

**PENGARUH PARAMETER KECEPATAN DAN TEKANAN
PADA PROSES SPIN CASTING UNTUK PEMBUATAN
PRODUK SUVENIR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Rafi Amar

No. Mahasiswa : 17525075

NIRM 2017023621

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021**

PERNYATAAN ORIGINALITAS TUGAS AKHIR

Dengan ini saya Muhammad Rafi Amar menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Pengaruh Parameter Kecepatan dan Tekanan pada Proses *Spin Casting* untuk Pembuatan Produk Suvenir” ini beserta seluruh isinya adalah hasil tulisan saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Dengan ini, saya siap menanggung resiko / sanksi bila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam tulisan saya ini, atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian tulisan saya ini.

Yogyakarta, 21 Desember 2022

Penulis



Muhammad Rafi Amar

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGARUH PARAMETER KECEPATAN DAN TEKANAN
PADA PROSES SPIN CASTING UNTUK PEMBUATAN
PRODUK SUVENIR**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

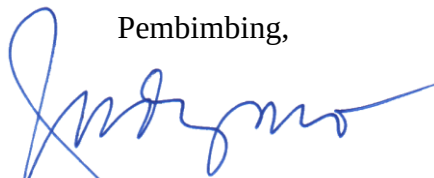
Nama : Muhammad Rafi Amar

No. Mahasiswa : 17525075

NIRM 2017023620

Yogyakarta, 21 Desember 2021

Pembimbing,



Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M. Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGARUH PARAMETER KECEPATAN DAN TEKANAN PADA PROSES SPIN CASTING UNTUK PEMBUATAN PRODUK SUVENIR

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Rafi Amar
No. Mahasiswa : 17525075
NIRM 2017023620

Tim Penguji

Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M. Eng.

Ketua

Tanggal : 18 Januari 2022

Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M.

Anggota I

Tanggal : 12 Januari 2022

Donny Suryawan, S.T., M. Eng.

Anggota II

Tanggal : 11 Januari 2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya dan memberikan kemudahan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar. Penulisan laporan tugas akhir ini saya persembahkan kepada: Program Pendidikan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar strata satu,
Ayah dan Ibu tercinta sebagai wujud tanggung jawab menjadi anak yang berbakti.



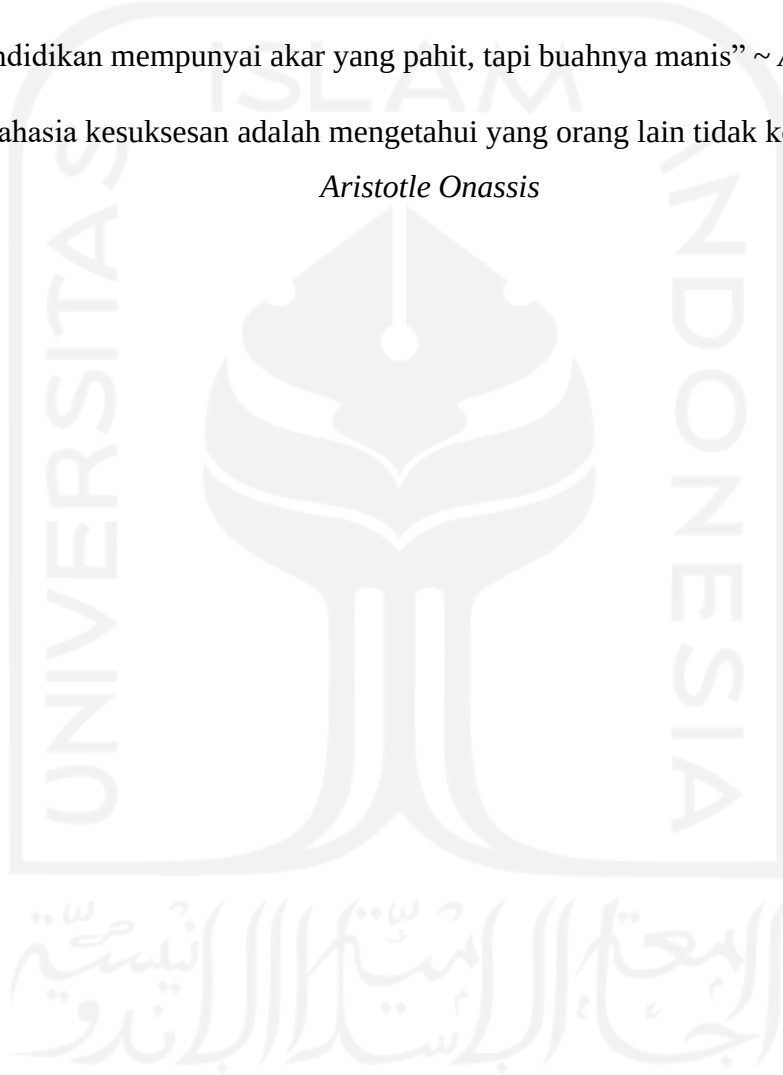
HALAMAN MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, kecuali mereka mengubah keadaan mereka sendiri” (QS Ar Ra’d 11)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan” (QS Al Insyirah 5-6)

“Pendidikan mempunyai akar yang pahit, tapi buahnya manis” ~ *Aristoteles*

“Rahasia kesuksesan adalah mengetahui yang orang lain tidak ketahui” ~
Aristotle Onassis



KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SAW, atas rahmat, barokah, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Parameter Kecepatan dan Tekanan pada Proses Spin Casting untuk Pembuatan Produk Suvenir”. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana di Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih dan rasa hormat atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini, yaitu kepada :

1. Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orangtua dan adik-adik tersayang yang telah memberikan dukungan moral dan material serta menjadi motivasi untuk menyelesaikan laporan ini.
3. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M. Eng. selaku pembimbing Tugas Akhir sekaligus selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, yang telah membimbing dan memberi masukan pada saat penelitian serta penulisan laporan tugas akhir.
4. Bapak Donny Suryawan, S.T., M.Eng. selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, yang telah memberi izin terhadap penggunaan mesin serta alat Laboratorium.
5. Bapak Fariz Alfian, S.T. dan Bapak Rizki Wirantara, A.Md selaku Staf Laboran yang telah membimbing dalam menggunakan mesin serta alat Laboratorium.
6. Bapak dan Ibu Dosen di Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah mengajarkan berbagai ilmu sebagai bekal untuk digunakan di dunia kerja.
7. Teman – teman tugas akhir *spin casting* yang selalu memberikan bantuan, saran dan menjadi teman diskusi.

8. Sahabat dan teman-teman dekat yang selalu memberikan dukungan dan motivasi selama mengerjakan laporan ini.

Dalam penyusunan Laporan ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan, kesalahan dan kekhilafan karena keterbatasan penulis, untuk itu mohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan yang bersifat membangun atas laporan ini.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun kita bersama.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 14 Desember 2021



Muhammad Rafi Amar

ABSTRAK

Suvenir adalah benda yang berfungsi sebagai pengingat dan kenangan dari suatu tempat, peristiwa, lembaga, organisasi dan sebagainya. Suvenir menggambarkan suatu objek dengan desain atau motif yang khas sehingga memiliki nilai jual terhadap pangsa pasar tertentu. Dalam hal ini, Universitas Islam Indonesia yang terletak di Yogyakarta mempunyai nilai khas tersendiri dibanding universitas lain dan kota lain. Kekhasan ini dapat dimanfaatkan untuk inspirasi desain atau motif dari souvenir yang akan memiliki nilai jual. Dalam penelitian ini dibuat dua produk souvenir, yang pertama adalah tempelan kulkas yang memiliki desain yang merepresentasikan Kota Yogyakarta, yang kedua adalah gantungan kunci dengan motif yang merepresentasikan Universitas Islam Indonesia. Pembuatan souvenir dilakukan dengan metode *spin casting*, yaitu pengecoran yang memanfaatkan gaya sentrifugal karena adanya putaran. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan percobaan dengan berbagai parameter. Parameter yang digunakan selama proses *spin casting* adalah kecepatan putar 450 rpm, 550 rpm, 650 rpm dan 750 rpm, arah putaran *clockwise* (CW) dan *counter clockwise* (CCW), tekanan 25 psi, 30 psi, 35 psi, 40 psi dan 45 psi. Dari hasil percobaan, parameter terbaik untuk pembuatan kedua souvenir adalah pada kecepatan 750 rpm, arah putaran *counter clockwise* (CCW) dan tekanan 40 psi. Pada penelitian ini, untuk menentukan parameter terbaik adalah dilihat hasilnya yang secara fisik produknya paling baik dan dimensi hasil produknya yang paling mendekati dimensi master.

Kata kunci: *silicone rubber, spin casting, souvenir*

ABSTRACT

Souvenirs are objects that serve as reminders and memories of a place, event, institution, organization and so on. Souvenirs describe an object with a distinctive design or motif so that it has a selling value for a certain market share. In this case, the Islamic University of Indonesia, which is located in Yogyakarta, has its own distinctive value compared to other universities and other cities. This uniqueness can be used for design inspiration or motifs from souvenirs that will have a selling value. In this study, two souvenir products were made, the first is a refrigerator sticker that has a design that represents the city of Yogyakarta, the second is a key chain with a motif that represents the Islamic University of Indonesia. Souvenirs are made using the method spin casting, namely casting that utilizes centrifugal force due to rotation. This research was conducted by conducting experiments with various parameters. Parameters used during the process spin casting are the rotational speed of 450 rpm, 550 rpm, 650 rpm and 750 rpm, the direction of rotation clockwise (CW) and counter clockwise (CCW), 25 psi, 30 psi, 35 psi, 40 psi and 45 psi pressures. From the experimental results, the best parameter for making the two souvenirs is at a speed of 750 rpm, the direction of rotation counter clockwise (CCW) and a pressure of 40 psi. In this study, to determine the best parameters, it is seen which results are physically the best product and the dimensions of the product that are closest to the master dimension.

Keywords: *silicone rubber, spin casting, souvenir*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Originalitas Tugas Akhir	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terimakasih	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xvi
Daftar Notasi	xx
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Suvenir	6
2.2.2 <i>Spin Casting</i>	6
2.2.3 Pengecoran Logam	7
2.2.4 Mesin Peleburan Logam	7
2.2.5 Mesin <i>3D Print</i>	7
2.2.6 Timbangan Digital	7
2.2.7 Autodesk Inventor 2017	7
2.2.8 Kaliper Digital	7

2.2.9	<i>Zinc Alloy</i>	8
2.2.10	Nilai Ergonomi	8
Bab 3	Metode Penelitian.....	9
3.1	Alur Penelitian	9
3.2	Peralatan dan Bahan.....	12
3.2.1	Peralatan	12
3.2.2	Bahan Penelitian	15
1.	Resin.....	15
3.3	Parameter penelitian.....	16
3.3.1	Parameter konstan.....	16
3.3.2	Parameter proses.....	17
3.4	Penelitian	17
3.4.1	Studi Literatur.....	17
3.4.2	Perancangan Desain Produk	18
3.4.3	Penilaian Desain Produk.....	20
3.4.4	Pencetakan master	24
3.4.5	Proses Vulkanisir Cetakan.....	24
3.4.6	Proses Pengecoran Produk.....	27
3.4.7	Proses <i>Finishing</i> Produk.....	30
Bab 4	Hasil dan Pembahasan.....	31
4.1	Hasil Pencetakan Master.....	31
4.2	Hasil Vulkanisir	31
4.3	Hasil Pengecoran	32
4.4	Hasil <i>Finishing</i> Produk	42
4.5	Analisis dan Pembahasan.....	43
4.5.1	Analisis Pengaruh Variasi Parameter Kecepatan Putar dan Tekanan	43
4.5.2	Penentuan Parameter Kecepatan dan Arah Putar Terbaik.....	50
4.5.3	Penentuan Tekanan Terbaik	55
4.6	Kendala	60
Bab 5	Penutup.....	63
5.1	Kesimpulan	63

5.2	Saran	63
	Daftar Pustaka.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter konstan.....	16
Tabel 3.2 Parameter proses.....	17
Tabel 4.1 Dimensi master	31
Tabel 4.2 Dimensi master untuk perbandingan dimensi hasil pengecoran variasi kecepatan arah putar <i>clockwise</i>	33
Tabel 4.3 Data hasil pengecoran 450 rpm CW	34
Tabel 4.4 Data hasil pengecoran 550 rpm CW	35
Tabel 4.5 Data hasil pengecoran 650 rpm CW	35
Tabel 4.6 Data hasil pengecoran 750 rpm CW	36
Tabel 4.7 Dimensi master untuk perbandingan dimensi hasil pengecoran variasi kecepatan arah putar <i>counter clockwise</i>	36
Tabel 4.8 Data hasil pengecoran 450 rpm CCW	37
Tabel 4.9 Data hasil pengecoran 550 rpm CCW	37
Tabel 4.10 Data hasil pengecoran 650 rpm CCW	38
Tabel 4.11 Data hasil pengecoran 750 rpm CCW	38
Tabel 4.12 Dimensi master untuk perbandingan dimensi hasil pengecoran variasi tekanan.....	39
Tabel 4.13 Data hasil pengecoran 25 psi	39
Tabel 4.14 Data hasil pengecoran 30 psi	40
Tabel 4.15 Data hasil pengecoran 35 psi	41
Tabel 4.16 Data hasil pengecoran 40 psi	41
Tabel 4.17 Data hasil pengecoran 45 psi	42
Tabel 4.18 Data rata-rata dimensi produk 1	43
Tabel 4.19 Data rata-rata massa produk 1	44
Tabel 4.20 Data rata-rata dimensi produk 2	45
Tabel 4.21 Data rata-rata massa produk 2	46
Tabel 4.22 Data dimensi & massa pengecoran variasi tekanan.....	47
Tabel 4.23 Persentase deviasi dimensi produk 1	52
Tabel 4.24 Persentase deviasi dimensi produk 2	52

Tabel 4.25 Persentase deviasi produk 1.....	58
Tabel 4.26 Persentase deviasi produk 2.....	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur penelitian bagian 1.....	9
Gambar 3.2 Alur penelitian bagian 2.....	10
Gambar 3.3 <i>Software Autodesk Inventor</i>	12
Gambar 3.4 <i>Silicone rubber</i>	12
Gambar 3.5 <i>3D Printer</i>	12
Gambar 3.6 Mesin vulkanisir	13
Gambar 3.7 Mesin peleburan logam.....	13
Gambar 3.8 Mesin <i>spin casting</i>	14
Gambar 3.9 Spesifikasi mesin <i>spin casting C-400 Matic</i>	14
Gambar 3.10 Kaliper digital	14
Gambar 3.11 Timbangan Digital	15
Gambar 3.12 Resin	15
Gambar 3.13 <i>Zinc alloy</i>	16
Gambar 3.14 Desain awal produk suvenir 1.....	19
Gambar 3.15 Desain awal produk suvenir 2.....	19
Gambar 3.16 Ukuran tempelan garansi kulkas untuk referensi.....	20
Gambar 3.17 Ukuran saku samping celana untuk orang dewasa	20
Gambar 3.18 Survei kreativitas desain produk 1.....	21
Gambar 3.19 Survei penilaian produk merepresentasikan Yogyakarta.....	21
Gambar 3.20 Survei penilaian ergonomi produk 1.....	21
Gambar 3.21 Survei kreativitas desain produk 2.....	22
Gambar 3.22 Survei penilaian produk merepresentasikan UII.....	22
Gambar 3.23 Survei penilaian ergonomi produk 2.....	22
Gambar 3.24 Pemilihan desain produk terbaik.....	23
Gambar 3.25 Desain produk 1 perbaikan	23
Gambar 3.26 Desain produk 2 perbaikan	24
Gambar 3.27 Master produk suvenir	24
Gambar 3.28 Melapisi lapisan resin pada permukaan master	25
Gambar 3.29 Pembuatan coakan pada <i>silicone rubber</i>	25
Gambar 3.30 Peletakan master dan pemberian bedak pada <i>silicone rubber</i>	25

Gambar 3.31 Pemasangan <i>silicone rubber</i> bagian atas	26
Gambar 3.32 Penutupan cetakan	26
Gambar 3.33 Proses memasukkan cetakan ke mesin vulkanisir	26
Gambar 3.34 Proses vulkanisir	27
Gambar 3.35 <i>Finishing Silicone Rubber</i>	27
Gambar 3.36 Pengecoran produk	27
Gambar 4.1 Hasil 3D <i>printing</i> master	31
Gambar 4.2 Hasil vulkanisir	32
Gambar 4.3 Pengukuran di tebal beberapa titik	32
Gambar 4.4 Pengukuran diameter di beberapa titik	33
Gambar 4.5 Acuan pengukuran dimensi produk	33
Gambar 4.6 Hasil pengecoran 450 rpm CW.....	34
Gambar 4.7 Hasil pengecoran 550 rpm CW.....	34
Gambar 4.8 Hasil pengecoran 650 rpm CW.....	35
Gambar 4.9 Hasil pengecoran 750 rpm CW.....	35
Gambar 4.10 Hasil pengecoran 450 rpm CCW	36
Gambar 4.11 Hasil pengecoran 550 rpm CCW	37
Gambar 4.12 Hasil pengecoran 650 rpm CCW	37
Gambar 4.13 Hasil Pengecoran 750 rpm CCW.....	38
Gambar 4.14 Hasil pengecoran 25 psi.....	39
Gambar 4.15 Hasil pengecoran 30 psi.....	40
Gambar 4.16 Hasil pengecoran 35 psi.....	40
Gambar 4.17 Hasil pengecoran 40 psi.....	41
Gambar 4.18 Hasil pengecoran 45 psi.....	41
Gambar 4.19 Hasil <i>finishing</i> tampak depan.....	42
Gambar 4.20 Hasil <i>finishing</i> tampak belakang.....	42
Gambar 4.21 Grafik tinggi produk 1	43
Gambar 4.22 Grafik lebar produk 1.....	44
Gambar 4.23 Grafik tebal produk 1	44
Gambar 4.24 Grafik massa produk 1	44
Gambar 4.25 Grafik diameter produk 2.....	45
Gambar 4.26 Grafik tebal produk 2.....	45

Gambar 4.27 Grafik massa produk 2.....	46
Gambar 4.28 Grafik tinggi produk 1 pengecoran variasi tekanan.....	47
Gambar 4.29 Grafik lebar produk 1 pengecoran variasi tekanan	48
Gambar 4.30 Grafik tebal produk 1 pengecoran variasi tekanan	48
Gambar 4.31 Grafik massa produk 1 pengecoran variasi tekanan	48
Gambar 4.32 Grafik diameter produk 2 pengecoran variasi tekanan	49
Gambar 4.33 Grafik tebal produk 2 pengecoran variasi tekanan	49
Gambar 4.34 Grafik massa produk 2 pengecoran variasi tekanan	49
Gambar 4.35 Kecepatan putar terbaik berdasarkan detail desain produk 1.....	50
Gambar 4.36 Kecepatan putar terbaik berdasarkan bentuk produk 1.....	50
Gambar 4.37 Kecepatan putar terbaik berdasarkan konsistensi hasil pengecoran produk 1.....	51
Gambar 4.38 Kecepatan putar terbaik berdasarkan detail desain produk 2.....	51
Gambar 4.39 Kecepatan putar terbaik berdasarkan bentuk produk 2.....	51
Gambar 4.40 Kecepatan putar terbaik berdasarkan konsistensi hasil pengecoran produk 2.....	52
Gambar 4.41 Grafik persentase deviasi dimensi produk 1 (CW).....	53
Gambar 4.42 Grafik persentase deviasi dimensi produk 1 (CCW)	53
Gambar 4.43 Grafik persentase deviasi dimensi produk 2 (CW).....	53
Gambar 4.44 Grafik persentase deviasi dimensi produk 2 (CCW)	54
Gambar 4.45 Tekanan terbaik berdasarkan detail desain produk 1.....	56
Gambar 4.46 Tekanan terbaik berdasarkan bentuk produk 1	56
Gambar 4.47 Tekanan terbaik berdasarkan konsistensi hasil pengecoran produk 1	56
Gambar 4.48 Tekanan terbaik berdasarkan detail desain produk 2.....	56
Gambar 4.49 Tekanan terbaik berdasarkan bentuk produk 2.....	57
Gambar 4.50 Tekanan terbaik berdasarkan konsistensi hasil pengecoran produk 2	57
Gambar 4.51 Persentase deviasi produk 1	58
Gambar 4.52 Persentase deviasi produk 2.....	58
Gambar 4.53 Cetakan tidak terisi sempurna.....	60
Gambar 4.54 Muncul sirip atau <i>flash</i> pada hasil pengecoran	61

Gambar 4.55 Cetakan *silicone rubber* rusak 61



DAFTAR NOTASI

- Cast size* : Ukuran produk hasil pengecoran
Clockwise : Searah jarum jam
Counter clockwise : Berlawanan arah jarum jam
Original size : Ukuran asli (master produk)
Percentage deviation : Persentase deviasi



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era yang modern ini, hadirnya teknologi dapat menjadikan tugas-tugas manusia yang tadinya berat menjadi lebih ringan. Setiap orang berlomba-lomba memunculkan suatu inovasi dengan teknologi yang dapat membuat aktivitas manusia menjadi lebih mudah. Teknologi yang semakin canggih ini salah satunya ada di bidang manufaktur. Manufaktur adalah proses produksi suatu barang secara massal atau dalam jumlah banyak.

Program Pendidikan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia (UII) yang terletak di Yogyakarta, tepatnya di Jl. Kaliurang Km. 14.5, Yogyakarta, Umbulmartani, Ngemplak, Kabupaten Sleman memiliki fokus pendidikan di bidang manufaktur. Banyak mata kuliah dan praktikum yang menunjang pengetahuan di bidang tersebut. Di laboratorium pun banyak disediakan berbagai alat pemesinan yang menjadi sarana belajar mahasiswa Teknik Mesin UII seperti mesin *CNC*, *3D Printer*, mesin bubut dan lain-lain. Selain alat-alat pemesinan tadi, baru-baru ini juga ada mesin *spin casting* bertipe *C-400 Matic* yang dapat digunakan oleh mahasiswa untuk melakukan pengecoran dengan metode *spin casting*. Untuk melakukan pengecoran tersebut tentunya membutuhkan alat atau mesin lainnya yaitu mesin pelebur logam dengan tipe *F-120 Matic* dan mesin vulkanisir untuk membuat cetakan yang bertipe *P-400 Matic*.

Universitas Islam Indonesia (UII) berlokasi di kota Yogyakarta, dimana banyak orang yang tahu jika Kota Yogyakarta kental akan unsur seninya. Hal ini membuat banyak orang yang ingin mengabadikan kesenian Yogyakarta jika sudah pernah berkunjung ke kota tersebut. Suvenir adalah salah satu jawaban untuk mengabadikannya. Suvenir adalah benda pengingat yang didalamnya mengandung unsur khas dari suatu objek, dalam hal ini UII dan Yogyakarta. Suvenir yang memiliki unsur khas dari UII dan Yogyakarta mempunyai potensi yang besar untuk dijual sehingga mendatangkan keuntungan. Suvenir UII

memiliki pangsa pasar untuk keluarga besar UII dan Yogyakarta memiliki pangsa pasar wisatawan yang berkunjung di Kota Yogyakarta.

Berdasarkan pemaparan yang sudah dijelaskan pada paragraf-paragraf sebelumnya, penulis akan membuat penelitian mengenai pengecoran *spin casting* untuk pembuatan produk souvenir yang memiliki unsur khas dari UII dan Yogyakarta. Penelitian dilakukan melalui percobaan *spin casting* dengan menggunakan variasi beberapa parameter seperti kecepatan putar, arah putar dan tekanan. Penelitian dengan memvariasikan kecepatan putar berkaitan dengan prinsip kerja mesin *spin casting* yang memanfaatkan gaya sentrifugal yaitu gaya yang timbul akibat adanya gerak berputar dalam proses pengecoran dan memiliki tujuan mengetahui pengaruhnya terhadap hasil pengecoran, selain itu perlu dicari kecepatan putar terbaik agar produk souvenir yang dihasilkan dari proses *spin casting* sempurna. Penelitian terhadap arah putar bertujuan mendapatkan data untuk membandingkan hasil pengecoran dengan searah jarum jam (*clockwise*) dan berlawanan arah jarum jam (*counter clockwise*). Sedangkan penelitian terhadap tekanan memiliki tujuan mengetahui pengaruh tekanan terhadap hasil pengecoran dan mencari tekanan yang sesuai untuk menghindari cacat produk akibat terjadinya *flash* atau munculnya sirip disekitar produk dari material yang keluar cetakan kemudian mengeras. Penelitian ini dilakukan untuk melengkapi penelitian-penelitian sebelumnya tentang *spin casting*. Mesin yang digunakan adalah yang tersedia di Laboratorium Teknik Mesin UII yaitu mesin *spin casting C-400 Matic*, mesin peleburan logam *F-120 Matic* dan mesin vulkanisir *P-400 Matic*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perubahan parameter kecepatan putar dan tekanan. Selain itu perlu dicari parameter kecepatan putar, arah putar dan tekanan yang terbaik untuk mendapatkan hasil produk souvenir yang baik. Parameter terbaik dapat menjadi acuan produksi souvenir jika akan dilakukan secara massal sehingga hasilnya optimal dan menarik untuk dibeli ketika ditawarkan kepada konsumen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan pada subbab sebelumnya, pada proses pembuatan produk souvenir UII dan Yogyakarta dengan

metode *spin casting* diperlukan parameter yang digunakan pada proses pengecoran agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Adapun rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh parameter kecepatan putar dan tekanan pada proses pengecoran dengan metode *spin casting*?
2. Pada parameter seperti apa produk suvenir UII dan Yogyakarta memiliki hasil terbaik dari pengecoran dengan *spin casting*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada subbab-subbab sebelumnya, mengingat keterbatasan waktu, kemampuan dan prasarana pendukung serta mencegah agar penelitian lebih fokus dan tidak melebar, maka permasalahan yang dibahas dibatasi seperti hal-hal berikut ini:

1. Penelitian *spin casting* dilakukan terhadap variasi parameter kecepatan putar dan tekanan menggunakan mesin *C-400 Matic*.
2. Variasi parameter kecepatan putar dilakukan pada 450 rpm, 550 rpm, 650 rpm dan 750 rpm.
3. Variasi parameter tekanan dilakukan pada 25 psi, 30 psi, 35 psi, 40 psi dan 45 psi.
4. Pembuatan desain produk menggunakan *Autodesk Inventor 2017*.
5. Material pengecoran *zinc alloy*.
6. Tidak melakukan penelitian yang fokus pada proses pencetakan master dan *finishing* produk.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan penelitian tentang pengecoran *spin casting* pada proses pembuatan suvenir UII dan Yogyakarta adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh parameter kecepatan putar dan tekanan pada proses pengecoran dengan metode *spin casting*
2. Mengetahui parameter terbaik yang dapat digunakan pada proses pembuatan suvenir UII dan Yogyakarta dengan pengecoran *spin casting*

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Dari penelitian yang dilakukan penulis tentang pengecoran *spin casting* untuk pembuatan souvenir UII dan Yogyakarta adalah pembaca dapat mengetahui pengaruh kecepatan putar dan tekanan yang digunakan saat proses *spin casting* khususnya dengan mesin *C-400 Matic*. Selain itu pembaca dapat mengetahui parameter terbaik pada proses pembuatan souvenir ini dan dapat dijadikan referensi untuk melakukan pengecoran *spin casting* berikutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada laporan tugas akhir ini sistematika penulisan terdiri dari 5 bab, dan dari 5 bab tersebut dibagi menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. Bab 1 yaitu pendahuluan, bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 yaitu tinjauan pustaka, membahas tentang tinjauan pustaka yang terdiri dari kajian Pustaka dan dasar teori yang digunakan untuk membuat tugas akhir.
3. Bab 3 yaitu metodologi penelitian, membahas tentang metode penelitian meliputi alur penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta proses penelitian.
4. Bab 4 yaitu hasil dan pembahasan, membahas tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan analisis tentang data-data pengujian yang telah didapatkan.
5. Bab 5 yaitu penutup, yang berisi tentang kesimpulan dan saran

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Seiring perkembangan teknologi yang semakin maju, semua orang berlomba-lomba menghadirkan inovasi untuk menunjang aktivitas manusia, salah satunya pada proses produksi atau manufaktur. Saat ini banyak dilakukan penelitian untuk menemukan metode untuk membuat proses produksi menghasilkan produk yang berkualitas tinggi secara massal dengan waktu yang singkat. Selain itu juga diperlukan suatu metode yang dapat menekan biaya produksi dalam suatu manufaktur. Melihat hal ini, Program Pendidikan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia (UII) yang memiliki fokus pendidikan di bidang manufaktur baru-baru ini telah mendatangkan mesin-mesin untuk melakukan proses *spin casting*. Mesin-mesin tersebut diantaranya mesin *spin casting C-400 Matic*, mesin vulkanisir *P-400 Matic*, mesin peleburan logam *F-120 Matic*. Dengan kehadiran mesin-mesin ini di Laboratorium Teknik Mesin UII diperlukan penelitian untuk mengetahui karakteristik dari tipe mesin-mesin tersebut agar mendapatkan parameter yang terbaik sebagai referensi untuk proses *spin casting* selanjutnya.

Prinsip pengecoran logam pada umumnya adalah pembuatan rongga di dalam cetakan, kemudian menuangkan logam cair langsung ke dalam rongga cetakan dan membiarkan logam membeku (solidifikasi) dalam cetakan tersebut (Suprpto, W, 2007). Pengecoran dengan *spin casting* memanfaatkan gaya sentrifugal yang membuat logam cair terlempar menjauhi titik pusat dan mengisi cetakan yang terbuat dari *silicone rubber* sehingga terbentuk produk yang diinginkan (Sucahyono, A. E., Nugraha, P., & Risdiyono, R, 2019). Digunakannya *silicone rubber* pada proses *spin casting* karena dapat membuat cetakan yang menghasilkan produk lebih presisi. Penggunaan *rubber mold* berbahan karet silikon karena dapat menahan panas hingga 500°C (Setiawan, J., Prasetyo, A., & Risdiyono, R, 2017). Dalam penelitian ini, *runner* yang dibuat pada cetakan untuk proses *spin casting* berbentuk lurus karena memiliki

persentase keberhasilan yang paling besar (Arifin, Z., Risdiyono, R., Eskani, I. N., & Setiawan, J, 2019).

Spin casting dapat menghasilkan produk logam salah satunya dalam bentuk suvenir. Suvenir merupakan benda yang dapat dijadikan pengingat atas suatu peristiwa maupun tempat (Gordon, B, 1986). Pembuatan suvenir dengan metode *spin casting* sangat cocok dikarenakan *spin casting* dapat membuat produk dengan bentuk yang detail dan cetakannya dapat digunakan berkali-kali. Hal ini akan membuat produksi suvenir menjadi lebih efisien ketika akan dibuat secara massal. Pada penelitian ini akan dibuat produk suvenir yang mengandung unsur UII (Universitas Islam Indonesia) dan Kota Yogyakarta. Latar belakangnya adalah penulis termasuk dalam keluarga besar UII yang berlokasi di Yogyakarta. UII sebagai universitas berbasis nilai-nilai islam memiliki kekhasan sendiri yang biasanya dituangkan dalam motif pada logo, tulisan, desain bangunan, dan lain-lain (Frisky, H., & Roychansyah, M. S, 2017). Ciri khas ini dapat menjadi sumber inspirasi desain atau motif untuk pembuatan suvenir sehingga dapat memberikan kenangan dalam bentuk benda kepada keluarga besar UII. Sedangkan untuk suvenir Yogyakarta banyak sumber inspirasi yang dapat digunakan menjadi desain atau motif suvenir, karena banyak hal seperti bentuk bangunan, motif batik, tulisan-tulisan di Yogyakarta yang khas namun dikenal oleh banyak kalangan. Hal ini dikarenakan Yogyakarta yang dikenal sebagai kota yang kaya akan karya seni dan budaya (Susilo, Y. S., & Soeroso, A, 2014).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Suvenir

Suvenir merupakan benda yang dapat dijadikan pengingat atas suatu peristiwa maupun tempat (Gordon, B, 1986).

2.2.2 Spin Casting

Spin casting adalah salah satu metode pada proses pengecoran logam. Prinsip dasar *spin casting* adalah memanfaatkan gaya sentrifugal yang membuat logam cair terlempar menjauhi titik pusat dan mengisi cetakan yang terbuat dari

silicone rubber sehingga terbentuk produk yang diinginkan (Sucahyono, A. E., Nugraha, P., & Risdiyono, R, 2019).

2.2.3 Pengecoran Logam

Pengecoran dilakukan dengan menuangkan material yang telah dicairkan ke dalam rongga cetakan. Ketika prosesnya selesai dan materialnya sudah mengeras maka selanjutnya hasil pengecoran dipisahkan dari cetakannya (Musyafak, M, 2019).

2.2.4 Mesin Peleburan Logam

Sebelum melakukan pengecoran dengan mesin *spin casting* material terlebih dahulu dicairkan menggunakan mesin peleburan logam. Dalam penelitian ini mesin yang dipakai untuk melakukan hal tersebut adalah mesin peleburan logam *F-120 Matic*. Penggunaan mesin jenis ini dikarenakan lebih efisien dibanding mesin peleburan konvensional yang masih menggunakan bahan bakar fosil (Misbahul, 2019)

2.2.5 Mesin 3D Print

3D *printer* adalah alat yang digunakan untuk mencetak suatu benda 3 dimensi yang diimplementasikan dari model digital (Elkana, L. C. R., 2018). Dalam penelitian ini, mesin *3D Print* digunakan untuk mencetak master.

2.2.6 Timbangan Digital

Timbangan alat ukur massa. Dalam penelitian ini digunakan timbangan digital karena lebih mudah dalam pembacaan sehingga mengurangi kesalahan pembacaan

2.2.7 Autodesk Inventor 2017

Software yang digunakan untuk membuat desain pada penelitian ini adalah Inventor seperti pada Gambar 3. Inventor adalah perangkat lunak jenis *Computer Aided Drawing* (CAD) untuk pembuatan atau pengolahan model 3D (Wibawa, L. A. N., 2018).

2.2.8 Kaliper Digital

Kaliper atau jangka sorong adalah alat ukur yang termasuk dalam alat pengukuran panjang (Ropii, N, 2019). Dalam penelitian ini berfungsi untuk

mengukur dimensi produk *spin casting* dan masternya yang diperlukan pada pengambilan data kuantitatif penelitian. Kaliper digital ini memiliki ketelitian hingga 0,01 mm. Alasan digunakannya kaliper digital adalah lebih mudah dalam pembacaan hasil pengukuran dan memiliki nilai koreksi atau kesalahan lebih kecil dibanding kaliper analog (Rachmah, 2019).

2.2.9 Zinc Alloy

Pada penelitian ini digunakan material *zinc alloy* untuk proses *spin casting*. Pada saat pengecoran, material terlebih dahulu dilelehkan hingga cair. Material ini digunakan karena memiliki titik leleh yang rendah dan fluiditas tinggi sehingga cocok untuk pengecoran (Pola, A., Tocci, M., & Goodwin, F. E, 2020).

2.2.10 Nilai Ergonomi

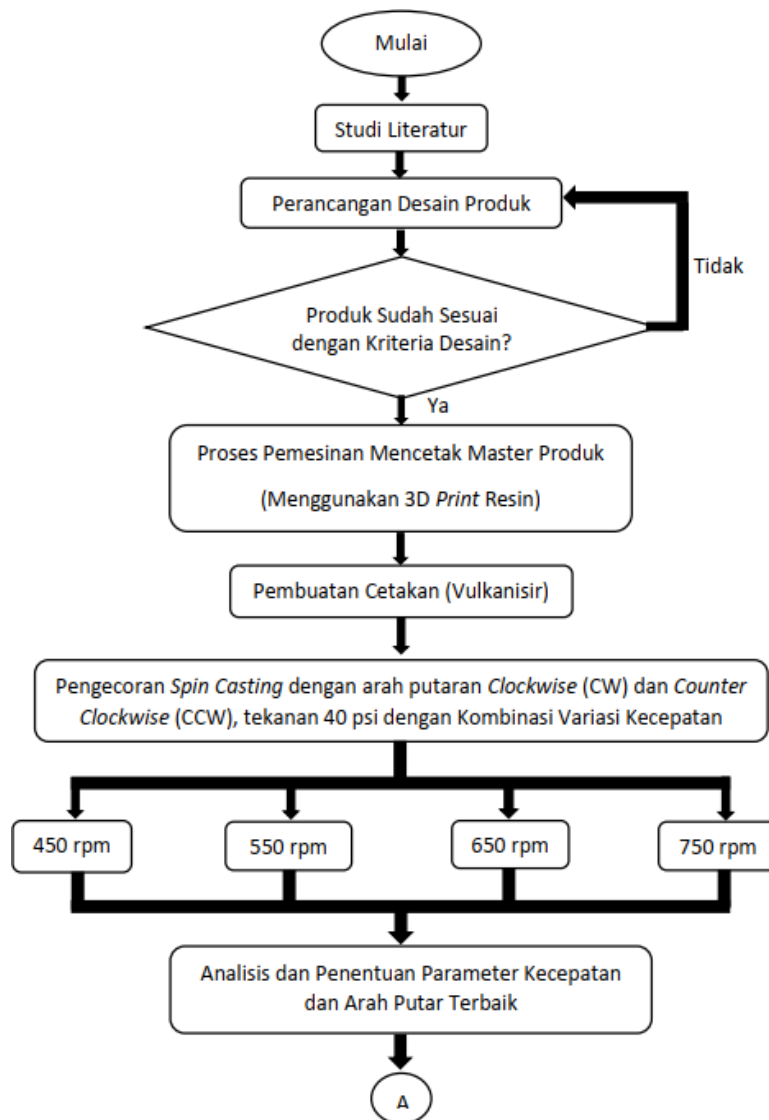
Nilai ergonomi merupakan salah satu dari persyaratan untuk mencapai desain yang qualified, certified dan customer need. Nilai ini menandakan seberapa jauh sebuah desain telah memenuhi aspek teknis fungsional, kualitas estetis dan ekonomis (Wardani, 2003).

BAB 3

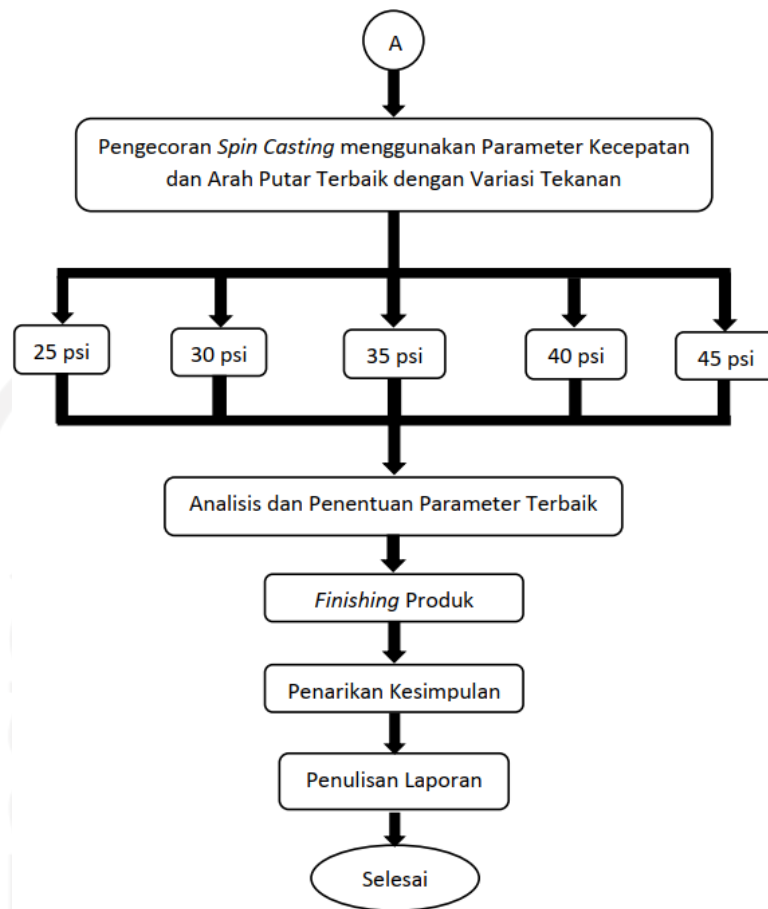
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Berikut adalah alur yang digunakan dalam penelitian *spin casting* ini.



Gambar 3.1 Alur penelitian bagian 1



Gambar 3.2 Alur penelitian bagian 2

Dari gambar alur penelitian di atas, untuk lebih jelas mengetahui proses yang dilakukan pada setiap tahapnya dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

1. Mulai penelitian
2. Melakukan studi literatur untuk mencari informasi tentang *spin casting* dari sumber jurnal, buku, penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan lain-lain.
3. Perancangan desain produk yaitu proses pembuatan desain produk suvenir menggunakan Autodesk Inventor 2017.
4. Penilaian desain produk melalui survei responden.
5. Proses pemesinan mencetak master produk dilakukan dengan metode 3D *printing* dengan material resin *bio-photopolymer*.

6. Pembuatan cetakan dilakukan pada *silicone rubber* dengan cara melakukan vulkanisir pada permukaannya.
7. Melakukan proses pengecoran *spin casting* dengan variasi kecepatan putar yaitu pada 450 rpm, 550 rpm, 650 rpm, 750 rpm dan variasi arah putar yaitu *clockwise* (CW) dan *counter clockwise* (CCW) dengan tekanan konstan pada 40 psi.
8. Melakukan analisis dan penentuan parameter terbaik diawali dengan melakukan pengukuran dimensi dan massa hasil produk *spin casting* kemudian menentukan parameter terbaiknya berdasarkan hasil visual paling baik dan paling sedikit cacatnya serta dilihat dari dimensinya yang paling mirip dengan master produk.
9. Melakukan pengecoran kembali dengan mengkombinasikan parameter terbaik pada pengecoran sebelumnya dengan variasi tekanan pada 25 psi, 30 psi, 35 psi, 40 psi dan 45 psi.
10. Melakukan analisis kembali dari hasil *spin casting* dengan variasi tekanan untuk mencari parameter tekanan terbaik yang dikombinasikan dengan parameter kecepatan putar dan arah putar terbaik sehingga mendapatkan parameter terbaik secara keseluruhan.
11. Melakukan *finishing* produk dari hasil pengecoran yang terbaik menggunakan metode *metal polish* dan memberikan lapisan *clear* untuk mempertahankan tampilan mengkilap dari produk. Kemudian menambahkan magnet pada tempelan kulkas dan ring gantungan pada gantungan kunci.
12. Melakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian.
13. Penulisan laporan agar penelitian dapat dibaca orang lain serta memberikan informasi dan manfaat lainnya.
14. Penelitian selesai.

3.2 Peralatan dan Bahan

3.2.1 Peralatan

Dalam melakukan penelitian, selama melakukan percobaan dan melakukan pengambilan data alat yang dipakai adalah sebagai berikut:

1. *Software desain*



Gambar 3.3 *Software Autodesk Inventor*

Dalam membuat desain produk souvenir tempelan kulkas dan gantungan kunci digunakan software *Autodesk Inventor 2017*.

2. *Silicone Rubber*



Gambar 3.4 *Silicone rubber*

Silicone Rubber berfungsi menjadi cetakan pada proses spin casting. Rongga yang ada pada *rubber* dibentuk sesuai desain produk yang diinginkan yang nantinya akan terisi material pengecoran. *Silicone rubber* yang digunakan pada penelitian ini sudah disediakan di Laboratorium Sistem Manufaktur Teknik Mesin UII.

3. *3D Printer*



Gambar 3.5 *3D Printer*

3D printer digunakan untuk mencetak master produk sesuai desain yang diinginkan. Pada penelitian ini, *3D printer* yang digunakan adalah *3D printer* yang ada di Laboratorium Sistem Manufaktur Teknik Mesin UII.

4. Mesin vulkanisir



Gambar 3.6 Mesin vulkanisir

Langkah awal sebelum melakukan proses *spin casting* adalah pembuatan cetakan. Pada proses ini mesin vulkanisir berfungsi membuat pola sesuai desain produk yang akan dibuat pada *silicone rubber*. Mesin vulkanisir yang digunakan pada penelitian ini bertipe *P-400 Matic* yang ada di Laboratorium Sistem Manufaktur Teknik Mesin UII.

5. Mesin Peleburan Logam



Gambar 3.7 Mesin peleburan logam

Mesin peleburan logam berfungsi untuk melelehkan material agar menjadi cair. Hal ini untuk mempermudah material bisa masuk ke rongga cetakan saat dilakukan pengecoran pada mesin *spin casting*. Mesin ini bertipe *F-400 Matic* yang ada di Laboratorium Sistem Manufaktur Teknik Mesin UII.

6. Mesin *Spin Casting*



Gambar 3.8 Mesin *spin casting*

Mesin *spin casting* adalah komponen utama pada penelitian ini. Mesin ini memanfaatkan gaya sentrifugal saat pengecoran untuk mengisi rongga-rongga cetakan dengan material yang sudah dicairkan. Mesin ini bertipe *C-400 Matic* yang ada di Laboratorium Sistem Manufaktur Teknik Mesin UII. Berikut ini adalah spesifikasi dari mesin *spin casting C-400 Matic*.

DENOMINATION	UNIT	DIMENSIONS DATA
TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE MACHINE		C 400 MATIC
Total installed power	kW	2,5
Power supply voltage	V	230 / 400 threephase
Frequency	Hz	50 / 60
Centrifugal speed	r.p.m.	0 ÷ 1500
Production	castings/hour	50 ÷ 180
Mould diameter	mm	230 / 400
Mould thickness (max)	mm	60
Working pressure	bar	2 ÷ 6
Dimensions	mm	700 x 865 x 1222
Weight	kg	330
Noise (continuous equivalent acoustic pressure level A measured at the work station)	Leq - db(A)	< 80
CENTRIFUGAL MOTOR CHARACTERISTICS		
Power	kW (HP)	2,2 (3)
Rotation speed	r.p.m.	1420
Power supply voltage	V	230 / 400 threephase
Frequency	Hz	50 / 60
Rated absorption	A	9,2 / 5,3
Degree of protection	IP	54

Gambar 3.9 Spesifikasi mesin *spin casting C-400 Matic*

7. Kaliper Digital



Gambar 3.10 Kaliper digital

Kaliper digital berfungsi untuk mengukur dimensi produk *spin casting* dan masternya yang diperlukan pada pengambilan data kuantitatif penelitian. Kaliper digital ini memiliki ketelitian hingga 0,01 mm.

8. Timbangan Digital



Gambar 3.11 Timbangan Digital

Timbangan berfungsi untuk mengukur massa produk *spin casting* yang diperlukan pada pengambilan data kuantitatif penelitian. Timbangan digital ini memiliki ketelitian hingga 0,01 g.

3.2.2 Bahan Penelitian

Beberapa bahan atau material yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Resin



Gambar 3.12 Resin

Pada percobaan *spin casting* terlebih dahulu harus membuat master yang berfungsi untuk dasar bentuk pada cetakan. Master dibuat dengan *3D printing* dan dipilih material resin *bio photopolymer* karena lebih kuat.

2. Zinc Alloy



Gambar 3.13 Zinc alloy

Pada penelitian ini digunakan material *zinc alloy* untuk proses *spin casting*. Pada saat pengecoran, material terlebih dahulu dilelehkan hingga cair.

3.3 Parameter penelitian

Pada penelitian ini, untuk melakukan pengecoran *spin casting* terdapat beberapa parameter yang digunakan ada parameter konstan dan parameter proses yang dijelaskan berikut ini.

3.3.1 Parameter konstan

Parameter konstan adalah parameter yang nilainya tetap dan nilainya tidak diubah (Damayanti, 2017).

Tabel 3.1 Parameter konstan

No	Variabel	Nilai	Sat
1	Suhu vulkanisir	180	°C
2	Tekanan vulkanisir	100	Psi
3	Waktu vulkanisir	3600	S
4	Waktu casting	20	S
5	Suhu material	450-500	°C

Parameter konstan di atas ditentukan berdasarkan masukan dan arahan yang didapatkan ketika mengikuti *training* penggunaan mesin *spin casting*, mesin vulkanisir dan mesin peleburan logam yang ada di Laboratorium Sistem Manufaktur Teknik Mesin UII.

3.3.2 Parameter proses

Parameter proses adalah parameter yang nilainya diubah-ubah, dan tujuan dari mengubah nilai tersebut digunakan untuk menentukan pengaruh parameter tersebut terhadap hasil pengecoran (Damayanti, 2017).

Tabel 3.2 Parameter proses

No	Variabel	Nilai	Sat
1	Arah putar	<i>clock wise</i> (CW) dan <i>counter clock wise</i> (CCW)	
2	Kecepatan putar	450, 550, 650, 750	Rpm
3	Tekanan	25, 30, 35, 40, 45	Psi

Pemilihan parameter proses di atas adalah berdasarkan referensi dari percobaan *spin casting* yang telah dilakukan sebelumnya pada jurnal (Barnard, L. J., De Beer, D. J., & Campbell, R. I, 2009) menggunakan mesin Tekcaster Seri 100A dan dilakukan penyesuaian terhadap mesin *spin casting C-400 Matic* dengan melakukan beberapa percobaan pengecoran sebelum penelitian dan didapatkan parameter pada tabel di atas yang sesuai untuk membuat produk suvenir pada penelitian ini.

3.4 Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahap yang dilakukan seperti yang dijelaskan berikut ini.

3.4.1 Studi Literatur

Sebelum melakukan percobaan-percobaan pada penelitian ini, perlu dilakukan studi literatur. Tujuannya adalah untuk mencari referensi terkait teori-teori yang berkaitan dengan penelitian untuk pembuatan produk suvenir UII dan Yogyakarta dengan metode *spin casting*. Studi literatur dilakukan dengan membaca buku, jurnal atau tulisan-tulisan tentang penelitian terkait yang pernah dibuat sebelumnya.

3.4.2 Perancangan Desain Produk

Sebelum melakukan perancangan desain produk souvenir, ditentukan terlebih dahulu tema dari souvenir yang akan dibuat. Tema souvenir adalah Universitas Islam Indonesia (UII) dan Kota Yogyakarta. Selanjutnya adalah menentukan jenis barang yang akan dibuat menjadi souvenir. Dalam penelitian ini penulis memiliki dua ide jenis benda souvenir, yaitu gantungan kunci dan tempelan kulkas. Langkah selanjutnya adalah menentukan kriteria desain souvenir, kriteria yang penulis buat adalah sebagai berikut:

1. Memiliki kreativitas desain yang menarik

Desain yang dibuat memiliki unsur keindahan dan estetika yang baik agar menarik perhatian konsumen untuk membeli souvenir yang dibuat.

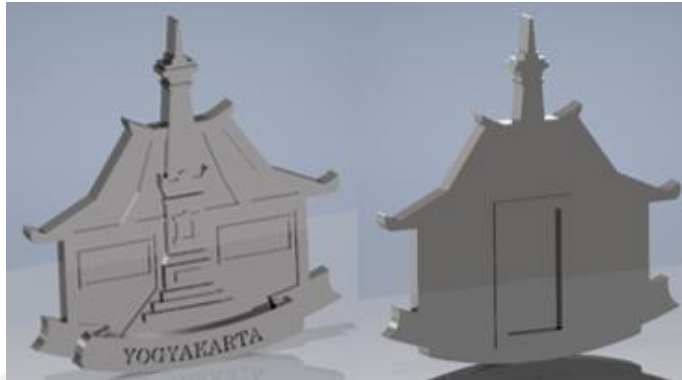
2. Merepresentasikan Universitas Islam Indonesia atau Kota Yogyakarta

Desain souvenir menampilkan ikon, ciri khas atau objek yang identik dengan UII dan Yogyakarta. Motif yang ditampilkan adalah logo, bentuk bangunan, tulisan-tulisan dan lain-lain yang identik dengan UII maupun Yogyakarta.

3. Memiliki nilai ergonomi sesuai peruntukan jenis benda souvenir

Ergonomi pada tempelan kulkas adalah dari ukurannya yang sesuai agar detail desain dapat terlihat ketika pengguna sedang membuka atau menutup pintu kulkas dan tidak melukai tangan ketika memasang dan melepasnya. Sedangkan pada gantungan kunci ergonominya berupa bentuknya yang tidak banyak sudut tajam sehingga nyaman ketika dimasukkan ke saku dan ukurannya tidak memenuhi ruangan di saku untuk tempat penyimpanan benda lainnya.

Kriteria desain yang sudah dibuat dijadikan dasar untuk pembuatan desain produk souvenir. Desain produk souvenir yang telah dirancang oleh penulis menggunakan *software Autodesk Inventor 2017* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.14 Desain awal produk souvenir 1



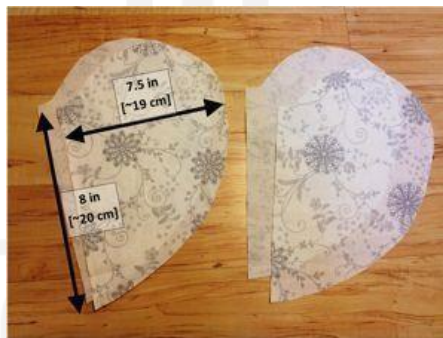
Gambar 3.15 Desain awal produk souvenir 2

Desain produk pada Gambar 3.14 adalah souvenir tempelan kulkas yang merepresentasikan kota Yogyakarta. Hal ini dapat dilihat dengan adanya bentuk Tugu Jogja, rumah joglo dan pita yang bertuliskan “YOGYAKARTA”. Dimensi maksimum desain tersebut adalah tinggi 8,3 cm, lebar 5,3 cm dan tebal 4 mm. Dimensi ini tidak jauh berbeda dengan ukuran tempelan kulkas yang ada di pasaran yaitu sekitar 4 cm hingga 8 cm. Desain jika dilihat frontal dinilai memiliki sisi ergonomi secara dimensinya sesuai ketika pengguna membuka pintu kulkas, detail pada desainnya terlihat dengan jelas. Ukuran ini dibuat berdasarkan dari referensi ukuran tempelan tanda garansi pada kulkas yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.16 Ukuran tempelan garansi kulkas untuk referensi

Sedangkan pada Gambar 3.15 adalah souvenir gantungan kunci yang merepresentasikan UII. Hal ini dapat dilihat dengan adanya unsur elemen bunga yang ada pada logo UII, tulisan “UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA”, dan salah satu tagline UII “Berilmu Amaliyah Beramal Ilmiah”. Dimensi maksimum adalah diameter 5 cm dan ketebalan 4 mm. Ukuran ini membuat gantungan kunci tidak memenuhi ruang saku sehingga masih bisa menyisakan penyimpanan untuk benda lain berdasarkan referensi ukuran saku samping celana untuk orang dewasa pada gambar berikut.



Gambar 3.17 Ukuran saku samping celana untuk orang dewasa

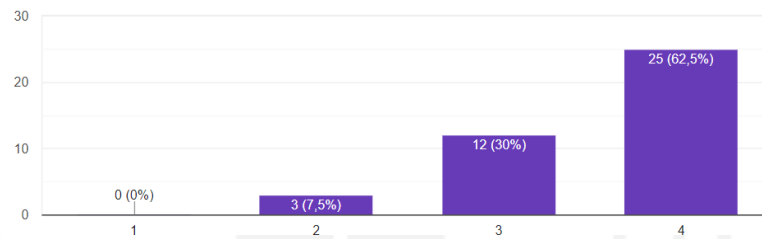
Desain gantungan kunci dibuat membulat dan minim bagian-bagian menyiku atau lancip untuk memperhatikan sisi ergonomi agar nyaman apabila masuk dalam saku.

3.4.3 Penilaian Desain Produk

Dari desain yang sudah dibuat, penulis melakukan survei kepada beberapa responden dari kalangan mahasiswa UII, warga Yogyakarta dan warga di luar

Yogyakarta untuk memberikan penilaian desain terhadap 3 kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Penilaian responden digunakan untuk mewakili suara masyarakat secara umum yang berpotensi menjadi konsumen ketika produk dijual. Produk 1 ditujukan untuk konsumen yang berwisata ke Yogyakarta dan ingin mengabadikannya, sedangkan produk 2 ditujukan untuk konsumen keluarga besar UII. Berikut ini adalah hasil dari survei yang dilakukan.

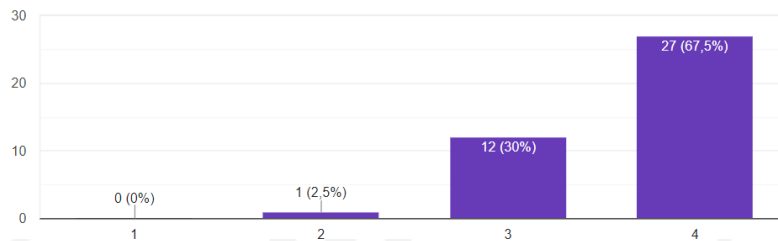
Berapakah nilai yang anda berikan untuk kreativitas desain pada produk 1?
40 jawaban



Gambar 3.18 Survei kreativitas desain produk 1

Berapakah nilai yang anda berikan pada produk 1 jika ditinjau dari desainnya untuk dapat mempresentasikan Yogyakarta?

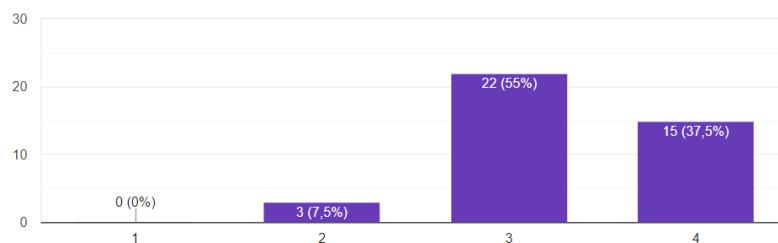
40 jawaban



Gambar 3.19 Survei penilaian produk merepresentasikan Yogyakarta

Berapakah nilai yang anda berikan pada desain produk 1 jika ditinjau dari sisi ergonomi

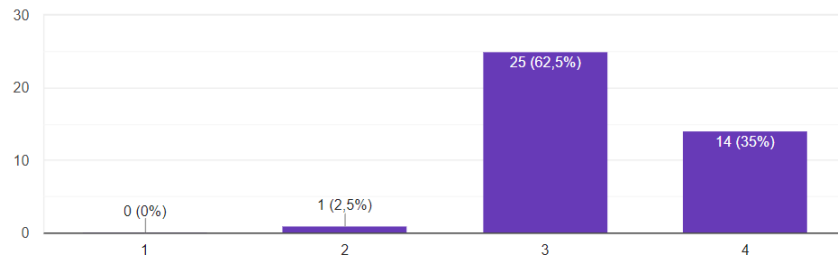
40 jawaban



Gambar 3.20 Survei penilaian ergonomi produk 1

Berapakah nilai yang anda berikan untuk kreativitas desain pada produk 2?

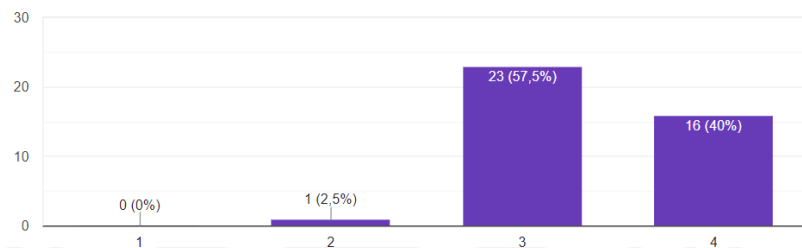
40 jawaban



Gambar 3.21 Survei kreativitas desain produk 2

Berapakah nilai yang anda berikan pada produk 2 jika ditinjau dari desainnya untuk dapat mempresentasikan Universitas Islam Indonesia?

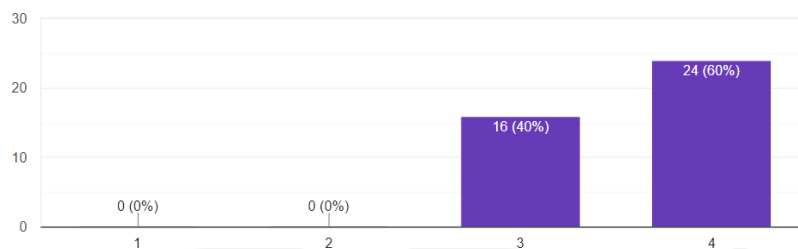
40 jawaban



Gambar 3.22 Survei penilaian produk merepresentasikan UII

Berapakah nilai yang anda berikan pada desain produk 2 jika ditinjau dari sisi ergonomi, kenyamanan dan keamanan untuk menjadi gantungan kunci

40 jawaban

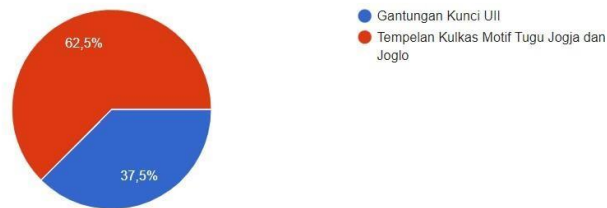


Gambar 3.23 Survei penilaian ergonomi produk 2

Dari hasil survei menunjukkan jika untuk produk 1 memiliki kreativitas desain yang lebih menarik daripada produk 2 namun dari tingkat ergonomic produk 2 lebih baik dari produk 1. Dan dari survei diperlukan perbaikan desain agar lebih merepresentasikan Yogyakarta dan UII. Dari 2 alternatif desain dilakukan penilaian desain yang terbaik dan hasilnya produk 1 tempelan kulkas Yogyakarta dipilih mayoritas responden menjadi produk terbaik seperti yang didapat dari survei di bawah ini.

Dari desain yang ada, manakah menurut anda yang terbaik?

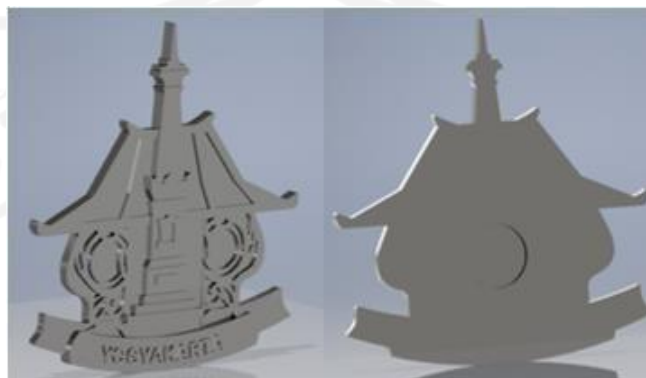
40 jawaban



Gambar 3.24 Pemilihan desain produk terbaik

Pada awal penelitian direncanakan untuk produk yang akan dibuat adalah hanya satu produk yang terbaik. Akan tetapi ketika proses pembuatan cetakan masih menyisakan ruang kosong, sehingga untuk membuang ruang kosong secara percuma, maka kedua produk akan dicetak dalam penelitian ini.

Dari hasil survei, produk 1 perlu diperbaiki ergonominya berkaitan dengan kenyamanan dan mengurangi resiko melukai pengguna akibat terdapat bagian yang tajam, maka pada bagian tersebut diberikan *fillet*. Untuk memberikan desain yang lebih merepresentasikan Yogyakarta diberikan motif batik dengan motif lingkaran-lingkaran dipadukan dengan garis melengkung bereferensi dari gambar-gambar di situs online dengan batas yang membentuk siluet gunung wayang. Sedangkan pada produk 2 ditambahkan siluet kubah masjid yang merepresentasikan UII sebagai kampus berideologi islam. Kedua produk dikurangi perbedaan ketinggian permukaan agar ketika dicetak pada *silicone rubber* detail desainnya awet tidak terkikis. Berikut ini adalah hasil perbaikan desain dari kedua produk souvenir.



Gambar 3.25 Desain produk 1 perbaikan



Gambar 3.26 Desain produk 2 perbaikan

3.4.4 Pencetakan master

Setelah melakukan pembuatan desain produk, langkah selanjutnya adalah mencetak master. Master ini nantinya menjadi pola dasar bentuk souvenir pada cetakan *silicone rubber*. Master dicetak dengan cara *3D printing* dengan material resin. Dipilihnya material resin karena lebih tahan tekanan dan panas dibanding material filamen.

3.4.5 Proses Vulkanisir Cetakan

Pembuatan cetakan dilakukan pada material *silicone rubber* dengan cara vulkanisir. Vulkanisir membuat hilangnya sebagian permukaan *silicone rubber* hingga menghasilkan rongga yang berbentuk seperti desain masternya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses vulkanisir adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan master



Gambar 3.27 Master produk souvenir

2. Memberikan lapisan resin pada permukaan master untuk menutup pori-pori pada permukaan master agar hasil cetakan permukaannya lebih halus.



Gambar 3.28 Melapisi lapisan resin pada permukaan master

3. Membuat coakan pada *silicone rubber* sesuai pola master



Gambar 3.29 Pembuatan coakan pada *silicone rubber*

4. Meletakkan master pada *silicone rubber* dengan posisi sesuai coakan yang telah dibuat dan memberikan bedak pada permukaannya



Gambar 3.30 Peletakan master dan pemberian bedak pada *silicone rubber*

5. Memasang bagian atas *silicone rubber*, tekan sampai rapat dengan bagian bawahnya, selanjutnya meratakan permukaan atas *silicone rubber* dengan cara menghilangkan bagian yang menonjol



Gambar 3.31 Pemasangan *silicone rubber* bagian atas

6. Menutup tempat cetakan



Gambar 3.32 Penutupan cetakan

7. Memasukkan ke mesin vulkanisir



Gambar 3.33 Proses memasukkan cetakan ke mesin vulkanisir

8. Melakukan proses vulkanisir



Gambar 3.34 Proses vulkanisir

9. *Finishing silicone rubber* dan ditambahkan *runner* dan *gate* serta rongga saluran udara jika diperlukan secara manual. Ukuran *runner* dan *gate* dibuat menyesuaikan kebutuhan berdasarkan bentuk dan dimensi desain master. Jika pada saat mencoba cetakan untuk melakukan pengecoran dan hasilnya tidak terisi sempurna, maka ukuran *runner* dan *gate* dapat diperbesar. Jika hal tersebut belum optimal memperbaiki kegagalan pengecoran, dapat ditambahkan *runner* dan *gate* pada *silicone rubber* bagian atas.



Gambar 3.35 *Finishing Silicone Rubber*

3.4.6 Proses Pengecoran Produk



Gambar 3.36 Pengecoran produk

Proses pengecoran dilakukan dengan mesin *spin casting C-400 Matic* dengan material *zinc alloy* seperti pada Gambar 3.28 di atas. Pada penelitian ini, untuk pengambilan data maka pengecoran dilakukan dalam beberapa tahap seperti berikut:

1. Variasi kecepatan dengan arah putar *clockwise* (CW)

Pada tahap ini pengecoran dilakukan dengan beberapa kali percobaan dengan variasi kecepatan putar pada 450 rpm, 550 rpm, 650 rpm dan 750 rpm. Pada tiap satu kecepatan putar, percobaan pengecoran dilakukan sebanyak 4 kali untuk dicari rata-rata hasilnya sehingga data yang didapat lebih akurat. Pada tahap ini, parameter konstan atau parameter yang tidak berubah adalah arah putar *clockwise* (CW), waktu putar 20 s dan tekanan 40 psi. Alasan tidak mengubah waktu putar adalah karena waktu putaran 20 s adalah default dari mesin ketika pertama kali digunakan, untuk hasil pengecoran pada parameter tersebut sudah baik dan material sudah mengeras sehingga tidak perlu menambahkan waktu putarnya dan tidak dilakukan penelitian tentang pengaruh waktu putar pada proses *spin casting*. Pada pengecoran variasi kecepatan dan arah putar, parameter tekanan yang digunakan 40 psi karena default dari mesin *spin casting* ketika pertama digunakan adalah pada tekanan tersebut. Selain itu, pada *training* penggunaan mesin tidak disarankan mengubah waktu putar karena tidak termasuk dalam parameter yang diteliti dan tidak mengubah tekanannya untuk tahap pengecoran variasi kecepatan dan arah putar.

2. Variasi kecepatan dengan arah putar *counter clockwise* (CCW)

Sama seperti tahap sebelumnya, pengecoran dilakukan dengan beberapa kali percobaan dengan variasi kecepatan putar pada 450 rpm, 550 rpm, 650 rpm dan 750 rpm. Pada tiap satu kecepatan putar, percobaan pengecoran dilakukan sebanyak 4 kali untuk dicari rata-rata hasilnya sehingga data yang didapat lebih akurat. Pada tahap ini, parameter konstan atau parameter yang tidak berubah seperti pada pengecoran sebelumnya, yaitu arah putar *counter clockwise* (CCW), waktu putar 20 s dan tekanan 40 psi.

3. Penentuan kecepatan putar dan arah putar terbaik

Pada tahap sebelumnya parameter yang tidak diubah selama pengecoran adalah waktu putar yaitu selama 20 s dan tekanan 40 psi. Sedangkan pengecoran yang telah dilakukan memiliki 2 parameter yang diubah-ubah yaitu kecepatan putar dan arah putar. Dari kombinasi parameter kecepatan putar dan arah putarnya dilakukan analisa pada parameter dengan kecepatan seberapa dan arah putar seperti apa yang memiliki hasil pengecoran paling baik.

4. Variasi tekanan

Jika sudah mendapatkan kombinasi parameter kecepatan putar dan arah putar terbaik, maka parameter tersebut akan menjadi parameter konstan atau tidak diubah-ubah pada tahap ini. Parameter konstan lainnya adalah waktu putar selama 20 s. Sedangkan jika sebelumnya tekanan hanya pada 40 psi, maka pada tahap ini parameter tekanan divariasikan pada 25 psi, 30 psi, 35 psi, 40 psi dan 45 psi. Tekanan yang diberikan pada cetakan arahnya adalah vertikal atau tekanan dari arah atas dan bawah. Setiap satu tekanan, percobaan pengecoran dilakukan 4 kali agar data yang diperoleh lebih akurat.

5. Analisis pengaruh variasi parameter dan penentuan parameter keseluruhan terbaik

Setelah melakukan pengecoran produk dan mendapatkan hasil pengecorannya, kemudian perlu melakukan pengambilan data yaitu pengukuran dimensi dan massa untuk mengetahui pengaruh variasi parameter terhadap hasil pengecoran. Dan langkah terakhir dalam percobaan pada penelitian ini adalah menentukan kombinasi terbaik dari seluruh parameter yang divariasikan pada penelitian ini. Kombinasi kecepatan putar, arah putar dan tekanan yang menghasilkan produk pengecoran terbaik menjadi parameter pengecoran terbaik. Penilaian untuk menentukan parameter terbaik adalah yang utama penampakan produk hasil pengecoran jika dilihat secara visual sempurna dan minim cacat, selanjutnya dinilai dari kesesuaian dimensi hasil pengecoran dibandingkan dimensi masternya dilihat dari data yang

didapat. Parameter terbaik ini yang akan dipakai untuk proses produksi suvenir jika akan diproduksi massal nantinya.

3.4.7 Proses *Finishing* Produk

Setelah produk hasil pengecoran dari proses *spin casting* sudah jadi, langkah selanjutnya adalah melakukan *finishing*. Langkah ini bertujuan untuk membuat produk memiliki estetika yang lebih baik. Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk *finishing* produk adalah menggunakan *metal polish* agar permukaannya lebih mengkilap dan diikuti pemberian lapisan *clear* agar permukaan yang mengkilap lebih tahan lama. Pada proses *finishing* produk ini juga diikuti pemasangan magnet pada tempelan kulkas menggunakan lem silikon dan pemasangan ring gantungan pada gantungan kunci.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pencetakan Master

Pencetakan master produk yang dibuat dengan *3D Printing* menggunakan material resin dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.1 Hasil *3D printing* master

Dimensi master di atas dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Dimensi master

Dimensi Master 1			Dimensi Master 2	
Tinggi	Lebar	Tebal	Diameter	Tebal
82.27	52.97	3.83	49.86	3.92

4.2 Hasil Vulkanisir

Pada penelitian ini, proses vulkanisir pada *silicone rubber* dilakukan bersama-sama dengan beberapa orang sehingga ruang pada permukaan *silicone rubber* dapat terpakai maksimal. Berikut ini adalah penampakan hasilnya.



Gambar 4.2 Hasil vulkanisir

Pola produk souvenir yang penulis buat adalah yang dilingkari garis merah. *Runner* dibuat dengan bentuk lurus, pada produk tempelan kulkas dibuat dua *runner* agar material pengecoran lebih mudah masuk dan mengisi sudut-sudut cetakannya karena bentuk cetakan yang kompleks memiliki bagian-bagian yang sempit dan bersudut, sedangkan pada produk gantungan kunci cukup satu *runner* karena bentuknya tidak banyak sudut.

4.3 Hasil Pengecoran

Setelah dilakukan beberapa kali pengecoran dengan mesin *spin casting* menggunakan berbagai variasi parameter, maka didapatkan hasil pengecoran serta data dimensi dari produk 1 (tempelan kulkas Yogyakarta) dan produk 2 (gantungan kunci UII). Pengukuran dimensi setiap produk dilakukan pada posisi yang sama agar karena terdapat perbedaan nilai yang tidak konsisten jika acuan pengukuran berbeda seperti ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 4.3 Pengukuran di tebal beberapa titik



Gambar 4.4 Pengukuran diameter di beberapa titik

Untuk mendapatkan data yang konsisten, maka pengukuran produk mengacu pada beberapa tempat yang sama seperti gambar berikut.



Gambar 4.5 Acuan pengukuran dimensi produk

Pada penelitian ini, setiap satu parameter pengecoran dilakukan sebanyak empat kali untuk mendapatkan data yang akurat seperti berikut ini.

1. Pengecoran dengan variasi kecepatan dan arah putar *clockwise* (CW)

Pada pengecoran ini, parameter konstan atau parameter yang tidak berubah adalah tekanan pada 40 psi dan arah putar *clockwise*. Sedangkan kecepatan putar yang digunakan pada 450 rpm, 550 rpm, 650 rpm dan 750 rpm. Perlu dilakukan pengukuran untuk melihat perbandingan dimensi produk hasil pengecoran dan dimensi masternya.

Tabel 4.2 Dimensi master untuk perbandingan dimensi hasil pengecoran variasi kecepatan arah putar *clockwise*

Dimensi Master 1			Dimensi Master 2	
Tinggi	Lebar	Tebal	Diameter	Tebal
82.27	52.97	3.83	49.86	3.92

Untuk hasil pengecoran serta datanya dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut ini.

a. 450 rpm



Gambar 4.6 Hasil pengecoran 450 rpm CW

Tabel 4.3 Data hasil pengecoran 450 rpm CW

450 CW	Dimensi Produk 1			Massa Produk 1 (gram)	Dimensi Produk 2		Massa Produk 2 (gram)
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Diameter (mm)	Tebal (mm)	
1	81.33	51.70	3.55	45.61	49.09	3.78	29.21
2	81.43	51.80	3.36	42.32	49.15	3.55	27.55
3	81.48	51.89	3.51	44.76	49.18	3.6	28.74
4	81.53	51.74	3.48	43.66	49.32	3.66	28.01
Rata-rata	81.44	51.78	3.48	44.09	49.19	3.65	28.38

b. 550 rpm



Gambar 4.7 Hasil pengecoran 550 rpm CW

Tabel 4.4 Data hasil pengecoran 550 rpm CW

550 CW	Dimensi Produk 1			Massa	Dimensi Produk 2		Massa
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Produk 1 (gram)	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Produk 2 (gram)
1	81.48	51.60	3.55	47.76	49.26	3.70	30.83
2	81.43	51.77	3.55	47.51	49.30	3.68	30.6
3	81.48	51.97	3.47	45.68	49.19	3.66	30.4
4	81.42	51.98	3.52	46.23	49.32	3.72	31.14
Rata-rata	81.45	51.83	3.52	46.80	49.27	3.69	30.74

c. 650 rpm



Gambar 4.8 Hasil pengecoran 650 rpm CW

Tabel 4.5 Data hasil pengecoran 650 rpm CW

650 CW	Dimensi Produk 1			Massa	Dimensi Produk 2		Massa
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Produk 1 (gram)	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Produk 2 (gram)
1	81.48	52.06	3.62	49.36	49.52	3.81	33.14
2	81.61	52.12	3.55	48.99	49.59	3.77	32.27
3	81.55	52.18	3.54	48.83	49.74	3.81	32.87
4	81.83	52.13	3.57	49.33	49.64	3.77	32.64
Rata-rata	81.62	52.12	3.57	49.13	49.62	3.79	32.73

d. 750 rpm



Gambar 4.9 Hasil pengecoran 750 rpm CW

Tabel 4.6 Data hasil pengecoran 750 rpm CW

750 CW	Dimensi Produk 1			Massa	Dimensi Produk 2		Massa
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Produk 1 (gram)	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Produk 2 (gram)
1	82.14	52.31	3.75	51.97	49.88	3.83	34.57
2	82.13	52.29	3.68	51.83	49.89	3.80	34.26
3	81.82	52.12	3.64	52.17	49.77	3.85	34.67
4	81.92	52.26	3.74	52.09	49.69	3.82	33.93
Rata-rata	82.00	52.25	3.70	52.02	49.81	3.83	34.36

2. Pengecoran dengan variasi kecepatan dan arah putar *counter clockwise* (CCW)

Pada pengecoran ini, parameter konstan atau parameter yang tidak berubah adalah tekanan pada 40 psi dan arah putar *counter clockwise*. Sedangkan kecepatan putar yang digunakan pada 450 rpm, 550 rpm, 650 rpm dan 750 rpm. Perlu dilakukan pengukuran untuk melihat perbandingan dimensi produk hasil pengecoran dan dimensi masternya.

Tabel 4.7 Dimensi master untuk perbandingan dimensi hasil pengecoran variasi kecepatan arah putar *counter clockwise*

Dimensi Master 1			Dimensi Master 2	
Tinggi	Lebar	Tebal	Diameter	Tebal
82.27	52.97	3.83	49.86	3.92

Untuk hasil pengecoran serta datanya dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut ini.

a. 450 rpm



Gambar 4.10 Hasil pengecoran 450 rpm CCW

Tabel 4.8 Data hasil pengecoran 450 rpm CCW

450 CCW	Dimensi Produk 1			Massa Produk 1 (gram)	Dimensi Produk 2		Massa Produk 2 (gram)
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Diameter (mm)	Tebal (mm)	
1	81.62	51.73	3.44	45.12	48.82	3.64	29.35
2	81.33	51.57	3.45	47.53	48.98	3.61	29.47
3	80.08	51.81	3.48	44.97	49.06	3.64	30.17
4	81.43	51.68	3.41	47.27	49.07	3.62	30.31
Rata-rata	81.12	51.70	3.45	46.22	48.98	3.63	29.83

b. 550 rpm



Gambar 4.11 Hasil pengecoran 550 rpm CCW

Tabel 4.9 Data hasil pengecoran 550 rpm CCW

550 CCW	Dimensi Produk 1			Massa Produk 1 (gram)	Dimensi Produk 2		Massa Produk 2 (gram)
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Diameter (mm)	Tebal (mm)	
1	81.32	51.84	3.47	47.88	49.22	3.58	30.65
2	80.82	51.50	3.46	48.84	49.20	3.76	30.89
3	81.65	51.69	3.55	47.12	49.10	3.58	28.25
4	81.71	51.81	3.52	46.16	49.21	3.80	30.55
Rata-rata	81.38	51.71	3.50	47.50	49.18	3.68	30.09

c. 650 rpm



Gambar 4.12 Hasil pengecoran 650 rpm CCW

Tabel 4.10 Data hasil pengecoran 650 rpm CCW

650 CCW	Dimensi Produk 1			Massa Produk 1 (gram)	Dimensi Produk 2		Massa Produk 2 (gram)
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Diameter (mm)	Tebal (mm)	
1	81.69	52.21	3.50	48.75	49.54	3.81	32.84
2	81.76	52.24	3.54	48.49	49.68	3.79	32.84
3	81.85	52.02	3.55	48.07	49.74	3.72	32.01
4	81.82	51.93	3.53	48.99	49.69	3.80	33.49
Rata-rata	81.78	52.1	3.53	48.58	49.66	3.78	32.80

d. 750 rpm



Gambar 4.13 Hasil Pengecoran 750 rpm CCW

Tabel 4.11 Data hasil pengecoran 750 rpm CCW

750 CCW	Dimensi Produk 1			Massa Produk 1 (gram)	Dimensi Produk 2		Massa Produk 2 (gram)
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Diameter (mm)	Tebal (mm)	
1	82.07	52.07	3.82	53.51	49.77	3.88	34.53
2	82.18	52.38	3.67	52.05	49.86	3.84	34.05
3	82.15	52.30	3.74	52.76	49.80	3.85	34.64
4	82.32	52.29	3.72	52.73	50.08	3.82	34.33
Rata-rata	82.18	52.26	3.74	52.76	49.88	3.85	34.39

3. Pengecoran dengan variasi tekanan

Jika pada pengecoran sebelumnya parameter yang divariasikan adalah kecepatan putar dan 2 pengecoran sebelumnya dilakukan dengan arah putar berbeda namun menggunakan parameter tekanan yang konstan yaitu pada 40 psi, kali ini parameter yang divariasikan adalah tekanannya pada 25 psi, 30 psi, 35 psi, 40 psi dan 45 psi. Sedangkan kali ini parameter konstannya adalah kecepatan dan arah putar. Parameter tersebut dipilih berdasarkan hasil pengecoran yang terbaik. Parameter terbaik yang dipilih adalah kecepatan

putar 750 rpm dengan arah putar *counter clockwise* (CCW). Untuk pemilihan parameter terbaik akan dijelaskan pada subbab berikutnya. Perlu dilakukan pengukuran untuk melihat perbandingan dimensi produk hasil pengecoran dan dimensi masternya.

Tabel 4.12 Dimensi master untuk perbandingan dimensi hasil pengecoran variasi tekanan

Dimensi Master 1			Dimensi Master 2	
Tinggi	Lebar	Tebal	Diameter	Tebal
82.27	52.97	3.83	49.86	3.92

Hasil pengecoran beserta datanya dengan variasi tekanan dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut ini.

a. 25 psi



Gambar 4.14 Hasil pengecoran 25 psi

Tabel 4.13 Data hasil pengecoran 25 psi

25 Psi	Dimensi Produk 1			Massa Produk 1 (gram)	Dimensi Produk 2		Massa Produk 2 (gram)
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Diameter (mm)	Tebal (mm)	
1	82.27	52.44	3.98	55.57	50.11	4.17	36.51
2	82.32	52.47	4.03	57.55	50.12	4.21	36.71
3	82.31	52.44	3.9	56.24	50.16	4.19	36.67
4	82.42	52.62	3.87	56.71	50.07	4.14	35.42
Rata-rata	82.33	52.49	3.95	56.52	50.12	4.18	36.33

b. 30 psi



Gambar 4.15 Hasil pengecoran 30 psi

Tabel 4.14 Data hasil pengecoran 30 psi

30 Psi	Dimensi Produk 1			Massa Produk 1 (gram)	Dimensi Produk 2		Massa Produk 2 (gram)
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Diameter (mm)	Tebal (mm)	
1	82.24	52.35	3.89	55.27	50.13	4.27	38.44
2	82.28	52.47	3.88	54.93	50.09	4.15	35.37
3	82.23	52.41	3.83	54.08	50.13	4.09	34.87
4	82.26	52.59	3.94	59.70	50.09	4.17	35.53
Rata-rata	82.25	52.46	3.89	56.00	50.11	4.17	36.05

c. 35 psi



Gambar 4.16 Hasil pengecoran 35 psi

Tabel 4.15 Data hasil pengecoran 35 psi

35 Psi	Dimensi Produk 1			Massa Produk 1 (gram)	Dimensi Produk 2		Massa Produk 2 (gram)
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Diameter (mm)	Tebal (mm)	
1	82.23	52.37	3.78	54.01	50.1	4.14	34.88
2	82.24	52.33	3.79	55.05	50.14	4.18	36.63
3	82.22	52.25	3.72	52.16	50.07	4.12	34.37
4	82.24	52.24	3.77	54.87	50.05	4.14	36.17
Rata-rata	82.23	52.30	3.77	54.02	50.09	4.15	35.51

d. 40 psi



Gambar 4.17 Hasil pengecoran 40 psi

Tabel 4.16 Data hasil pengecoran 40 psi

40 Psi	Dimensi Produk 1			Massa Produk 1 (gram)	Dimensi Produk 2		Massa Produk 2 (gram)
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Diameter (mm)	Tebal (mm)	
1	82.07	52.07	3.82	53.51	50.04	4.15	34.53
2	82.18	52.38	3.67	52.05	50.00	4.17	34.05
3	82.15	52.30	3.74	52.76	50.16	4.17	34.64
4	82.32	52.29	3.72	52.73	50.07	4.04	34.33
Rata-rata	82.18	52.26	3.74	52.76	50.07	4.13	34.39

e. 45 psi



Gambar 4.18 Hasil pengecoran 45 psi

Tabel 4.17 Data hasil pengecoran 45 psi

45 Psi	Dimensi 1			Massa Produk 1	Dimensi 2		Massa Produk 2
	Panjang	Lebar	Tebal		Diameter	Tebal	
1	82.06	52.27	3.52	51.85	49.53	3.85	34.18
2	82.09	52.19	3.62	49.67	49.84	3.87	33.27
3	81.64	52.06	3.54	51.71	49.83	3.86	34.64
4	82.08	52.19	3.67	52.04	49.81	3.86	34.22
Rata-rata	81.97	52.18	3.59	51.32	49.75	3.86	34.08

4.4 Hasil *Finishing* Produk

Dari hasil pengecoran yang telah dilakukan maka untuk menambah estetika dan fungsionalitas produk diberikan sentuhan *finishing* seperti gambar berikut ini.



Gambar 4.19 Hasil *finishing* tampak depan



Gambar 4.20 Hasil *finishing* tampak belakang

4.5 Analisis dan Pembahasan

4.5.1 Analisis Pengaruh Variasi Parameter Kecepatan Putar dan Tekanan

Setelah mendapatkan hasil pengecoran dari proses *spin casting* dan telah mendapatkan data dari dimensi dan massa produk, maka data yang telah didapatkan perlu dianalisis untuk melihat pengaruh variasi parameter seperti berikut ini.

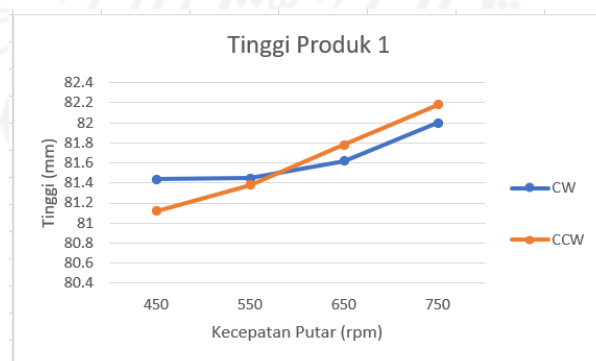
1. Pengaruh kecepatan putar terhadap hasil produk *spin casting*

Pengecoran yang telah dilakukan pada setiap kecepatan putar dilakukan sebanyak empat kali agar data yang didapatkan lebih akurat. Dari empat data pengecoran pada satu variasi kecepatan putar selanjutnya dirata-rata. Variasi kecepatan putar dilakukan pada 450 rpm, 550 rpm, 650 rpm dan 750 rpm serta dikombinasikan dengan variasi arah putar *clockwise* (CW) dan *counter clockwise* (CCW). Data rata-rata dari setiap variasi parameter dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini.

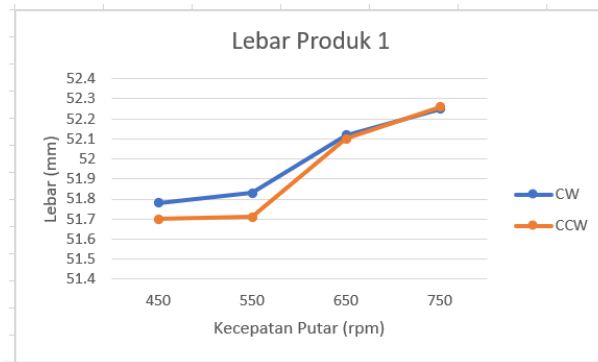
a. Produk 1

Tabel 4.18 Data rata-rata dimensi produk 1

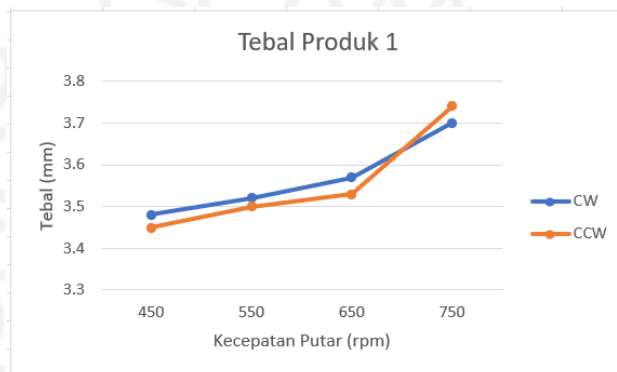
RPM	Produk 1 CW			Produk 1 CCW		
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
450	81.44	51.78	3.48	81.12	51.70	3.45
550	81.45	51.83	3.52	81.38	51.71	3.50
650	81.62	52.12	3.57	81.78	52.10	3.53
750	82.00	52.25	3.70	82.18	52.26	3.74
Master	82.27	52.97	3.83	82.27	52.97	3.83



Gambar 4.21 Grafik tinggi produk 1



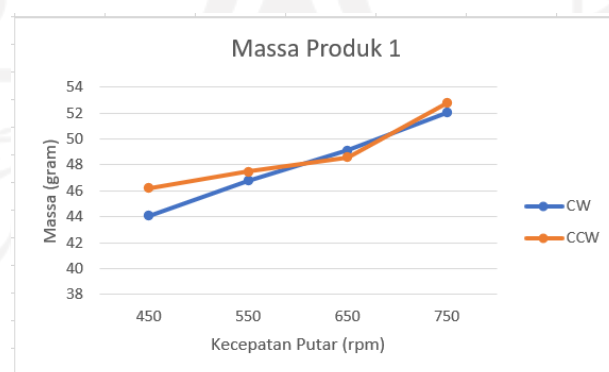
Gambar 4.22 Grafik lebar produk 1



Gambar 4.23 Grafik tebal produk 1

Tabel 4.19 Data rata-rata massa produk 1

RPM	Produk 1 CW	Produk 1 CCW
	Massa (gram)	Massa (gram)
450	44.09	46.22
550	46.80	47.50
650	49.13	48.58
750	52.02	52.76



Gambar 4.24 Grafik massa produk 1

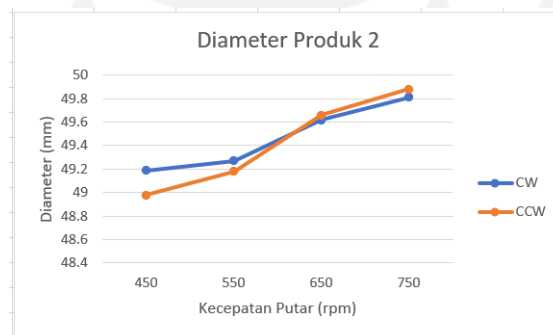
Dari tabel dan grafik di atas dapat diketahui jika semakin tinggi kecepatan putar pada proses *spin casting* membuat produk 1 semakin

besar pula dimensi dan massanya. Hal ini dapat dilihat pada tinggi, lebar dan tebal produk 1 yang nilainya semakin besar ketika kecepatan putar semakin tinggi. Massa produk 1 juga nilainya semakin besar ketika kecepatan putar semakin tinggi. Kenaikan nilai dimensi dan massa ketika kecepatan putar semakin tinggi berlaku untuk arah putaran *clockwise* (CW) dan *counter clockwise* (CCW).

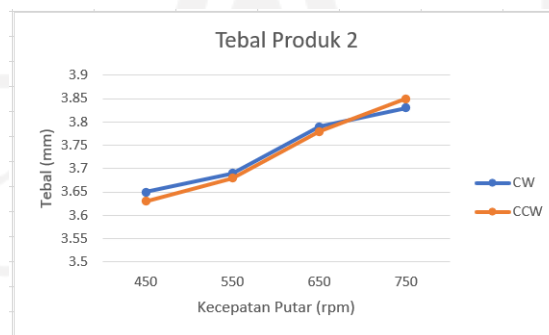
b. Produk 2

Tabel 4.20 Data rata-rata dimensi produk 2

RPM	Produk 2 CW		Produk 2 CCW	
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Diameter (mm)	Tebal (mm)
450	49.19	3.65	48.98	3.63
550	49.27	3.69	49.18	3.68
650	49.62	3.79	49.66	3.78
750	49.81	3.83	49.88	3.85
Master	49.86	3.92	49.86	3.92



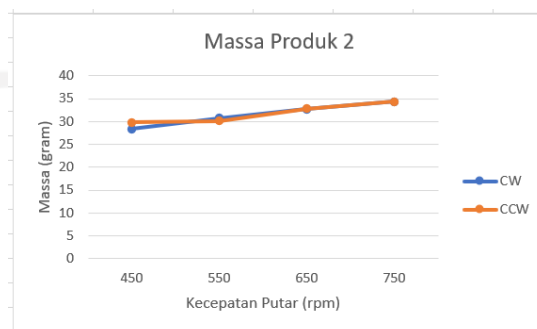
Gambar 4.25 Grafik diameter produk 2



Gambar 4.26 Grafik tebal produk 2

Tabel 4.21 Data rata-rata massa produk 2

RPM	Produk 2 CW	Produk 2 CCW
	Massa (gram)	Massa (gram)
450	28.38	29.83
550	30.74	30.09
650	32.73	32.80
750	34.36	34.39



Gambar 4.27 Grafik massa produk 2

Seperti halnya produk 1, Dari tabel dan grafik di atas dapat diketahui jika semakin tinggi kecepatan putar pada proses *spin casting* membuat produk 2 juga semakin besar dimensi dan massanya. Hal ini dapat dilihat pada diameter dan tebal produk 2 yang nilainya semakin besar ketika kecepatan putar semakin tinggi. Massa produk 2 juga nilainya semakin besar ketika kecepatan putar semakin tinggi. Kenaikan nilai dimensi dan massa ketika kecepatan putar semakin tinggi berlaku untuk arah putaran *clockwise* (CW) dan *counter clockwise* (CCW).

Berdasarkan data yang telah disebutkan di atas maka dapat diketahui jika pengaruh kecepatan putar terhadap hasil produk *spin casting* adalah semakin besar kecepatan putar maka akan membuat dimensi dan massa produk semakin besar. Hal ini dikarenakan gaya sentrifugal semakin besar ketika putaran semakin tinggi, maka material akan masuk lebih banyak karena mendapat dorongan dari gaya sentrifugal yang semakin besar untuk memenuhi rongga cetakan.

Dari hasil pengukuran dimensi dan massa terhadap produk 1 dan 2 dalam percobaan pengecoran variasi kecepatan putar, ketika dimensi dan massanya semakin besar menunjukkan material yang masuk ke cetakan lebih banyak artinya tingkat keterisian cetakan lebih baik. Akan tetapi jika dimensi produk

hasil pengecoran semakin besar namun massanya tidak bertambah atau justru mengecil menunjukkan produk tidak solid atau terdapat rongga di dalam produk artinya tingkat keterisian cetakan kurang baik.

2. Pengaruh tekanan terhadap hasil produk *spin casting*

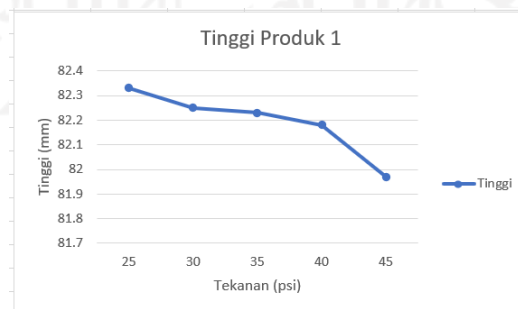
Sama seperti pengecoran sebelumnya dengan memvariasikan kecepatan putar, pengecoran dengan variasi tekanan juga dilakukan masing-masing empat kali setiap satu parameter tekanan. Adapun data yang didapatkan adalah berikut. Proses *spin casting* dengan variasi tekanan dilakukan pada 25 psi, 30 psi, 35 psi, 40 psi dan 45 psi. Untuk kecepatan putar dan arah putarnya dipilih yang terbaik dari hasil pengecoran sebelumnya yaitu variasi kecepatan putar. Untuk pemilihan parameter terbaik akan dijelaskan pada subbab selanjutnya.

Tabel 4.22 Data dimensi & massa pengecoran variasi tekanan

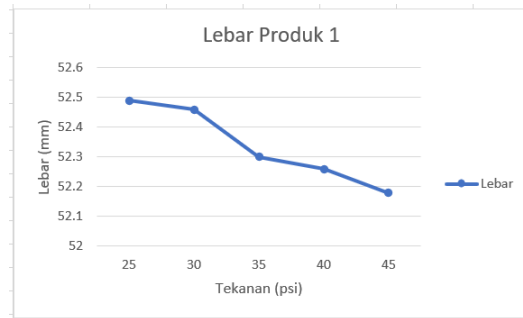
Tekanan (psi)	Produk 1				Produk 2		
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Massa (gram)	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gram)
25	82.33	52.49	3.95	56.52	50.12	4.18	36.33
30	82.25	52.46	3.89	56.00	50.11	4.17	36.05
35	82.23	52.3	3.77	54.02	50.09	4.15	35.51
40	82.18	52.26	3.74	52.76	50.07	4.13	34.39
45	81.97	52.18	3.59	51.32	49.75	3.86	34.08
Master	82.27	52.97	3.83		49.86	3.92	

a. Produk 1

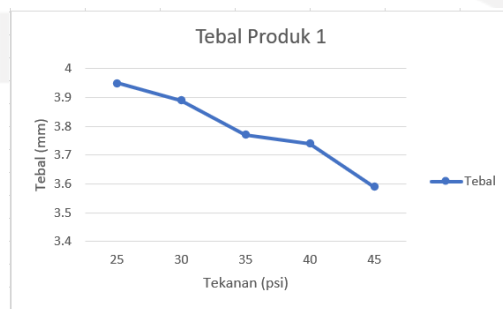
Dari tabel data hasil pengecoran variasi tekanan di atas yang berisi data dimensi dan massa selanjutnya dibuat atau disajikan ke dalam bentuk grafik agar lebih mudah melihat pengaruh variasi tekanan terhadap dimensi dan massa kedua produk seperti berikut ini.



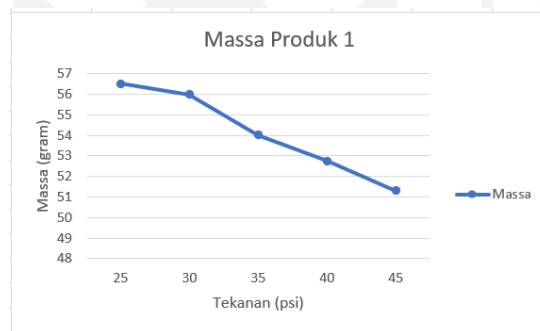
Gambar 4.28 Grafik tinggi produk 1 pengecoran variasi tekanan



Gambar 4.29 Grafik lebar produk 1 pengecoran variasi tekanan



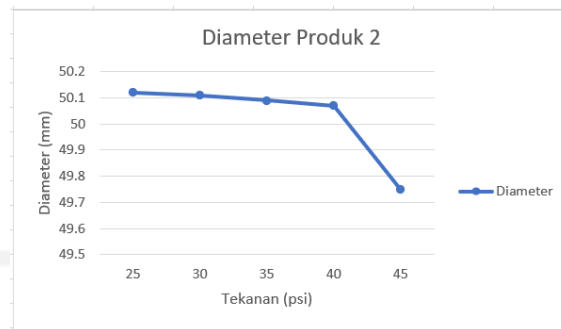
Gambar 4.30 Grafik tebal produk 1 pengecoran variasi tekanan



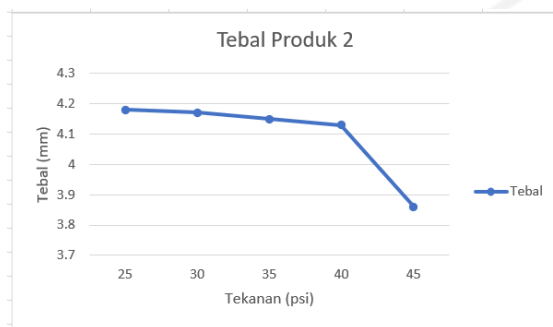
Gambar 4.31 Grafik massa produk 1 pengecoran variasi tekanan

Dari beberapa grafik di atas menunjukkan dimensi dan massa produk 1 akan semakin kecil ketika tekanannya semakin besar. Hal ini ditunjukkan nilai tinggi, lebar dan tebal produk 1 nilainya semakin kecil ketika kecepatan putar semakin tinggi. Massa produk 1 juga nilainya semakin kecil ketika kecepatan putar semakin besar.

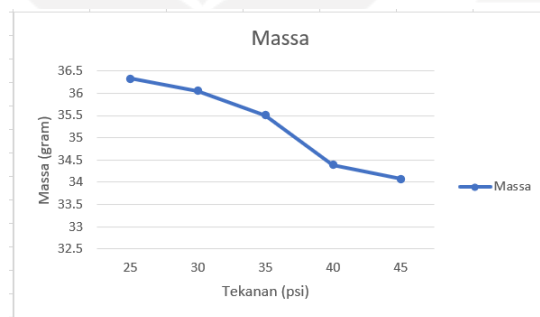
b. Produk 2



Gambar 4.32 Grafik diameter produk 2 pengecoran variasi tekanan



Gambar 4.33 Grafik tebal produk 2 pengecoran variasi tekanan



Gambar 4.34 Grafik massa produk 2 pengecoran variasi tekanan

Seperti halnya produk 1, dari beberapa grafik di atas menunjukkan dimensi dan massa produk 2 akan semakin kecil ketika tekanannya semakin besar. Hal ini ditunjukkan nilai diameter dan tebal produk 2 nilainya semakin kecil ketika kecepatan putar semakin tinggi. Massa produk 2 juga nilainya semakin kecil ketika kecepatan putar semakin besar.

Berdasarkan data yang telah disebutkan di atas maka dapat diketahui jika pengaruh tekanan terhadap hasil produk *spin casting* adalah semakin besar

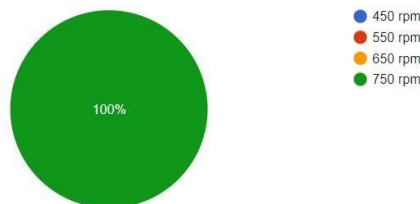
tekanan maka akan membuat dimensi dan massa produk semakin kecil. Hal ini dikarenakan ketika tekanan semakin besar maka rongga pada cetakan volumenya menjadi lebih kecil karena terdesak. Hal ini mengakibatkan material yang masuk pada proses *spin casting* menjadi lebih sedikit.

4.5.2 Penentuan Parameter Kecepatan dan Arah Putar Terbaik

Dari percobaan yang telah dilakukan dan dijelaskan pada subbab sebelumnya, pada subbab ini akan membahas pengambilan parameter pengecoran terbaik pada proses *spin casting*.

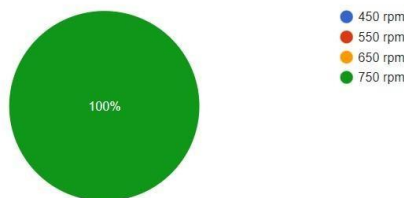
Dari pengecoran yang telah dilakukan, hasil produknya diamati secara visual dan dilakukan survei kepada beberapa rekan yang melakukan penelitian *spin casting* bersama, yaitu dengan memperlihatkan hasil pengecoran secara langsung di Laboratorium Sistem Manufaktur Teknik Mesin UII. Hasil pengecoran yang dinilai adalah dilihat secara keseluruhan dari empat pengecoran yang dilakukan pada setiap satu variasi parameter. Penilaian pada survei meliputi detail desain, bentuk dan konsistensi hasil pengecoran produk 1 dan 2. Dari survei didapatkan parameter kecepatan putar terbaik pada 750 rpm seperti berikut ini.

Parameter kecepatan putar dengan detail desain terbaik produk 1
8 jawaban



Gambar 4.35 Kecepatan putar terbaik berdasarkan detail desain produk 1

Parameter kecepatan putar dengan bentuk terbaik produk 1
8 jawaban



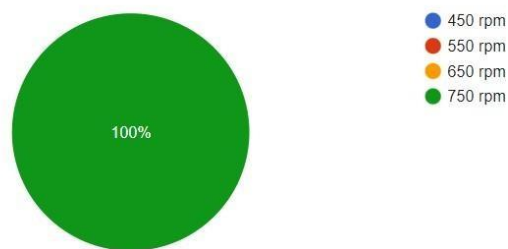
Gambar 4.36 Kecepatan putar terbaik berdasarkan bentuk produk 1

Parameter kecepatan putar dengan konsistensi hasil pengecoran terbaik produk 1
8 jawaban



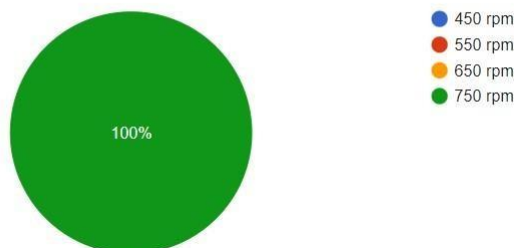
Gambar 4.37 Kecepatan putar terbaik berdasarkan konsistensi hasil pengecoran produk 1

Parameter kecepatan putar dengan detail desain terbaik produk 2
8 jawaban



Gambar 4.38 Kecepatan putar terbaik berdasarkan detail desain produk 2

Parameter kecepatan putar dengan bentuk terbaik produk 2
8 jawaban



Gambar 4.39 Kecepatan putar terbaik berdasarkan bentuk produk 2

Parameter kecepatan putar dengan konsistensi hasil pengecoran terbaik produk 2

8 jawaban



Gambar 4.40 Kecepatan putar terbaik berdasarkan konsistensi hasil pengecoran produk 2

Selain dari visual produk juga dinilai berdasarkan dimensinya yang paling mendekati master, maka selanjutnya dilakukan penentuan kecepatan putar dan arah putar terbaik menggunakan persentase deviasi dengan rumus:

$$\text{Percentage deviation} = 100 - \left(\frac{\text{Cast Size}}{\text{Original Size}} \right) \times 100$$

(Barnard, L. J., De Beer, D. J., & Campbell, R. I, 2009)

Dimensi hasil pengecoran (*cast size*) yang digunakan adalah dari hasil rata-rata empat percobaan dalam satu parameter. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.23 Persentase deviasi dimensi produk 1

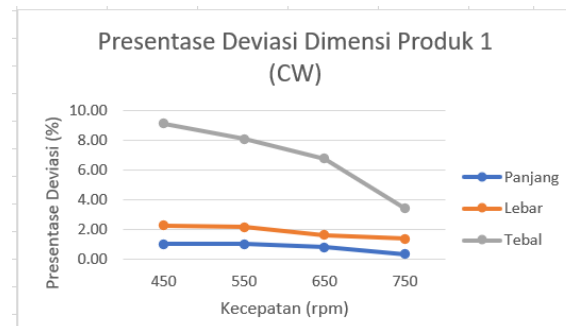
Presentase Deviasi Dimensi Produk 1						
RPM	Tinggi (mm)		Lebar (mm)		Tebal (mm)	
	CW	CCW	CW	CCW	CW	CCW
450	1.01	1.40	2.25	2.40	9.14	9.92
550	1.00	1.08	2.15	2.38	8.09	8.62
650	0.79	0.60	1.60	1.64	6.79	7.83
750	0.33	0.11	1.36	1.34	3.39	2.35

Tabel 4.24 Persentase deviasi dimensi produk 2

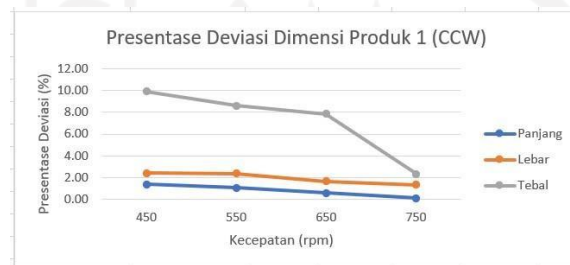
Presentase Deviasi Dimensi Produk 2				
RPM	Diameter (mm)		Tebal (mm)	
	CW	CCW	CW	CCW
450	1.34	1.76	6.89	7.40
550	1.18	1.36	5.87	6.12
650	0.48	0.40	3.32	3.57
750	0.10	-0.04	2.30	1.79

Dari data pada tabel diatas selanjutnya dibuat atau disajikan dengan grafik agar lebih mudah menganalisis perubahan deviasi ketika divariasikan dengan kecepatan putar dan arah putar seperti pada gambar grafik di bawah ini.

a. Produk 1



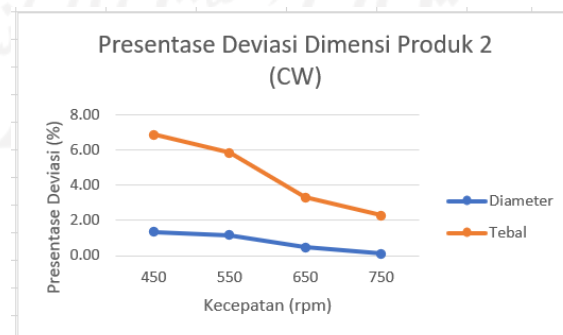
Gambar 4.41 Grafik persentase deviasi dimensi produk 1 (CW)



Gambar 4.42 Grafik persentase deviasi dimensi produk 1 (CCW)

Berdasarkan grafik persentase deviasi dimensi produk 1 di atas, dengan arah putar CW maupun CCW, keduanya sama-sama menunjukkan jika persentase deviasi akan semakin kecil ketika kecepatan putarnya semakin besar, dalam hal ini pada 750 rpm. Namun, jika dilihat lebih detail lagi dengan kecepatan sama-sama 750 rpm, hasil produk dengan arah putar CCW memiliki deviasi yang lebih kecil daripada CW. Artinya untuk produk 1 dengan parameter kecepatan putar 750 rpm dan arah putar CCW memiliki dimensi yang paling mendekati dengan dimensi master produk 1.

b. Produk 2



Gambar 4.43 Grafik persentase deviasi dimensi produk 2 (CW)



Gambar 4.44 Grafik persentase deviasi dimensi produk 2 (CCW)

Untuk perhitungan persentase deviasi hasil pengecoran produk 2 jika dilihat dari grafik di atas pada arah putar CW maupun CCW, keduanya sama-sama menunjukkan jika persentase deviasi akan semakin kecil ketika kecepatan putarnya semakin besar, dalam hal ini pada 750 rpm. Dalam pengamatan yang dilakukan, fenomena ini terjadi karena ketika kecepatan putarnya kecil, gaya sentrifugalnya juga kecil sehingga dorongan material ke cetakan tidak besar, material yang masuk ke cetakan juga lebih sedikit membuat dimensi produk lebih kecil daripada masternya. Sedangkan ketika kecepatan putarnya besar, gaya sentrifugal untuk mendorong material masuk ke cetakan lebih besar pula, sehingga material yang masuk ke cetakan lebih banyak dan membuat dimensi produk lebih besar dan lebih mendekati dimensi masternya. Pada kecepatan sama-sama 750 rpm, pengecoran dengan arah putar CCW memiliki nilai deviasi lebih kecil daripada CW. Artinya untuk produk 2 dengan parameter kecepatan putar 750 rpm dan arah putar CCW memiliki dimensi yang paling mendekati dengan dimensi master produk 2.

Pada penelitian ini produk terbaik adalah dilihat dari hasilnya secara visual dengan kecacatan yang paling sedikit dan memiliki dimensi yang mendekati dengan masternya. Dari perhitungan persentase deviasi dimensi produk 1 dan produk 2 yang telah dilakukan, parameter kecepatan putar dan arah putar yang memiliki hasil produk dengan persentase deviasi terkecil adalah yang memiliki dimensi paling mendekati dengan dimensi masternya.

Penentuan parameter kecepatan putar dan arah putar terbaik hal pertama yang dilihat adalah hasil visual dari proses *spin casting* dimana untuk produk

1 memiliki hasil visual terbaik pada kecepatan 750 rpm dan produk 2 juga memiliki hasil visual terbaik pada 750 rpm berdasarkan survei yang telah disampaikan sebelumnya. Jadi parameter kecepatan putar terbaik adalah pada 750 rpm. Sedangkan untuk parameter arah putarnya karena hasil dari arah putar CW dan CCW memiliki hasil visual yang mirip maka dipilih berdasarkan persentase deviasinya yang paling kecil karena memiliki dimensi yang paling mirip dengan master produknya. Seperti yang telah disampaikan sebelumnya, untuk produk 1 dan produk 2 dengan kecepatan sama-sama pada 750 rpm, pengecoran dengan arah putar CCW memiliki persentase deviasi yang lebih kecil daripada arah putar CW. Jadi kombinasi parameter terbaik untuk produk 1 dan produk 2 adalah pada kecepatan putar 750 rpm dan arah putar CCW.

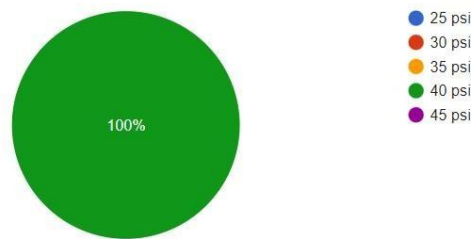
4.5.3 Penentuan Tekanan Terbaik

Setelah sebelumnya dilakukan pengecoran dengan variasi kecepatan putar dikombinasikan dengan arah putar, serta telah dilakukan analisis sehingga mendapatkan parameter kecepatan putar dan arah putar terbaik, yaitu pada kecepatan putar 750 rpm dan arah putar CCW, selanjutnya dari parameter terbaik tersebut dilakukan pengecoran kembali dengan melakukan variasi pada tekanannya.

Setelah pengecoran dengan variasi tekanan telah dilakukan maka selanjutnya dilakukan analisis untuk mencari parameter tekanan terbaik. Pertama dari penilaian visual dilakukan survei dengan metode yang sama seperti sebelumnya yaitu pada survei pencarian kecepatan putar terbaik, hal ini dilakukan untuk menentukan parameter tekanan terbaik, dan akhirnya didapatkan untuk produk memiliki detail desain, bentuk dan konsistensi hasil pengecoran terbaik produk 1 dan 2 pada tekanan 40 psi seperti di bawah ini.

Parameter tekanan dengan detail desain terbaik produk 1

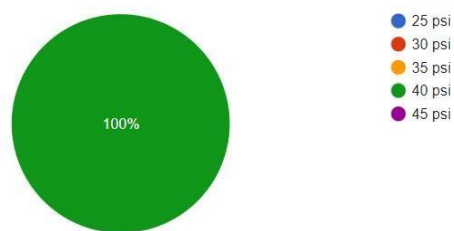
8 jawaban



Gambar 4.45 Tekanan terbaik berdasarkan detail desain produk 1

Parameter tekanan dengan bentuk terbaik produk 1

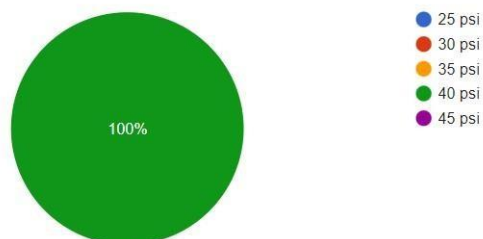
8 jawaban



Gambar 4.46 Tekanan terbaik berdasarkan bentuk produk 1

Parameter tekanan dengan konsistensi hasil pengecoran terbaik produk 1

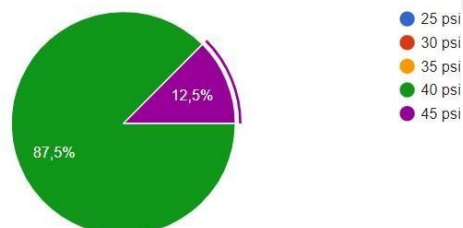
8 jawaban



Gambar 4.47 Tekanan terbaik berdasarkan konsistensi hasil pengecoran produk 1

Parameter tekanan dengan detail desain terbaik produk 2

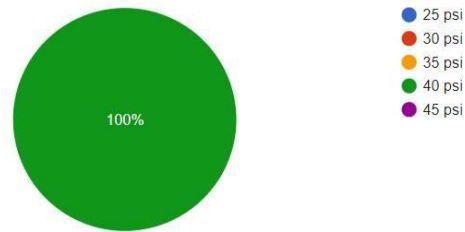
8 jawaban



Gambar 4.48 Tekanan terbaik berdasarkan detail desain produk 2

Parameter tekanan dengan bentuk terbaik produk 2

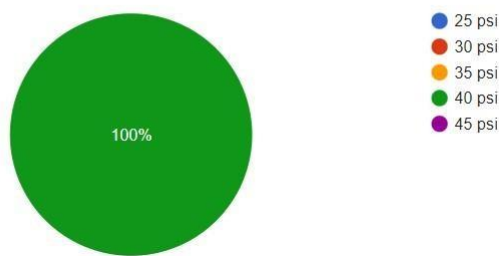
8 jawaban



Gambar 4.49 Tekanan terbaik berdasarkan bentuk produk 2

Parameter tekanan dengan konsistensi hasil pengecoran terbaik produk 2

8 jawaban



Gambar 4.50 Tekanan terbaik berdasarkan konsistensi hasil pengecoran produk 2

Sama seperti sebelumnya, produk juga dinilai berdasarkan dimensinya yang paling mendekati dimensi master. Untuk membandingkan dimensi hasil pengecoran dengan dimensi master dilakukan dengan menghitung persentase dengan rumus:

$$\text{Percentage deviation} = 100 - \left(\frac{\text{Cast Size}}{\text{Original Size}} \right) \times 100$$

(Barnard, L. J., De Beer, D. J., & Campbell, R. I, 2009)

Dimensi hasil pengecoran (*cast size*) yang digunakan adalah dari hasil rata-rata empat percobaan dalam satu parameter. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 20 dan Tabel 21 di bawah ini.

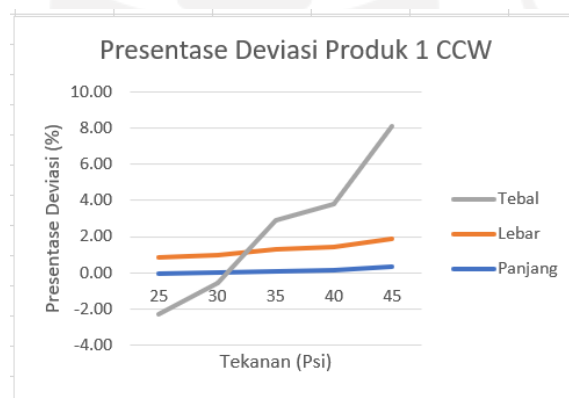
Tabel 4.25 Persentase deviasi produk 1

Presentase Deviasi Produk 1			
Tekanan (psi)	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
25	-0.07	0.91	-3.13
30	0.02	0.96	-1.57
35	0.05	1.26	1.57
40	0.11	1.34	2.35
45	0.36	1.49	6.27

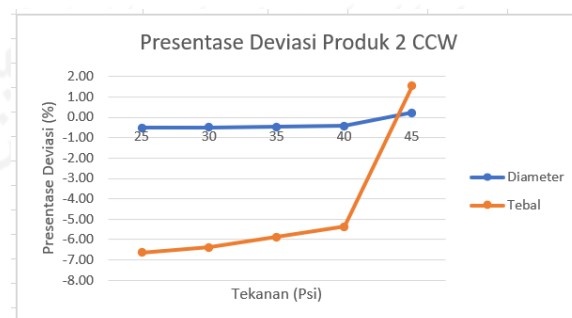
Tabel 4.26 Persentase deviasi produk 2

Presentase Deviasi Produk 2		
Tekanan (psi)	Diameter (mm)	Tebal (mm)
25	-0.52	-6.63
30	-0.50	-6.38
35	-0.46	-5.87
40	-0.42	-5.36
45	0.22	1.53

Untuk memudahkan mengetahui pengaruh tekanan terhadap persentase deviasi maka data dari tabel di atas dibuat atau disajikan ke dalam bentuk grafik seperti yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.51 Persentase deviasi produk 1



Gambar 4.52 Persentase deviasi produk 2

Dari data dan grafik yang disajikan di atas, dapat diketahui jika tekanan pada *silicone rubber* dari arah vertikal yang diberikan ketika proses *spin*

casting membuat dimensi produk semakin kecil, perubahan paling signifikan adalah pada tebal produk. Hal ini dikarenakan ketika tekanannya besar membuat volume rongga cetakan berkurang sehingga produk hasil pengecoran dimensi dan massanya mengecil. Pada produk 1 ketika tekanan semakin tinggi, dimensi produk semakin kecil dan menjauhi ukuran masternya sehingga persentase deviasinya semakin besar. Pada produk 2 ketika tekanan semakin besar membuat dimensinya mengecil, namun dari data yang didapat dimensi yang semakin kecil adalah yang paling mendekati dimensi master, sehingga persentase deviasi semakin kecil ketika tekanan semakin besar.

Seperti sebelumnya, untuk menentukan hasil pengecoran yang memiliki dimensi mendekati masternya adalah yang memiliki persentase deviasi terkecil atau mendekati nol. Berdasarkan grafik di atas dari kedua produk memiliki nilai deviasi dari kecil bahkan di bawah nol semakin besar ketika tekanan yang diberikan semakin besar pula. Untuk produk 1 persentase deviasi terkecil adalah pada tekanan 30 psi, yang artinya pada tekanan tersebut hasil produknya memiliki dimensi paling mendekati dengan masternya. Sedangkan untuk produk 2 persentase deviasi terkecil adalah pada tekanan 45 psi, yang artinya pada tekanan tersebut hasil produknya memiliki dimensi yang paling mendekati dengan masternya.

Dalam pemilihan parameter tekanan terbaik pertimbangan pertama adalah melihat hasil produk yang secara visual paling baik dan paling sedikit cacat, kedua adalah dimensi yang paling mendekati dengan master produknya. Jika sebelumnya diketahui jika produk 1 memiliki dimensi paling mendekati master pada 30 psi dan produk 2 pada 45 psi. Namun pada kedua parameter tekanan tersebut hasil produk secara visual bukanlah yang terbaik dan memiliki cacat bukan yang paling sedikit. Produk 1 pada tekanan 30 psi memiliki cacat berupa *flash* atau sirip akibat material yang keluar dari cetakan, sedangkan produk 2 pada tekanan 45 psi mempunyai permukaan yang lebih kasar daripada tekanan di bawahnya. Dengan pertimbangan ini, karena produk akan dijual kepada konsumen lebih mementingkan hasil visual

yang baik daripada ukurannya, maka parameter tekanan terbaik adalah pada 40 psi untuk produk 1 dan produk 2. Alasannya, untuk produk 1 pada tekanan 40 psi memiliki hasil visual paling baik seperti pada hasil survei dan memiliki cacat paling sedikit serta penyimpangan ukurannya masih bisa ditoleransi. Untuk produk 2 pada tekanan 40 psi juga hasil visualnya paling baik seperti hasil survei dan paling sedikit cacatnya. Selain itu produk 1 dan produk 2 sama-sama memiliki parameter tekanan terbaik pada 40 psi memiliki keuntungan dapat dilakukan dalam sekali proses pengecoran sehingga lebih efisien saat dilakukan produksi secara massal.

4.6 Kendala

Dalam penelitian spin casting ini mengalami beberapa kendala seperti berikut ini:

1. Cetakan tidak terisi material secara sempurna



Gambar 4.53 Cetakan tidak terisi sempurna

Seperti yang terlihat pada gambar di atas, hasil produk pengecoran mengalami cacat karena cetakan tidak terisi penuh. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Material yang dituang kurang pada saat proses pengecoran
- b. Runner pada *silicone rubber* kurang dalam
- c. Gate kurang lebar
- d. Terdapat udara yang terjebak di rongga cetakan saat proses pengecoran

Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Menuangkan material yang lebih banyak pada saat proses pengecoran
 - b. Membuat *runner* lebih dalam dan jika masih belum berhasil dapat dilakukan pembuatan runner pada *silicone rubber* bagian atas
 - c. Membuat *gate* menjadi lebih lebar
 - d. Menambahkan saluran angin yang berliku-liku agar material tidak ikut keluar melalui saluran tersebut
2. Material keluar dari cetakan membentuk sirip atau *flash* pada produk hasil pengecoran



Gambar 4.54 Muncul sirip atau *flash* pada hasil pengecoran

Munculnya sirip pada hasil pengecoran seperti pada gambar di atas dapat disebabkan oleh beberapa faktor di bawah ini:

- a. Tekanan yang diberikan pada saat melakukan pengecoran kurang besar
- b. Kecepatan putar saat proses pengecoran terlalu cepat

Untuk mengatasi permasalahan ini dapat dilakukan usaha seperti berikut ini:

- a. Menambah tekanan pada saat proses pengecoran
- b. Mengurangi kecepatan putar pada saat proses pengecoran

3. Cetakan *silicone rubber* rusak



Gambar 4.55 Cetakan *silicone rubber* rusak

Pada gambar di atas, bagian yang dilingkari merah terlihat ada detail yang rusak. Pada bagian tersebut *silicone rubber* terkikis menjadi tidak rata. Hal ini dapat mengakibatkan produk hasil pengecorannya menjadi cacat atau tidak sempurna. Terjadinya kerusakan ini disebabkan oleh beberapa faktor berikut:

- a. Tidak hati-hati saat mengambil hasil pengecoran dari *silicone rubber*
- b. *Silicone rubber* atau cetakan terlalu sering digunakan saat suhunya masih panas

Solusi untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bagian *silicone rubber* atau cetakan produk adalah sebagai berikut:

- a. Berhati-hati ketika mengambil produk hasil pengecoran dari *silicone rubber* dan menghindari menggunakan alat tajam yang berpotensi merusak *silicone rubber* saat mencongkel produk hasil pengecoran.
- b. Tidak menggunakan *silicone rubber non-stop* secara terus-menerus dan membiarkan *silicone rubber* dingin terlebih dahulu setelah digunakan dalam jangka beberapa kali pengecoran.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian pengecoran dengan metode *spin casting* yang dilakukan dengan mesin *C-400 Matic* dengan melakukan berbagai percobaan beberapa variasi parameter, dapat dibuat kesimpulan seperti berikut ini:

1. Semakin besar kecepatan putar pada saat proses pengecoran akan membuat tingkat keterisian cetakan semakin baik yang ditandai hasilnya memiliki dimensi semakin besar dan massa yang semakin berat. Hal ini disebabkan karena gaya sentrifugal menjadi lebih besar sehingga tingkat keterisian cetakan semakin besar pula, namun ketika kecepatan putar di atas 750 rpm hasil produk mengalami *flash*, sehingga kecepatan putar maksimal yang dipakai adalah 750 rpm. Sedangkan semakin besar tekanan yang diberikan pada saat proses pengecoran akan membuat keterisian cetakan semakin kurang yang ditandai hasilnya memiliki dimensi semakin kecil dan massa yang semakin ringan. Hal ini dikarenakan jika tekanannya semakin besar maka volume cetakan menjadi lebih kecil sehingga material yang masuk lebih sedikit.
2. Dari berbagai variasi parameter yang digunakan maka dapat disimpulkan jika produk akan memiliki hasil yang terbaik pada kecepatan putar 750 rpm, arah putar *counter clockwise* (CCW) dan tekanan 40 psi. Hal ini berlaku untuk kedua produk suvenir yang dibuat. Dan pemilihan parameter terbaik ini berdasarkan hasil visual yang paling utama, baru kemudian kemiripan dimensi kedua produk dengan masternya.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada pembuatan suvenir ini dengan mencari metode terbaik untuk melakukan *finishing* agar hasilnya lebih baik dan lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., Risdiyono, R., Eskani, I. N., & Setiawan, J. (2019). Pengaruh Bentuk Runner Cetakan RTV Silicone Rubber Terhadap Tingkat Keberhasilan dan Kualitas Produksi Kerajinan Pewter. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 36(2), 113-122.
- Barnard, L. J., De Beer, D. J., & Campbell, R. I. (2009). Parameters affecting spin casting of decorative and mechanical parts. *Journal for New Generation Sciences*, 7(2), 23-35.
- Damayanti, M. (2017). Desain Parameter Eksperimen untuk Optimasi Nilai Frangibility Factor Material Komposit dengan Metode Taguchi dan Neural Network (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Elkana, L. C. R. (2018). Analisis kelayakan usaha pembuatan filamen untuk mesin 3D printing Perusahaan X.
- Frisky, H., & Roychansyah, M. S. (2017). Perbandingan Tipologi Islamic Geometric Patterns Universitas Berideologi Islam di Yogyakarta. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 6(3), 170-177.
- Gordon, B. (1986). The souvenir: Messenger of the extraordinary. *Journal of popular culture*, 20(3), 135.
- Misbahul, M. (2019). Rancang Bangun Purwarupa Tungku Induksi untuk Peleburan Logam Baja ST 60 (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Musyafak, M. (2019). Studi Kecepatan Memiringkan Cetakan untuk Penuangan Logam Cair Terhadap Struktur Mikro Pada Proses Pengecoran Paduan ADC 12.
- Pola, A., Tocci, M., & Goodwin, F. E. (2020). Review of microstructures and properties of zinc alloys. *Metals*, 10(2), 253.
- Rachmah, S. (2019). Perbandingan Hasil Kalibrasi Jangka Sorong Analog dan Digital Menggunakan Balok Ukur Tunggal dan Kombinasi (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).

- Rahmawanto, R., Rusnindy, E. H., & Arrofiq, M. (2014). Pengembangan Timbangan Buah Digital Berbasis Mikrokontroler ATmega16.
- Ropii, N. (2019). Efektivitas Penggunaan Media Peraga Ikonik Jangka Sorong dan Mikrometer Sekrup Terhadap Pemahaman Konsep Pengukuran Siswa. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)*, 3(1), 9-14.
- Setiawan, J., Prasetyo, A., & Risdiyono, R. (2017). Pengaruh Penambahan Talc Terhadap Peningkatan Nilai Kekerasan Cetakan Rtv Silicone Rubber Pada Proses Spin Casting. *Dinamika Kerajinan Dan Batik*, 34(1), 1-10.
- Sucahyono, A. E., Nugraha, P., & Risdiyono, R. (2019). Pengaruh Suhu Tuang pada Kualitas Gantungan Kunci Berbahan Baku Pewter dengan Metode Spin Casting. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 36(1), 47-60.
- Suprpto, W. (2007). *Teknologi Pengecoran Logam*. Universitas Brawijaya Press.
- Susilo, Y. S., & Soeroso, A. (2014). Strategi pelestarian kebudayaan lokal dalam menghadapi globalisasi pariwisata: Kasus Kota Yogyakarta. *Jurnal Penelitian BAPPEDA Kota Yogyakarta*, 4, 3-11.
- Wardani, L. K. (2003). Evaluasi ergonomi dalam perancangan desain. *Dimensi Interior*, 1(1), 61-73.
- Wibawa, L. A. N. (2018). Merancang Komponen Roket 3D dengan Autodesk Inventor Professional 2017. *Buku Katta*.

LAMPIRAN

1. Pengecoran pada kecepatan 850 rpm tekanan 40 psi



2. Aplikasi tempelan kulkas bertema Yogyakarta



3. Perbandingan ukuran souvenir tempelan kulkas dan tempelan garansi kulkas sebagai referensi dimensi



4. Aplikasi gantungan kunci bertema UII

