

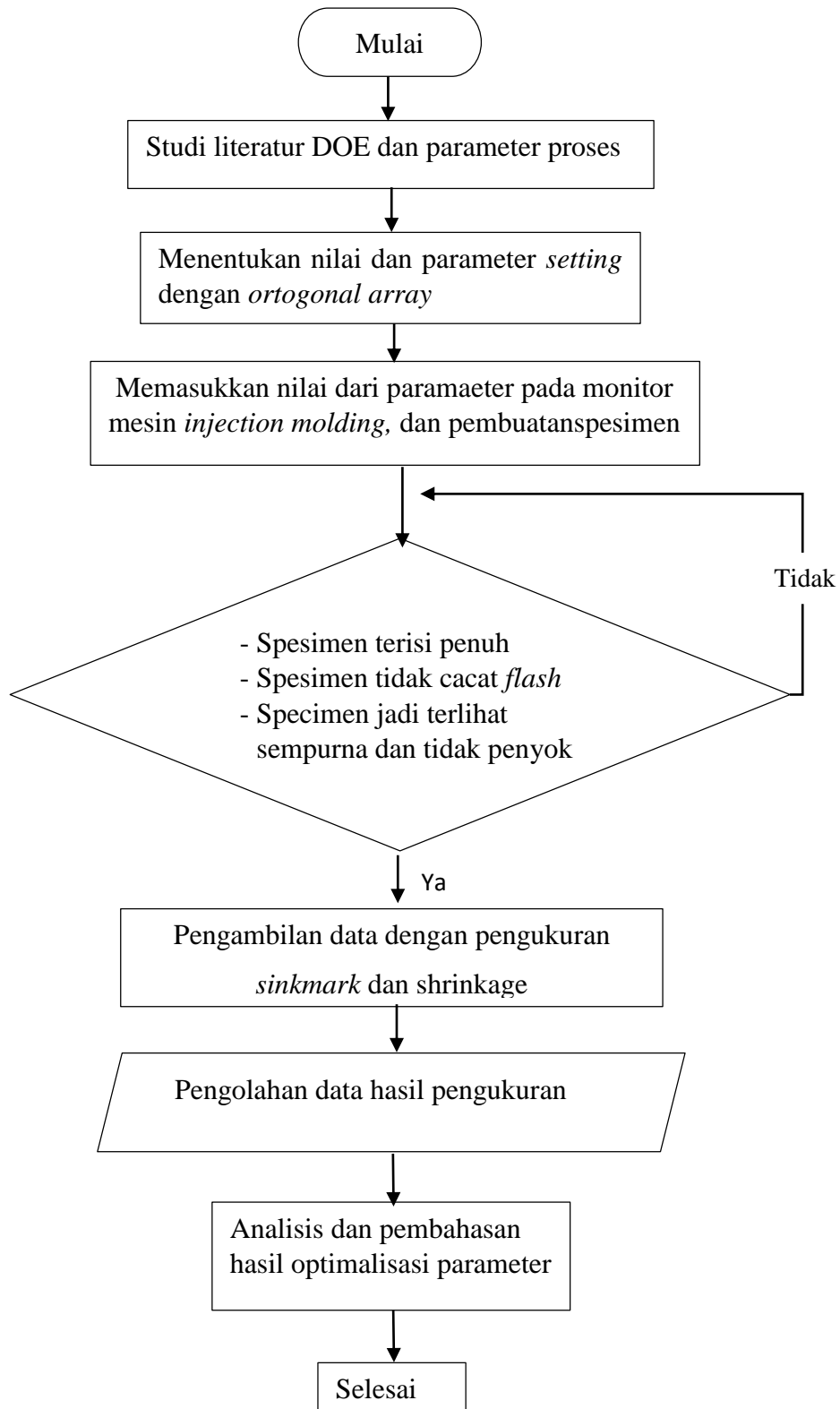
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian digunakan untuk menyederhanakan permasalahan yang diteliti sesuai dengan urutan. Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini yaitu untuk mengetahui parameter dan level yang optimum untuk cacat *sink mark* dan *shrinkage*. Langkah awal penelitian yaitu mencari parameter yang dibutuhkan pada penelitian yang sudah ada untuk membuat spesimen, kemudian parameter yang ada dimasukkan ke mesin *injection molding*. Selanjutnya parameter data diolah menggunakan metode DOE, setelah spesimen dihasilkan dari mesin *injection molding* lalu diukur menggunakan jangka sorong dan *dial gauge*. Langkah berikutnya data pengukuran diolah dengan menggunakan *software* Minitab dengan respon minimal cacat *sinkmark* dan *shrinkage* kemudian dianalisis.

3.2 Diagram Alir



3.3 Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan plastik *polypropylene recycle* (Gambar 3.1). Bahan ini termasuk jenis *thermoplast* di golongan *semi-crystalline* mempunyai berat jenis $0,95 \text{ gr/cm}^3$. *Polypropylene* mempunyai titik leleh yang tidak terlalu tinggi sebesar 220°C - 250°C . Bahan *polipropylene* mudah dibuat, aman, dapat didaur ulang. Oleh karena itu *polipropylene* banyak dijumpai di kehidupan sehari-hari.



Gambar 3.1 Biji plastik PP

(sumber:www.thoughtco.com)

3.4 Alat

Penelitian ini menggunakan alat sebagai berikut:

1. Alat yang digunakan paling utama adalah mesin *injection molding* (Gambar 3.2). Mesin ini digunakan untuk membuat spesimen yang terbuat dari bahan *polypropylene recycle*. Spesifikasi dari mesin *injection molding* ditunjukkan pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Injeksi

Satuan dan nama bagian			Kapasitas		
<i>Injection unit</i>	Ukuran <i>screw</i>	mm	28	32	36
	<i>Injection Pressure</i>	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	70		
	<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 3.2 Mesin *injection molding*

2. Semprotan *mold release* (Gambar 3.3), digunakan untuk mempermudah proses *ejecting* dan melindungi *mold*.



Gambar 3.3 Mold Release

3. *Mini infrared thermal* (Gambar 3.4), digunakan untuk menyelaraskan suhu aktual *barrel* pada setiap segmen karena tiap waktu berubah .



Gambar 3.4 Mini infrared thermal

4. Kunci inggris dan kunci L (Gambar 3.5) digunakan untuk mengencangkan dan melepaskan baut pada mesin *injection molding* jika terjadi masalah.



Gambar 3 5 Kunci inggris dan kunci L

5. *Dial gauge* (Gambar 3.6) merupakan alat ukur kerataan atau cacat *sink mark* permukaan pada spesimen..



Gambar 3.6 dial gauge

6. Jangka sorong merupakan alat ukur panjang, dan lebar yang digunakan penyusutan spesimen atau *shrinkage*.
7. *Software Minitab* (Gambar 3.7) merupakan *software* yang akan mengolah data statistik. Pada dasarnya *software Minitab* mempunyai tampilan seperti *microsoft excel* yang dapat analisis regresi dalam statistik adalah salah satu metode untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara satu variabel

dengan variabel yang lain (variabel parameter proses). *Software* ini akan melakukan pengolahan data pada variasi parameter yang berpengaruh dalam optimalisasi cacat *sink mark* dan *shrinkage* dengan menggunakan metode DOE Taguchi.



Gambar 3.7 Software Minitab 17

(sumber: www.cracksone.com)

3.5 Metode *Design of Experiment* (DOE)

Spesimen yang dihasilkan sebelumnya melalui proses pengaturan parameter yang digunakan untuk pengoptimalan produk. Pengoptimalan parameter dilakukan untuk mengurangi cacat pada spesimen, variasi optimalisasi parameter untuk cacat *sink mark* dan *shrinkage* pada bahan PP yaitu tiga variasi yaitu *melt temperature*, *injection pressure* dan *cooling time*. Penentuan variasi parameter didapat secara teoritis melalui perhitungan, berikut *typical injection molding condition* material PP pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Berikut *typical injection molding condition* PP Trilene HI 10 HO

<i>Typical Injection Molding PP</i>	
<i>Barrel Temperature</i>	
<i>Rear</i>	150
<i>Middle</i>	155
<i>Front</i>	160
<i>Nozzle</i>	180
<i>Injection pressure</i>	600-1400 bar

<i>Holding pressure</i>	50-75% of injection pessure
-------------------------	-----------------------------

Berikut tabel 3.3 parameter yang berpengaruh untuk cacat *sink mark* dan *shrinkage*

Tabel 3.3 Parameter dan level proses *injection molding*

Parameter	Level 1	Level 2	Level 3
<i>Temperature</i>	180	190	200
<i>Cooling time</i>	13	23	33
<i>Injection pressure</i>	125	130	135

Nilai *temperature* yang diperoleh pada tabel didapatkan dari MSDS PP HI 10 H0 yang mencapai 220-250⁰C, namun pada saat penelitian berlangsung, suhu maksimal hanya 200⁰C dikarenakan akan *over melting* karena bahan yang dipakai merupakan *recycle material*, dan kondisi mesin yang kurang baik. *Cooling time* level dua bernilai 23 untuk melihat perbedaan hasil, dan mengurangi *cycle time* saat proses *injection* agar lebih ekonomis. berikut perhitungan *cooling time*

$$S = \frac{-t^2}{2 \times \pi \times \alpha} \text{Log}_e \left[\frac{\pi}{4} \times \frac{(T_r - T_m)}{(T_c - T_m)} \right] \dots \dots \dots (2.10)$$

S : *Cooling time* minimum (sec)

t : Tebal *part* (mm)

α : *Thermal diffusivity* Bahan (mm²/s)

T_r : *Ejection* temperatur dari *part* (°C)

T_c : Suhu silinder (°C)

T_m : Suhu *mold* (°C)

Diketahui :

t : 4 mm

α : 0,1585 mm²/s

T_r : 31 °C

T_m : 35 °C

T_c : 145 °C

$$S = \frac{-4^2 \text{ mm}}{2 \times \pi \times 0,157 \text{ mm}^2/\text{s}} \text{Log}_e \left[\frac{\pi}{4} \times \frac{(93 - 35)}{(160 - 35)} \right] = 12,718 \text{ sec}$$

Perhitungan *cooling time* didapatkan hasil sebesar 12,718 sec, sedangkan pada waktu penelitian *cooling time* yang dipakai sebesar 13 sec, dikarenakan untuk mempercepat *cycle time* agar tidak terlalu lama di dalam *mold*.

Perhitungan secara teoritis ini bertujuan untuk mengetahui nilai minimal dari *injection Hydrolic pressure* yang akan digunakan dalam penelitian ini. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mengetahui nilai minimal pressure hydrolic:

Rumus Perhitungan *injection hydrolic pressure*.

$$Ph = \frac{Ps \times As}{Ah}$$

Keterangan :

Ph = *Pressure Hydrolic* (bar)

Ps = *Pressure Screw* (bar)

As = *Luas Screw* (mm²)

Ah = *Luas Hydrolic* (mm²)

Berikut perhitungan tekanan hidrolik injeksi

Diketahui :

Ps : 600 bar

As : 28 mm

Ah : 140 mm

$$Ph = \frac{600 \text{ bar} \times 28 \text{ mm}}{140 \text{ mm}} = 120 \text{ bar}$$

Nilai yang didapatkan pada perhitungan sebesar 120 bar. Nilai tersebut merupakan nilai minimal untuk *setting* parameter, namun nilai yang didapatkan pada saat *trial* didapatkan 125-135 bar

Perbedaan level yang dilakukan untuk mengetahui perubahan pada hasil spesimen untuk mencapai parameter yang optimum.

3.6 Faktor *Noise*

Penelitian yang dilakukan pasti mendapatkan kendala. Kendala yang dialami pada penelitian ini terdapat pada performa mesin, mesin yang digunakan dengan kondisi yang sudah berumur. Namun faktor *noise* diabaikan karena menggunakan

metode Taguchi yang telah ditentukan parameter dan level. Berikut beberapa faktor yang diabaikan:

1. *Hopper* tidak terinstalasi pada mesin mengakibatkan cacat *bubble* dikarenakan material yang masuk *barrel* tidak semua masuk, dan *hopper* berfungsi sebagai *pre dryer*/mengeringkan material sebelum diinjeksikan.
2. Kemampuan mesin saat melakukan injeksi kurang optimal karena pada lubang *nozle* sudah menurun dengan *gate* di bagian *mold* terlalu kecil sehingga mengakibatkan cacat *jetting* produk.
3. Pengaturan suhu di bagian *mold* kurang sempurna (tidak adanya *Mold temperature control*), oleh karena itu suhu yang dikehendaki kurang optimal.
4. Pendinginan pada produk plastik kurang sempurna. Dampak yang akan terjadi yaitu pendingin pada produk kurang merata sehingga masih terdapat kemungkinan penyusutan pada produk.
5. *Thermocouple* pada *barrel* tidak presisi sehingga terdapat perbedaan suhu aktual dengan suhu saat pengaturan suhu. Oleh karena itu perlu penyesuaian suhu pada mesin.
6. Sensor semi-otomatis pada pintu sudah kurang sensitive, hal ini berdampak pada *cycle time* pada saat proses injeksi.

3.7 Pembuatan Produk

Proses pembuatan produk dan prosedur pengoperasian mesin dengan menggunakan mesin *injection molding* sebagai berikut:

1. Menyiapkan material *polypropylene recycle* yang sudah di *crusher*
2. Menghidupkan saklar listrik yang digunakan mesin *injection molding*.
3. Setelah mesin *injection molding* dalam keadaan *ON*, kemudian hidupkan *heater* pada mesin untuk memanaskan *barrel* dan hidupkan motor pada mesin *injection molding* pada *control panel*.
4. Setelah komponen tersebut dihidupkan, selanjutnya variasi parameter yang sudah disiapkan sesuai dengan material *polypropylene* yaitu *temperature*, *injection pressure*, dan *cooling time*.

5. Variasi parameter yang telah dimasukkan ke *control panel*, kemudian masukkan material yang digunakan kedalam *hopper*.
6. Material yang sudah dimasukkan kedalam *hopper*, kemudian di *charging* di dalam *barrel* supaya material mencair dan siap di injeksikan.
7. Proses mencair membutuhkan waktu, ketika sudah cair sesuai suhu yang ditentukan material yang sudah cair siap untuk diinjeksikan untuk menjadi produk.
8. Mempersiapkan *mold* dan menyemprotkan cairan *mold release* yang berfungsi memudahkan produk untuk dilepas dari *mold* .
9. Setelah mesin siap, kemudian tekan tombol *semi-auto* atau *full auto injection* pada *control panel* untuk memulai proses *injection* . Saat berlangsung proses amati semua komponen yang bekerja pada mesin injeksi, apabila salah satu komponen tidak maksimal akan mempengaruhi hasil produk.
10. Mesin beroperasi dengan baik, tunggu proses injeksi terhenti pada saat *mold* terbuka kemudian produk terlepas dengan *ejector* , kemudian tekan tombol *semi-auto* untuk *shot* selanjutnya sampai 10 *shot* tiap percobaan.

3.8 Tahapan Pengukuran Produk

Pengukuran cacat pada spesimen menggunakan alat ukur kerataan (*dial gauge/ dial indicator*) pada cacat *sink mark*, pada cacat *shrinkage* menggunakan alat ukur jangka sorong . Pengukuran pada spesimen *multipurpose* meliputi bagian *longitudinal, transversal, near gate,* dan *far gate* .

3.8.1 Pengukuran Cacat Sink Mark

Pengukuran cacat *sink mark* atau kecekungan permukaan pada spesimen menggunakan alat ukur *dial gauge* . Pengukuran dilakukan pada dua sisi pada spesimen .Berikut bagian-bagian permukaan yang diukur.

1. Pengukuran *longitudinal*.

Pengukuran *longitudinal* (Gambar 3.8) merupakan pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui kecekungan permukaan pada panjang spesimen pada dua sisi yang berbeda. Spesimen diletakkan pada bidang datar dengan keadaan tidak bergerak, dan alat ukur atau *dial gauge* diletakkan pada bidang yang bergerak, lalu alatukur digerakkan memanjang pada spesimen. Pengukuran dapat dilihat pada gambar



Gambar 3.8 Pengukuran cacat sinkmark longitudinal

2. Pengukuran *transversal*

Pengukuran *transversal* (Gambar 3.9) merupakan pengukuran untuk mengetahui cacat *sink mark* pada lebar spesimen pada dua sisi yang berbeda dan dibagi tiga bagian. Pengukuran ini dilakukan dengan cara meletakkan spesimen dalam keadaan tidak bergerak dan alat ukur atau *dial gauge* berada pada bidang berbeda yang dapat bergerak.



Gambar 3.9 Pengukuran cacat sinkmark transversal

3.8.2 Pengukuran Cacat *Shrinkage*

Pengukuran cacat *shrinkage* atau penyusutan pada spesimen menggunakan alat ukur jangka sorong. Pengukuran dilakukan pada panjang dan lebar spesimen. Berikut bagian-bagian yang diukur.

1. Pengukuran *longitudinal*

Pengukuran *longitudinal* merupakan pengukuran untuk mengetahui penyusutan pada panjang spesimen yang dibagi menjadi dua bagian.

2. Pengukuran *transversal*

Pengukuran *transversal* merupakan pengukuran untuk mengetahui penyusutan pada lebar spesimen yang dibagi menjadi tiga bagian.