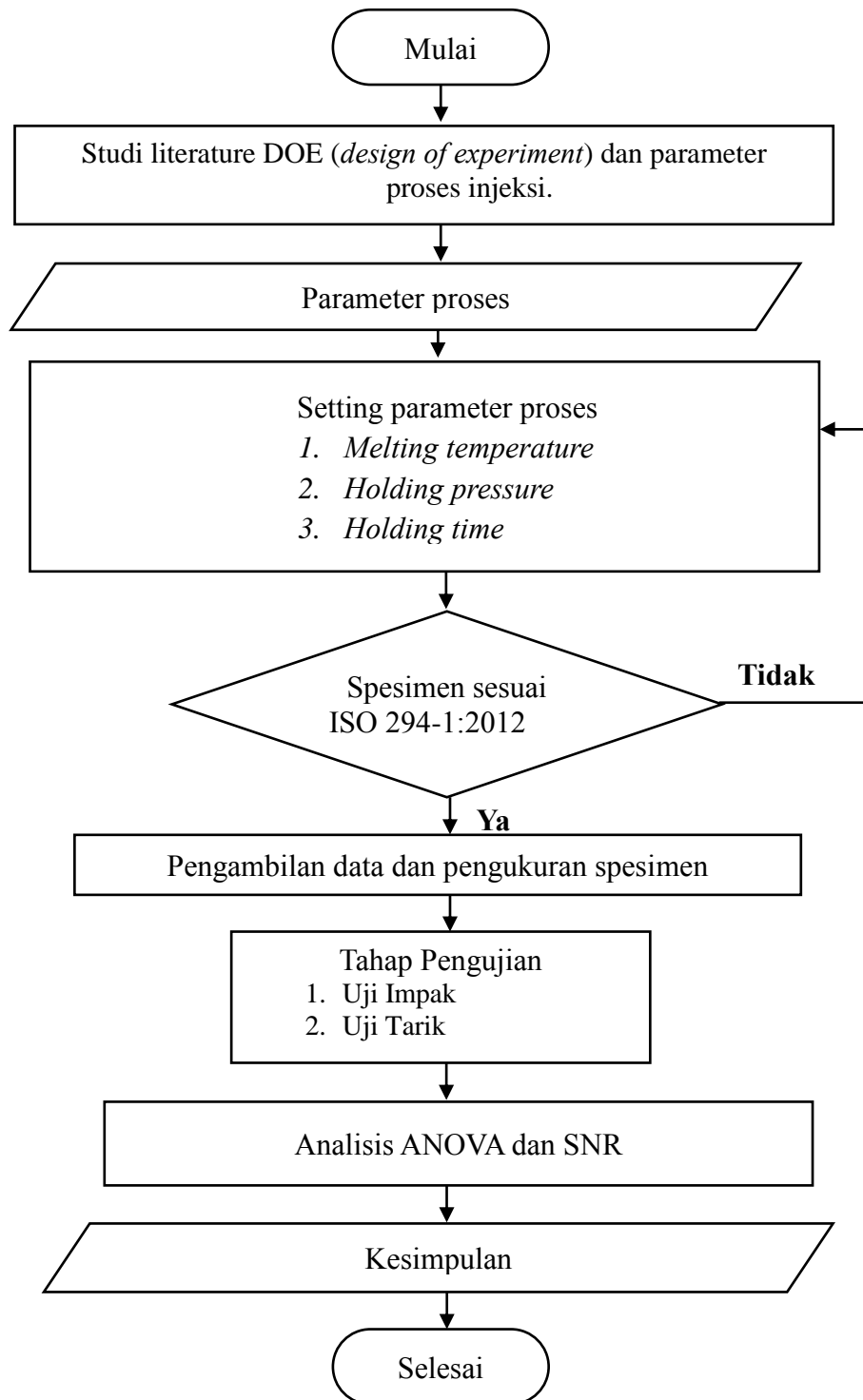
3.3.2 Bahan Penelitian yang Digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah material plastik resin *polycarbonate PC type Wonderlite 110* dari PT. Yogya Presisi Tehnikatama Industri (YPTI). Material plastik ini banyak diaplikasikan diberbagai produk otomotif seperti lensa penerangan, lensa pengaman dan lensa lampu otomotif.



Gambar 3. 5 Bahan *Polycarbonate wonderlite 110* murni.

3.4 Diagram Alir



Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian

3.5 Metode (*Design of Experiment*) DOE

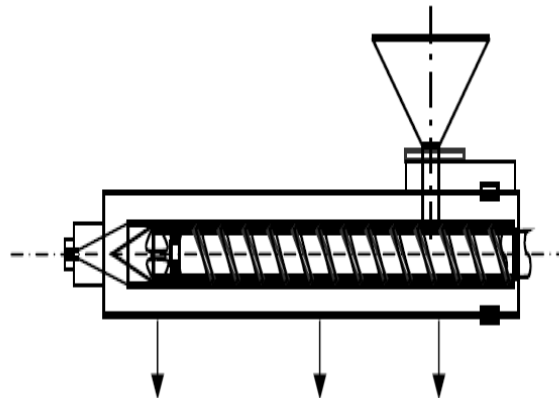
Penelitian ini menggunakan metode DOE untuk mendapatkan variasi parameter proses injeksi dan untuk meminimalkan pengaruh terhadap *shrinkage* seperti *melting temperature*, *holding pressure*, *holding time* dan *injection pressure*. Parameter proses yang didapatkan digunakan untuk setting pada mesin *injection molding*.

3.6 Menentukan Parameter Proses

Untuk menentukan variasi pada parameter proses dengan menggunakan metode DOE didapatkan tiga variasi dan tiga level perubahan. Berikut ini adalah parameter yang digunakan diantaranya yaitu *melting temperature*, *holding time* dan *holding pressure*.

1. *Melting Temperatur.*

Berdasarkan material yang digunakan untuk menentukan besarnya temperatur leleh diperoleh dari literatur data yang dapat dijadikan acuan parameter setting pada penelitian. Besarnya nilai pada setiap level parameter proses yang digunakan yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari data *sheet* material PC resin *Chi mei 110 wonderlite*.



Grade / Application		Nozzle	Compression Zone	Feeding Zone	Mold Temperature
PC-110	max (°C)	310	320	300	70-120
	min (°C)	250	250	230	

Gambar 3. 7 Level setting parameter *temperature* (Chi Mei, 2017)

Tabel 3. 6 *Typical injection molding conditions PC 110 wonderlite resin*

(Chi Mei, 2017)

Processing Informasi	
<i>Injection</i>	Nominal Value Unit
<i>Drying Temperature</i>	120 °C
<i>Driying Time</i>	4.0 hr
<i>Rear Temperature</i>	230 - 300°C
<i>Middle Temperature</i>	250 - 320°C
<i>Front Temperature</i>	250 - 310°C
<i>Mold Temperature</i>	70 - 120°C

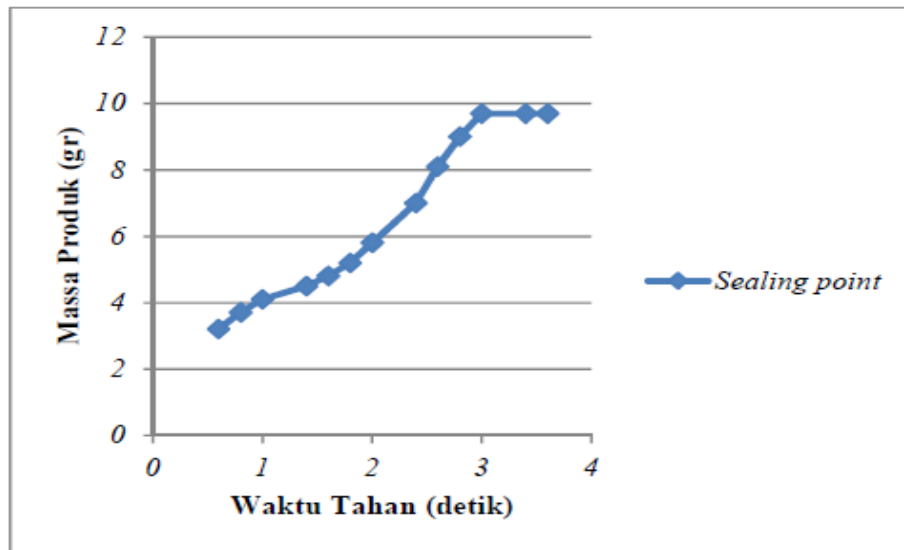
2. Penentuan *Holding Time*

Untuk menentukan parameter *holding time* yang dapat digunakan pada penelitian ini, dilakukan *trial* produk. Data *trial* produk diperoleh pada Tabel.3.7.

Tabel 3. 7 *Data trial produk holding time*

Massa Produk	Gram	<i> Holding Time</i>	Detik
M1	3,2	t1	0,6
M2	3,7	t2	0,8
M3	4,1	t3	1
M4	4,5	t4	1,4
M5	4,8	t5	1,6
M6	5,2	t6	1,8
M7	5,8	t7	2
M8	7	t8	2,4
M9	8,1	t9	2,6
M10	9	t10	2,8

M11	9,7	t11	3
M12	9,7	t12	3,4
M13	9,7	t13	3,6



Gambar 3. 8 *Sealing point* pada *holding time*

Berdasarkan *trial* produk dengan *holding time* parameter didapatkan *sealing poin holding time* pada 3 sekon. Maka dari itu pada penelitian yang dilakukan menggunakan *holding time* 3 sekon dan divariasi ketiga level.

3. Penentuan Level *Holding Pressure*

Berdasarkan material yang digunakan *holding pressure* yang dapat dijadikan acuan parameter setting pada penelitian ini adalah 50 – 75 % (Chi Mei, 2017) dari *hydrolic pressure*. Dari perhitungan teoritis *hydrolic pressure* yang diperoleh 130 bar, maka *holding pressure* yang dapat digunakan sebesar 65 bar – 97,5 Bar.

Besarnya nilai pada setiap variabel parameter dengan tiga level diperoleh dari literatur data *sheet* material PC resin *wonderlite 110*, dan diskusi dengan staf produksi di perusahaan manufaktur plastik. Serta melakukan beberapa *trial* produk, dan perhitungan secara teoritis sebelum melakukan

penelitian. Besarnya nilai disetiap *level* yang digunakan pada penelitian terdapat pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 8 Data *level* seting parameter proses

Faktor	Parameter	Satuan	Level 1	Level 2	Level 3
A	<i>Melting Temperatur</i>	⁰ C	250	265	280
B	<i>Holding Time</i>	Detik	3	3,4	3,6
C	<i>Holding Pressure</i>	Bar	70	75	80

3.7 Desain Faktorial

Dalam penelitian ini desain faktorial dibuat menggunakan *software minitab* 16. Dalam metode taguchi pada penelitian ini digunakan *array orthogonal* (AO) L9 (3^4) yang berarti sembilan percobaan dimana ada empat parameter dengan tiga perubahan variabel dalam setiap faktor parameter. Empat variabel dalam hal ini adalah empat variabel pengamatan, dengan tiga *level* nilai perubahan, pada Tabel 3.9 dapat dilihat desain faktorial yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 3. 9 Desain faktorial penelitian

Faktor Percobaan	Level parameter proses			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Tabel 3. 10 Parameter proses *injection molding*

No	<i>Melting Temperatur</i>	<i>Holding Time</i>	<i>Holding Pressure</i>
1	250	3	70
2	250	3.4	75
3	250	3.6	80
4	265	3.4	70
5	265	3.6	75
6	265	3	80
7	280	3.6	70
8	280	3	75
9	280	3.4	80

3.8 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 plastik polikarbonat murni yang akan digunakan dalam penelitian.
- b. Menyiapkan Alat Pelindung Diri (APD) sebelum mengoperasikan mesin *injection molding*.
- c. Menghidupkan mesin injeksi dan menekan tombol ON *heater* kemudian motor listrik pada *control panel* mesin injeksi.
- d. Setelah menghidupkan semua komponen pada mesin injeksi kemudian masukkan data variasi parameter yang sudah disiapkan sesuai dengan material plastik yang digunakan yaitu material polikarbonat murni dengan variasi parameter suhu pencairan material, tekanan injeksi, tekanan *holding*, dan waktu penekanan seperti pada Tabel 3.10.
- e. Setelah selesai memasukkan data variasi parameter kemudian masukkan material biji plastik polikarbonat ke dalam *hopper*.

- f. Selanjutnya *charging* material plastik agar material plastik didalam *hopper* dapat mencair dan siap di injeksikan ke dalam cetakan.
- g. Setelah material plastik mencair dan suhu lelehnya sesuai maka proses injeksi siap dilakukan.
- h. Selanjutnya menutup *cover sliding* kemudian menekan *tombol semi auto* untuk proses injeksi spesimen selama 10 detik.
- i. Setelah mesin beroperasi selanjutnya tunggu sampai proses berlangsung sampai proses injeksi berhenti, ketika *modal* injeksi terbuka kemudian produk plastik dapat dilepaskan.
- j. Setelah selesai semua proses produksi spesimen, memastikan material plastik di dalam *barrel* habis kemudian membersihkan mesin injeksi, lingkungan sekitar dan mematikan mesin *injection molding*.

3.9 Tahapan pengukuran Spesimen

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

1. Pengukuran Lebar

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

2. Pengukuran Ketebalan

Pengukuran ini menggunakan alat yaitu *jangka sorong* dengan menempatkan 3 titik dari spesimen diantaranya yaitu titik kanan, titik tengah dan titik kiri.



Gambar 3. 9 Pengukuran ketebalan dan kelebaran spesimen

3.10 Tahapan Pengujian Produk

a. Proses Pengujian Impak

Langkah – langkah dari proses pengujian impact antaralain yaitu:

1. Menyalakan unit komputer sebagai hasil laporan uji dan alat uji impact.
2. Menyiapkan spesimen *multipurpose* yang sesuai standar ISO 179/1eU dengan ukuran panjang 80 mm, lebar 10 mm dan tebal 4 mm.
3. Pengujian impact menggunakan metode *charpy*, dan 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 telah dipilih untuk melakukan proses pengujian.
6. Meletakkan spesimen *multipurpose* dengan posisi mendatar pada dudukan, dan terapat
7. Menarik tuas untuk menjalankan pendulum berayun bebas mengenai spesimen.
8. Setelah spesimen *multipurpose* 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 melakukan pengujian spesimen *multipurpose* sesuai kebutuhan penelitian, dan cetak report hasil pengujian.
11. Membersihkan lingkungan sekitar, dan menempatkan peralatan sesuai dengan tempatnya.

b. Proses Pengujian Kuat Tarik

Langkah – langkah proses pengujian kuat tarik diantaranya adalah:

1. Melakukan pencarian dimensi dari spesimen sesuai standar ISO 527.
2. Menyalakan unit komputer untuk mengatur pada saat melakukan proses pengujian, dan alat uji kuat tarik.
3. Mengatur kecepatan tarik 50 mm/min.
4. Memasangkan benda uji spesimen *multipurpose* ke pencekam pada alat uji tarik, dengan menyesuaikan tanda UP, dan DOWN.

5. Menjalankan *Zwick Test Xpert 11.0* Program pada komputer.
6. Mengisi data material pada kolom *Method Window*.
7. Membuat *report screen* yang terdiri dari test No. test data, dan nama material
8. Memulai pengujian dengan mengklik test pada *tool box*.
9. Setelah selesai melakukan pengujian, kemudian mencetak hasil dari pengujian dengan mengklik print.