

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP PEMBUATAN KANCING BAJU PADA INJECTION MOLDING BERBAHAN POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MHD RUSDI NURSIDIK
1707230040



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

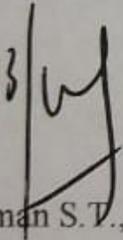
Nama : Mhd Rusdi Nursidik
NPM : 1707230040
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Pembuatan Kancing Baju Pada Injection Molding Berbahan Polyethylene Terephthalate (PET)
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 Desember 2021

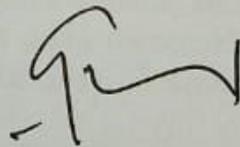
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



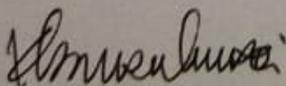
Suherman S.T., M.T.

Dosen Penguji II



Chandra Amirsyah Putra Siregar S.T., M.T.

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T.

Ketua, Program Studi Teknik Mesin



Chandra Amirsyah Putra Siregar S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Mhd Rusdi Nursidik
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/28 Januari 2000
NPM : 1707230040
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

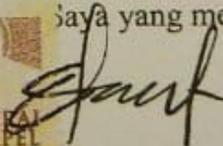
“Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Pembuatan Kancing Baju Pada Injection Molding Berbahan Polyethylene Terephthalate”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 Desember 2021

saya yang menyatakan,

Mhd Rusdi Nursidik



ABSTRAK

Pada saat ini, pemakaian barang-barang yang terbuat dari bahan baku material plastik semakin meningkat. Material ini semakin sering dijumpai sebagai bahan pembuatan peralatan rumah tangga, mainan anak, sampai komponen otomotif. Hal ini disebabkan karena plastik dikenal sebagai suatu bahan serbaguna, tahan korosi, murah, dapat didaur ulang dan banyak digunakan untuk berbagai macam produk. Dalam memproduksi komponen menggunakan bahan plastik ada beberapa metode yang biasa di gunakan salah satunya adalah *injection molding*. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji plastik *Polyethylene Terephthalate (PET)* dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin *Injection Molding*. Variasi suhu pemanasan *heater* yang digunakan adalah 180°C, 190°C, 200°C, 210°C, 220°C. Suhu untuk pemanasan *mold* yang digunakan adalah 166°C untuk *mold* diam dan 121°C untuk *mold* bergerak dengan lama waktu pemanasan 8 menit. Suhu untuk pendinginan *mold* adalah 71°C untuk *mold* diam dan 63°C untuk *mold* bergerak. Pada pengujian dengan suhu *heater* 200°C hasilnya tidak terdapat kecacatan sama sekali pada kancing baju tetapi warna kancing baju berubah menjadi kecoklatan. Suhu 200°C adalah suhu pemanasan *heater* terbaik untuk pembuatan kancing baju dikarenakan memiliki persentasi kecacatan terendah. Suhu 166°C untuk *mold* diam dan 121°C untuk *mold* bergerak dapat digunakan sebagai suhu untuk pemanasan *mold*. Suhu 71°C untuk *mold* diam dan 63°C untuk *mold* bergerak sudah dapat digunakan sebagai suhu pendinginan *mold* Untuk kedepannya agar dilakukan penelitian mengenai suhu pemanasan dan pendinginan *mold* agar memperkecil resiko terjadinya kecacatan.

Kata kunci : Mesin *injection molding*, Suhu, *Mold*, kancing baju

ABSTRACT

At this time, the use of goods made of plastic raw materials is increasing. This material is increasingly being found as a material for making household appliances, children's toys, to automotive components. This is because plastic is known as a versatile material, corrosion resistant, inexpensive, recyclable and widely used for various products. In producing components using plastic materials, there are several methods commonly used, one of which is injection molding. The material used in this research is Polyethylene Terephthalate (PET) plastic seed and the tool used in this research is an Injection Molding machine. The heating temperature variations of the heater used are 180°C, 190°C, 200°C, 210°C, 220°C. The temperature for the installation of the mold used was 166°C for the stationary mold and 121°C for the moving mold with a heating time of 8 minutes. The temperature for cooling the mold is 71°C for the stationary mold and 63°C for the mobile mold. In testing with a heater temperature of 200°C the result is that there are no defects at all on the buttons, but the color of the buttons turns brown. The temperature of 200°C is the best heating temperature for making buttons because it has the lowest percentage of defects. Temperatures of 166°C for stationary molds and 121°C for movable molds can be used as temperatures for mold heating. Temperatures of 71°C for stationary molds and 63°C for movable molds can be used as mold cooling temperatures. In the future, research on the heating and cooling temperatures of the molds should be carried out in order to minimize the risk of defects.

Keywords: Injection molding machine, Temperature, Mold, shirt buttons

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Pembuatan Kancing Baju Pada *Injection Molding* Berbahan *Polyethylene Terephthalate* (PET)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dan Penguji III yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Suherman, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T, M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
7. Orang tua penulis M Ridwan dan Rosfitriani, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Rahmad Arjun, M Syarifudin, Ahmad Zharfan, Habib Kurniawan, Tedi Prabowo, Fadlurrohman, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 10 Desember 2021

Mhd Rusdi Nursidik

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi Mesin Injection Molding	4
2.1.1 Bagian Bagian Injection Molding	5
2.2 Definisi Plastik	9
2.3 Jenis Jenis Plastik	9
2.3.1 PET (Polyethylene Terephthalate)	9
2.3.2 HDPE (High Density Polyethylene)	10
2.3.3 PVC (Polyvinyl Chloride)	10
2.3.4 LDPE (Low Density Polyethylene)	10
2.3.5 PP (Polypropylene)	11
2.3.6 PS (Polystyrene)	11
2.3.7 Other (PC atau Polycarbonate dan plastik multilayer)	13
2.4 Sifat Sifat Plastik	13
2.5 Cacat Produk Injection Molding	15
2.5.1 Short-shot	15
2.5.2 Sink or air bubble	16
2.5.3 Warpage	16
2.5.4 Weld mark or flow mark	17
2.5.5 Discolored molding	18
2.5.6 Black spot	18
2.5.7 Weld line	18
2.5.8 Sink mark	19
2.5.9 Flashing	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu	20
3.1.1 Tempat	20
3.1.2 Waktu	20

3.2	Alat dan Bahan	20
3.2.1	Bahan	20
3.2.2	Alat	21
3.3	Diagram Alir Pembuatan	31
3.4	Prosedur Penelitian	33
BAB 4 ANALISA DATA		38
4.1	Data Hasil Pengujian Kancing Plastik	38
4.1.1	Pemanasan <i>Mold</i>	38
4.1.2	Pendinginan <i>Mold</i>	40
4.1.3	Pengujian 1 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 180°C	44
4.1.4	Pengujian 2 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 180°C	46
4.1.5	Pengujian 3 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 180°C	46
4.1.6	Pengujian 1 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 190°C	47
4.1.7	Pengujian 2 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 190°C	48
4.1.8	Pengujian 3 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 190°C	49
4.1.9	Pengujian 1 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 200°C	49
4.1.10	Pengujian 2 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 200°C	51
4.1.11	Pengujian 3 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 200°C	51
4.1.12	Pengujian 1 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 210°C	52
4.1.13	Pengujian 2 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 210°C	53
4.1.14	Pengujian 3 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 210°C	54
4.1.15	Pengujian 1 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 220°C	55
4.1.16	Pengujian 2 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 220°C	56
4.1.17	Pengujian 3 dengan suhu pemanasan <i>heater</i> 220°C	56
4.2	Persentasi Kecacatan	57
4.2.1	Persentasi kecacatan <i>flashing</i> suhu 180°C	57
4.2.2	Persentasi kecacatan <i>short shot</i> suhu 180°C	57
4.2.3	Persentasi kecacatan <i>flashing</i> suhu 190°C	58
4.2.4	Persentasi kecacatan <i>flashing</i> suhu 200°C	58
4.2.5	Persentasi kecacatan <i>short shot</i> suhu 200°C	58
4.3	Grafik Hasil Pengujian	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN		
LEMBAR ASISTENSI		
SK PEMBIMBINGAN		
BERITA ACARA SEMINAR HASIL		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nomor kode, jenis plastik, dan penggunaannya	14
Tabel 3. 1 Timeline Kegiatan	20
Tabel 4. 1 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 180°C	47
Tabel 4. 2 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 190°C	49
Tabel 4. 3 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 200°C	52
Tabel 4. 4 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 210°C	54
Tabel 4. 5 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 220°C	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin Injection Molding	5
Gambar 2. 2 Bagian – Bagian Utama Injection Molding	5
Gambar 2. 3 Bagian – Bagian Utama Injection Unit	6
Gambar 2. 4 Bagian – Bagian Utama Clamping Unit	7
Gambar 2. 5 Bagian – Bagian Utama Mold	8
Gambar 2. 6. Macam Macam Kode Jenis Plastik	14
Gambar 2. 7 Cacat Short-shot	16
Gambar 2. 8 Cacat Warpage	17
Gambar 2. 9 Pengukuran Cacat Warpage	17
Gambar 2. 10 Cacat Weld Line	18
Gambar 2. 11 Cacat Sink Mark	19
Gambar 3. 1 Biji Plastik Polyethylene Terephthalate (PET)	21
Gambar 3. 2 Mesin Injection Molding	21
Gambar 3. 3 Cetakan Bergerak (Moving Mold)	22
Gambar 3. 4 Cetakan Diam (Stationary Mold)	22
Gambar 3. 5 Thermocouple	23
Gambar 3. 6 Arduino Uno R3 SMD CH340	23
Gambar 3. 7 Heater Band 220V	24
Gambar 3. 8 Motor Stepper Nema 23 Torsi 2.2 Nm	25
Gambar 3. 9 Motor Stepper Nema 23 Torsi 3 Nm	25
Gambar 3. 10 Driver Motor TB660	26
Gambar 3. 11 Proportional Integral Derivative (PID) Rex C100	27
Gambar 3. 12 Solid State Relay (SSR) 40 A	27
Gambar 3. 13 Power Supply 20V 10A	28
Gambar 3. 14 Flame Gun	28
Gambar 3. 15 Thermometer Digital tipe K	29
Gambar 3. 16 Digital Tachometer Benetech GM 8905	30
Gambar 3. 17 Watt meter Voltase Kwh Checker	30
Gambar 3. 18 Pemasangan watt meter	33
Gambar 3. 19 penyetelan suhu pada PID	33
Gambar 3. 20 Melakukan pemanasan kepada cetakan (mold)	34
Gambar 3. 21 Mengukur kembali suhu heater dengan thermometer digital	34
Gambar 3. 22 Mengukur suhu mold yang sudah di panaskan	35
Gambar 3. 23 Memasukan biji plastik PET kedalam hopper .	35
Gambar 3. 24 Menekan tombol saklar	36
Gambar 3. 25 Plastik yang sudah masuk penuh kedalam mold	36
Gambar 3. 26 Hasil cetakan yang terdorong oleh ejector pin	37
Gambar 4. 1 Awal pengujian pemanasan	39
Gambar 4. 2 Akhir pengujian pemanasan	39
Gambar 4. 3 Cairan plastik yang keluar dari mold diam	39
Gambar 4. 4 Suhu mold pendinginan 1 menit 30 detik	40
Gambar 4. 5 Pengujian pendinginan 1 menit 30 detik	40
Gambar 4. 6 Suhu mold pendinginan 2 menit 30 detik	41
Gambar 4. 7 Pengujian pendinginan 2 menit 30 detik	41
Gambar 4. 8 Suhu mold pendinginan 3 menit 30 detik	42

Gambar 4. 9 Pengujian pendinginan 3 menit 30 detik	42
Gambar 4. 10 Suhu mold pendinginan 5 menit	43
Gambar 4. 11 Pengujian pendinginan 5 menit	43
Gambar 4. 12 Suhu mold pendinginan 5 menit	44
Gambar 4. 13 Pengujian pendinginan 6 menit	44
Gambar 4. 14 Awal pemanasan heater suhu 180°C	45
Gambar 4. 15 Akhir pemanasan heater suhu 180°C	45
Gambar 4. 16 Hasil pengujian pertama suhu 180°C	45
Gambar 4. 17 Hasil pengujian kedua suhu 180°C	46
Gambar 4. 18 Hasil pengujian ketiga suhu 180°C	46
Gambar 4. 19 Awal pemanasan heater suhu 190°C	47
Gambar 4. 20 Akhir pemanasan heater suhu 190°C	48
Gambar 4. 21 Hasil pengujian pertama suhu 190°C	48
Gambar 4. 22 Hasil pengujian kedua suhu 190°C	48
Gambar 4. 23 Hasil pengujian ketiga suhu 190°C	49
Gambar 4. 24 Awal pemanasan heater suhu 200°C	50
Gambar 4. 25 Akhir pemanasan heater suhu 200°C	50
Gambar 4. 26 Hasil pengujian pertama suhu 200°C	50
Gambar 4. 27 Hasil pengujian kedua suhu 200°C	51
Gambar 4. 28 Hasil pengujian ketiga suhu 200°C	51
Gambar 4. 29 Awal pemanasan heater suhu 210°C	52
Gambar 4. 30 Akhir pemanasan heater suhu 210°C	53
Gambar 4. 31 Hasil pengujian pertama suhu 210°C	53
Gambar 4. 32 Hasil pengujian kedua suhu 210°C	54
Gambar 4. 33 Hasil pengujian ketiga suhu 210°C	54
Gambar 4. 34 Awal pemanasan heater suhu 220°C	55
Gambar 4. 35 Akhir pemanasan heater suhu 220°C	55
Gambar 4. 36 Hasil pengujian pertama suhu 220°C	56
Gambar 4. 37 Hasil pengujian kedua suhu 220°C	56
Gambar 4. 38 Hasil pengujian ketiga suhu 220°C	57
Gambar 4. 39 Grafik pemanasan heater pada suhu 180°C	58
Gambar 4. 40 Grafik pemanasan heater pada suhu 190°C	59
Gambar 4. 41 Grafik pemanasan heater pada suhu 200°C	59
Gambar 4. 42 Grafik pemanasan heater pada suhu 210°C	60
Gambar 4. 43 Grafik pemanasan heater pada suhu 220°C	60

DAFTAR NOTASI

W = Warpage

h_{part} = Tinggi Warpage (mm)

d_{part} = Diameter Spesimen (mm)

n = Jumlah Kecacatan

n_{Total} = Total Kecacatan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, pemakaian barang-barang yang terbuat dari bahan baku material plastik semakin meningkat. Material ini semakin sering dijumpai sebagai bahan pembuatan peralatan rumah tangga, mainan anak, sampai komponen otomotif. Hal ini disebabkan karena plastik dikenal sebagai suatu bahan serbaguna, tahan korosi, murah, dapat didaur ulang dan banyak digunakan untuk berbagai macam produk. Dalam memproduksi komponen menggunakan bahan plastik ada beberapa metode yang biasa di gunakan seperti *blowing molding*, *compression molding*, *extrusion molding*, *transfer molding* dan *injection molding*.

Anggono mengatakan bahwa plastik *injection* merupakan proses manufaktur untuk membuat produk dengan bahan dasar plastik atau dalam kesempatan ini polypropylene. Proses tersebut sering kali terjadi cacat produk seperti pengerutan, retak, dimensi tidak sesuai, kerusakan pada saat produk keluar *mold*, sehingga banyak material yang terbuang percuma (Anggono, 2015), .

Menurut Taguchi, Pada proses pencetakan untuk alat injeksi molding tidak bisa diubah atau diperbaiki setelah proses pencetakan di lakukan. Proses perencanaan pencetakan produk harus dilakukan pada awal proses dengan cara mengatur / mensetting faktor – faktor yang berpengaruh pada proses pencetakan plastik agar menghasilkan produk yang sesuai dan mempunyai kualitas yang bermutu (Taguchi et al., 1970).

Injection molding banyak dipilih karena memiliki beberapa keuntungan diantaranya: kapasitas produk yang tinggi, sisa penggunaan material (*useless material*) sedikit dan tenaga kerja minimal, sedangkan kekurangannya, biaya investasi dan perawatan alat yang tinggi, serta perancangangan produk harus mempertimbangkan untuk pembuatan desain mesin *injection molding* nya (Park & Kwon, 1998)

Pembuatan produk dengan metode *Injection Molding* merupakan pembuatan produk dengan menggunakan cetakan yang diproses dengan kecepatan tinggi,

otomatis, fleksibel, dan mampu membentuk komponen - komponen yang berukuran kecil dengan bentuk rumit salah satunya adalah kancing baju. Didalam dunia konveksi kancing baju adalah salah satu komponen yang penting, karena bermacam ragam pakaian hampir semuanya menggunakan kancing baju untuk memperlengkap pakaian tersebut.

Namun dalam proses pembentukannya tidak jarang ditemukan kecacatan pada kancing baju tersebut beberapa faktor penyebabnya antara lain kesalahan operasi, kesalahan pembuatan desain mold. Namun demikian faktor yang paling berpengaruh adalah parameter suhu pada saat pembentukan, karena setiap bahan memiliki suhu optimal yang berbeda.

Dari uraian diatas maka saya mencoba melakukan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul “ ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP PEMBUATAN KANCING BAJU PADA *INJECTION MOLDING* BERBAHAN *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET)* ”

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh dalam tugas sarjana ini adalah bagaimana pengaruh suhu terhadap pembuatan kancing baju bahan baku plastik *polyethylene terephthalane* pada mesin *injection molding* agar menghasilkan kancing baju yang baik.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun beberapa masalah yang akan dijadikan ruang lingkup pembahasan masalah-masalah, antara lain :

1. Variasi suhu pemanasan pada *heater* yang bakal digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - a. 180° dengan 3 kali percobaan pembuatan spesimen
 - b. 190° dengan 3 kali percobaan pembuatan spesimen
 - c. 200° dengan 3 kali percobaan pembuatan spesimen
 - d. 210° dengan 3 kali percobaan pembuatan spesimen
 - e. 220° dengan 3 kali percobaan pembuatan spesimen

2. Bahan yang bakal digunakan dalam penelitian ini adalah biji plastik *polyethylene terephthalane (PET)*.
3. Diameter *nozzle* yang bakal digunakan dalam penelitian ini 4mm.
4. Jenis kecacatan yang bakal di teliti adalah *Flashing* dan *Short shot*

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum pada penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh suhu terhadap pembuatan kancing baju pada *injection molding* berbahan *polyethylene terephthalane*.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus pada penelitian ini adalah :

- 1 Untuk menganalisis pengaruh variasi suhu pemanasan pada heater terhadap hasil pembuatan kancing baju.
- 2 Untuk menentukan suhu pemanasan yang tepat sehingga menghasilkan kancing baju yang baik.
- 3 Untuk mengukur persentase kecacatan akibat suhu.

1.5 Manfaat

Sedangkan manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian berikutnya dengan tema yang sama.
2. Dapat digunakan sebagai saran/masukan untuk mengurangi terjadinya cacat saat produksi kancing baju.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Mesin Injection Molding

Injection Molding merupakan salah satu teknik pada industri manufaktur untuk mencetak material dari berbahan termoplastik. *Injection Molding* merupakan metode proses produksi yang cenderung digunakan dalam menghasilkan atau memproses komponen-komponen yang kecil dan berbentuk rumit, dimana biayanya lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan metode-metode lain yang biasa digunakan.

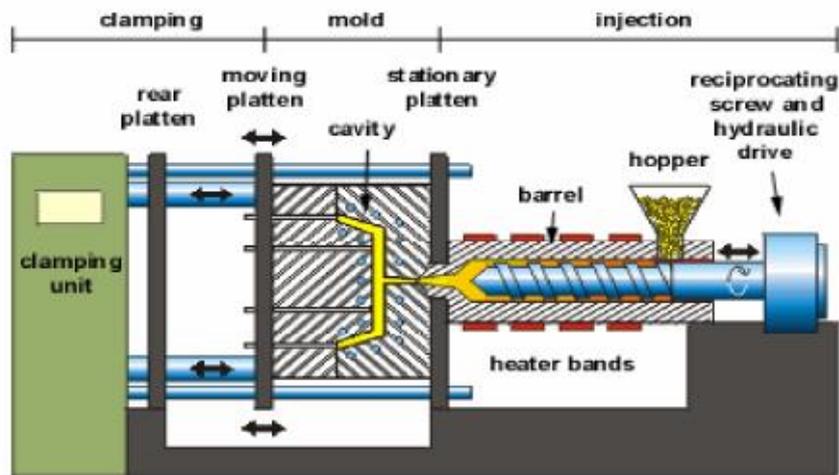
Proses ini terdiri dari bahan termoplastik yang dihaluskan kemudian dipanaskan sampai mencair, kemudian lelehan plastik disuntikan ke dalam cetakan baja, kemudian plastik tersebut akan mendingin dan memadat.

Dalam proses *injection molding*, lelehan polimer harus memiliki viskositas yang tinggi dan tidak bisa begitu saja dituangkan ke dalam cetakan seperti die casting logam. (Siregar et al., 2017)

Proses ini memerlukan kecepatan tinggi dan otomatis yang dapat memproduksi plastik dengan geometri yang kompleks, yang dimulai dengan memasukan serbuk plastik kedalam *hopper*, kemudian menuju barrel yang didalamnya terdapat *screw* yang berfungsi untuk mengalirkan material leleh yang telah dipanasi menuju *nozzle*. Material ini akan terus didorong melalui *nozzle* dengan injector melewati *sprue* ke dalam rongga cetak (*cavity*).

Berdasarkan metode penekaman cetakan mesin injeksi molding di kategorikan menjadi penekam toggle, penekam hidraulis. Sedangkan apabila dilihat dari proses pelelehan bijih plastik mesin injeksi molding di kategorikan menjadi *single-stage plunger*, *two-stage screw-plunger*, *single-stage reciprocating-screw*.

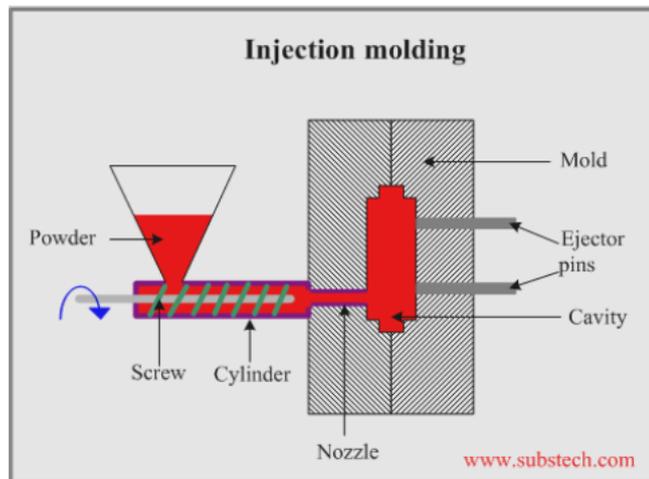
Mesin *injection molding* juga dibedakan berdasarkan besarnya gaya penekaman maksimum yang bisa diberikan. Kisarannya mulai dari 5 ton untuk menghasilkan produk seberat 10 gram sampai dengan 5000 ton untuk menghasilkan produk seberat 50 kilogram. Bagian – bagian utama dari mesin *injection molding* dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Mesin Injection Molding (Abdurokhman, 2012)

2.1.1 Bagian Bagian Injection Molding

Secara umum konstruksi mesin *injection molding* terdiri dari tiga unit pokok yang penting yaitu *injection unit*, *clamping unit* dan *mold unit* (Wiyono & Dwi, 2014) Bagian utama mesin *injection molding* dapat dilihat pada Gambar 2.2

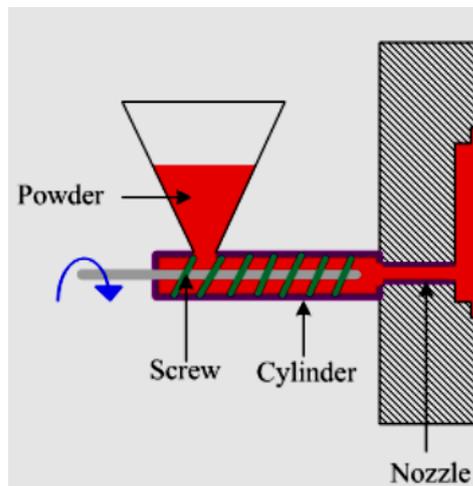


Gambar 2. 2Bagian – Bagian Utama Injection Molding (Widiastuti, Hanifah; Surbakti, Saprin Epraim; Restu, Fedia; Albana, Muhammad Hasan; Saputra, 2019)

1. Injection unit

Injection unit merupakan unit yang berfungsi untuk melelehkan plastik dengan suhu yang disesuaikan dengan material plastik hingga mendorong cairan

kedalam *cavity* dengan waktu, tekanan, temperatur, dan kepekatan tertentu. Bagian – bagian utama dari *injection unit* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Bagian – Bagian Utama *Injection Unit* (Widiastuti, Hanifah; Surbakti, Saprin Epraim; Restu, Fedia; Albana, Muhammad Hasan; Saputra, 2019)

Bagian-bagian *injection unit* beserta fungsinya :

a. *Cylinder Screw Ram*

Cylinder Screw Ram berfungsi untuk mempermudah gerakan *screw* dengan menggunakan momen inersia sekaligus menjaga putaran *screw* tetap konstan, sehingga didapatkan tekanan dan kecepatan yang konstan saat dilakukan proses injeksi.

b. *Hooper*

Hooper adalah tempat untuk meletakkan bahan baku (bijih plastik) sebelum masuk ke *barrel*.

c. *Barrel*

Barrel adalah tempat *screw* dan selubung yang menjaga aliran plastik ketika dipanasi oleh heater, pada bagian ini juga terdapat heater untuk memanaskan plastik.

d. *Screw*

Screw berfungsi untuk mengalirkan plastik dari *hooper* ke *nozzel*.

e. *Heater*

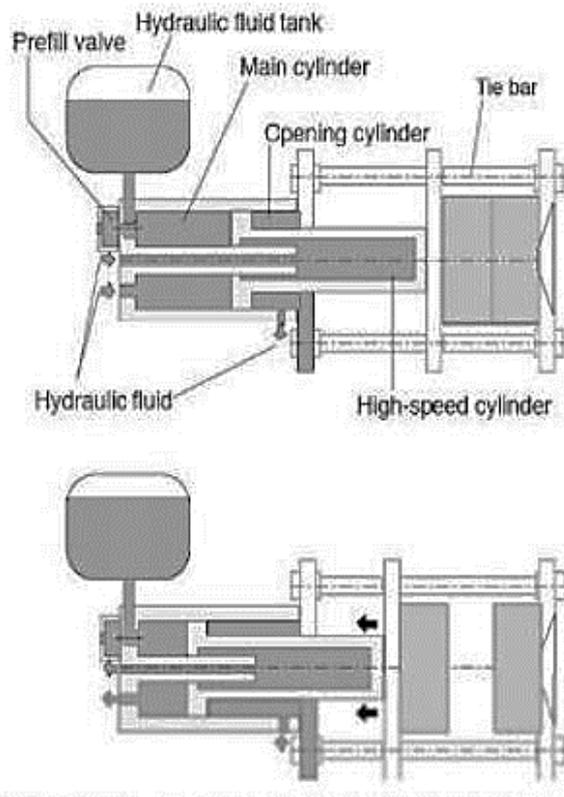
Berfungsi memanaskan plastik hingga meleleh.

f. *Nozzle*

Nozzle merupakan lubang kecil tempat keluar lelehan plastik.

2. *Clamping unit*

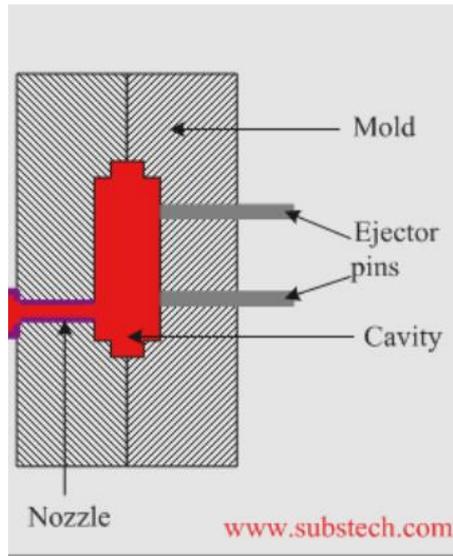
Clamping unit berfungsi untuk membuka dan menutup *mold* dan menjaga dengan memberikan tekanan pada penahan (*clamping pressure*) terhadap *mold* agar material yang diinjeksikan pada *mold* tidak meresap keluar saat proses berlangsung. Bagian – bagian utama dari *clamping unit* dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4 Bagian – Bagian Utama *Clamping Unit* (Wiyono & Dwi, 2014)

3. *Mold unit*

Mold (cetakan) adalah rongga tempat material leleh (plastik) memperoleh bentuk. Di dalam *mold* terdapat jalur saluran pendingin. Sebagian besar *mold* dibuat dari baja dan sebagian kecil terbuat dari aluminium (untuk produksi *styrofoam*). Untuk *mold* yang membutuhkan transfer panas yang tinggi memakai bahan paduan tembaga-berilium. Bagian – bagian utama dari *mold unit* dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2. 5 Bagian – Bagian Utama *Mold* (Widiastuti, Hanifah; Surbakti, Saprin Epraim; Restu, Fedia; Albana, Muhammad Hasan; Saputra, 2019)

Bagian-bagian utama dari *mold unit* :

1. *Sprue dan runner system*

Sprue adalah bagian yang menerima plastik dari *nozzle* lalu oleh runner akan dimasukan ke dalam *cavity mold*. Biasanya berbentuk taper (kerucut) karena dikeluarkan dari spruebushing. *Sprue* bukan merupakan bagian dari produk molding dan akan dibuang pada saat finising produk.

2. *Cavity side/ mold cavity*

Cavity side atau *mold cavity* yaitu bagian yang membentuk plastik yang dicetak, *cavity side* terletak pada *stationary plate*, yaitu plate yang tidak bergerak saat dilakukan *ejecting*.

3. *Core side*

Core side merupakan bagian yang ikut memberikan bentuk plastik yang dicetak. *Core side* terletak pada *moving plate* yang dihubungkan dengan *ejector* sehingga ikut bergerak saat dilakukan *ejecting*.

4. *Ejector system*

Ejector merupakan bagian yang berfungsi untuk melepas produk dari *cavity mold*.

5. *Gate*

Gate yaitu bagian yang langsung berhubungan dengan benda kerja, sebagai tempat mulainya penyemprotan injeksi atau masuknya material ke dalam *cavity*.

6. *Insert*

Insert yaitu bagian lubang tempat masuknya material plastik kedalam rongga cetakan (*cavity*).

7. *Coolant channel*

Coolant channel yaitu bagian yang berfungsi sebagai pendingin cetakan untuk mempercepat proses pengerasan material plastik.

2.2 Definisi Plastik

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah *Naphta*, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Sebagai gambaran, untuk membuat 1 kg plastik memerlukan 1,75 kg minyak bumi, untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya maupun kebutuhan energi prosesnya (Kumar et al., 2011)

2.3 Jenis Jenis Plastik

Salah satu jenis material plastik yang digunakan adalah thermoplastik, hal ini dikarenakan bahwa thermoplastik tidak mengalami perubahan susunan kimia sewaktu dicetak, dan tidak keras saat dipanaskan. Dari berbagai macam jenis thermoplastik, yang sering digunakan dalam perindustrian adalah sebagai berikut :

2.3.1 PET (Polyethylene Terephthalate)

Polyethylene terephthalate yang sering disebut PET dibuat dari *glikol* (EG) dan *terephthalic acid* (TPA) atau *dimethyl ester* atau asam *terephthalat* (DMT). PET

merupakan keluarga *polyester* seperti halnya PC. *Polymer* PET dapat diberi penguat *fiber glass*, atau *filler mineral*. PET bersifat jernih, kuat, liat, dimensinya stabil, tahan nyala api, tidak beracun, permeabilitas terhadap gas, aroma maupun air rendah.

PET engineer resin mempunyai kombinasi sifat-sifat: kekuatan (*strength*) nya tinggi, kaku (*stiffness*), dimensinya stabil, tahan bahan kimia dan panas, serta mempunyai sifat elektrik yang baik. PET memiliki daya serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air. PET dapat diproses dengan proses ekstrusi pada suhu tinggi 518 - 608 °F, selain itu juga dapat diproses dengan tehnik cetak injeksi maupun cetak tiup. Sebelum dicetak sebaiknya resin PET dikeringkan lebih dahulu (maksimum kandungan uap air 0,02 %) untuk mencegah terjadinya proses hidrolisa selama pencetakan. Penggunaan PET sangat luas antara lain : botol - botol untuk air mineral, soft drink, kemasan sirup, saus, selai, minyak makan.

2.3.2 HDPE (High Density Polyethylene)

Penggunaan HDPE tergantung dari produk yang dihasilkan. Salah satunya adalah botol susu yang terbuat dari HDPE dengan titik leleh yang rendah. Hasil daur ulangnya dapat digunakan sebagai kemasan produk non-pangan seperti shampo, kondisioner, pipa, ember, dan lain-lain.

2.3.3 PVC (Polyvinyl Chloride)

PVC digunakan untuk pembungkus makanan, peralatan elektronik dan pembungkus kabel serta pipa. Bahan ini paling sulit untuk didaur ulang dan biasanya daur ulang bahan ini hanya dapat digunakan untuk pipa, pot bunga, mainan anak-anak, dan konstruksi bangunan.

2.3.4 LDPE (Low Density Polyethylene)

LDPE dibuat dengan cara memanaskan minyak bumi menggunakan temperatur yang sangat tinggi. Hasilnya adalah gas etilena yang kemudian didinginkan dan diproses menjadi lelehan polietilena. Setelah dicampur bahan aditif

seperti antioksidan dan stabilizer, polietilena kemudian menjadi LDPE resin yang kemudian dibekukan serta dipotong-potong.

Hasil olahan polietilena ini kemudian disimpan dalam kontainer khusus sebelum melalui proses pengeringan serta pemeriksaan. Produk yang kualitasnya sudah terjamin pun siap dikirim ke berbagai pabrik untuk diolah menjadi beragam produk.

2.3.5 PP (Polypropylene)

Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai specific gravity rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain. *Polypropylene* mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190 - 200°C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130 – 135°C. *Polypropylene* mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*hemical Resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah.

2.3.6 PS (Polystyrene)

Plastik polistirena memiliki karakter isolator listrik yang sangat baik, tahan akan zat dilutif, dan memiliki sifat optik yang sangat bening. Plastik ini juga cenderung mudah untuk diolah menjadi berbagai macam produk karena akan bertahan pada bentuk cair di atas *glass transition* temperature-nya, sehingga mudah untuk dicetak. Namun, polistirena memiliki beberapa limitasi, diantaranya ketahanan akan oksigen dan sinar UV yang buruk, dan tidak tahan bentur. Selain itu, rentang suhu penggunaannya terbilang cukup rendah karena rendahnya kristalinitas dan *glass transition* temperature-nya, sekitar $T_g = 373 \text{ K} (100^\circ\text{C})$. Sifat-sifat umum dari *polistyrene* :

1. Sifat mekanis

Sifat-sifat mekanis yang menonjol dari bahan ini adalah kaku, keras, mempunyai bunyi seperti *metallic* bila dijatuhkan.

2. Ketahanan terhadap bahan kimia

Ketahanan PS terhadap bahan-bahan kimia umumnya tidak sebaik ketahanan yang dipunyai oleh PP atau PE. PS larut dalam eter, hidrokarbon aromatic dan chlorinated hydrocarbon. PS juga mempunyai daya serap air yang rendah, dibawah 0,25 %.

3. Abrasion resistance

PS mempunyai kekuatan permukaan relative lebih keras dibandingkan dengan jenis termoplastik yang lain. Meskipun demikian, bahan ini mudah tergores.

4. Transparansi

Sifat optis dari PS adalah mempunyai derajat transparansi yang tinggi, dapat melalui semua panjang gelombang cahaya (A90%). Disamping itu dapat memberikan kilauan yang baik yang tidak dipunyai oleh jenis plastik lain, dimana bahan ini mempunyai indeks refraksi 1,592.

5. Sifat elektrik

Karena mempunyai sifat daya serap air yang rendah maka PS digunakan untuk keperluan alat-alat listrik. PS foil digunakan untuk spacers, slot liners dan covering dari kapasitor, koil dan keperluan radar.

6. Ketahanan panas

PS mempunyai softening point rendah (90°C) sehingga PS tidak digunakan untuk pemakaian pada suhu tinggi, atau misalnya pada makanan yang panas. Suhu maksimum yang boleh dikenakan dalam pemakaian adalah 75°C. Disamping itu, PS mempunyai sifat konduktifitas panas yang rendah.

2.3.7 Other (PC atau Polycarbonate dan plastik multilayer)

Plastik ini terbuat dari bahan yang tidak termasuk enam golongan yang lainnya, atau terbuat dari lebih dari satu jenis resin dan digunakan dalam kombinasi bermacam-macam lapisan. Bahan ini tidak menguntungkan dari segi ekonomi karena tidak ada pasar yang mau menerima produk jenis ini. Namun untuk membuat prosesor menggunakan campuran antara bahan polyetilen dan *polypropylen*.

Plastik multilayer adalah plastik yang terdiri dari beberapa lapisan plastik lain yang fungsinya untuk memberikan warna pada kemasan plastik tersebut. Sampah plastik ini sangat sulit dihancurkan. Jika sampah plastik multilayer dibuang, maka membutuhkan waktu ratusan hingga jutaan tahun untuk membuatnya hancur dan menyatu dengan tanah. Sehingga sampah plastik multilayer ini mempunyai nilai jual yang sangat rendah (Enrriquez Gabeiras et al., 2009)

2.4 Sifat Sifat Plastik

Bahan pembuat plastik pada mulanya adalah minyak dan gas sebagai sumber alami, tetapi di dalam perkembangan zaman bahan-bahan ini digantikan dengan bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan. Bahan-bahan aditif dalam pembuatan plastik ini merupakan bahan dengan berat molekul rendah, yaitu berupa pelumas, antioksidan, penyerap sinar ultraviolet, bahan pengisi, dan penguat. Sifat-sifat fisik plastik adalah:

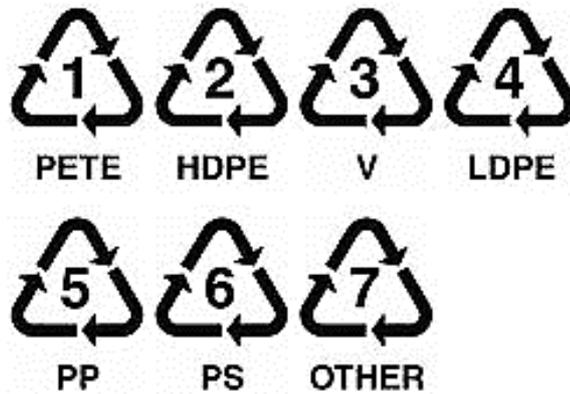
5.1 *Thermoplastik*

Merupakan jenis-jenis plastik yang dapat didaur ulang atau dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang. Contohnya adalah PET (*Polyethylene Terephthalate*), PS (*Polystyrene*), PC (*Polycarbonate*).

5.2 *Thermosetting*

Merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur ulang atau dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang. Hal ini dikarenakan bahwa pemanasan ulang dapat menyebabkan kerusakan pada molekul-molekulnya. Contohnya adalah melamin.

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, thermoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya seperti pada Gambar 2.6 dan Tabel 2.1



Gambar 2. 6 Macam Macam Kode Jenis Plastik (Kurniawan A, 2012)

Tabel 2. 1 Nomor kode, jenis plastik, dan penggunaannya (Kurniawan A, 2012)

No.Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	PET (<i>Polyethylene terephthalate</i>)	botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE (<i>High-density Polyethylene</i>)	botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>)	pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.
4	LDPE (<i>Low-density Polyethylene</i>)	kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (<i>Polypropylene</i> atau <i>Polypropene</i>)	cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine

6	PS (<i>Polystyrene</i>)	kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makan plastik transparan
7	Other (O), jenis plastik lainnya selain dari no.1 hingga 6	botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

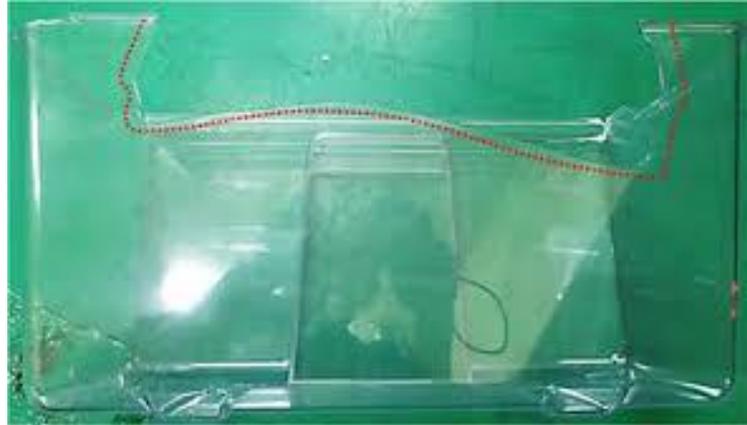
2.5 Cacat Produk Injection Molding

Kualitas akhir permukaan dari produk plastik injection molding merupakan karakteria utama dari standar kualitas produk. Namun keadaan ini tidak dapat mutlak dipenuhi sehingga sering kali terjadi gangguan/cacat produk yang dapat merusak penampilan produk. Cacat produk dapat ditimbulkan oleh berbagai faktor, baik yang bersumber pada factor parameter proses maupun faktor desain. Untuk mengatasi masalah cacat tersebut tentunya harus disesuaikan dengan bentuk dan gangguan atau cacat yang timbul serta pengaruh terhadap produk. Macam-macam cacat produk pada proses injection molding ialah warpage, sink mark, *Short shot*, *weld line*, *flash*, *air trapped* dan *incompletely fillet parts* (Wiyono & Dwi, 2014) Beberapa permasalahan yang sering ditemukan pada produk hasil *injection molding* antara lain:

2.5.1 Short-shot

Short-shot adalah cacat produk akibat pengisian yang tidak sempurna. Hal ini disebabkan beberapa hal antara lain:

- Pelelehan biji plastik yang tidak sempurna.
- Tekanan injeksi yang lemah.
- Temperature *mold* yang rendah.
- Udara tidak keluar dari *mold cavity*. Contoh gambar cacat *Short-shot* dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2. 7 Cacat *Short-shot* (Prasetya, 2015)

2.5.2 Sink or air bubble

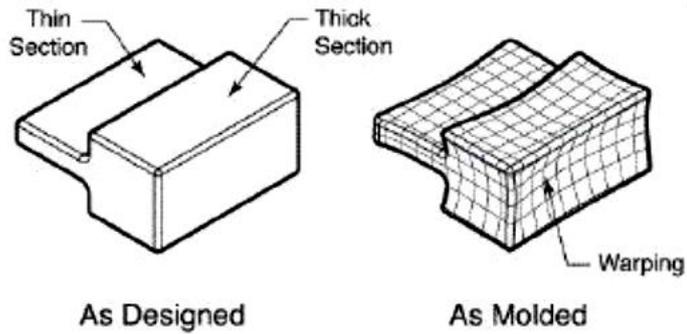
Sink adalah keadaan cacat produk berupa bentuk cembung pada permukaan, sedangkan *air bubble* ditemukan gelembung udara didalam produk. Hal ini biasa disebabkan oleh:

- Perbedaan temperature pada dinding *mold* yang signifikan.
- Tekanan injeksi yang rendah.
- Temperature material yang tinggi.
- Tidak cukup pendinginan pada cetakan.
- Lubang keluar angin (*air vent*) terlalu kecil.

2.5.3 Warpage

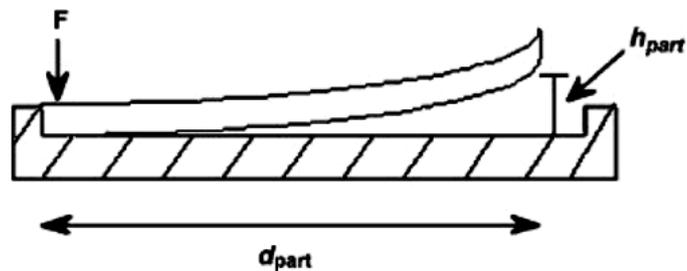
Warpage adalah kondisi cacat produk yang terlihat sebagai permukaan yang melengkung atau terbelit. Hal ini biasa diakibatkan oleh:

- Pendinginan cetakan yang tidak seragam.
- Perbedaan temperature yang tinggi disebagian cetakan.
- Tekanan tunggu (*holding pressure*) yang rendah. Contoh gambar cacat *warpage* dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Cacat *Warpage* (Prasetya, 2015)

Pengukuran cacat *warpage* dilakukan dengan menghitung selisih antara ketebalan produk yang sesuai spesifikasi dengan ketebalan hasil penginjeksian. Gambar pengukuran cacat *warpage* dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9 Pengukuran Cacat *Warpage* (Prasetya, 2015)

Persamaan 2. 1 merupakan rumus perhitungan cacat *warpage* :

$$W = h_{part} / d_{part} \quad (2.1)$$

2.5.4 Weld mark or flow mark

Weldmark merupakan cacat produk berupa garis dipermukaan produk yang disebabkan oleh:

- Injeksi yang lambat.
- Suhu peleburan yang rendah.
- Suhu cetakan yang rendah.
- Permukaan cetakan terkontaminasi minyak.
- Udara tidak keluar dari cetakan dengan lancar.

2.5.5 Discolored molding

Discolored molding merupakan cacat berupa pelenturan warna pada produk.

Hal ini disebabkan oleh:

- Temperature peleburan yang tinggi.
- Proses peleburan material yang terlalu lama.
- Pencampuran warna yang tidak stabil.

2.5.6 Black spot

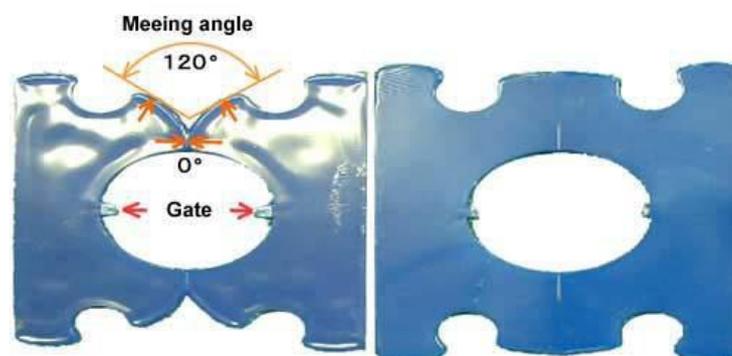
Black spot adalah dimana keadaan cacat produk ditemukan seperti bitnik hitam pada produk, hal ini dipengaruhi oleh:

- Kurang bersih saat penggantian material.
- Material yang mengalami pemanasan/pengeringan yang berlebihan.
- Proses pewarna yang tidak stabil.

2.5.7 Weld line

Weld line adalah dalah ketika dua atau lebih aliran lelehan depan material yang digambarkan dengan garis “V” sempit yang bertemu pada kedua ujung aliran lelehan material. Penyebab *weld line*:

- Titik antara injeksi dan transfer terlalu dekat.
- Waktu pendinginan terlalu singkat.
- *Mold* atau material temperature terlalu rendah. Contoh gambar cacat *weld line* dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2. 10Cacat Weld Line (Prasetya, 2015)

2.5.8 Sink mark

Sink mark merupakan cekungan atau lengkungan yang terjadi pada permukaan luar pada komponen yang dibentuk. Penyebab *Sink mark*:

- *Loading time* material terlalu cepat.
- Kurangnya kemampuan pendingin dari *mold* tersebut.
- Peningkatan suhu karena putaran *screw*terlalu cepat.
- Temperature resin, temperature die, *injection speed*
- terlalu tinggi atau rendah. Contoh gambar cacat *sink mark* dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2. 11 Cacat Sink Mark (Prasetya, 2015)

2.5.9 Flashing

Flashing adalah jenis minor *defect* pada material artinya material masih bisa dikatakan ok tetapi harus dilakukan pembersihan pada produk. Penyebab *defect flashing*:

- Kurangnya *pressure clamping mold* pada mesinnya.
- Kurangnya kerapatan *mold* saat injeksi.
- *Design* produk yang tidak sesuai dengan *mold*.
- *Viscositas* dari material kurang.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian analisis pengaruh suhu terhadap pembuatan produk kancing baju pada *injection molding* dengan bahan *polyethylene terephthalate* dilakukan di Lab Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

3.1.2 Waktu

Proses pembuatan alat dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing pada tanggal 16 februari 2021 hingga selesai

Tabel 3. 1 *Timeline* Kegiatan

No	Kegiatan Penelitian	Bulan (2021-2022)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	
1	Pengajuan Judul														
2	Studi Literatur														
3	Penyusunan Proposal														
4	Seminar Proposal														
5	Pembuatan Alat														
6	Analisa														
7	Seminar Hasil														
8	Sidang Tugas Akhir														

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Biji Plastik *Polyethylene Terephthalate* (*PET*)

Biji plastik berfungsi sebagai bahan baku dalam proses pembuatan kancing baju, dapat dilihat pada gambar 3.1



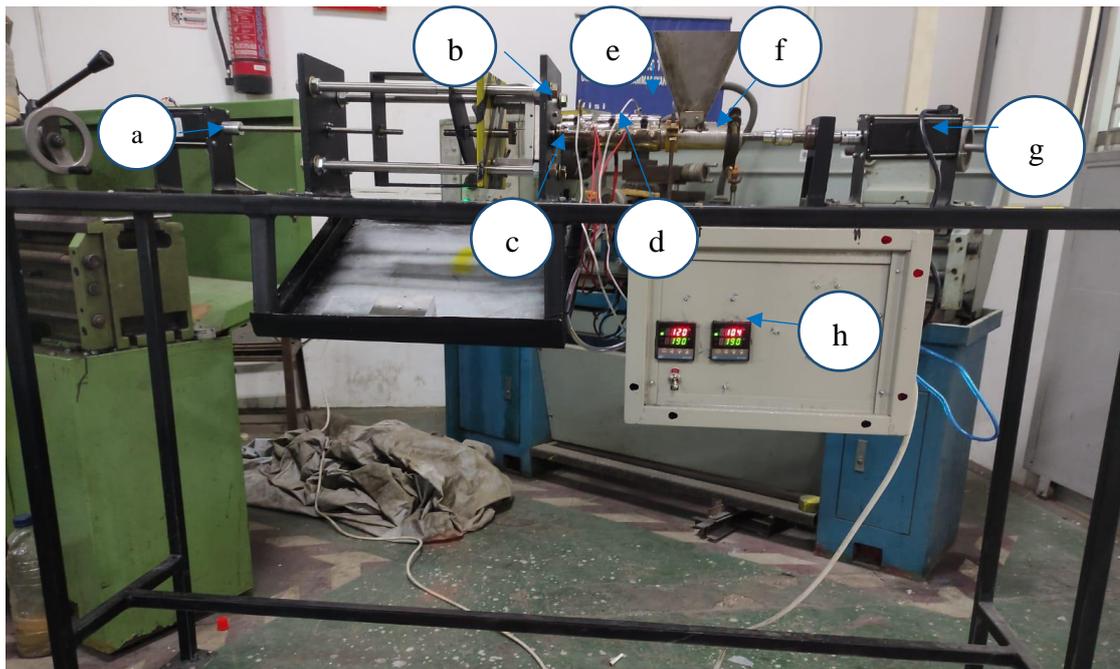
Gambar 3. 1 Biji Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET)

3.2.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin *Injection Molding*

Mesin *Injection Molding* digunakan sebagai alat untuk membuat kancing baju, dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Mesin *Injection Molding*

Keterangan :

- a. *Motor Stepper Nema 23 Torsi 2.2 Nm*
- b. *Cetakan Bergerak (Moving Mold)*
- c. *Cetakan Diam (Stationary Mold)*
- d. *Thermocouple tipe K*

- e. *Heater Band 220V*
- f. *Silinder*
- g. *Motor Stepper Nema 23 Torsi 3 Nm*
- h. *Proportional Integral Derivative (PID) Rex C100*

2. *Cetakan (mold)*

Cetakan (mold) terbuat dari bahan *aluminium dural 7075* digunakan sebagai alat untuk mencetak kancing baju pada mesin *injection molding*, dapat dilihat pada gambar 3.3 dan gambar 3.4



Gambar 3. 3 Cetakan Bergerak (*Moving Mold*)



Gambar 3. 4 Cetakan Diam (*Stationary Mold*)

3. *Thermocouple* tipe K

Thermocouple tipe K digunakan sebagai alat untuk mengukur suhu pada heater saat proses pembuatan kancing baju dilakukan, dapat dilihat pada gambar 3.5



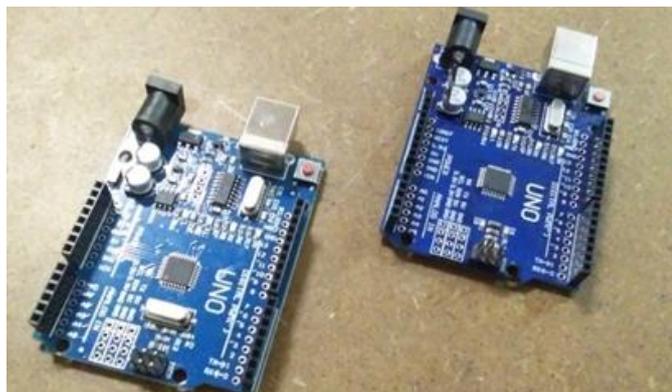
Gambar 3. 5 *Thermocouple*

Spesifikasi :

Panjang	: 1m
Sensor diameter	: 4.5mm
Rentang temperatur	: 0- 400C
<i>Internal Insulation</i>	: <i>Fiberglass External</i>
<i>Shielding</i>	: <i>Insulated Shielding</i>

4. *Arduino Uno R3*

Arduino Uno R3 digunakan sebagai alat untuk mempermudah pembuatan sistem kontrol pada mesin *injection molding* baik yang berupa informasi maupun instrumentasi, dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3. 6 *Arduino Uno R3 SMD CH340*

Spesifikasi :

<i>Microcontroller</i>	: ATmega328 SMD
<i>Operating Voltage</i>	: 5V
<i>Input Voltage</i>	: 7-12V

<i>Digital I/O Pins</i>	: 14
<i>Analog Input Pins</i>	: 6
<i>Flash Memor</i>	: 32 KB
<i>SRAM</i>	: 2 KB (ATmega328)
<i>EEPROM</i>	: 1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	: 16 MHz

5. *Heater Band 220V 120W*

Heater band digunakan sebagai alat untuk memanaskan dan mencairkan biji plastik didalam tabung silinder disaat plastik dialirkan oleh *srew* pada mesin *injection molding*, dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3. 7 *Heater Band 220V*

Spesifikasi :

<i>Bahan</i>	: <i>Stainless steel, mica</i>
<i>Voltage</i>	: AC 220V
<i>Rated power</i>	: 120W
<i>Diameter dalam</i>	: 29mm / 1.14 inch
<i>Diameter luar</i>	: 35mm/1.38 inch
<i>Tinggi</i>	: 37mm/1.46 inch
<i>Berat</i>	: 68g

6. *Motor Stepper Nema 23 Torsi 2.2 Nm*

Motor Stepper nema 23 torsi 2.2 Nm suatu alat penggerak yang digunakan untuk memutar *screw* dan *mold* pada mesin *injection molding*, dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3. 8 *Motor Stepper Nema 23 Torsi 2.2 Nm*

Spesifikasi :

Derajat gerak : 1.8 derajat (200 step/rotasi)

Torsi : 2.2 Nm atau sekitar 22Kg/cm

Diameter *shaft*: 6.35/8mm

Berat : 1150 gram

Arus *rated* : 2.8A

Dimensi motor: 57 x 57 x 83 mm

7. *Motor Stepper Nema 23 Torsi 3 Nm*

Motor Stepper nema 23 torsi 3 Nm suatu alat penggerak yang digunakan untuk memutar *screw* dan *mold* pada mesin *injection molding*, dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3. 9 *Motor Stepper Nema 23 Torsi 3 Nm*

Spesifikasi :

Derajat gerak : 1.8 derajat (200 step/rotasi)

Torsi : 3Nm / 30 Kg/cm

Diameter *shaft* : 8mm

Berat : 1750 gram

Arus *rated* : 3A

Dimensi motor : 57 x 57 x 112 mm

8. *Driver Motor Tb660*

Driver Motor TB6600 berfungsi sebagai pengendali kerja motor stepper, dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3. 10 *Driver Motor* TB660

Spesifikasi :

Tipe : *Driver Motor* Mikro Step

Tegangan masukan : 12-40V

Arus masukan : 0-5A

Arus keluaran : 0-4A

Tegangan sinyal : 3.3 - 40V

Daya maksimal : 160W

Berat : 200 gr

9. *Proportional Integral Derivative (PID) Rex C100*

Proportional Integral Derivative (PID) Rex C100 berfungsi sebagai pengatur temperature panas yang dihasilkan oleh heater, dapat dilihat pada gambar 3.11



Gambar 3. 11 *Proportional Integral Derivative (PID) Rex C100*

Spesifikasi :

<i>Measuring accuracy</i>	: 0.5%FS
<i>Cold-end compensation tolerance</i>	: ~2C
<i>power supply</i>	: AC100 to 240V
<i>Relay output</i>	: 250V AC 3A
Rentang temperatur	: 0 to 400C
Konsumsi daya	: 10 VA

10. *Solid State Relay (SSR) 40 A*

Solid State Relay (SSR) 40 A berfungsi penghubung dan pemutus arus pada *heater* yang berasal dari *power supply* atas perintah *PID* setelah mencapai suhu yang diinginkan, dapat dilihat pada gambar 3.12



Gambar 3. 12 *Solid State Relay (SSR) 40 A*

Spesifikasi :

<i>Output Current</i>	: 40A
<i>Input Voltage</i>	: DC 3-32V
<i>Output Voltage</i>	: 24-380VAC

11. *Power Supply 20V 10A*

Power Supply 20V 10A berfungsi sebagai sumber arus yang kemudian disalurkan ke komponen *injection molding*, dapat dilihat pada gambar 3.11



Gambar 3. 13 *Power Supply 20V 10A*

Spesifikasi :

<i>Input</i>	: AC110-220V 50/60Hz
<i>Output:</i>	: DC 12V / 2A 5A 8A 10A 12.5A 15A 20A 30A
L, N	: AC power input
GND	: DC power output "-"
V	: DC power output "+"
+V / ADJ	: Adjust the output voltage
Temperatur kerja	: 0 ~ 40°C

12. *Flame Gun*

Flame Gun berfungsi untuk membantu memanaskan cetakan (*mold*) untuk pertama kali setelah mesin *injection molding* dihidupkan, dapat dilihat pada gambar 3.15



Gambar 3. 14 *Flame Gun*

13. *Thermometer Digital tipe K*

Thermometer digunakan untuk mengukur perbandingan suhu pada heater agar lebih akurat, dapat dilihat pada gambar 3.16



Gambar 3. 15 *Thermometer Digital tipe K*

Spesifikasi :

J-type	: -210°C to 1200°C (-346°F to 2192°F)
K-type	: -200°C to 1372°C (-328°F to 2501°F)
T-type	: -250°C to 400°C (-418°F to 752°F)
E-type:	: -150°C to 1000°C (-238°F to 1832°F)
N-type	: -200°C to 1300°C (-328°F to 2372°F)
R-and S-type	: 0°C to 1767°C (32°F to 3212°F)
<i>Power supply</i>	: 3 x1.5V AAA <i>Battery</i>
Dimensi	: 14.5 x 7 x2.8cm
Berat	: 126g

14. *Digital Tachometer Benetech GM 8905*

Tachometer digunakan untuk mengukur *rpm* motor *stepper nema 23* yang digunakan, dapat dilihat pada gambar 3.17



Gambar 3. 16 *Digital Tachometer Benetech GM 8905*

Spesifikasi :

LCD Monitor : five large-screen LCD display, character height 18mm

Unit : rpm

Rentang : 2.5-99999rpm

Test distance : 50-500mm

Time base : quartz crystal

Automatic shutdown the instrument will be turned off after 61s

15. *Watt Meter Voltase Kwh Checker*

Watt meter Voltase Kwh Checker digunakan untuk mengukur daya yang digunakan pada mesin *injection molding*, dapat dilihat pada gambar 3.18



Gambar 3. 17 *Watt meter Voltase Kwh Checker*

Spesifikasi :

Tegangan AC : 160 ~ 280 V

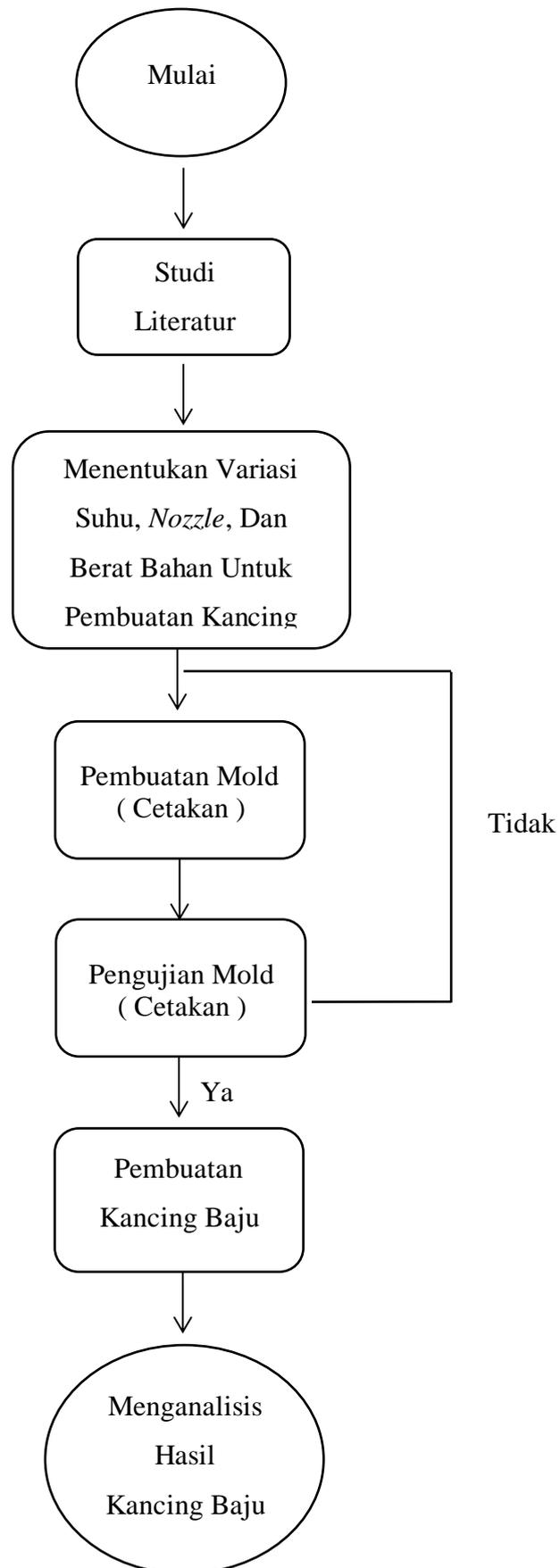
Daya : 1 ~ 3000W

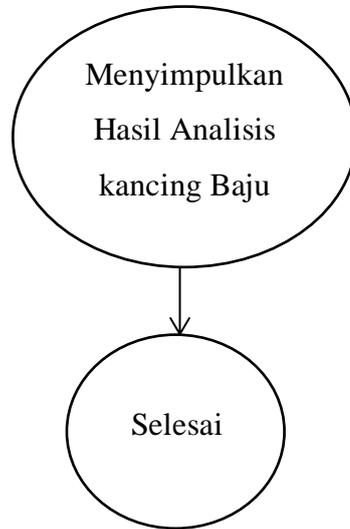
Konsumsi Energi : 0.0001 ~ 999.9 kWh

Biaya : 0 ~ 9999\$

Kondisi Rasio Operasi : 0 ~ 100%

3.3 Diagram Alir Pembuatan





3.4 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Menentukan beberapa variasi suhu yang akan digunakan untuk pembuatan kancing baju pada mesin *injection molding*, dan suhu yang di pilih adalah 180°C, 190°C, 200°C, 210°C, 220°C dengan masing masing 3 kali percobaan.
- 2 Memasangkan *Watt meter voltase Kwh hecker* dengan mesin *injection molding* lalu menghubungkan kepada sumber daya, seperti pada gambar 3.18



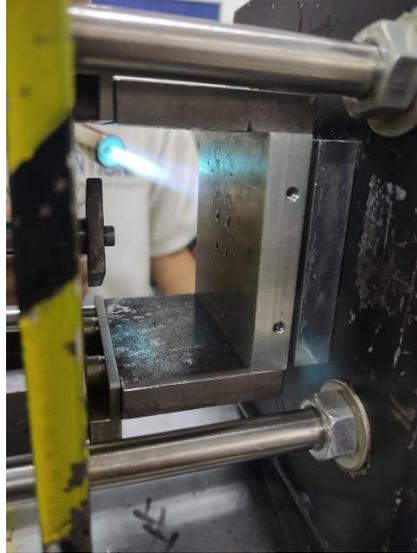
Gambar 3. 18 Pemasangan *watt meter*

- 3 Menyetel suhu pemanasan yang diinginkan pada *proportional integral derivative (PID) Rex C100* yang berada dipanel control, seperti pada gambar 3.19.



Gambar 3. 19 penyetelan suhu pada *PID*

- 4 Sembari menunggu *heater* (pemanas) mencapai suhu yang telah ditentukan, dilakukan pemanasan kepada cetakan (*mold*) dengan menggunakan *flame gun*, seperti pada gambar 3.20



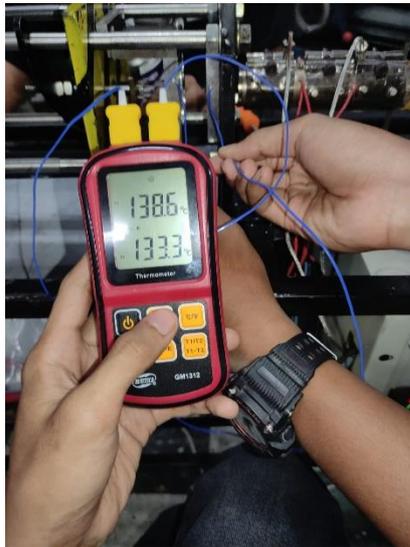
Gambar 3. 20 Melakukan pemanasan kepada cetakan (*mold*)

- 5 Mengukur kembali suhu *heater* menggunakan *thermometer digital* untuk memastikan dan membandingkan suhu heater yang tertera di *pid* dengan yang ada di *thermometer*, seperti pada gambar 3.21



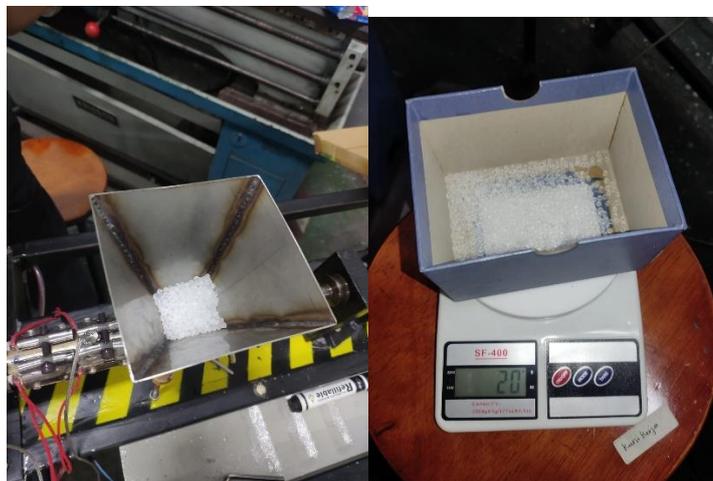
Gambar 3. 21 Mengukur kembali suhu heater dengan *thermometer digital*

- 6 Mengukur juga suhu *mold* yang sudah di panaskan dengan *flame gun* menggunakan *thermometer digital* , seperti pada gambar 3.22



Gambar 3. 22 Mengukur suhu mold yang sudah di panaskan

- 7 Selanjutnya masukan bahan yaitu biji plastik *polyethylene terephthalate (PET)* dengan berat yang sudah di tentukan kedalam penampung (*hopper*), seperti pada gambar 3.23



Gambar 3. 23 Memasukan biji plastik *PET* kedalam *hopper* .

- 8 Menekan tombol saklar yang ada pada panel control untuk menghidupkan motor *stepper* agar biji plastik yang telah masuk kedalam silinder terdorong oleh *screw* yang berputar sambil dipanaskan oleh *heater* dengan suhu yang

sudah ditentukan sehingga plastik meleleh yang kemudian akan disemprotkan oleh *nozzle* kedalam *cavity* (cetakan), seperti pada gambar 3.24 dan 3.25



Gambar 3. 24 Menekan tombol saklar



Gambar 3. 25 Plastik yang sudah masuk penuh kedalam *mold*

- 9 Setelah proses pendinginan motor *stepper* penggerak *mold* bergerak akan bergerak mundur dan menarik *mold* yang bergerak sehingga *ejector pin* yang ada dibelakang *mold* bergerak akan masuk kedalam *mold* dan mendorong keluar plastik yang ada di dalam *mold* dan hasil cetakan akan jatuh ketempat penampungan, seperti pada gambar 3.26



Gambar 3. 26 Hasil cetakan yang terdorong oleh *ejector pin*

- 10 Motor *stepper* penggerak *mold* bergerak akan kembali maju, untuk proses pengisian kembali plastik kedalam *mold*.
- 11 Mengamati dan menganalisis hasil kancing baju yang telah dibuat
- 12 Mengulangi langkah 4 sampai 10 sebanyak 3 kali sesuai dengan suhu yang telah ditentukan.
- 13 Menyimpulkan seluruh hasil analisis dan membuat grafik persentasi kegagalan serta menentukan suhu yang paling optimal untuk pembuatan kancing baju pada mesin *injection molding*.

BAB 4

ANALISA DATA

4.1 Data Hasil Pengujian Kancing Plastik

Penelitian ini memerlukan beberapa ukuran dari alat dan bahan yang digunakan sebagai bahan menganalisis kecacatan pada kancing plastik, produk hasil dari mesin *injection molding*.

1. Variasi suhu pemanasan heater : 180°C, 190°C, 200°C, 210°C, 220°C
2. Bahan : Biji plastik *PET* dengan berat 20gr
3. Lama waktu pengisian : 23 putaran motor atau 24 detik
4. Daya mesin *injection molding* : 385,2W
5. Energi mesin *injection molding* : 0,704328 kWh
6. Tegangan mesin *injection molding* : 236 V
7. Rpm motor *stepper* : 125 rpm
8. Suhu pemanasan untuk *mold* diam : 166°C
9. Suhu pemanasan untuk *mold* bergerak : 121°C
10. Lama waktu pemanasan *mold* : 8 menit
11. Lama waktu pendinginan *mold* : 6 menit

4.1.1 Pemanasan *Mold*

Sebelum melakukan pengujian terhadap pembuatan kancing baju, terlebih dahulu dilakukan pengujian pemanasan dan pendinginan untuk mendapatkan suhu dan waktu untuk pemanasan pada *mold* , Untuk pemanasan *mold* dilakukan pemanasan terus menerus hingga lelehan plastik keluar dari *mold* diam sambil dipantau suhu dan lama waktu pemanasan menggunakan aplikasi *PLX-DAQ*, dan hasilnya pada suhu 166°C untuk *mold* diam dan 121°C untuk *mold* bergerak cairan plastik dapat keluar mengalir dan lama waktu pemanasan 8 menit, seperti gambar 4.1, 4.2, 4.3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Waktu	Aliran Air L/Min	Suhu 1	Suhu 2	Suhu 3	Suhu 4	Suhu 5	Suhu 6							
2	12:53:29	16.00	0	nan	nan	31	47.5	nan							
3	12:53:30	16.00	0	nan	nan	30.75	48.25	nan							
4	12:53:31	16.00	0	nan	nan	31.5	49.25	nan							
5	12:53:33	16.00	0	nan	nan	31.25	49	nan							
6	12:53:34	16.00	0	nan	nan	31.5	49.75	nan							
7	12:53:35	16.00	0	nan	nan	31.5	49.25	nan							
8	12:53:36	16.00	0	nan	nan	31.75	50.25	nan							
9	12:53:37	16.00	0	nan	nan	31	50	nan							
10	12:53:39	16.00	0	nan	nan	31.5	50.25	nan							
11	12:53:40	16.00	0	nan	nan	31.5	50.25	nan							
12	12:53:41	16.00	0	nan	nan	31.5	50.25	nan							
13	12:53:42	16.00	0	nan	nan	31.75	51.25	nan							
14	12:53:43	16.00	0	nan	nan	31.75	52.5	nan							
15	12:53:45	16.00	0	nan	nan	32	55	nan							
16	12:53:46	16.00	0	nan	nan	31.75	57.25	nan							
17	12:53:47	16.00	0	nan	nan	32	60.25	nan							
18	12:53:48	16.00	0	nan	nan	32	62.5	nan							
19	12:53:50	16.00	0	nan	nan	32	65	nan							
20	12:53:51	16.00	0	nan	nan	32.75	66.5	nan							
21	12:53:52	16.00	0	nan	nan	33.25	67.25	nan							

Gambar 4. 1 Awal pengujian pemanasan

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
377	13:01:04	16.00	0	nan	nan	100.25	126.75	nan							
378	13:01:05	16.00	0	nan	nan	101	128.25	nan							
379	13:01:06	16.00	0	nan	nan	100.5	129.25	nan							
380	13:01:07	16.00	0	nan	nan	101	131	nan							
381	13:01:09	16.00	0	nan	nan	101.5	132.75	nan							
382	13:01:10	16.00	0	nan	nan	101.5	135	nan							
383	13:01:11	16.00	0	nan	nan	102.25	136.75	nan							
384	13:01:12	16.00	0	nan	nan	103	138.5	nan							
385	13:01:13	16.00	0	nan	nan	104.75	140.5	nan							
386	13:01:16	16.00	0	nan	nan	105.75	141.75	nan							
387	13:01:16	16.00	0	nan	nan	106.5	143.5	nan							
388	13:01:17	16.00	0	nan	nan	108.75	145.75	nan							
389	13:01:18	16.00	0	nan	nan	110.5	148	nan							
390	13:01:20	16.00	0	nan	nan	112.25	150.75	nan							
391	13:01:21	16.00	0	nan	nan	114.5	153.25	nan							
392	13:01:22	16.00	0	nan	nan	116.25	156.25	nan							
393	13:01:23	16.00	0	nan	nan	118	159	nan							
394	13:01:24	16.00	0	nan	nan	119.75	161.75	nan							
395	13:01:26	16.00	0	nan	nan	120.75	164.25	nan							
396	13:01:27	16.00	0	nan	nan	121	166	nan							
397															
398															
399															

Gambar 4. 2 Akhir pengujian pemanasan



Gambar 4. 3 Cairan plastik yang keluar dari *mold* diam

4.1.2 Pendinginan *Mold*

Untuk pengujian pendinginan *mold* juga menggunakan aplikasi *PLX-DAQ* guna memantau penurunan suhu yang terjadi selama pendinginan. Pengujian pendinginan pertama menggunakan waktu 1 menit 30 detik suhu *mold* diam menjadi 104,25°C dan suhu *mold* bergerak 89°C hasil plastiknya masih terlalu basah dan lengket, seperti pada gambar 4.4 dan 4.5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
60	13:17:28	80.00	0	nan	nan	95.25	112.5	nan							
61	13:17:30	72.00	0	nan	nan	94.25	112.25	nan							
62	13:17:31	72.00	0	nan	nan	94.5	112.25	nan							
63	13:17:32	88.00	0	nan	nan	94.25	111.5	nan							
64	13:17:33	56.00	0	nan	nan	94	110.75	nan							
65	13:17:35	64.00	0	nan	nan	93.75	110.75	nan							
66	13:17:36	80.00	0	nan	nan	93	110.5	nan							
67	13:17:37	24.00	0	nan	nan	92.75	109.5	nan							
68	13:17:38	16.00	0	nan	nan	92.5	109.25	nan							
69	13:17:39	56.00	0	nan	nan	92	109.25	nan							
70	13:17:41	80.00	0	nan	nan	92.25	108.5	nan							
71	13:17:42	88.00	0	nan	nan	91.75	107.75	nan							
72	13:17:43	88.00	0	nan	nan	91.75	107.75	nan							
73	13:17:44	56.00	0	nan	nan	91.25	106.75	nan							
74	13:17:45	64.00	0	nan	nan	91	106.75	nan							
75	13:17:47	72.00	0	nan	nan	90.5	106.5	nan							
76	13:17:48	80.00	0	nan	nan	90.25	106	nan							
77	13:17:49	80.00	0	nan	nan	90.5	105.25	nan							
78	13:17:50	72.00	0	nan	nan	90.25	105.5	nan							
79	13:17:52	104.00	0	nan	nan	89.5	105.25	nan							
80	13:17:53	80.00	0	nan	nan	89.5	104.5	nan							
81	13:17:54	80.00	0	nan	nan	89	104.25	nan							
82															

Gambar 4. 4 Suhu *mold* pendinginan 1 menit 30 detik



Gambar 4. 5 Pengujian pendinginan 1 menit 30 detik

Untuk pengujian pendinginan ke 2 dengan waktu 2 menit 30 detik hasilnya suhu *mold* diam menjadi 91°C dan suhu *mold* bergerak 79°C untuk kancingnya sendiri bagian pinggir kancing sudah mulai mengering tetapi bagian tengahnya masih terlalu cair dan lengket, seperti pada gambar 4.6 dan 4.7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
110	13:18:29	80.00	0	nan	nan	82.25	95	nan							
111	13:18:30	112.00	0	nan	nan	82.25	94.75	nan							
112	13:18:32	96.00	0	nan	nan	82.25	94.25	nan							
113	13:18:33	96.00	0	nan	nan	81.75	94.5	nan							
114	13:18:34	104.00	0	nan	nan	81.25	94	nan							
115	13:18:35	96.00	0	nan	nan	81.5	93.75	nan							
116	13:18:36	88.00	0	nan	nan	81	93.5	nan							
117	13:18:38	104.00	0	nan	nan	81.25	93.25	nan							
118	13:18:39	96.00	0	nan	nan	80.75	92.75	nan							
119	13:18:40	88.00	0	nan	nan	80.25	92.75	nan							
120	13:18:41	104.00	0	nan	nan	80.5	92.5	nan							
121	13:18:42	136.00	0	nan	nan	80	92.25	nan							
122	13:18:44	120.00	0	nan	nan	80.25	92.25	nan							
123	13:18:45	112.00	0	nan	nan	80.25	91.75	nan							
124	13:18:46	120.00	0	nan	nan	80	91.75	nan							
125	13:18:47	128.00	0	nan	nan	79.5	91	nan							
126	13:18:49	80.00	0	nan	nan	79	91	nan							
127															
128															
129															
130															
131															
132															

Gambar 4. 6 Suhu *mold* pendinginan 2 menit 30 detik



Gambar 4. 7 Pengujian pendinginan 2 menit 30 detik

Untuk pengujian pendinginan ke 3 dengan waktu 3 menit 30 detik hasilnya suhu *mold* diam menjadi 83°C dan suhu *mold* bergerak 72°C bagian pinggir kancing sudah lebih mengering tetapi bagian tengah nya masih terlalu cair dan lengket, seperti pada gambar 4.8 dan 4.9

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
159	13:19:29	88.00	0	nan	nan	73.75	85	nan							
160	13:19:30	88.00	0	nan	nan	74	85	nan							
161	13:19:31	104.00	0	nan	nan	73.75	84.75	nan							
162	13:19:32	88.00	0	nan	nan	73.75	84.5	nan							
163	13:19:33	96.00	0	nan	nan	73.25	84.5	nan							
164	13:19:35	96.00	0	nan	nan	73.25	84.5	nan							
165	13:19:36	72.00	0	nan	nan	73.25	84	nan							
166	13:19:37	80.00	0	nan	nan	73.25	84.25	nan							
167	13:19:38	120.00	0	nan	nan	72.75	83.5	nan							
168	13:19:39	96.00	0	nan	nan	72.25	84	nan							
169	13:19:41	112.00	0	nan	nan	72.5	83.75	nan							
170	13:19:42	96.00	0	nan	nan	72.5	83.5	nan							
171	13:19:43	104.00	0	nan	nan	72	83.5	nan							
172	13:19:44	88.00	0	nan	nan	72.25	83.75	nan							
173	13:19:46	112.00	0	nan	nan	72.25	83	nan							
174	13:19:47	88.00	0	nan	nan	72	83	nan							
175	13:19:48	120.00	0	nan	nan	72	83	nan							
176															
177															
178															
179															
180															
181															

Gambar 4. 8 Suhu *mold* pendinginan 3 menit 30 detik

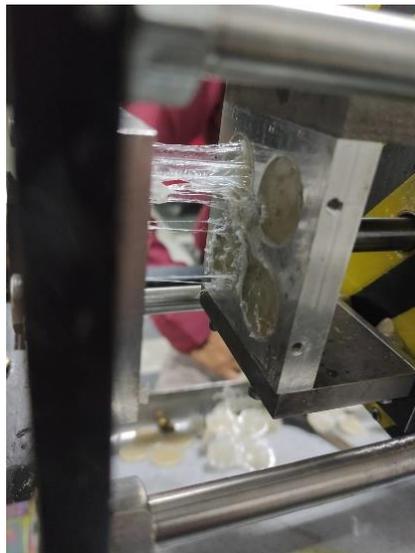


Gambar 4. 9 Pengujian pendinginan 3 menit 30 detik

Untuk pengujian pendinginan ke 4 dengan waktu 5 menit hasilnya suhu *mold* diam menjadi 74°C dan suhu *mold* bergerak 65°C sebagian besar dari kancing sudah mengering tetapi masih ada beberapa bagian yang lengket, seperti pada gambar 4.10 dan 4.11

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
233	13:20:58	128.00	0	nan	nan	66.25	76.25	nan							
234	13:21:00	72.00	0	nan	nan	65.25	76.5	nan							
235	13:21:01	104.00	0	nan	nan	65.75	76	nan							
236	13:21:02	128.00	0	nan	nan	65.5	76	nan							
237	13:21:03	192.00	0	nan	nan	65.25	75.75	nan							
238	13:21:04	144.00	0	nan	nan	65	76.25	nan							
239	13:21:06	120.00	0	nan	nan	65.25	75.25	nan							
240	13:21:07	80.00	0	nan	nan	65.5	75.75	nan							
241	13:21:08	112.00	0	nan	nan	65.25	75.5	nan							
242	13:21:09	96.00	0	nan	nan	64.5	75.75	nan							
243	13:21:10	104.00	0	nan	nan	64.5	75.25	nan							
244	13:21:12	104.00	0	nan	nan	65.25	75.25	nan							
245	13:21:13	72.00	0	nan	nan	65.5	75.5	nan							
246	13:21:14	112.00	0	nan	nan	65.5	74.75	nan							
247	13:21:15	112.00	0	nan	nan	65.25	75.25	nan							
248	13:21:16	96.00	0	nan	nan	65.5	74.75	nan							
249	13:21:18	200.00	0	nan	nan	65.25	74.5	nan							
250															
251															
252															
253															
254															
255															

Gambar 4. 10 Suhu *mold* pendinginan 5 menit

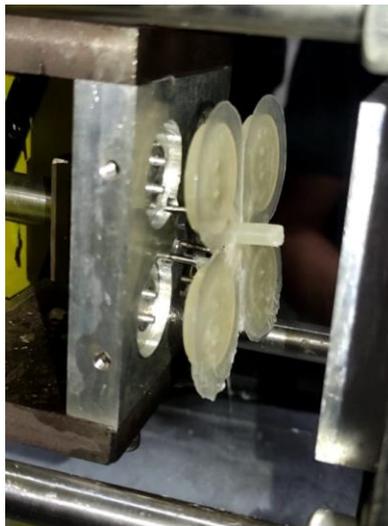


Gambar 4. 11 Pengujian pendinginan 5 menit

Untuk pengujian pendinginan ke 5 dengan waktu 6 menit hasilnya suhu *mold* diam menjadi 71°C dan suhu *mold* bergerak 63°C kancing baju sudah mengering sepenuhnya dan ketika *mold* nya mundur kancing baju dapat terlepas dari *mold*, sehingga lama waktu pendinginan yang dipakai pada pembuatan kancing baju adalah 6 menit, seperti pada gambar 4.12 dan 4.13

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
286	13:22:03	56.00	0	nan	nan	63.75	72.5	nan							
287	13:22:04	64.00	0	nan	nan	63.5	71.75	nan							
288	13:22:05	56.00	0	nan	nan	63.25	72.5	nan							
289	13:22:06	40.00	0	nan	nan	63.75	72	nan							
290	13:22:07	64.00	0	nan	nan	63.75	72.25	nan							
291	13:22:09	96.00	0	nan	nan	63.25	71.5	nan							
292	13:22:10	104.00	0	nan	nan	63.5	72	nan							
293	13:22:11	168.00	0	nan	nan	63.5	71.75	nan							
294	13:22:12	120.00	0	nan	nan	63	72	nan							
295	13:22:14	128.00	0	nan	nan	63.5	71.75	nan							
296	13:22:15	256.00	0	nan	nan	63.5	71.75	nan							
297	13:22:16	144.00	0	nan	nan	63.25	71.75	nan							
298	13:22:17	152.00	0	nan	nan	63.25	71.75	nan							
299	13:22:18	152.00	0	nan	nan	63	71	nan							
300															
301															
302															
303															
304															
305															
306															
307															
308															

Gambar 4. 12 Suhu *mold* pendinginan 6 menit



Gambar 4. 13 Pengujian pendinginan 6 menit

4.1.3 Pengujian 1 dengan suhu pemanasan *heater* 180°C

Lama waktu untuk memanaskan *heater* hingga mencapai suhu 180°C adalah 14 menit dimulai dari suhu ruang. Sedangkan untuk hasil cetakan terjadi kecacatan *flashing* yang cukup besar pada seluruh kancing dan juga kecacatan *short shot* disatu bagian kancing, kecacatan ini terjadi kemungkinan karena cairan plastik yang masih terlalu kental serta kurang rapat nya *mold* saat proses pencetakan dan juga adanya udara yang terperangkap dalam *mold* , seperti pada gambar 4.14, 4.15, dan 4.16

	Waktu	Aliran Air L/Min	Suhu 1	Suhu 2	Suhu 3	Suhu 4	Suhu 5	Suhu 6
1	12:31:07	nan	nan	nan	nan	38	nan	nan
2	12:31:09	408.00	nan	nan	nan	36.5	nan	nan
3	12:31:10	408.00	nan	nan	nan	36.25	nan	nan
4	12:31:11	416.00	nan	nan	nan	34.25	nan	nan
5	12:31:12	408.00	nan	nan	nan	37	nan	nan
6	12:31:13	408.00	nan	nan	nan	37	nan	nan
7	12:31:15	416.00	nan	nan	nan	36.5	nan	nan
8	12:31:16	416.00	nan	nan	nan	36.25	nan	nan
9	12:31:17	408.00	nan	nan	nan	37	nan	nan
10	12:31:18	416.00	nan	nan	nan	36.5	nan	nan
11	12:31:19	416.00	nan	nan	nan	36.75	nan	nan
12	12:31:21	408.00	nan	nan	nan	36.75	nan	nan
13	12:31:22	408.00	nan	nan	nan	36.75	nan	nan
14	12:31:23	416.00	nan	nan	nan	37.25	nan	nan
15	12:31:24	416.00	nan	nan	nan	37.25	nan	nan
16	12:31:25	408.00	nan	nan	nan	36.75	nan	nan
17	12:31:27	408.00	nan	nan	nan	37.25	nan	nan
18	12:31:28	416.00	nan	nan	nan	37.5	nan	nan
19	12:31:29	416.00	nan	nan	nan	37.5	nan	nan
20	12:31:30	408.00	nan	nan	nan	37.5	nan	nan
21	12:31:32	408.00	nan	nan	nan	37.5	nan	nan
22	12:31:33	408.00	nan	nan	nan	38	nan	nan
23	12:31:34	416.00	nan	nan	nan	38.25	nan	nan
24	12:31:35	408.00	nan	nan	nan	38	nan	nan

Gambar 4. 14 Awal pemanasan heater suhu 180°C

	Waktu	Aliran Air L/Min	Suhu 1	Suhu 2	Suhu 3	Suhu 4	Suhu 5	Suhu 6
681	12:44:51	416.00	nan	nan	nan	174.75	nan	nan
682	12:44:52	408.00	nan	nan	nan	175	nan	nan
683	12:44:53	408.00	nan	nan	nan	175	nan	nan
684	12:44:55	416.00	nan	nan	nan	175.5	nan	nan
685	12:44:56	416.00	nan	nan	nan	175.5	nan	nan
686	12:44:57	416.00	nan	nan	nan	176	nan	nan
687	12:44:58	408.00	nan	nan	nan	175.5	nan	nan
688	12:45:00	408.00	nan	nan	nan	176.5	nan	nan
689	12:45:01	408.00	nan	nan	nan	177	nan	nan
690	12:45:02	416.00	nan	nan	nan	177.25	nan	nan
691	12:45:03	416.00	nan	nan	nan	177.75	nan	nan
692	12:45:04	416.00	nan	nan	nan	177.75	nan	nan
693	12:45:06	408.00	nan	nan	nan	177.75	nan	nan
694	12:45:07	408.00	nan	nan	nan	178.25	nan	nan
695	12:45:08	416.00	nan	nan	nan	178.25	nan	nan
696	12:45:09	416.00	nan	nan	nan	179	nan	nan
697	12:45:10	416.00	nan	nan	nan	179.25	nan	nan
698	12:45:12	408.00	nan	nan	nan	179	nan	nan
699	12:45:13	408.00	nan	nan	nan	180.25	nan	nan
700	12:45:14	400.00	nan	nan	nan	180.5	nan	nan
701	12:45:15	336.00	nan	nan	nan	180.25	nan	nan

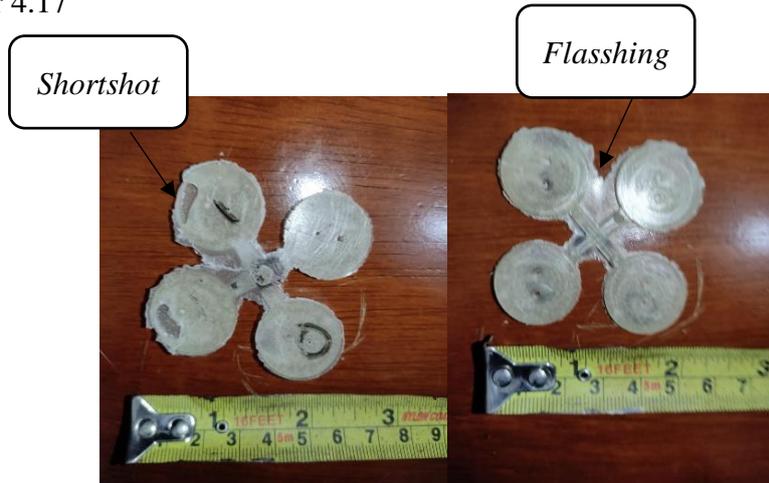
Gambar 4. 15 Akhir pemanasan heater suhu 180°C



Gambar 4. 16 Hasil pengujian pertama suhu 180°C

4.1.4 Pengujian 2 dengan suhu pemanasan *heater* 180°C

Pada pengujian kedua hasil cetakan kancing baju terjadi sedikit kecacatan *flashing* di dua bagian kancing namun sudah mendekati sempurna tetapi terdapat kecacatan *short shot* di dua bagian kancing kecacatan ini terjadi kemungkinan karena cairan plastik yang masih terlalu kental serta kurang rapatnya *mold* saat proses pencetakan dan juga adanya udara yang terperangkap dalam *mold*, seperti pada gambar 4.17



Gambar 4. 17 Hasil pengujian kedua suhu 180°C

4.1.5 Pengujian 3 dengan suhu pemanasan *heater* 180°C

Pada pengujian ketiga untuk hasil cetakan kancing baju terjadi kecacatan *flashing* diantara 2 kancing serta terdapat kecacatan *short shot* disatu bagian kancing, kecacatan ini terjadi kemungkinan karena cairan plastik yang masih terlalu kental serta kurang rapatnya *mold* saat proses pencetakan dan juga adanya udara yang terperangkap dalam *mold*. seperti pada gambar 4.18.



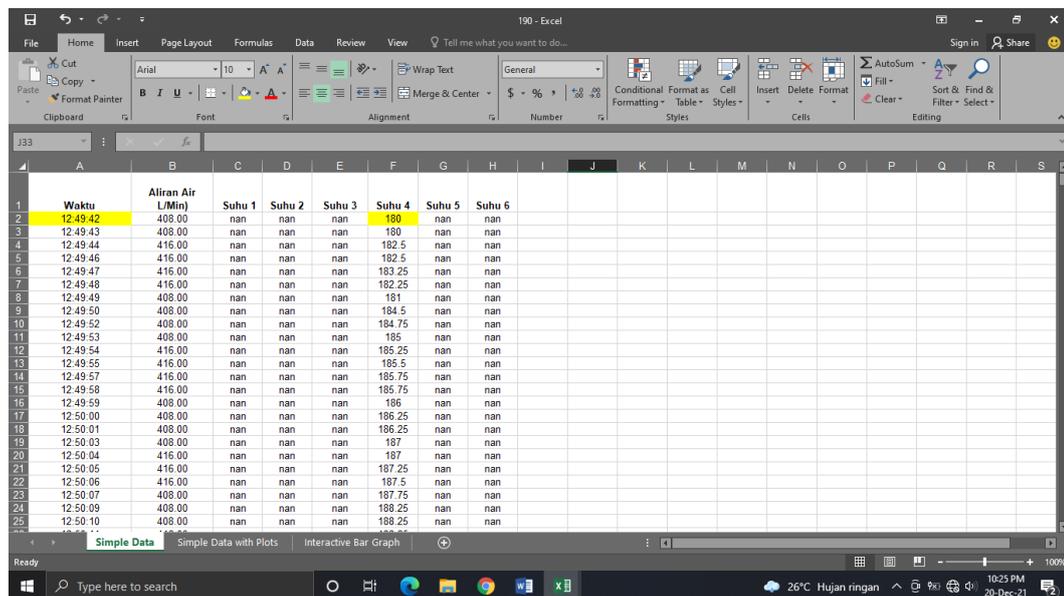
Gambar 4. 18 Hasil pengujian ketiga suhu 180°C

Tabel 4. 1 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 180°C

No	Berat Bahan	Noozle	Suhu (°C)	Hasil		
				Baik	Cacat Short shot	Cacat Flashing
1	20gr	4mm	180	√	√	√
2	20gr	4mm	180	√	√	√
3	20gr	4mm	180	√	√	√

4.1.6 Pengujian 1 dengan suhu pemanasan *heater* 190°C

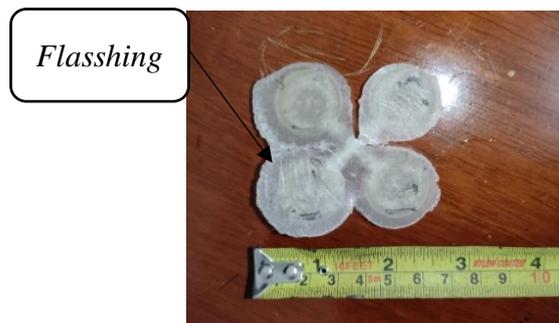
Lama waktu untuk memanaskan *heater* hingga mencapai suhu 190°C adalah 1 menit 15 detik dimulai dari suhu 180°C. Sedangkan untuk hasil cetakan tidak terdapat kecacatan *short shot* tetapi terdapat kecacatan *flashing* ditiga bagian kancing, kecacatan ini terjadi mungkin disebabkan kurang rapat nya *mold* saat proses pencetakan, seperti pada gambar 4.19, 4.20, dan 4.21.



Gambar 4. 19 Awal pemanasan *heater* suhu 190°C

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
112	12:49:59	408.00	nan	nan	nan	186	nan	nan											
113	12:50:00	408.00	nan	nan	nan	186.25	nan	nan											
114	12:50:01	408.00	nan	nan	nan	186.25	nan	nan											
115	12:50:03	408.00	nan	nan	nan	187	nan	nan											
116	12:50:04	416.00	nan	nan	nan	187	nan	nan											
117	12:50:05	416.00	nan	nan	nan	187.25	nan	nan											
118	12:50:06	416.00	nan	nan	nan	187.5	nan	nan											
119	12:50:07	408.00	nan	nan	nan	187.75	nan	nan											
120	12:50:09	408.00	nan	nan	nan	188.25	nan	nan											
121	12:50:10	408.00	nan	nan	nan	188.25	nan	nan											
122	12:50:11	416.00	nan	nan	nan	188.25	nan	nan											
123	12:50:12	416.00	nan	nan	nan	189.25	nan	nan											
124	12:50:14	408.00	nan	nan	nan	190	nan	nan											
125	12:50:15	416.00	nan	nan	nan	190	nan	nan											
126	12:50:16	240.00	nan	nan	nan	190.5	nan	nan											
127	12:50:17	408.00	nan	nan	nan	191	nan	nan											

Gambar 4. 20 Akhir pemanasan *heater* suhu 190°C



Gambar 4. 21 Hasil pengujian pertama suhu 190°C

4.1.7 Pengujian 2 dengan suhu pemanasan *heater* 190°C

Pada pengujian kedua hasil cetakan kancing baju tidak terdapat kecacatan *short shot* namun terdapat kecacatan *flashing* di seluruh bagian kancing, kecacatan ini terjadi mungkin disebabkan kurang rapat nya *mold* saat proses pencetakan, seperti pada gambar 4.22.



Gambar 4. 22 Hasil pengujian kedua suhu 190°C

4.1.8 Pengujian 3 dengan suhu pemanasan *heater* 190°C

Pada pengujian ketiga hasil cetakan kancing baju tidak terdapat kecacatan *short shot* namun terdapat kecacatan *flashing* di seluruh bagian kancing, kecacatan ini terjadi mungkin disebabkan kurang rapat nya *mold* saat proses pencetakan, seperti pada gambar 4.23.



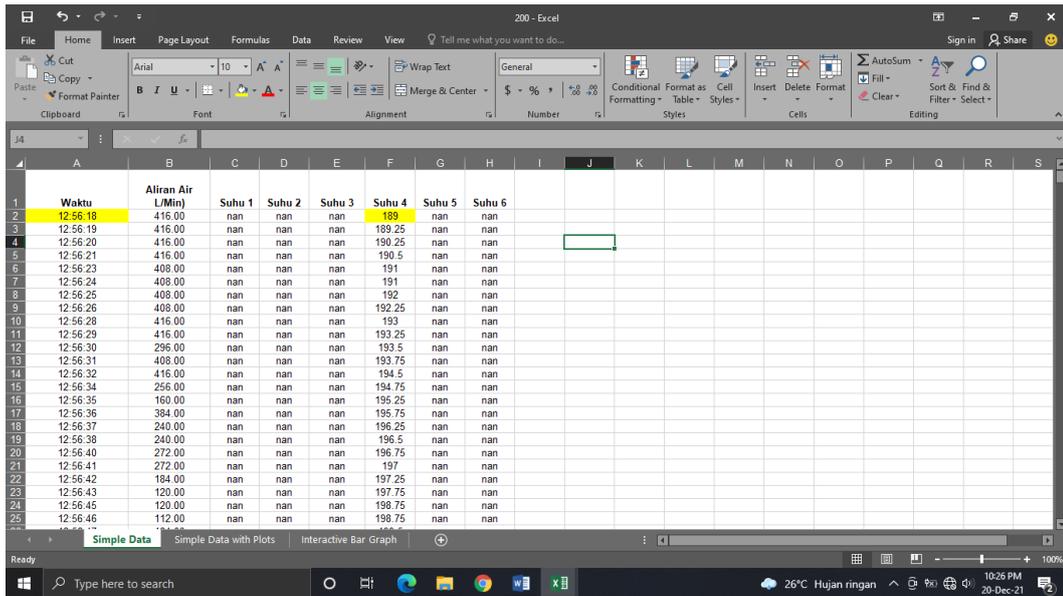
Gambar 4. 23 Hasil pengujian ketiga suhu 190°C

Tabel 4. 2 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 190°C

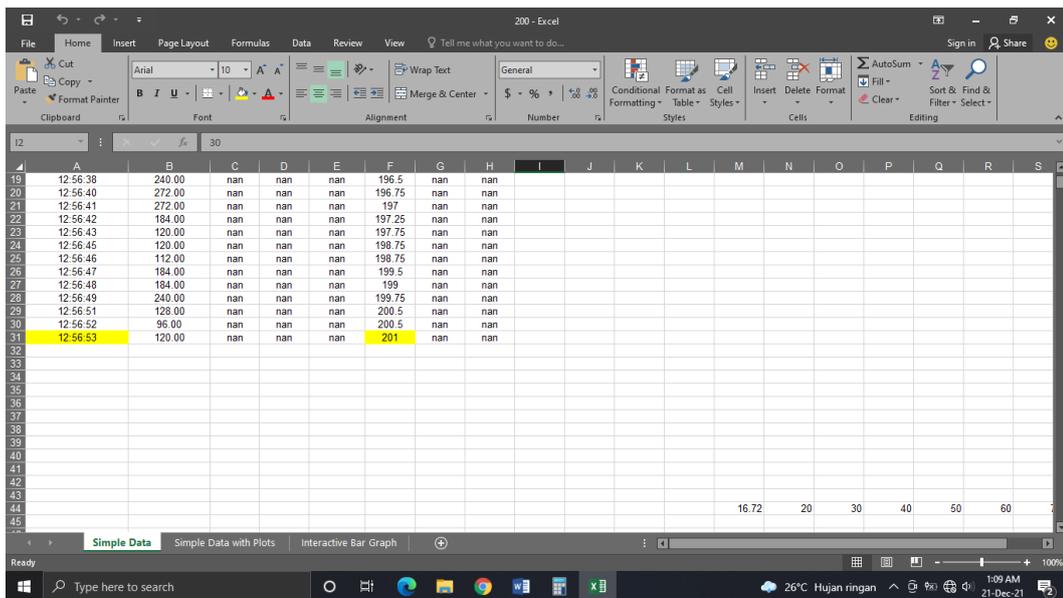
No	Berat Bahan	Noozle	Suhu (°C)	Hasil		
				Baik	Cacat Short shot	Cacat Flashing
1	20gr	4mm	190	√		√
2	20gr	4mm	190	√		√
3	20gr	4mm	190	√		√

4.1.9 Pengujian 1 dengan suhu pemanasan *heater* 200°C

Lama waktu untuk memanaskan *heater* hingga mencapai suhu 200°C adalah 35 detik dimulai dari suhu 190°C. Sedangkan untuk hasil pengujian dapat dikatakan sempurna karena tidak terdapat kecacatan sama sekali tetapi warna kancing berubah menjadi kecoklatan , seperti pada gambar 4.24, 4.25, dan 4.26.



Gambar 4. 24 Awal pemanasan heater suhu 200°C



Gambar 4. 25 Akhir pemanasan heater suhu 200°C



Gambar 4. 26 Hasil pengujian pertama suhu 200°C

4.1.10 Pengujian 2 dengan suhu pemanasan *heater* 200°C

Pada pengujian kedua hasil cetakan kancing baju juga dapat dikatakan sempurna karena tidak terdapat kecacatan sama sekali tetapi warna kancing berubah menjadi kecoklatan, seperti pada gambar 4.27,



Gambar 4. 27 Hasil pengujian kedua suhu 200°C

4.1.11 Pengujian 3 dengan suhu pemanasan *heater* 200°C

Pada pengujian ketiga terdapat kecacatan *flashing* diseluruh bagian kancing serta kecacatan *short shot* ditiga bagian kancing serta warna kancing menjadi kecoklatan, kecacatan ini terjadi mungkin disebabkan kurang rapat nya *mold* saat proses pencetakan dan adanya udara yang terperangkap dalam *mold*, seperti pada gambar 4.28.



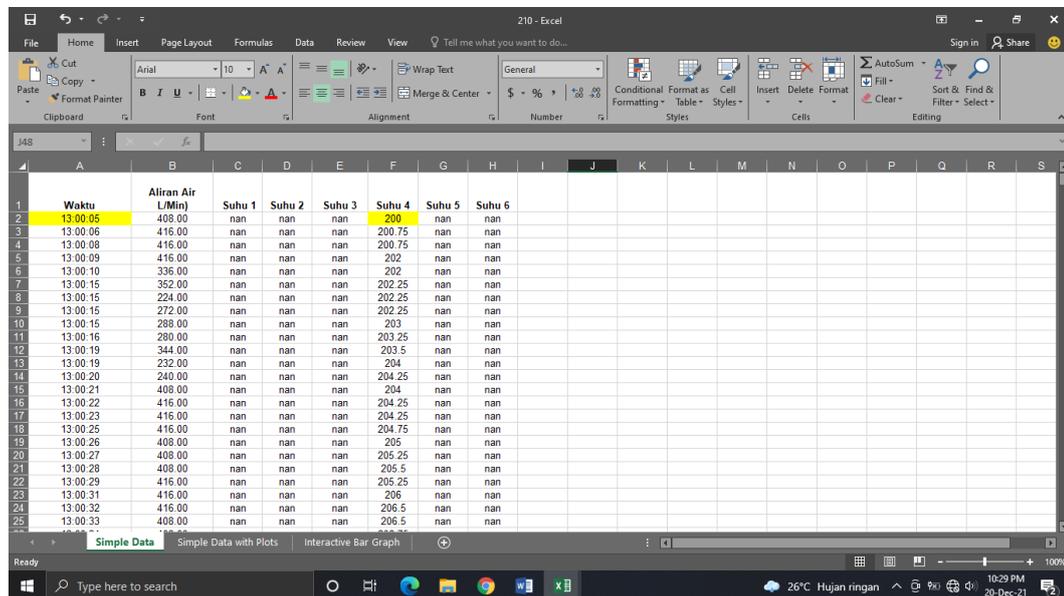
Gambar 4. 28 Hasil pengujian ketiga suhu 200°C

Tabel 4. 3 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 200°C

No	Berat Bahan	Noozle	Suhu (°C)	Hasil		
				Baik	Cacat Short shot	Cacat Flashing
1	20gr	4mm	200	√		
2	20gr	4mm	200	√		
3	20gr	4mm	200	√	√	√

4.1.12 Pengujian 1 dengan suhu pemanasan *heater* 210°C

Lama waktu untuk memanaskan *heater* hingga mencapai suhu 210°C adalah 1 menit 45 detik dimulai dari suhu 190°C. Sedangkan untuk hasil cetakan kancing baju bagian parit ditengah kancing langsung patah ketika terdorong oleh *ejetor pin* dan ketika dicoba keluarkan secara manual hasilnya kancing hancur berkeping menjadi serbuk dan bagian kancing berubah menjadi putih pucat, ini terjadi kemungkinan karena suhu pemanasan yang terlalu panas seperti pada gambar 4.29, 4.30, dan 4.31.



Gambar 4. 29 Awal pemanasan *heater* suhu 210°C

	A	B	C	D	E	F	G	H
34	13:00:44	416.00	nan	nan	nan	207.25	nan	nan
35	13:00:45	416.00	nan	nan	nan	207.25	nan	nan
36	13:00:46	408.00	nan	nan	nan	207	nan	nan
37	13:00:48	408.00	nan	nan	nan	207.5	nan	nan
38	13:00:49	408.00	nan	nan	nan	207.5	nan	nan
39	13:00:50	416.00	nan	nan	nan	207.5	nan	nan
40	13:00:51	416.00	nan	nan	nan	208	nan	nan
41	13:00:53	408.00	nan	nan	nan	208.25	nan	nan
42	13:00:54	408.00	nan	nan	nan	208	nan	nan
43	13:00:55	416.00	nan	nan	nan	208.25	nan	nan
44	13:00:56	416.00	nan	nan	nan	208.5	nan	nan
45	13:00:57	416.00	nan	nan	nan	208.75	nan	nan
46	13:00:59	408.00	nan	nan	nan	208.75	nan	nan
47	13:01:00	408.00	nan	nan	nan	209	nan	nan
48	13:01:01	416.00	nan	nan	nan	209	nan	nan
49	13:01:02	416.00	nan	nan	nan	209.25	nan	nan
50	13:01:03	416.00	nan	nan	nan	209.75	nan	nan
51	13:01:05	408.00	nan	nan	nan	209.75	nan	nan
52	13:01:06	408.00	nan	nan	nan	209.75	nan	nan
53	13:01:07	408.00	nan	nan	nan	210.25	nan	nan
54	13:01:08	416.00	nan	nan	nan	210.5	nan	nan
55	13:01:10	416.00	nan	nan	nan	210.75	nan	nan
56	13:01:11	416.00	nan	nan	nan	210.75	nan	nan
57								
58								
59								
60								

Gambar 4. 30 Akhir pemanasan *heater* suhu 210°C



Gambar 4. 31 Hasil pengujian pertama suhu 210°C

4.1.13 Pengujian 2 dengan suhu pemanasan *heater* 210°C

Pada pengujian kedua hasil cetakan kancing baju dibagian parit ditengah kancing juga langsung patah ketika didorong oleh *ejektor pin* dan ketika dicoba keluarkan secara manual hasilnya kancing baju hancur berkeping menjadi serbuk dan bagian kancing berubah menjadi putih pucat, ini terjadi kemungkinan karena suhu pemanasan yang terlalu panas, seperti pada gambar 4.32.



Gambar 4. 32 Hasil pengujian kedua suhu 210°C

4.1.14 Pengujian 3 dengan suhu pemanasan *heater* 210°C

Pada pengujian ketiga hasil cetakan kancing baju juga pada bagian parit tengahnya langsung patah ketika didorong oleh *ejetor pin* tetapi 1 kancing baju berhasil keluar daricetakan dan hasilnya tidak terjadi cacat sedikitpun tetapi kancing baju tetap terlalu rapuh seperti kapur, ini terjadi kemungkinan karena suhu pemanasan yang terlalu panas, seperti pada gambar 4.33



Gambar 4. 33 Hasil pengujian ketiga suhu 210°C

Tabel 4. 4 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 210°C

No	Berat Bahan	Noozle	Suhu (°C)	Hasil		
				Baik	Cacat Short shot	Cacat Flashing
1	20gr	4mm	210			
2	20gr	4mm	210			
3	20gr	4mm	210	√		

4.1.15 Pengujian 1 dengan suhu pemanasan heater 220°C

Lama waktu untuk memanaskan heater hingga mencapai suhu 220°C adalah 1 menit 30 detik dimulai dari suhu 210°C. Sedangkan untuk hasil cetakan ketika cetakan terbuka kancing baju langsung hancur berkeping keping serta sebagian kancing menempel di cetakan diam dan warna kancing berubah menjadi coklat pucat, ini terjadi kemungkinan karena suhu pemanasan yang terlalu panas, seperti pada gambar 4.34, 4.35, dan 4.36.

	Waktu	Aliran Air L/Min)	Suhu 1	Suhu 2	Suhu 3	Suhu 4	Suhu 5	Suhu 6
2	13:03:49	408.00	nan	nan	nan	209	nan	nan
3	13:03:50	408.00	nan	nan	nan	209	nan	nan
4	13:03:52	416.00	nan	nan	nan	209.75	nan	nan
5	13:03:53	416.00	nan	nan	nan	209.5	nan	nan
6	13:03:54	408.00	nan	nan	nan	210	nan	nan
7	13:03:55	408.00	nan	nan	nan	210.5	nan	nan
8	13:03:57	416.00	nan	nan	nan	210.75	nan	nan
9	13:03:58	416.00	nan	nan	nan	211	nan	nan
10	13:03:59	408.00	nan	nan	nan	211.5	nan	nan
11	13:04:00	408.00	nan	nan	nan	211.75	nan	nan
12	13:04:01	416.00	nan	nan	nan	212	nan	nan
13	13:04:03	416.00	nan	nan	nan	212.25	nan	nan
14	13:04:04	408.00	nan	nan	nan	212.75	nan	nan
15	13:04:05	408.00	nan	nan	nan	213	nan	nan
16	13:04:06	416.00	nan	nan	nan	213.25	nan	nan
17	13:04:07	408.00	nan	nan	nan	213	nan	nan
18	13:04:09	408.00	nan	nan	nan	214	nan	nan
19	13:04:10	416.00	nan	nan	nan	214	nan	nan
20	13:04:11	416.00	nan	nan	nan	213.75	nan	nan
21	13:04:12	408.00	nan	nan	nan	214	nan	nan
22	13:04:14	408.00	nan	nan	nan	214	nan	nan
23	13:04:15	416.00	nan	nan	nan	214.25	nan	nan
24	13:04:16	408.00	nan	nan	nan	214.5	nan	nan
25	13:04:17	408.00	nan	nan	nan	214.75	nan	nan

Gambar 4. 34 Awal pemanasan heater suhu 220°C

25	13:04:17	408.00	nan	nan	nan	214.75	nan	nan
26	13:04:18	416.00	nan	nan	nan	214.5	nan	nan
27	13:04:20	416.00	nan	nan	nan	215	nan	nan
28	13:04:21	408.00	nan	nan	nan	215.25	nan	nan
29	13:04:22	416.00	nan	nan	nan	215.25	nan	nan
30	13:04:23	416.00	nan	nan	nan	216	nan	nan
31	13:04:24	408.00	nan	nan	nan	216	nan	nan
32	13:04:26	408.00	nan	nan	nan	216.5	nan	nan
33	13:04:27	416.00	nan	nan	nan	216.5	nan	nan
34	13:04:28	408.00	nan	nan	nan	217	nan	nan
35	13:04:29	408.00	nan	nan	nan	217.5	nan	nan
36	13:04:31	416.00	nan	nan	nan	217.25	nan	nan
37	13:04:32	408.00	nan	nan	nan	218.25	nan	nan
38	13:04:33	408.00	nan	nan	nan	218.5	nan	nan
39	13:04:34	416.00	nan	nan	nan	218.75	nan	nan
40	13:04:36	408.00	nan	nan	nan	219.25	nan	nan
41	13:04:37	408.00	nan	nan	nan	219.25	nan	nan
42	13:04:38	416.00	nan	nan	nan	220	nan	nan
43	13:04:39	408.00	nan	nan	nan	220.5	nan	nan
44	13:04:40	232.00	nan	nan	nan	221	nan	nan
45	13:04:41	416.00	nan	nan	nan	220.5	nan	nan

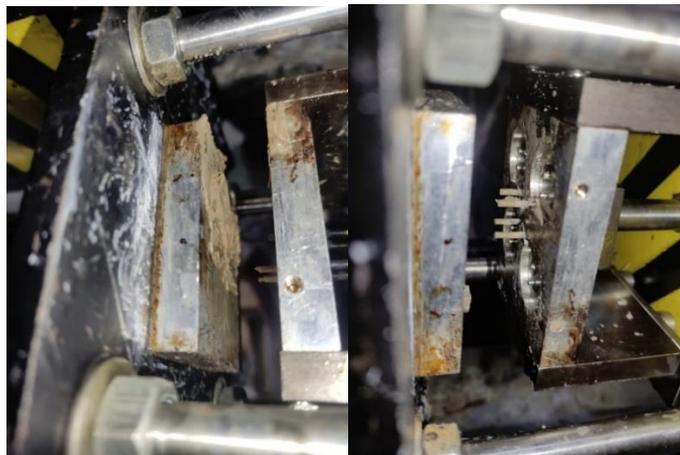
Gambar 4. 35 Akhir pemanasan heater suhu 220°C



Gambar 4. 36 Hasil pengujian pertama suhu 220°C

4.1.16 Pengujian 2 dengan suhu pemanasan *heater* 220°C

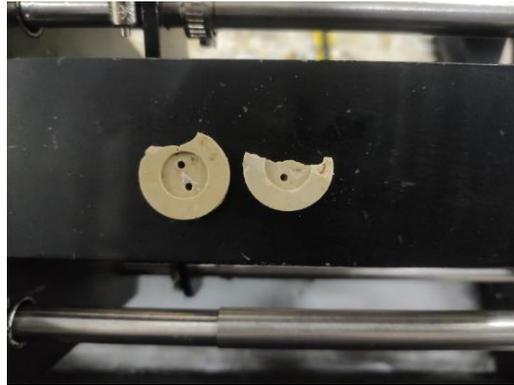
Pada pengujian kedua untuk hasil cetakan kancing baju ketika cetakan terbuka kancing baju langsung hancur berkeping keping serta sebagian kancing menempel di cetakan diam dan warna kancing berubah menjadi coklat pucat, ini terjadi kemungkinan karena suhu pemanasan yang terlalu panas, seperti pada gambar 4.37.



Gambar 4. 37 Hasil pengujian kedua suhu 220°C

4.1.17 Pengujian 3 dengan suhu pemanasan *heater* 220°C

Pada pengujian ketiga untuk hasil cetakan hanya dipercobaan ketiga ini dua kancing plastik berhasil terlepas dari cetakan dan hasilnya tidak terjadi cacat sedikitpun tetapi kancing baju tidak utuh karena patah dan kancing baju tetap terlalu rapuh seperti kapur untuk warnanya menjadi coklat pucat, ini terjadi kemungkinan karena suhu pemanasan yang terlalu panas, seperti pada gambar 4.38.



Gambar 4. 38 Hasil pengujian ketiga suhu 220°C

Tabel 4. 5 Pembuatan Kancing Baju Dengan Suhu 220°C

No	Berat Bahan	Noozle	Suhu (°C)	Hasil		
				Baik	Cacat Short shot	Cacat Flashing
1	20gr	4mm	220			
2	20gr	4mm	220			
3	20gr	4mm	220			

4.2 Persentasi Kecacatan

Persentasi kecacatan dapat dihitung dengan persamaan

$$\frac{n}{nTotal} \times 100\% \quad (4.1.)$$

4.2.1 Persentasi kecacatan *flashing* suhu 180°C

$$\begin{aligned} & \frac{n}{nTotal} \times 100\% \\ &= \frac{8}{12} \times 100\% \\ &= 66,66\% \end{aligned}$$

4.2.2 Persentasi kecacatan *short shot* suhu 180°C

$$\begin{aligned} & \frac{n}{nTotal} \times 100\% \\ &= \frac{4}{12} \times 100\% \\ &= 33.33\% \end{aligned}$$

4.2.3 Persentasi kecacatan *flashing* suhu 190°C

$$\begin{aligned} & \frac{n}{nTotal} \times 100\% \\ &= \frac{11}{12} \times 100\% \\ &= 91,66\% \end{aligned}$$

4.2.4 Persentasi kecacatan *flashing* suhu 200°C

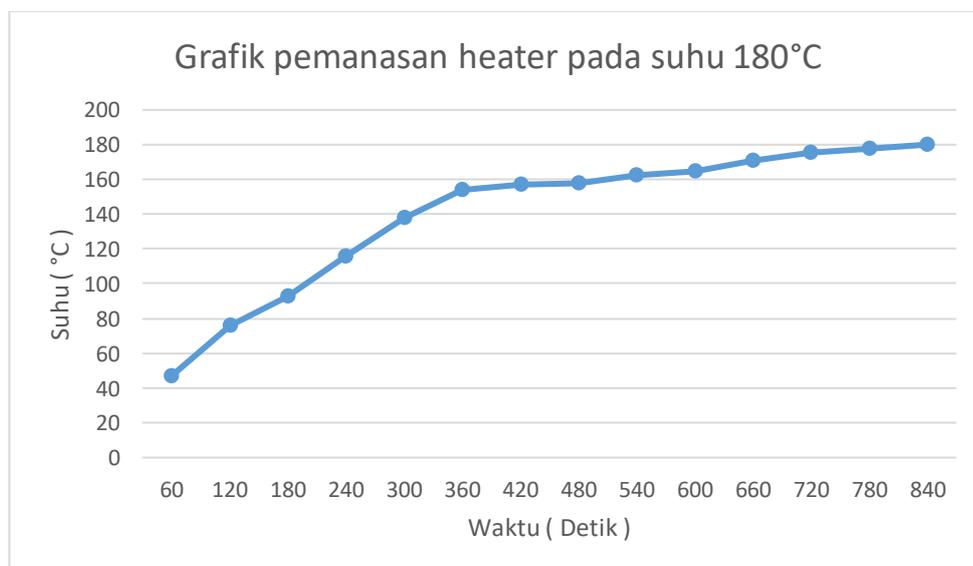
$$\begin{aligned} & \frac{n}{nTotal} \times 100\% \\ &= \frac{4}{12} \times 100\% \\ &= 33,33\% \end{aligned}$$

4.2.5 Persentasi kecacatan *short shot* suhu 200°C

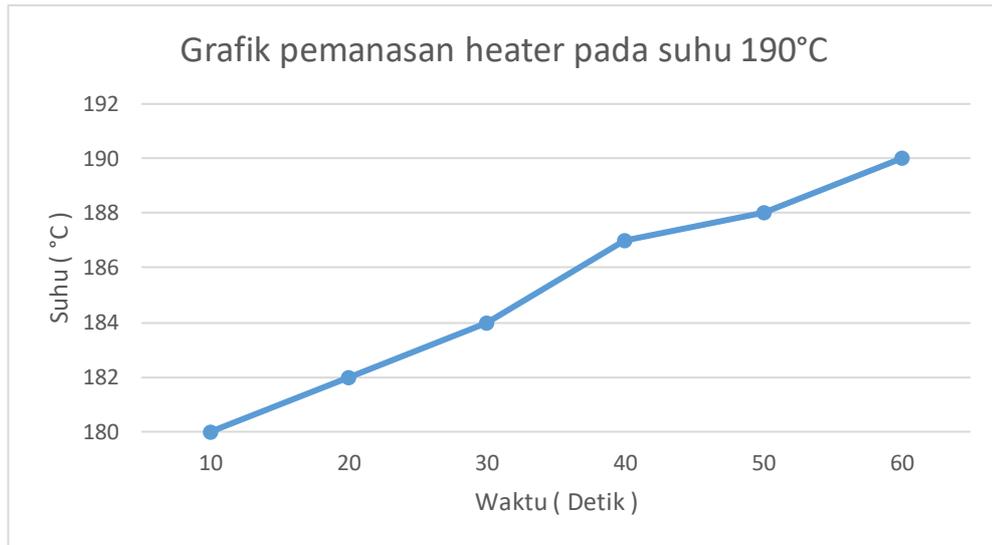
$$\begin{aligned} & \frac{n}{nTotal} \times 100\% \\ &= \frac{3}{12} \times 100\% \\ &= 25\% \end{aligned}$$

4.3 Grafik Hasil Pengujian

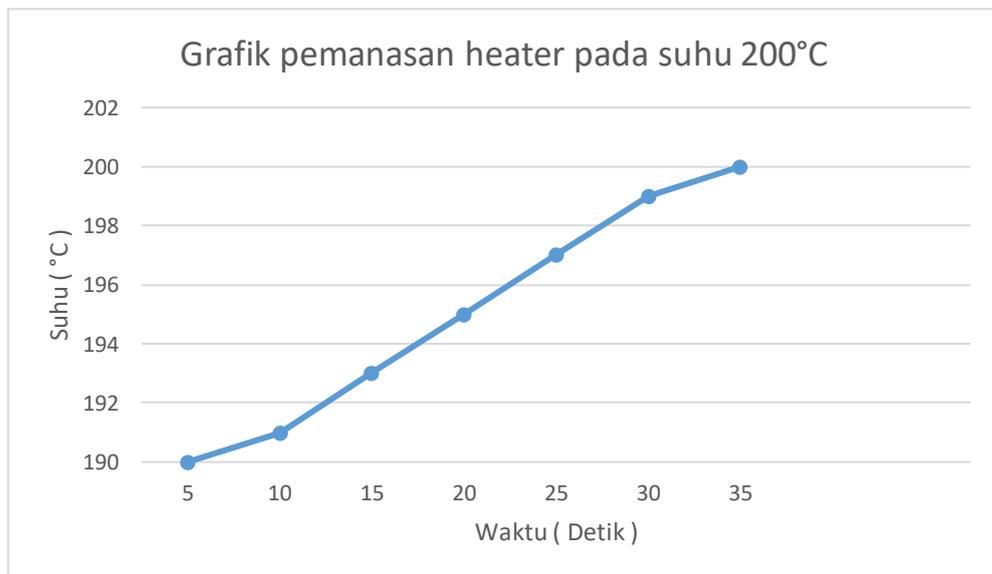
Berdasarkan data pemanasan *heater* diatas maka dapat digambarkan kedalam diagram garis guna mengetahui peningkatan suhu ketika proses pemanasan, berikut merupakan grafik suhu terhadap waktu, dapat dilihat pada gambar 4.39 hingga 4.44



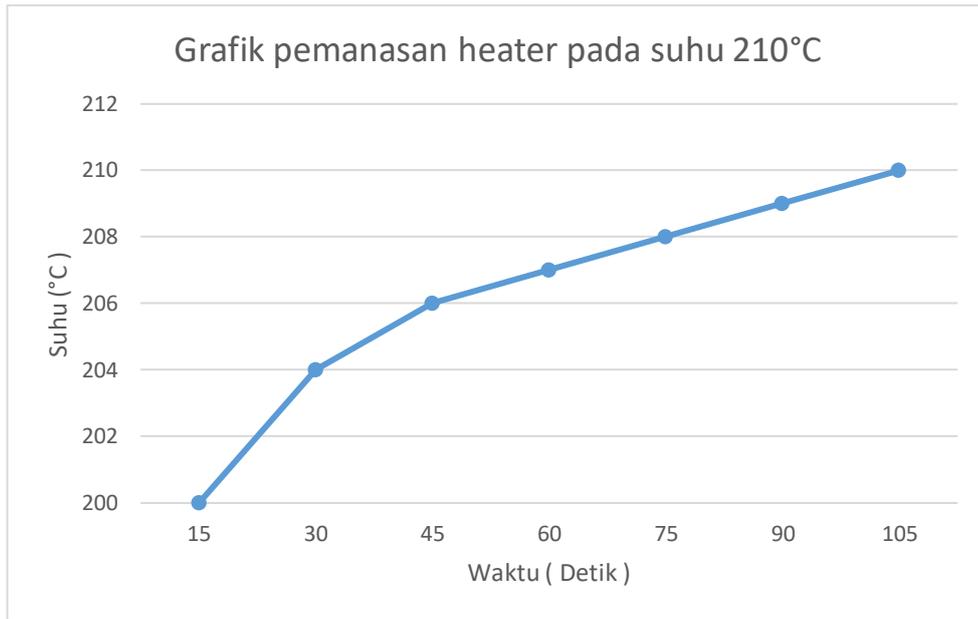
Gambar 4. 39 Grafik pemanasan *heater* pada suhu 180°C



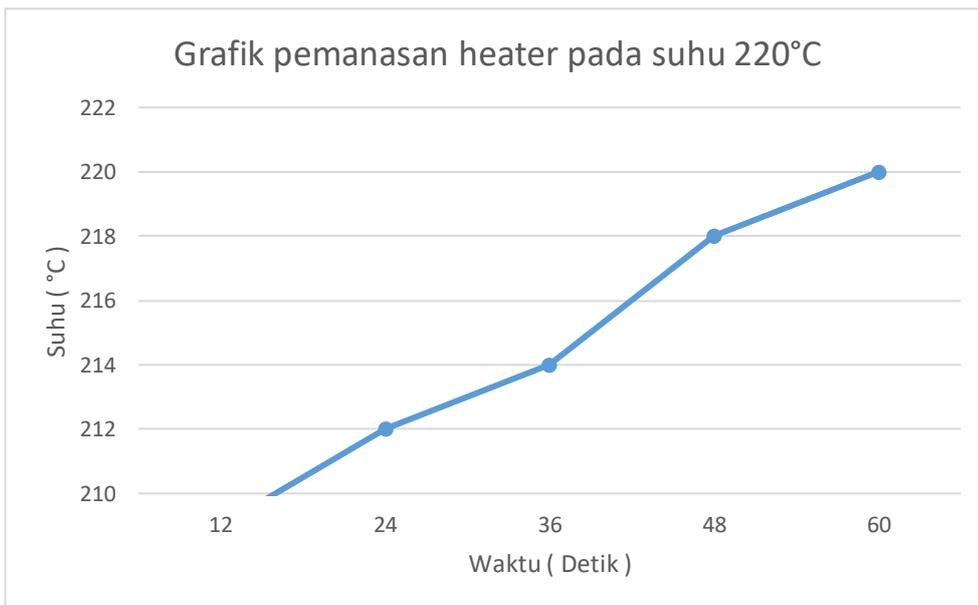
Gambar 4. 40 Grafik pemanasan *heater* pada suhu 190°C



Gambar 4. 41 Grafik pemanasan *heater* pada suhu 200°C



Gambar 4. 42 Grafik pemanasan *heater* pada suhu 210°C



Gambar 4. 43 Grafik pemanasan *heater* pada suhu 220°C

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis terhadap pengaruh suhu dalam pembuatan kancing baju pada *injection molding* berbahan *polyethylene terephthalate* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Suhu pemanasan *heater* terbaik untuk pembuatan kancing baju adalah 200°C dikarenakan memiliki persentasi kecacatan terendah yaitu 33,33% untuk kecacat *flashing* dan 25% untuk kecacat *short shot*.
2. Pada suhu 166°C untuk *mold* diam dan 121°C untuk *mold* bergerak sudah dapat digunakan sebagai suhu pemanasan *mold* dikarenakan pada suhu tersebut cairan plastik sudah dapat mengalir untuk proses pengisian *mold*.
3. Waktu 6 menit sudah dapat digunakan untuk waktu pendinginan *mold* karena dalam waktu tersebut suhu *mold* menjadi 71°C untuk *mold* diam dan 63°C untuk *mold* bergerak dan hasil kancing baju sudah cukup membeku dan mudah untuk keluar dari cetakan.

5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa di sampaikan terkait penelitian sebagai berikut :

1. Untuk kedepannya pemanasan pada *mold* dapat dibuat dengan menggunakan tambahan *heater* agar tidak perlu lagi dipanaskan menggunakan *flame gun*.
2. Untuk kedepannya agar dilakukan penelitian mengenai suhu pemanasan *mold* agar memperkecil resiko terjadinya kecacatan.
3. Untuk kedepannya proses pendinginan *mold* dapat dibuat dengan menambahkan kipas atau jalur air pada *mold* agar proses pendinginan menjadi lebih cepat.
4. Untuk kedepannya agar dilakukan penelitian mengenai suhu pendinginan *mold* agar memperkecil resiko terjadinya kecacatan.
5. Untuk kedepannya cetakan bergerak dapat dibuat lebih presisi agar lebih meminimalkan terjadinya cacat *flashing*.

6. Untuk kedepannya dapat ditambahkan saluran udara pada *mold* agar meminimalkan terjadinya kecacatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurokhman, M. (2012). *Analisis Konsumsi Energi pada Proses Injection Moulding untuk Efisiensi Energi*. Skripsi.Tidak Diterbitkan.Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Anggono, A. D. (2015). Prediksi Shrinkage Untuk Menghindari Cacat Produk Pada Plastic Injection. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 6(2). <https://doi.org/10.23917/mesin.v6i2.2895>
- Enrriquez Gabeiras, J., López, V., Aracil, J., Fernández-Palacios, J. P., García Argos, C., González de Dios, Ó., Jiménez Chico, F. J., & Hernández, J. A. (2009). Is multilayer networking feasible? *Optical Switching and Networking*, 6(2), 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.osn.2009.02.004>
- Kumar, S., Panda, A. K., & Singh, R. K. (2011). A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 893–910. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.05.005>
- Kurniawan A. (2012). *Mengenal Kode Kemasan Plastik yang Aman dan Tidak*. https://www.scribd.com/document_downloads/direct/341447238?extension=pdf&ft=1610077029<=1610080639&user_id=414705390&uahk=J1Hdw6o-Z7NcE9jY7XKtYPrp3eE
- Park, S. J., & Kwon, T. H. (1998). Optimal Cooling System Design for the Injection Molding Process. *Polymer Engineering and Science*, 38(9), 1450–1462. <https://doi.org/10.1002/pen.10316>
- Prasetya, J. D. (2015). *Analisa Pengaruh Waktu Tahan Terhadap Cacat Warpaga Pada Proses Injeksi Plastik Bahan Polypropylene (PP)*. Skripsi.Tidak Diterbitkan.Fakultas Teknik.Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Siregar, C.A dan Affandi (2020) *Perancangan Mesin Pembuatan Pelet Untuk Kelompok Pemuda Berkarya Kecamatan Pahar Jae Guna Meningkatkan Produktifitas Ikan*. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, Medan: Volume 3 nomor 2 Juni 2020, UMSU
- Siregar, C.A., Siregar A.M., Affandi dan Amri, U (2020) *Rancang Bangun Acwh Berkapaitas 60 Liter Memanfaatkan Pipa Kaliper Bersirip Sebagai*

Penghantar Panas. Jurnal Mesin (Mesin, Elektro, Sipil), Vol.1, No.1, June 2020, UMSU

- Siregar, R. A., Khan, S. F., & Umurani, K. (2017). *Design and development of injection moulding machine for manufacturing maboratory*. 908, 6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/908/1/012067>
- Taguchi, H., Yosioka, I., & Sasaki, H. (1970). The Constituents of Ledebourlella Seseloides Wolf. Structures of Three New Chromones. *Chemical Pharmaceutical Bulletin*, 43, 2091.
- Widiastuti, Hanifah; Surbakti, Saprin Epraim; Restu, Fedia; Albana, Muhammad Hasan; Saputra, I. S. (2019). Identifikasi Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses Plastic Injection Molding. *Jurnal Teknologi Dan Riset Terapan*, 1(2), 76–80.
- Wiyono, S., & Dwi, S. (2014). Analisa Pengaruh Parameter Tekanan dan Waktu Penekanan Terhadap Sifat Mekanik dan Cacat Penyusutan dari Produk Injection Molding Berbahan Polyethylene (PE). *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(1), 29–36.