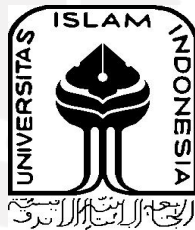


**PENGARUH KECEPATAN, TEKANAN CETAKAN, DAN
WAKTU PUTAR PADA MESIN *SPIN CASTING* TERHADAP
KUALITAS DAN KEBERHASILAN PRODUK**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Fahmi Fikri Hanafi

No. Mahasiswa : 17525112

NIRM 2017023647

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

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang sudah saya jelaskan sumbernya. Jika kemudian hari ternyata saya terbukti melanggar aturan dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia jika ijazah yang sudah saya terima ini dapat ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 18 Desember 2021



Fahmi Fikri Hanafi

17525112

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGARUH KECEPATAN, TEKANAN CETAKAN, DAN
WAKTU PUTAR PADA MESIN SPIN CASTING TERHADAP
KUALITAS DAN KEBERHASILAN PRODUK**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fahmi Fikri Hanafi
No. Mahasiswa : 17525112
NIRM 2017023647

Yogyakarta, 18 Desember 2021

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Eng. Risdiyono, ST. M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGARUH KECEPATAN, TEKANAN CETAKAN, DAN WAKTU PUTAR PADA MESIN SPIN CASTING TERHADAP KUALITAS DAN KEBERHASILAN PRODUK

TUGAS AKHIR

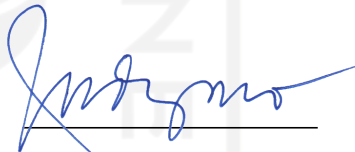
Disusun Oleh:

Nama : Fahmi Fikri Hanafi
No. Mahasiswa : 17525112
NIRM : 2017023647

Tim Penguji

Dr. Eng. Risdiyono, ST. M.Eng.

Ketua



Tanggal :

Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T.

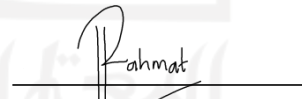
Anggota I



Tanggal : 12 Januari 2022

Rahmat Riza, S.T., M.Sc. ME.

Anggota II



Tanggal : 11 Januari 2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Risdiyono, ST. M.Eng.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya yang saya cintai dan sayangi yang telah merawat, mendidik, mendukung sepenuh hati dan senantiasa selalu mendoakan saya
2. Kaka dan adik saya tercinta yang sudah mendukung dan ikut mendoakan agar tugas akhir ini dapat selesai dengan baik
3. Universitas Islam Indonesia sebagai kampus yang saya banggakan
4. Dosen pembimbing bapak Dr. Eng, Risdiyono, ST. M.Eng. yang selalu memberikan nasehat, saran, motivasi, semangat, serta ilmu yang bermanfaat untuk saya
5. Saudara Angkatan 2017 Teknik Mesin UII yang telah menerima saya sebagai anggota dari Angkatan 2017 tekniesin UII. Serta memberikan dukungan maupun masukan agar menjadi pribadi yang lebih baik

HALAMAN MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(QS Al Insyirah 5-6)

“Barangsiapa yang menunjuki kepada kebaikan, maka ia akan mendapat pahala seperti pahala orang yang mengerjakannya”

(HR. Muslim)

“Hidup bukan tentang siapa yang terbaik tapi tentang siapa yang mau selalu berbuat baik”

(Ali Bin Abi Thalib)



KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamua'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamiin, segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Kecepatan, Tekanan Cetakan, Dan Waktu Putar Pada Mesin *Spin Casting* Terhadap Kualitas Dan Keberhasilan Produk”.

Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Adapun Tugas Akhir ini disusun dengan maksud sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia. Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tentunya banyak mengalami hambatan serta kendala. Berkat dukungan dari berbagai pihak Laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Keluarga tercinta Ayah, Ibu, Kakak, dan Adik yang senantiasa selalu mendoakan dan memberikan dukungan serta kasih sayang dalam menjalani kehidupan ini.
2. Bapak Dr.Eng. Risdiyono,S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia dan sekaligus dosen pembimbing yang telah membantu dan membimbing saya dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan laporan tugas akhir
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin FTI UII yang telah banyak mengajarkan ilmunya dengan sepenuh hati.
4. Singgih, Fikri, Eling, Indra, Angga, Ginanjar, dan Rafi selaku teman satu penelitian *spin casting* yang telah membantu dalam proses menyelesaikan tugas akhir
5. Teman-teman satu kontrakan (Adit, Sulton, Donny, Wahyu, Abiyyu) yang telah menemani masa-masas kuliah bersama dan memberikan dukungan dalam menjalani kuliah dan tugas akhir
6. Kawan-kawan Angkatan 2017 Teknik Mesin UII yang telah memberi dukungan dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir

7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu telah memberikan saran, doa, dan dukungannya kepada penulis.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan, mendapatkan pahala yang melimpah dari Allah SWT. Dalam penyusunan laporan ini penulis telah berusaha sebaik-baiknya. Namun, tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan dan hal-hal lain yang belum sempurna dalam pengerjaannya. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Akhirnya dengan selesainya penyusunan laporan ini, semoga dapat diterima dan menjadi sebuah karya yang dapat bermanfaat bagi yang berkepentingan. Aamiin.

Wassalamua'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.



ABSTRAK

Centrifugal rubber mold casting atau biasa disebut dengan *spin casting* merupakan salah satu jenis pengecoran yang dilakukan dengan cara mengandalkan gaya sentrifugal dalam proses pemesinannya. Terdapat beberapa faktor yang akan memengaruhi kualitas maupun keberhasilan produk, yaitu kecepatan putar, tekanan pada cetakan, suhu tuang, dan waktu pengecoran. Hal ini menjadi poin penting saat akan membuat produk dengan menggunakan mesin *spin casting*. Oleh karena itu, perlu adanya pengujian untuk parameter atau faktor yang memengaruhi kualitas dan keberhasilan produk. Maka dari itu, penelitian ini akan melakukan pengujian melihat pengaruh kecepatan putar, tekanan pada cetakan, dan waktu putaran. Untuk menunjang pengujian ini dibuatlah produk gantungan kunci mengambil tema dari logo Universitas Islam Indonesia dan motto Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini akan melihat perbandingan secara visual dan perbandingan dimensi master produk terhadap produk hasil pemesinan *spin casting*.

Kata kunci: *spin casting*, kecepatan , tekanan, waktu putar

ABSTRACT

Centrifugal rubber mold casting or commonly called spin casting is one type of casting that is done by relying on centrifugal force in the machining process. There are several factors that will affect the quality and success of the product, namely rotational speed, pressure in the mold, pouring temperature, and casting time. This is an important point when making products using a spin casting machine. Therefore, there is a need for testing for parameters or factors that affect product quality and success. Consequently, this study will conduct a test to see the effect of rotational speed, pressure on the mold, and rotation time. To support this test, a keychain product was made taking the theme from the logo of the Indonesian Islamic University and the motto of the Indonesian Islamic University. This study will see a visual comparison and comparison of the dimensions of the product master to the product of spin casting machining

Keywords: spin casting, speed, pressure, spin time

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji.....	iii
Halaman Persembahan.....	iv
Halaman Motto.....	v
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak.....	viii
<i>Abstract</i>	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Notasi.....	xvi
Bab 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Centrifugal Rubber Mold Casting (CRMC) atau spin casting.....	8
2.2.2 Gaya Sentrifugal.....	8
2.2.3 <i>Zinc alloy</i>	9
2.2.4 Catakan Karet (<i>Silicone Rubber</i>).....	10
2.2.5 Vulkanisasi.....	10
Bab 3 METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Alur Penelitian.....	12
3.2 Peralatan dan Bahan.....	12

3.2.1	<i>Software Autodesk Inventor 2017</i>	12
3.2.2	Mesin 3D Printing Resin Anycubic Photon Mono X.....	13
3.2.3	Mesin Vulkanisasi dan <i>Moulding Frames</i>	13
3.2.4	Mesin <i>Spin Casting</i> NICEM C 400 Matic.....	14
3.2.5	Mesin Tungku Listrik dan Gas Otomatis (Automatic Electric and Gas Furnaces).....	15
3.2.6	Jangka Sorong Digital (ketelitian 0,01 mm).....	15
3.2.7	Resin E-sun boi-photopolymer.....	15
3.2.8	Silicone Rubber RTV (Room Temperature Vulcanizing).....	16
3.2.9	Logam Paduan Seng (<i>Zinc alloy</i>).....	16
3.3	Objek Penelitian.....	16
3.3.1	Desain Produk.....	17
3.3.2	Proses Pembuatan Master Produk.....	18
3.4	Proses Vulkanisasi Master Produk pada Cetakan Karet (<i>Rubber</i>).....	19
3.4.1	Pembuatan Pola pada Cetakan Karet (<i>Silicone Rubber</i>).....	19
3.4.2	Pembuatan Aliran Masuk dan Saluran Cetakan (<i>Runner dan In-gate</i>) 21	
3.5	Parameter Uji.....	22
Bab 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		24
4.1	Hasil Perancangan.....	24
4.1.1	Master Produk.....	24
4.1.2	Proses Pembuatan Cetakan Karet (<i>silicone rubber</i>).....	25
4.1.3	Pembuatan Aliran Masuk, Saluran Cetakan, dan Jalur Udara (<i>Runner, In-gate, dan Ventilator</i>).....	27
4.2	Hasil Pengujian dan Pembahasan.....	28
4.2.1	Pengujian Variasi Kecepatan Putar.....	28
4.2.2	Pengujian Variasi Tekanan Cetakan.....	33
4.2.3	Pengujian Variasi Waktu Putar.....	38
4.3	Penentuan Parameter Terbaik.....	43
4.4	Proses <i>Finishing</i>	44
4.5	Kendala Pengujian.....	47
Bab 5 PENUTUP.....		48

5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....		50



DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Parameter Tetap Pengujian Variasi Kecepatan Putar.....	29
Tabel 4-2 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Kecepatan Putar(Logo UII)	
.....	31
Tabel 4-3 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Kecepatan Putar(Logo I'm UII).....	31
Tabel 4-4 Parameter Tetap Pengujian Variasi Tekanan Cetakan.....	33
Tabel 4-5 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Tekanan Cetakan (Logo UII)	
.....	36
Tabel 4-6 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Tekanan Cetakan(Logo I'm UII).....	36
Tabel 4-7 Parameter Tetap Pengujian Variasi Waktu Putaran.....	38
Tabel 4-8 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Waktu Putar (Logo UII)...	41
Tabel 4-9 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Waktu Putar (Logo I'm UII)	
.....	41
Tabel 4-10 Penilaian Visual (Logo UII).....	43
Tabel 4-11 Penilaian Visual (Logo I'm UII).....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Mesin <i>Spin Casting</i> (NICEM C 400 Matic).....	8
Gambar 2-2 Mesin Vulkanisasi (NICEM P 700 MASTER).....	11
Gambar 3-1 Alur Penelitian.....	12
Gambar 3-2. Mesin <i>3D Printing Resin Anycubic Photon Mono X</i>	13
Gambar 3-3. Moulding Frames Vulcanization.....	13
Gambar 3-4. Mesin Vulkanisasi (NICEM P 700 MASTER).....	14
Gambar 3-5. Mesin <i>Spin Casting</i> (NICEM C 400 Matic).....	14
Gambar 3-6. Mesin Pelebur Logam (NICEM F 220 MATIC).....	15
Gambar 3-7. Silicone Rubber RTV (Room Temperature Vulcanizing).....	16
Gambar 3-8. Desain Produk Gantungan Kunci Logo UII.....	17
Gambar 3-9. Desain Produk Gantungan Kunci Logo I'm UII.....	17
Gambar 3-10. Parameter Uji Logo UII.....	23
Gambar 3-11. Parameter Uji Logo I'm UII.....	23
Gambar 4-1 Hasil Pembuatan master produk (Logo UII).....	24
Gambar 4-2 Hasil Pembuatan master produk (Logo I'm UII).....	25
Gambar 4-3 Hasil Pembuatan Pola pada Cetakan Karet.....	26
Gambar 4-4 (a) <i>Runner</i> , (b) <i>In-gate</i> , (c) <i>Ventilator</i>	27
Gambar 4-5 Hasil Pengujian Variasi Kecepatan Putaran.....	29
Gambar 4-6 Contoh kegagalan produk pada kecepatan 850 <i>RPM</i>	31
Gambar 4-7 Grafik Perbandingan Selisih Ukuran Pada Variasi Kecepatan Putar dan Master (Logo UII).....	32
Gambar 4-8 Grafik Perbandingan Selisih Ukuran Pada Variasi Kecepatan Putar dan Master (Logo UII).....	33
Gambar 4-9 Hasil Pengujian Tekanan Cetakan.....	34
Gambar 4-10 Variasi Tekanan 50 psi.....	35
Gambar 4-11 Grafik Perbandingan Selisih Ukuran Pada Variasi Tekanan cetakan dan Master Produk (Logo UII).....	37
Gambar 4-12 Grafik Perbandingan Selisih Ukuran Pada Variasi Tekanan cetakan dan Master Produk (Logo I'm UII).....	38
Gambar 4-13 Hasil Pengujian Variasi Waktu Putar.....	39

Gambar 4-14 Grafik Perbandingan Selisih Ukuran Pada Variasi Waktu Putar dan Master Produk (Logo UII).....	42
Gambar 4-15 Grafik Perbandingan Selisih Ukuran Pada Variasi Waktu Putar dan Master Produk (Logo I'm UII).....	43
Gambar 4-16 Hasil <i>Finishing</i> Krom Nikel (Logo UII).....	45
Gambar 4-17 Hasil <i>Finishing</i> Krom Nikel (Logo I'm UII).....	46



DAFTAR NOTASI



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengecoran merupakan salah satu proses pekerjaan pembuatan produk yang dibuat secara massal atau seri. Prinsip proses pengecoran dengan melibatkan pembuatan cetakan dan kemudian menuangkan bahan atau material yang telah dilebur ke dalam cetakan tersebut dan membiarkan logam tersebut mengalami proses pembekuan (Solidifikasi) (Suprpto, 2017). Setelah proses pengecoran selesai material yang dituang akan mengeras dan logam tersebut membentuk seperti cetakan yang telah dibuat. Dalam proses pengecoran terdapat beberapa jenis yang dikenal dalam bidang manufaktur, salah satunya *centrifugal rubber mold casting (CRMC)*.

Centrifugal Rubber Mold Casting (CRMC) merupakan salah satu jenis proses pengecoran yang dilakukan dengan cara memanfaatkan gaya sentrifugal dalam proses pemesinannya. *Centrifugal rubber mold casting (CRMC)* dikenal juga dengan *Spin casting* secara umum sudah digunakan dalam industri prototipe sekunder untuk mengubah model master yang telah dibuat menjadi produk logam atau plastik fungsional (Huan & Jordaan, 2003). Keuntungan pada mesin ini yaitu harga mesin dan diesnya yang relatif murah dibandingkan dengan mesin cor lainnya yang mencapai harga yang relatif mahal (Wahid et al., 1996).

Perbedaan mendasar yang dapat dilihat antara *Centrifugal rubber mold casting (CRMC)* dengan *die casting* yaitu volume produk yang dihasilkan memiliki dimensi yang berbeda. Dalam proses *spin casting* biasanya digunakan untuk produk yang berdimensi lebih kecil jika dibandingkan dengan produk yang dihasilkan oleh proses *die casting*. Hal ini dapat dilihat dari cetakan yang digunakan pada *die casting* memiliki volume dan kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan cetakan yang digunakan oleh mesin *spin casting*.

Ciri khas pada mesin *spin casting* sendiri terletak pada penggunaan cetakan karet (*rubber*) dan penggunaan gaya sentrifugal. Selain itu, mesin ini digunakan untuk bahan-bahan atau material logam yang memiliki titik lebur dan viskositas

yang rendah. Umumnya, logam yang digunakan adalah timah, seng paduan atau plastik.

Faktor yang mempengaruhi produk yang dihasilkan dalam *spin casting* antara lain yaitu, kecepatan putar (*RPM*), Suhu tuang pada saat pengecoran, Tekanan yang diberikan pada cetakan, dan waktu pengecoran (Arifin & Eskani, 2019). Selain itu, terdapat beberapa faktor kecil lainnya yang memengaruhi proses pemesinan *spin casting* antara lain yaitu, pembuatan bentuk *runner* pada *rubber*, pembuatan jalur *ventilator* pada *rubber*, dan peletakkan master produk pada *rubber*.

Pada penelitian kali ini penulis akan menganalisis pengaruh kecepatan putaran, tekanan pada *rubber* dan waktu pengecoran pada mesin *spin casting* terhadap kualitas produk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ditulis maka didapatkan rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengetahui parameter kecepatan putaran, tekanan cetakan, dan waktu putar terbaik terhadap kualitas produk dan keberhasilan produk pada mesin *spin casting*?
2. Bagaimana pengaruh parameter kecepatan putaran, tekanan cetakan, dan waktu putar terhadap kualitas produk dan keberhasilan produk pada mesin *spin casting*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan mesin *spin casting*, mesin pelebur logam, dan mesin vulkanisasi yang tersedia di laboratorium mekatronika
2. Proses pembuatan master menggunakan mesin *3D Print Resin Anycubic Photon Mono X*
3. Penelitian ini tidak membahas mengenai parameter pada proses *3D print resin*

4. Material yang digunakan pada proses pengecoran dengan mesin *spin casting* yaitu logam *zinc alloy*
5. Penelitian ini tidak menganalisis kekuatan pada produk yang dibuat
6. Penelitian ini hanya membahas mengenai variasi parameter yang telah ditentukan pada mesin *spin casting*

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Pada penelitian ini terdapat tujuan yang ingin didapatkan yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan parameter kecepatan putaran, tekanan cetakan, dan lama waktu putar cetakan terbaik pada mesin *spin casting* terhadap kualitas produk dan keberhasilan produk
2. Mengetahui pengaruh kecepatan putaran, tekanan cetakan, dan waktu putar pada mesin *spin casting* terhadap kualitas dan keberhasilan produk

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kecepatan putaran, tekanan pengecoran dan waktu putaran yang optimal terhadap kualitas dan keberhasilan produk menggunakan mesin *spin casting*.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan materi tugas akhir ini terdiri dari lima bab dan diuraikan secara berurutan agar pembahasan yang dijelaskan dapat lebih mudah dipahami. Bab yang ditulis memiliki sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB 1 Pendahuluan

Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan.

2. BAB 2 Tinjauan Pustaka

Membahas tentang penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yang bertujuan sebagai gambaran umum tentang materi yang digunakan.

3. BAB 3 Metodologi Penelitian

Menguraikan bagaimana alur penelitian tersebut dilakukan

4. BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang hasil atau data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan

5. BAB 5 Penutup

Bab ini membahas tentang kesimpulan yang didapat dari penelitian yang dilakukan serta pemberian saran atau masukan untuk peneliti selanjutnya



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Seiring perkembangan industri di bidang manufaktur sangat penting terutama dalam proses produksi berbasis pengecoran. Perbaikan dalam proses pengecoran terus dilakukan untuk menghasilkan produk cor yang berkualitas (Hadi Mukhammad & Setyoko, 2019). Perkembangan produksi dengan proses pengecoran memiliki manfaat yang beragam terutama pembuatan *souvenir* sampai pembuatan *part* untuk mesin. Terdapat berbagai macam jenis proses pengecoran dari proses tertua yaitu *sand casting* sampai pengecoran yang dapat memproduksi massal. Salah satu jenis proses pengecoran yaitu proses pengecoran menggunakan mesin *centrifugal casting*.

Centrifugal casting merupakan pengecoran yang memanfaatkan gaya sentrifugal. Proses pengecoran ini mengandalkan putaran sebagai teknik dasarnya. Pada pengecoran *centrifugal casting* proses tersebut dilakukan saat cetakan diputar oleh mesin lalu dituangkan cairan logam yang akan mengisi cetakan tersebut (Faisol, 2018). Secara sederhana, pengecoran ini memiliki prinsip kerja yaitu memanfaatkan gaya sentrifugal pada saat cetakan berputar untuk mendorong cairan logam agar gas atau udara yang terdapat dalam cetakan berkurang. Gaya tersebut akan membuat logam yang dituangkan dalam cetakan terdorong pada batas cetakan yang sudah dibuat pola yang diinginkan lalu akan terjadi proses pembekuan cairan logam dalam cetakan.

Maka dari itu, karena pemadatan logam terarah inklusi logam dan bahan pendukung lainnya seperti talc akan terdorong atau dipaksa menuju luabng pengecoran yang menghasilkan lapisan pisahan yang akan menambah beberapa millimeter yang dapat mudah dihapus pada saat proses *finishing* (Kapranos et al., 2014). Pada proses pengecoran ini memiliki beberapa faktor yang dapat memengaruhi kualitas produk yang dihasilkan antara lain, waktu pengecoran, kecepatan putaran, tekanan cetakan, dan suhu tuang pada proses pengecoran (Arifin & Eskani, 2019). Terdapat jenis *centrifugal casting* yang berkembang

dalam proses pengecoran untuk pembuatan produk kecil baik berjenis perhiasan souvenir atau part mesin lainnya yaitu *centrifugal rubber mold casting (CRMC)*.

Spin casting merupakan bentuk perkembangan dalam proses pengecoran jenis *centrifugal casting*. Proses pengecoran berjenis *spin casting* memiliki prinsip yang sama dalam proses pemesinannya yaitu mengandalkan gaya sentrifugal. Perbedaan yang dimiliki *spin casting* yaitu terdapat cetakan berbahan dasar karet yang digunakan untuk pembuatan pola atau bentuk sesuai yang diinginkan. Penggunaan cetakan karet ini bertujuan untuk pembuatan produksi massal dan tidak membutuhkan master produk yang tidak terlalu banyak. Selain menghemat biaya, pengecoran jenis ini memiliki proses produksi yang tergolong cepat.

Kelebihan utama dari mesin *spin casting* yaitu dapat menghasilkan produk secara massal dengan waktu yang singkat. Hal ini disebabkan produk yang diproses oleh mesin *spin casting* biasanya hanya produk yang berukuran kecil. Selain itu bahan yang digunakan dalam proses pengerjaannya menggunakan logam yang memiliki karakteristik titik lebur yang rendah. Maka dari itu, dalam proses *spin casting* dapat menghemat waktu jika produk yang akan dibuat memiliki dimensi kecil dan perlu diproduksi cepat serta secara massal.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Imron pada tahun 2018, berisi tentang pengaruh kecepatan putaran dan lama waktu putar pengecoran terhadap kualitas produk menggunakan *spin casting*. Dalam penelitiannya, penulis tersebut mengatakan bahwa kecepatan putaran pada mesin *spin casting* akan berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan (Imron, 2018). Peneliti membagi jenis kualitas produk yang dibuat menjadi sederhana dan rumit. Produk yang memiliki ketelitian yang sederhana dapat menggunakan variasi putaran rendah dan putaran tinggi. Semakin tinggi putaran yang diberikan maka kualitas produk yang dihasilkan pun akan semakin baik. Sedangkan produk yang memiliki ketelitian yang rumit, produk yang dibuat tidak terbentuk sempurna baik menggunakan variasi putaran rendah ataupun tinggi. Tetapi, penambahan kecepatan putaran sampai pada titik tertentu menunjukkan adanya peningkatan kualitas produk yang dihasilkan baik dari segi visual maupun dimensi.

Pada pengaruh lamanya waktu pengecoran terhadap kualitas produk hasil pengecoran, peneliti tersebut membagikan kategori lama waktu pengecoran untuk

produk sederhana sebesar 30 detik. Pada lama waktu pengecoran 30 detik produk sederhana sudah menunjukkan hasil yang sempurna. Sedangkan pada produk rumit, peneliti tersebut memvariasikan lama waktu putar sebesar 15 detik, 30 detik dan 45 detik. Namun pada variasi tersebut menunjukkan hasil yang belum sempurna pada saat proses pengecoran. Tetapi, adanya peningkatan lama waktu di titik tertentu membuat hasil produk yang dibuat mengalami peningkatan kualitas produk.

Dalam penelitian lainnya yang diteliti oleh Arifin dan Eskani pada tahun 2019 membahas tentang pengaruh bentuk *runner* pada cetakan RTV, kecepatan dan arah putar pada mesin *spin casting* terhadap keberhasilan dan kualitas produk kerajinan pewter. Penelitian ini dimulai dari tahapan pembuatan cetakan *Room Temperature Vulcanizing (RTV)* dengan menggunakan bahan *silicone rubber*, *catalyst* dan *talc* dengan perbandingan 50:1:20. Bentuk *runner* yang dilakukan penelitian yaitu bentuk *runner* lurus dan *runner centrifugal*. Hasil yang didapat yaitu, bentuk *runner* lurus memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi jika dibandingkan dengan *runner centrifugal*. Pada pengaruh kecepatan putar peneliti tersebut menggunakan variasi kecepatan putar sebesar 250 *RPM* dan 500 *RPM*. Hasil yang didapat kecepatan 500 *RPM* membuat produk dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan kecepatan 250 *RPM*. Untuk pengaruh arah putaran, *runner* lurus tidak berpengaruh pada arah putaran yang diberikan baik searah jarum jam maupun berlawanan jarum jam. *Runner centrifugal* bergantung pada arah putaran serta kecepatan putaran pada mesin (Arifin & Eskani, 2019). Dibuktikan dengan adanya persentase keberhasilan produk pada kecepatan 500 *RPM*.

Meskipun peneliti sebelumnya sudah sangat baik dalam melakukan pengujian terkait proses pengecoran dengan menggunakan metode *spin casting*, penulis akan melakukan penelitian terkait pengaruh dan menentukan kecepatan putaran, tekanan cetakan, dan lama waktu pengecoran yang optimal pada mesin *spin casting* terhadap kualitas produk yang dibuat.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Centrifugal Rubber Mold Casting (CRMC) atau spin casting

Centrifugal rubber mold casting atau *spin casting* merupakan salah satu metode pengecoran yang memanfaatkan gaya sentrifugal untuk pembuatan produk dari cetakan karet. Proses pengecoran ini memiliki prinsip dengan menggunakan gaya sentrifugal yang akan mendorong cairan logam menjauhi titik pusat pada cetakan sehingga mengisi setiap bagian pola yang dibuat dalam cetakan tersebut. Sehingga, menghasilkan produk yang bebas dari gas dan penyusutan pada poros (Nugroho & Hudawan, 2017). Berikut contoh mesin *spin casting* pada gambar 2-1.



Gambar 2-1 Mesin *Spin Casting* (NICEM C 400 Matic)

Sumber: <http://www.nicem.it/en/c-400-matic/>

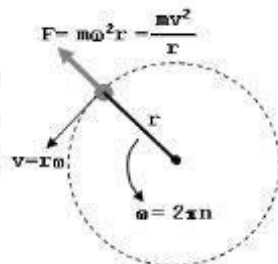
2.2.2 Gaya Sentrifugal

Secara sederhana, gaya sentrifugal sebenarnya gaya yang tidak langsung ada berbeda dengan gaya lain seperti gaya sentripetal dan lainnya. Gaya sentrifugal merupakan efek yang ditimbulkan oleh benda yang bergerak melingkar, dan sentrifugal muncul sebagai gaya yang menjauhi pusatnya. Gaya dapat diimplementasikan di kehidupan sehari-hari maupun di bidang industri manufaktur.

Dalam bidang manufaktur, salah satu contohnya diimplementasikan menjadi proses pemesinan di bidang pengecoran, yaitu *centrifugal casting*. Gaya sentrifugal pada proses ini bertujuan untuk mendorong logam cair yang dituangkan ke dalam mesin agar terdorong pada dinding terluar cetakan dan melakukan proses

pembekuan sesuai dengan pola pada cetakan (sodifikasi) (Yüzbaşı & Graule, 2021).

Menurut hukum fisika, gaya sentrifugal terjadi pada bagian yang berorientasi sebanding dengan jari-jari rotasi dan kuadrat dari kecepatannya (Furqan & Hafid, 2012), yaitu:



$$F = m\omega^2 r = \frac{mv^2}{r} \quad (2.1)$$

$$= \frac{1}{2} \omega^2 = \frac{1}{2} \frac{v^2}{r}$$

Diketahui:

F_c = gaya sentrifugal (N)

m = massa (kg)

v = kecepatan linear (m/s)

r = jari jari (m)

ω = kecepatan sudut (Rad/min)

2.2.3 Zinc alloy

Paduan logam terdapat berbagai macam salah satunya *zinc alloy*. *Alloy* merupakan paduan antara dua metal yang digabungkan agar mendapatkan karakteristik tertentu. *Zinc alloy* ini dibuat dengan paduan logam yang berbahan dasar *zinc* atau seng.

Zinc alloy memiliki karakteristik yaitu memiliki titik lebur yang lebih rendah jika dibandingkan dengan bahan dasar untuk metode pengecoran lainnya. Dalam metode *spin casting* diperlukan bahan dasar logam yang memiliki titik lebur yang rendah agar pada saat proses pengecoran tidak dapat merusak cetakan yang

berbahan dasar silikon karet. Logam zinc memiliki karakteristik titik lebur dengan nilai sekitar 420°C – 450°C (Widyanto & Hardjono, 2020).

Pada proses pengecoran sentrifugal khususnya *spin casting*. Kriteria bahan dasar yang digunakan dalam proses tersebut ialah bahan logam yang memiliki tingkat titik leleh dan viskositas yang rendah (Lestari et al., 2020), salah satu contohnya yaitu logam paduan seng. Hal ini bertujuan agar pada saat proses peleburan dan pendinginan waktu yang dibutuhkan cukup singkat. *Zinc alloy* dipakai pada proses *spin casting* karena memiliki karakteristik yang paling menonjol yaitu pada titik leburnya yang rendah jika dibandingkan dengan logam campuran lainnya.

2.2.4 Cetakan Karet (*Silicone Rubber*)

Cetakan karet pada proses *spin casting* merupakan suatu *frame* yang digunakan sebagai tempat untuk pembuatan pola master sekaligus penuangan logam pada mesin *spin casting*. Cetakan karet ini memiliki keunggulan tersendiri yaitu salah satunya adalah memiliki tingkat ketahanan panas yang tinggi.

Cetakan karet memiliki beragam jenis, pada proses ini cetakan yang digunakan pada *spin casting* berjenis *Room Temperature Vulcanization* (RTV). Cetakan jenis tersebut memiliki ketahanan panas yang cukup tinggi.

2.2.5 Vulkanisasi

Proses vulkanisasi merupakan salah satu tahap yang digunakan dalam pemesinan *spin casting* sebagai alat untuk membuat pola pada cetakan karet dengan cara menekan cetakan tersebut dengan *moulding frames* agar cetakan membuat pola sesuai dengan master yang dibuat. *Moulding frames* pada proses vulkanisasi ini bertujuan agar pola pada cetakan dapat dihasilkan secara maksimal.

Proses vulkanisasi memiliki dua buah pemanas yang berada pada bagian atas dan bawah (pararel plat) dan dapat digerakkan sesuai dengan yang dibutuhkan. *Moulding frames* merupakan bagian dari mesin vulkanisasi yang diletakkan di bagian tengah sehingga terjadinya tekanan pada *mold frame*. Vulkanisasi terjadi karena adanya suhu panas dan tekanan pada *mold frame* selama beberapa waktu tertentu sehingga cetakan karet akan mengeras/matang (Suminto, 2017).



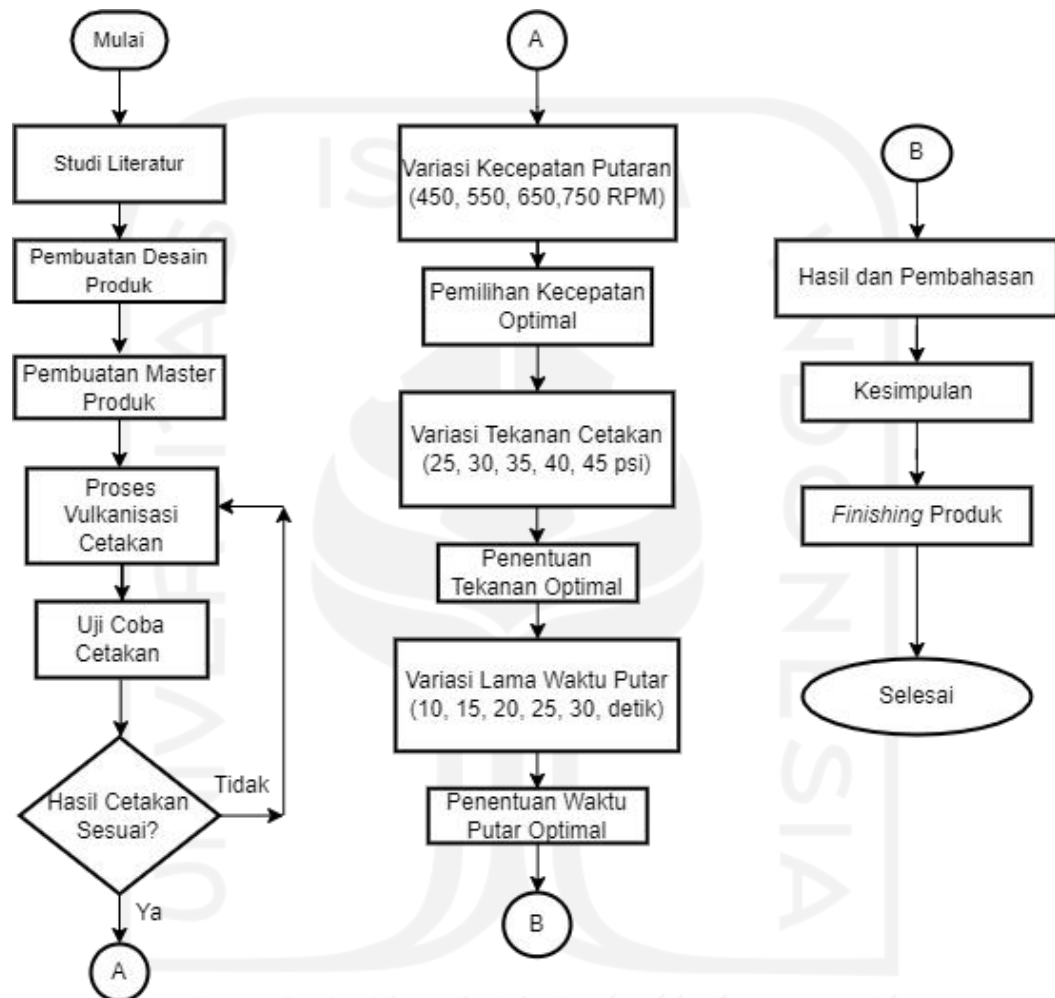
Gambar 2-2 Mesin Vulkanisasi (NICEM P 700 MASTER) Sumber:
<http://www.nicem.it/en/p-700-master/>



BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3-1 Alur Penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

3.2.1 *Software Autodesk Inventor 2017*

Autodesk Inventor 2017 merupakan perangkat lunak yang berfungsi sebagai pembuatan desain produk yang akan digunakan dalam proses pemesinan *spin casting*.

3.2.2 Mesin 3D Printing Resin Anycubic Photon Mono X

Mesin 3D Printing Resin Anycubic Photon Mono X merupakan perangkat keras yang berfungsi untuk melakukan pencetakan produk 3D berbahan dasar resin melalui format file gambar. Mesin ini memiliki dimensi cetak sebesar 227 mm x 222 mm x 383 mm. dan memiliki *build volume* sebesar 130 mm x 80 mm x 165 mm.



Gambar 3-2. Mesin 3D Printing Resin Anycubic Photon Mono X

Sumber: <https://www.anycubic.com/products/photon-mono-resin-3d-printer>

3.2.3 Mesin Vulkanisasi dan Moulding Frames

Moulding Frames berfungsi sebagai cetakan untuk meletakkan *rubber* sebelum masuk proses vulkanisasi. Cetakan ini berfungsi sebagai *frame* agar pada saat proses vulkanisasi *rubber* berbentuk bulat sesuai dengan *frame* tersebut. Contoh *Moulding frames* pada mesin *spin casting* terdapat pada Gambar 3.3



Gambar 3-3. Moulding Frames Vulcanization

Sumber: <http://www.nicem.it/en/staffe/>

Mesin vulkanisasi ini memiliki fungsi pembuatan pola pada cetakan karet dengan memberikan tekanan agar cetakan tersebut membentuk pola atau sketsa

seperti master produk yang telah dibuat. Contoh mesin vulkanisasi terdapat pada Gambar 3.4



Gambar 3-4. Mesin Vulkanisasi (NICEM P 700 MASTER)

Sumber: <http://www.nicem.it/en/p-700-master/>

3.2.4 Mesin *Spin Casting* NICEM C 400 Matic

Mesin Spin Casting NICEM C 400 Matic merupakan mesin sentrifugal elektronik semi otomatis yang dilengkapi dengan stasiun kerja tunggal untuk produksi yang berukuran kecil dan menengah yang terbuat dari paduan logam dengan titik leleh yang relatif rendah (seng, timah, bismuth, paduan eutetik dan timbal). Mesin ini berfungsi sebagai pembuatan produk dengan bahan dasar logam paduan seng dengan menggunakan cetakan karet yang sudah dibuat pola dalam mesin vulkanisir sebagai media pencetakan.



Gambar 3-5. Mesin *Spin Casting* (NICEM C 400 Matic)

Sumber: <http://www.nicem.it/en/c-400-matic/>

3.2.5 Mesin Tungku Listrik dan Gas Otomatis (Automatic Electric and Gas Furnaces)

Mesin Tungku Listrik dan Gas Otomatis (Automatic Electric and Gas Furnaces) merupakan mesin pelebur logam yang menggunakan system tungku listrik dan gas otomatis ketika suhu sudah di atur sesuai dengan yang diinginkan maka proses pemanasan pada tungku akan stabil otomatis. Pada proses ini logam yang digunakan yaitu logam paduan seng.



Gambar 3-6. Mesin Pelebur Logam (NICEM F 220 MATIC)

Sumber: <http://www.nicem.it/en/f-220-matic/>

3.2.6 Jangka Sorong Digital (ketelitian 0,01 mm)

Jangka sorong digital berfungsi sebagai alat ukur yang digunakan untuk mengukur beberapa dimensi seperti Panjang, lebar, tinggi, kedalaman dan diameter. Alat ukur ini digunakan dalam penelitian ini untuk membandingkan ukuran pada master yang dibuat dan produk setelah proses pemesinan *spin casting*.

3.2.7 Resin E-sun boi-photopolymer

Resin E-sun boi-photopolymer digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan master produk. Resin ini dipilih karena pada proses vulkanisasi membutuhkan master yang dapat tahan pada suhu yang cukup tinggi sekitar 90°C-180°C.

3.2.8 Silicone Rubber RTV (Room Temperature Vulcanizing)

Cetakan karet atau karet silikon ini merupakan alas atau bahan dasar dalam proses *spin casting*. Cetakan ini akan dibuat pola sesuai dengan master yang akan dibuat. Cetakan ini berbentuk seperti cakram karena pada dasarnya mengikuti prinsip kerja dari pemesinannya yaitu *spin casting* (Setiawan et al., 2017). Cetakan berjenis RTV disini memang khusus digunakan dalam proses *spin casting* karena dapat menahan suhu 90°C-180°C.



Gambar 3-7. Silicone Rubber RTV (Room Temperature Vulcanizing)

Sumber: <http://www.nicem.it/en/nicem-gomme-siliconiche/nicem-siliconi-per-colata-centrifuga/>

3.2.9 Logam Paduan Seng (Zinc alloy)

Logam paduan seng digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan produk proses *spin casting*. Logam ini dipakai karena paduan seng memiliki titik lebur rendah dan viskositas yang relatif rendah. Titik lebur pada bahan logam *zinc alloy* berkisar antara 420°C – 450 °C.

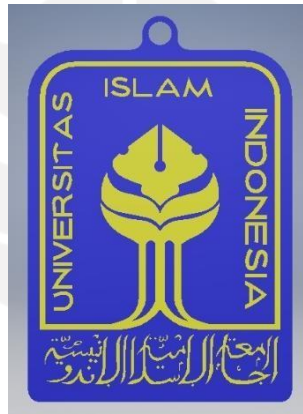
3.3 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini merupakan hasil pembuatan master dan pengecoran baik secara dimensi maupun visual pada produk yang telah dibuat. Hasil produk yang dihasilkan baik pada proses pembuatan master menggunakan 3D print resin maupun proses pemesinan *spin casting* akan diukur menggunakan alat ukur jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm. Hal ini bertujuan untuk membandingkan dimensi master produk dan produk hasil pengecoran yang menjadi nilai yang dapat dilihat dari keberhasilan produk tersebut. Serta melihat

pengaruh pada parameter yang dipilih untuk membandingkan produk sederhana dengan produk yang lebih rumit dalam segi tulisan pada produk.

3.3.1 Desain Produk

Pada penelitian ini akan menggunakan objek penelitian atau produk sejenis gantungan kunci yang bertemakan Universitas Islam Indonesia. Terdapat 2 desain produk yang dibuat yaitu diambil dari logo Universitas Islam Indonesia dan mengambil dari moto yang dipakai oleh Universitas Islam Indonesia yaitu I'm UII. I'm UII memiliki kepanjangan yaitu Islami, Mondial, Unggul, Intelektual dan Indonesiawi. Hasil desain logo UII terdapat pada Gambar 3-8 dan logo I'm UII pada Gambar 3-9



Gambar 3-8. Desain Produk Gantungan Kunci Logo UII



Gambar 3-9. Desain Produk Gantungan Kunci Logo I'm UII

Desain pada Gambar 3-8 dan Gambar 3-9 merupakan hasil desain produk untuk gantungan kunci tersebut mengambil tema dan moto dari Universitas Islam Indonesia. Desain produk UII dan I'm UII ini dibuat bertujuan sebagai pembandingan untuk melihat perbedaan pada proses *spin casting*. Karena pada produk dengan logo UII terdapat bagian dari desain tersebut yang terbilang rumit yaitu pada bagian tulisan berbahasa arab.

Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh variasi parameter yang digunakan pada proses *spin casting* terhadap desain kedua produk tersebut dilihat dari segi kualitas dan keberhasilan produk.

Karakteristik desain yang sudah dibuat memiliki ukuran ketebalan yang sama tetapi terdapat perbedaan pada dimensi lainnya. Berikut dimensi yang terdapat pada produk UII dan produk I'm UII.

1. Logo UII

- Panjang Total : 65,8 mm
- Lebar : 45 mm
- Tebal : 5 mm

2. Logo I'm UII

- Panjang Total : 29,37 mm
- Lebar : 56,8 mm
- Tebal : 5 mm

3.3.2 Proses Pembuatan Master Produk

Proses pembuatan master produk pada penelitian ini menggunakan mesin *3D Printing Resin Anycubic Photon Mono X*. resin yang digunakan dalam pembuatan produk untuk proses spin casting yaitu resin berjenis *e-sun biophotopolymer resin* Desain produk yang dibuat nantinya akan di simpan dengan format dari aplikasi mesin tersebut lalu membuat pengaturan saat sebelum proses pencetakan. Hal-hal yang dipersiapkan saat pembuatan master produk adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan desain dengan format (.stl)
2. Memindahkan data (.stl) ke *flashdisk* atau penyimpanan aplikasi perangkat lunak khusus mesin photon
3. Menyesuaikan pengaturan pada perangkat lunak photon seperti, pengaturan support, posisi desain dll.
4. Melakukan kalibrasi pada mesin sebelum melakukan pencetakan
5. Memindahkan *flashdisk* penyimpanan pada mesin
6. Proses pencetakan master siap dilakukan

7. Setelah selesai, dilakukan finishing pada master yang sudah dibuat, dari proses penghilangan *support*, *finishing* pada bagian sisi master.
8. Master produk siap digunakan

3.4 Proses Vulkanisasi Master Produk pada Cetakan Karet (*Rubber*)

3.4.1 Proses Vulkanisir Cetakan Karet (*Silicone Rubber*)

Setiap proses pemesian *spin casting* atau *centrifugal rubber mold casting* membutuhkan cetakan karet untuk pembuatan cetakan yang nantinya terdapat master yang terjepit pada 2 cetakan karet yang akan membuat cetakan tersebut memiliki pola sesuai dengan master yang digunakan. Terdapat parameter yang digunakan dalam proses vulkanisir yaitu sebagai berikut:

1. Suhu : 180°C
2. Tekanan : 100 psi
3. Waktu : 60 menit

Terdapat langkah-langkah yang dilakukan dalam proses vulkanisasi yaitu sebagai berikut:

1. Menyiapkan master produk



Gambar 3-10 Master produk

2. Melakukan pemberian lapisan resin pada master



Gambar 3-11 Melapisi master dengan lapisan resin

3. Melakukan pengikisan pada cetakan karet sesuai dengan bentuk master maksimal setengah dari tebal master dan melakukan pemasangan pin penghubung cetakan



Gambar 3-12 Pengikisan cetakan dan pemasangan pin penghubung

4. Meletakkan produk dalam keadaan setengah kering ke dalam cetakan karet yang sudah dikikis dan memberikan *talc* pada cetakan



Gambar 3-13 Peletakkan master kedalam cetakan

5. Memasang cetakan karet bagian atas dan sedikit menekan pada bagian cetakan atas



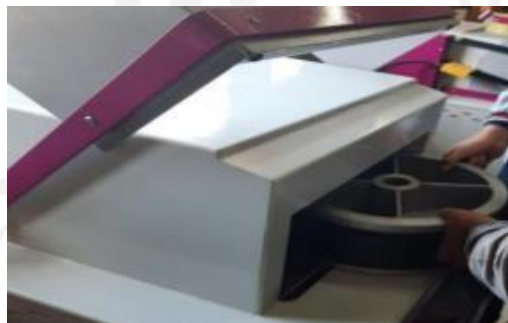
Gambar 3-14 Pemasangan cetakan karet bagian atas

6. Tutup cetakan dengan pengait *moulding frames*



Gambar 3-15 Menutup cetakan dengan pengait *moulding frames*

7. Masukkan *moulding frames* ke dalam mesin vulkanisasi dan melakukan pengaturan mesin vulkanisir



Gambar 3-16 *Moulding frames* dimasukkan ke dalam mesin vulkanisir

3.4.2 Pembuatan Aliran Masuk dan Saluran Cetakan (*Runner dan In-gate*)

Saluran cetakan atau yang dikenal dengan *runner* memiliki fungsi yang sangat penting dalam proses pengecoran khususnya *spin casting*. *Runner* berfungsi sebagai jalur atau tempat logam mengalir ke dalam cetakan agar rongga pada

cetakan terisi secara merata sesuai dengan jalurnya. Hal ini menyebabkan adanya proses penndingan pada saat logam terdorong sampai dinding cetakan terluar.

Bentuk dan jumlah saluran penampang dan saluran masuk berpengaruh terhadap adanya cacat porositas, nilai kekerasan produk cor, dan struktur mikro pada paduan logam coran (Tanoyo & Priyowasito, 2017). Bentuk saluran masuk biasanya berupa segitiga, bujur sangkar, atau setengah lingkaran yang membesar daerah rongga cetakan, hal ini bertujuan untuk mencegah terkikisnya cetakan saat logam cair masuk melewati saluran tersebut (Qahhar, 2019).

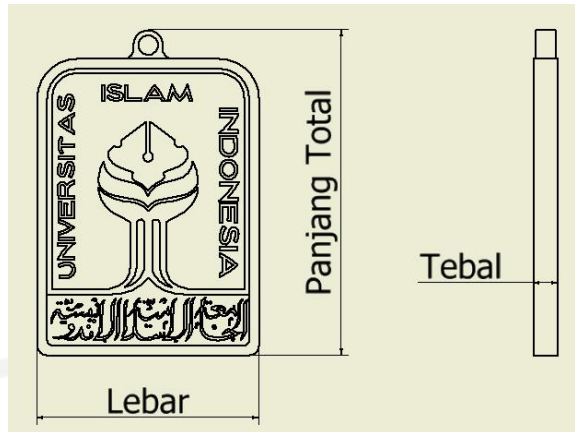
Pengaruh lain yang dapat dilihat pada faktor pembuatan aliran masuk dan saluran masuk yaitu perancangan sistem saluran dalam proses pengecoran dapat mengoptimalkan saluran atau jalur yang dibuat, mengurangi turbulensi pada sistem saluran, mengurangi udara yang terjebak pada cetakan, dan meminimalisasi terbentuknya lapisan oksidasi dan terak.(Tanoyo & Priyowasito, 2017).

3.5 Parameter Uji

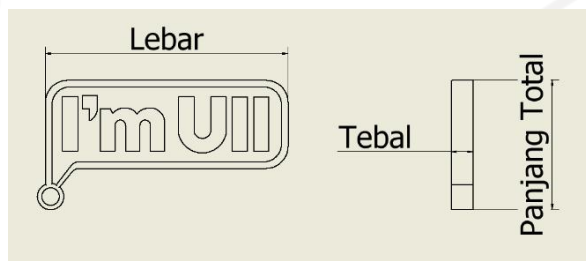
Pada penelitian ini terdapat parameter yang diuji setelah terdapat pengaruh dari kecepatan, tekanan dan lama waktu putar pada saat proses pengecoran. Parameter yang diuji atau diukur pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Panjang Total
2. Lebar
3. Tebal

Parameter yang diukur nantinya akan dilakukan perbandingan antara dimensi pada hasil pengujian tiap variasi dan parameter terhadap master produk yang telah dibuat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dimensi pada variasi pengujian yang akan dilakukan. Parameter uji yang akan diukur dapat dilihat pada Gambar 3-10 untuk gantungan kunci logo UII dan Gambar 3-11 untuk gantungan kunci logo I'm UII.



. Parameter Uji Logo UII



Gambar 3-17. Parameter Uji Logo I'm UII

Hasil pengukuran yang dilakukan setelah proses pengujian ini akan digunakan untuk melihat tingkat keberhasilan produk. Hal ini dapat mengetahui tingkat keterisian logam setiap variasi pengujian yang akan dilakukan dengan cara mengukur dimensi lalu membandingkan dimensi master produk yang telah dibuat.

3.6 *Finising Produk*

Proses finishing produk dilakukan dengan menggunakan metode proses krom nikel. secara sederhana, proses ini diawali dengan memoles bagian produk yang masih terdapat sisa -sisa bahan pengecoran. Lalu, produk akan dialpisis terlebih dahulu dengan cairan tembaga agar pada proses selanjutnya yaitu pelapisan krom nikel dapat melekat secara sempurna. Setelah itu, produk akan dilapisi dengan cairan krom nikel yang bertujuan untuk memberi warna mengkilapdan memberi ketahanan karat pada produk.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

4.1.1 Master Produk

Pada proses pembuatan master produk menggunakan mesin *3D Print Resin*. Pembuatan master produk ini berfungsi sebagai master untuk pembuatan pola pada cetakan karet pada tahap vulkanisasi. Hasil dari *3d Print Resin* akan di finishing kembali agar mendapatkan hasil yang diharapkan.

Proses *finishing* pada tahap master produk dilakukan untuk menghilangkan adanya *support* atau bahan tambahan. Proses tersebut berfungsi sebagai parameter bantuan dalam proses pemesinannya. Material tambahan tersebut harus dihilangkan dengan cara dikikir atau diampas. Hal ini bertujuan agar tidak adanya penambahan dimensi dan ukuran lain pada produk yang akan memengaruhi pada proses pencetakan atau vulkanisasi tahap selanjutnya. Berikut merupakan hasil master produk setelah dilakukan pencetakan dengan mesin pencetakan resin dan sudah dilakukan proses finishing dapat dilihat pada gambar 4-1 dan gambar 4-2.



Gambar 4-1 Hasil Pembuatan master produk (Logo UII)



Gambar 4-2 Hasil Pembuatan master produk (Logo I'm UII)

Setelah dilakukan tahap *finishing* pada master produk didapatkan hasil dimensi yang nantinya akan menjadi perbandingan dengan produk yang dihasilkan pada proses *spin casting*. Berikut dimensi master produk:

1. Logo UII
 - Panjang Total : 65,8 mm
 - Lebar : 45 mm
 - Tebal : 5 mm
2. Logo I'm UII
 - Panjang Total : 29,37 mm
 - Lebar : 56,82 mm
 - Tebal : 5 mm

4.1.2 Proses Pembuatan Cetakan Karet (*silicone rubber*)

Pembuatan pola pada cetakan karet untuk proses pemesian *spin casting* menggunakan cetakan berbahan dasar karet dengan diameter sekitar 290 mm x 11 mm (sebelum proses vulkanisasi). Proses pembuatan pola pada cetakan ini menggunakan metode vulkanisasi. Metode ini akan menekan master produk yang diletakkan diantara 2 cetakan karet. Parameter proses yang digunakan yaitu sebagai berikut.

1. Suhu proses : $\pm 180^{\circ}\text{C}$
2. Tekanan proses : ± 100 psi
3. Waktu proses : ± 1 jam

Pada proses vulkanisasi untuk membuat pola cetakan membutuhkan bahan bahan tambahan agar hasil yang didapatkan lebih baik. Berikut bahan tambahan yang digunakan untuk membantu proses vulkanisasi.

1. Bubuk bedak (*talc*): mencegah terjadinya penggumpalan atau kondisi cetakan karet yang menempel pada *base molding* pada mesin vulkanisir
2. Cairan lapisan resin: mencegah terjadinya cetakan karet yang menempel pada master saat proses vulkanisasi
3. Pin pengait : membuat pola penghubung antara cetakan karet bagian atas dan bawah

Hasil proses pada pembuatan pola pada cetakan karet dengan metode vulkanisir dapat dilihat pada gambar 4-3.



Gambar 4-3 Hasil Pembuatan Pola pada Cetakan Karet

Pada saat sebelum proses proses vulkanisasi dilakukan pembuatan bentuk luar atau frame pada cetakan dengan cara mengambil beberapa serpihan cetakan dengan bentuk sesuai dengan produk yang akan dibuat dan center point pada cetakan tersebut. Hal ini bertujuan agar proses vulkanisasi dapat dilakukan secara maksimal dan hasil yang didapatkan juga akan semakin baik. Tujuan diberikan center point pada cetakan tersebut agar pada saat proses vulkanisasi terbentuk seperti lubang agar saluran masuk dan aliran masuk dapat dibuat dengan mudah. Setelah itu, cetakan akan dipasangkan pin pengait agar 2 cetakan tersebut dapat bergabung pada saat proses *spin casting*.

Sebelum masuk mesin vulkanisasi cetakan yang sudah ditumpuk menjadi 1 bagian, bagian atas cetakan akan dipencet agar udara yang masih tersisa pada cetakan keluar dari bagian tersebut. Setelah itu, bagian atas cetakan diberikan sedikit *talc* untuk menghindari adanya bagian cetakan yang menempel pada *moulding frames*. Lalu, cetakan dapat dimasukkan kedalam mesin vulkanisir

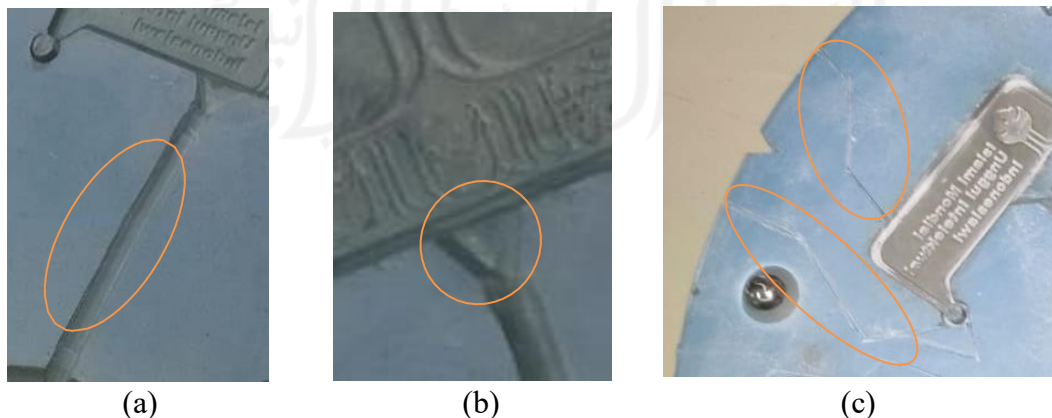
4.1.3 Pembuatan Aliran Masuk, Saluran Cetakan, dan Jalur Udara (*Runner, In-gate, dan Ventilator*)

Pembuatan aliran masuk dan saluran cetakan merupakan hal yang penting dalam proses pembuatan cetakan karet agar hasil pada saat proses *spin casting* hasil yang didapatkan lebih baik. Faktor tersebut bertujuan untuk melancarkan proses logam cair yang masuk pada cetakan.

Pada proses pembuatan jalur udara pada 2 produk yang dibuat dalam penelitian ini terdapat perbedaan pola jalur setiap pola produknya. Pada produk logo I'm UII hanya menggunakan 3 jalur udara karena hasil pada saat percobaan pertama hasil percobaan yang dilakukan sudah baik. Sedangkan pada produk logo UII karena dimensi dan desainnya yang lebih rumit dibandingkan dengan logo I'm UII maka terdapat lebih banyak bagian yang harus dibuat jalur udara. Untuk logo UII terdapat 5 jalur udara yang dibuat pada cetakan. Saat percobaan, bagian yang sering mengalami kegagalan keterisian logam yaitu pada bagian tulisan yang kecil dan bagian lubang gantungan kunci.

Proses ini berfungsi agar udara yang mengendap saat proses pemesinan dilakukan keluar melewati jalur tersebut. Jika udara tersebut masih mengendap pada cetakan akan mengakibatkan logam yang melewati dinding pola cetakan akan mengalami proses pendinginan yang lebih cepat dibandingkan dengan sisi lainnya. Untuk proses pembuatan jalur udara ini disesuaikan dengan kebutuhan setiap pola produk yang terdapat dalam cetakan. Berikut bentuk aliran masuk, saluran cetakan, dan jalur udara yang dibuat dalam cetakan karet yang dapat dilihat pada gambar 4-

4



Gambar 4-4 (a)*Runner*, (b)*In-gate*, (c)*Ventilator*

4.2 Proses Pengecoran Produk

Proses pengecoran produk mesin yang digunakan yaitu mesin *spin casting*, mesin pelebur material logam yang ada pada laboratorium sistem manufaktur Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Berikut beberapa tahap yang dilakukan saat proses pengecoran produk.



Gambar 4-5 Tahapan proses pengecoran dengan mesin *spin casting*

4.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan

4.3.1 Pengujian Variasi Kecepatan Putar

Parameter kecepatan putaran pada cetakan ini divariasikan dimulai pada kecepatan 450 *RPM*, 550 *RPM*, 650 *RPM*, dan 750 *RPM*. Titik awal variasi ini dipilih dikarenakan pada kecepatan dibawah dan diatas nilai tersebut terdapat kegagalan pada saat proses pencetakan. Terdapat parameter pendukung(tetap)

yang digunakan untuk melakukan pengujian. Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4-1 Parameter Tetap Pengujian Variasi Kecepatan Putar

No	Parameter	Besaran
1	Tekanan Cetakan	40 psi
2	Suhu Logam Cair	450°C
3	Waktu Putaran	20 detik

Nilai pada parameter tersebut tetap dan dilakukan percobaan pengujian sebanyak 3 kali pengulangan. Hal ini bertujuan agar mendapatkan nilai rata-rata pada saat pengukuran yang nantinya akan dibandingkan dengan ukuran master produk. Berikut hasil produk pada pengujian variasi kecepatan putar yang dapat dilihat pada gambar 4-6.



Gambar 4-6 Hasil Pengujian Variasi Kecepatan Putaran

(a)450 RPM, (b)550 RPM, (c)650 RPM, (d)750 RPM

Setelah proses pengujian dengan parameter kecepatan putar hal yang paling terlihat jelas yaitu semakin meningkatnya kecepatan yang diberikan maka hasil

pada produk semakin membaik dari segi kualitas (*detailing*) maupun keberhasilan produk tersebut dibuat. Hal ini dikarenakan tingkat keterisian logam pada cetakan akan semakin meningkat jika kecepatan yang digunakan pada proses pengecoran semakin meningkat. Maka bahan cor yang mengalir akan lebih cepat sampai pada dinding cetakan yang akan terbentuk sesuai pola pada cetakan yang telah dibuat.

Pada kecepatan 450 dan 550 *RPM* persentase keberhasilan produk yang dihasilkan kurang baik. Pada saat proses pengujian pada kecepatan 450 dan 550 *RPM* tingkat kualitas produk secara visual dan bentuk lubang pada produk masih kurang terlihat jelas dan terdapat bagian tulisan yang dihasilkan namun masih belum cukup sempurna. Selain itu, masih terdapat kegagalan produk jika proses tersebut dilaksanakan secara berulang. Misal, produk yang dihasilkan pada kecepatan tersebut masih adanya bagian yang belum tercetak sempurna saat proses pengecoran, dan muncul *shrinkage* pada permukaannya.

Pada kecepatan 650 *RPM* dan 750 *RPM* hasil pengecoran sudah mulai membaik dari segi *detailing* tulisan, kondisi permukaan produk. Dengan diberikannya kecepatan yang tinggi maka proses logam yang terdorong oleh gaya sentrifugal membuat logam mengisi secara cepat pada dinding maupun rongga terluar. Pada kecepatan 650 *RPM* masih terdapat kecacatan pada produk yaitu pada bagian permukaan produk logo UII yang belum terisi logam secara merata. Berikut hasil cacat produk pada pengujian variasi kecepatan 650 *RPM* dapat dilihat pada gambar 4-7.



Gambar 4-7 Cacat produk pada kecepatan 650 *RPM*

Terdapat pengecualian pada variasi kecepatan putar jika kecepatan sudah cukup sempurna untuk produk yang dibuat maka, jika kecepatan dinaikkan kembali akan terjadi cacat pada permukaan produk karena logam yang mengalir terlalu cepat saat menabrak dinding cetakan. Selain itu, terdapat sirip atau bagian logam yang keluar diantara 2 cetakan, jika diteruskan hal ini akan membuat cetakan tidak dapat dimanfaatkan secara massal. Berikut salah satu contoh pengujian pada kecepatan 850 *RPM* pada gambar 4-8.



Gambar 4-8 Contoh kegagalan produk pada kecepatan 850 *RPM*

Maka pada pengujian variasi kecepatan ini hanya menggunakan kecepatan tertinggi sebesar 750 *RPM* dan merupakan hasil terbaik secara kualitas maupun keberhasilan produk yang dibuat.

4.3.1.1 Hasil Pengukuran Pengujian Variasi Kecepatan Putar

Tabel 4-2 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Kecepatan Putar(Logo UII)

Data Uji Coba Variasi Kecepatan												
Gantungan Logo UII												
Percobaan	Lebar (mm)				Panjang Total (mm)				Tebal (mm)			
	450 RPM	550 RPM	650 RPM	750 RPM	450 RPM	550 RPM	650 RPM	750 RPM	450 RPM	550 RPM	650 RPM	750 RPM
1	44,32	44,57	45,02	45,13	65,21	65,57	65,54	66,02	4,81	4,83	4,81	5,09
2	44,48	44,88	44,56	45,01	64,67	64,58	65,48	65,97	4,71	4,79	4,89	5,12
3	44,68	44,73	44,87	45,06	64,54	65,49	65,65	65,89	4,83	4,81	4,96	5,06
Rata - Rata	44,49	44,73	44,82	45,07	64,81	65,21	65,56	65,96	4,78	4,81	4,89	5,09
Selisih	51%	27%	18%	-7%	99%	59%	24%	-16%	22%	19%	11%	-9%
St.deviasi	0,180	0,155	0,235	0,060	0,355	0,550	0,086	0,066	0,064	0,020	0,075	0,030

Tabel 4-3 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Kecepatan Putar(Logo I'm UII)

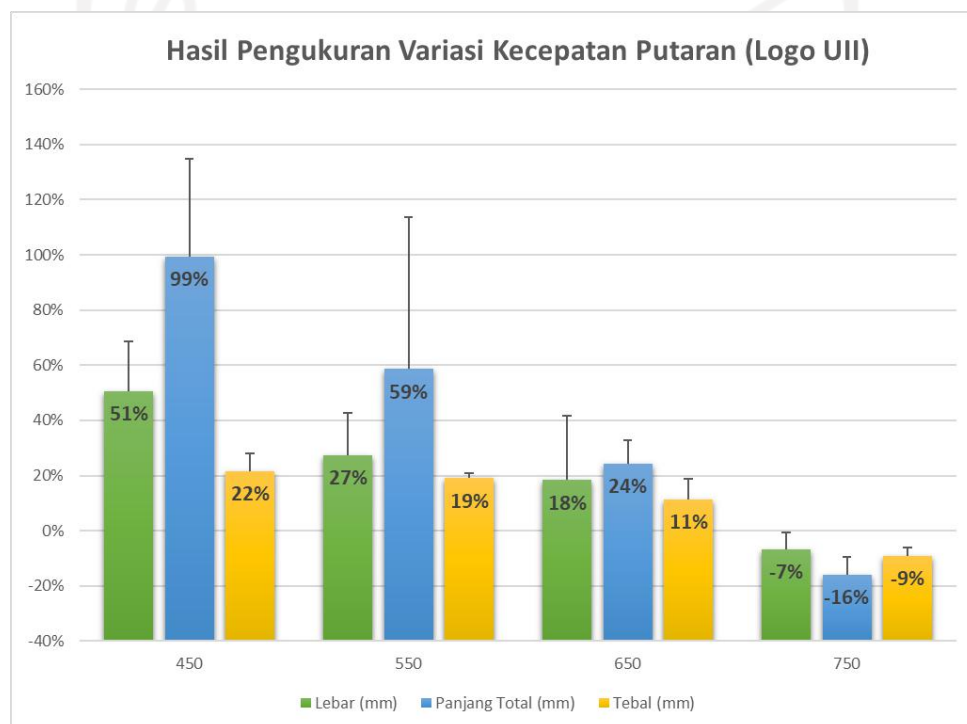
Data Uji Coba Variasi Kecepatan												
Gantungan Logo I'M UII												
Percobaan	Lebar (mm)				Panjang Total (mm)				Tebal (mm)			
	450 RPM	550 RPM	650 RPM	750 RPM	450 RPM	550 RPM	650 RPM	750 RPM	450 RPM	550 RPM	650 RPM	750 RPM
1	56,74	56,64	56,74	56,92	28,98	28,41	28,91	29,13	4,78	4,86	4,92	5,06
2	56,01	56,52	56,57	56,85	28,76	29,48	29,04	29,75	4,78	4,81	4,89	5,02
3	56,32	56,61	56,82	56,92	28,19	28,98	29,78	29,65	4,86	4,79	4,83	5,07
Rata - Rata	56,36	56,59	56,71	56,90	28,64	28,96	29,24	29,51	4,81	4,82	4,88	5,05
Selisih	46%	23%	11%	-8%	73%	41%	13%	-14%	19%	18%	12%	-5%
St.deviasi	0,366	0,062	0,128	0,040	0,408	0,535	0,469	0,333	0,046	0,036	0,046	0,026

Hasil pengukuran pada variasi kecepatan putaran ini memiliki kenaikan dimensi setiap kecepatan putarannya semakin besar. Hal ini dikarenakan jika kecepatan putaran yang digunakan semakin besar maka gaya sentrifugal yang mendorong logam cair pada cetakan juga akan semakin besar. Hasilnya, logam cair

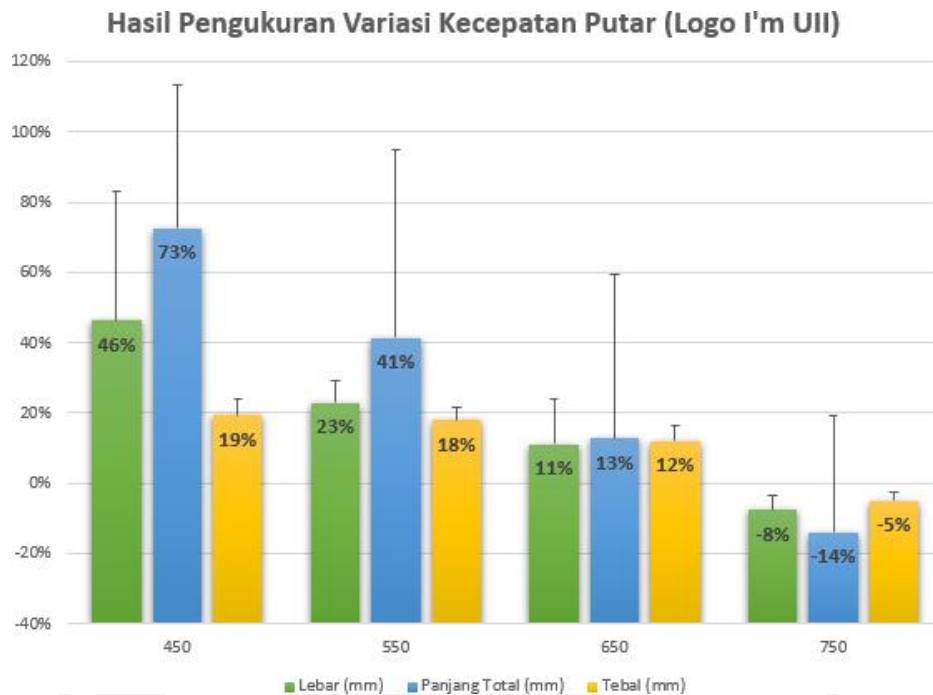
akan menabrak dinding cetakan dan mengisi ruang pada pola cetakan akan semakin cepat.

Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa ukuran pada keseluruhan dimensi yang mendekati master produk yaitu pada kecepatan putaran sebesar 750 *RPM*. Kecepatan ini dipilih karena ukuran yang dihasilkan sudah mendekati master produk dibandingkan dengan kecepatan lainnya. Selain itu, pada kecepatan 750 *RPM* kegagalan pada saat pengujian dilaksanakan terbilang minim.

4.3.1.2 Grafik Perbandingan Pengujian Variasi Kecepatan Putar



Gambar 4-9 Grafik Perbandingan Selisih dan Deviasi Ukuran Pada Variasi Kecepatan Putar dan Master (Logo UII)



Gambar 4-10 Grafik Perbandingan Selisi dan Deviasi Ukuran Pada Variasi Kecepatan Putar dan Master (Logo UII)

4.3.2 Pengujian Variasi Tekanan Cetakan

Proses pengujian variasi tekanan pada cetakan memiliki beberapa variasi yaitu 25 psi, 30 psi, 35 psi, dan 45 psi. Variasi ini ditetapkan mengacu pada ukuran hasil produk agar hasil yang didapatkan memiliki perbandingan sangat tipis. Berikut parameter tetap yang digunakan dalam pengujian variasi tekanan yang dapat dilihat pada tabel 4-2.

Tabel 4-4 Parameter Tetap Pengujian Variasi Tekanan Cetakan

No	Parameter	Besaran
1	Kecepatan Putar	750 RPM
2	Suhu Tuang	450°C
3	Waktu Putar	20 detik

Pada pengujian variasi waktu putar terdapat 3 kali percobaan pengujian agar dapat mendapatkan rata-rata nilai dan akan dilakukan perbandingan oleh ukuran master produk yang telah dibuat. Berikut hasil pengujian untuk variasi waktu putaran pada gambar 4-11.



Gambar 4-11 Hasil Pengujian Tekanan Cetakan
(a)25 psi, (b)30 psi, (c)35 psi, (d)40 psi, (e)45 psi

Secara visual, pada proses pengujian variasi tekanan cetakan semakin besar tekanan yang diberikan tekstur pada permukaan produk akan terlihat semakin halus.

Pada tekanan di titik 25 psi dan 30 psi masih secara visual masih terlihat kurang cukup sempurna dalam hasil proses pengecoran. Hal ini dapat dilihat pada permukaan dan tulisan yang masih kurang terlihat dengan jelas (tulisan). Untuk produk yang dihasilkan pada tekanan 35 psi sebenarnya sudah cukup baik dibandingkan dengan variasi tekanan yang lebih rendah. Akan tetapi, terdapat bagian tulisan yang belum tercetak dengan sempurna dengan kata lain, tulisan yang dihasilkan kurang terbuat secara sempurna karena adanya pendinginan yang cepat karena masih adanya rongga udara yang masuk pada *ventilator* yang mengisi rongga cetakan.

Sedangkan pada produk yang dihasilkan pada tekanan 40 psi dan 45 psi *detailing* pada tulisan maupun bentuk produk sudah dapat diproses cukup baik secara visual maupun kualitas. Hal ini, dibuktikan dengan bentuk tulisan yang dapat dibaca dengan jelas dan tekstur permukaan yang sudah cukup halus. Tetapi hasil yang dipilih terdapat beberapa penilaian yaitu pada ukuran yang mendekati master yang akan dipilih untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu produk.

Terdapat pengecualian jika tekanan yang diberikan terlalu berlebihan maka produk yang dihasilkan akan mengalami perubahan bentuk yaitu sedikit bengkok pada permukaannya. Pada variasi tekanan penulis mencoba menggunakan tekanan 50 psi dengan menggunakan parameter konstan yang sama berikut hasil yang didapat dapat dilihat pada gambar 4-10.



Gambar 4-12 Variasi Tekanan 50 psi

Pada variasi tekanan cetakan jika tekanan yang diberikan terlalu berlebihan produk yang dihasilkan akan mengalami bengkok alhasil produk tidak sempurna. Hal ini diakibatkan karena adanya tekanan yang berlebihan yang

menutup rongga cetakan dan cetakan yang digunakan akan mengalami deformasi atau tidak lurus pada saat proses pengecoran.

4.3.2.1 Hasil Pengukuran Pengujian Variasi Tekanan Cetakan

Tabel 4-5 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Tekanan Cetakan (Logo UII)

Data Uji Coba Variasi Tekanan															
Gantungan Logo UII															
Percobaan	Lebar (mm)					Panjang Total (mm)					Tebal (mm)				
	25 psi	30 psi	35 psi	40 psi	45 psi	25 psi	30 psi	35 psi	40 psi	45 psi	25 psi	30 psi	35 psi	40 psi	45 psi
1	45,35	45,36	45,37	45,13	45,06	66,25	66,23	65,85	66,02	65,85	5,23	5,12	5,12	5,09	5,04
2	45,27	45,26	45,11	45,01	45,04	66,32	66,25	66,14	65,97	65,83	5,25	5,18	5,09	5,12	5,02
3	45,36	45,18	45,06	45,06	45,01	66,35	66,29	66,08	65,89	65,84	5,34	5,16	5,14	5,06	5,03
Rata - Rata	45,33	45,27	45,18	45,07	45,04	66,31	66,26	66,02	65,96	65,84	5,27	5,15	5,12	5,09	5,03
Selisih	-33%	-27%	-18%	-7%	-4%	-51%	-46%	-22%	-16%	-4%	-27%	-15%	-12%	-9%	-3%
St.deviasi	0,049	0,090	0,166	0,060	0,025	0,051	0,031	0,153	0,066	0,010	0,059	0,031	0,025	0,030	0,010

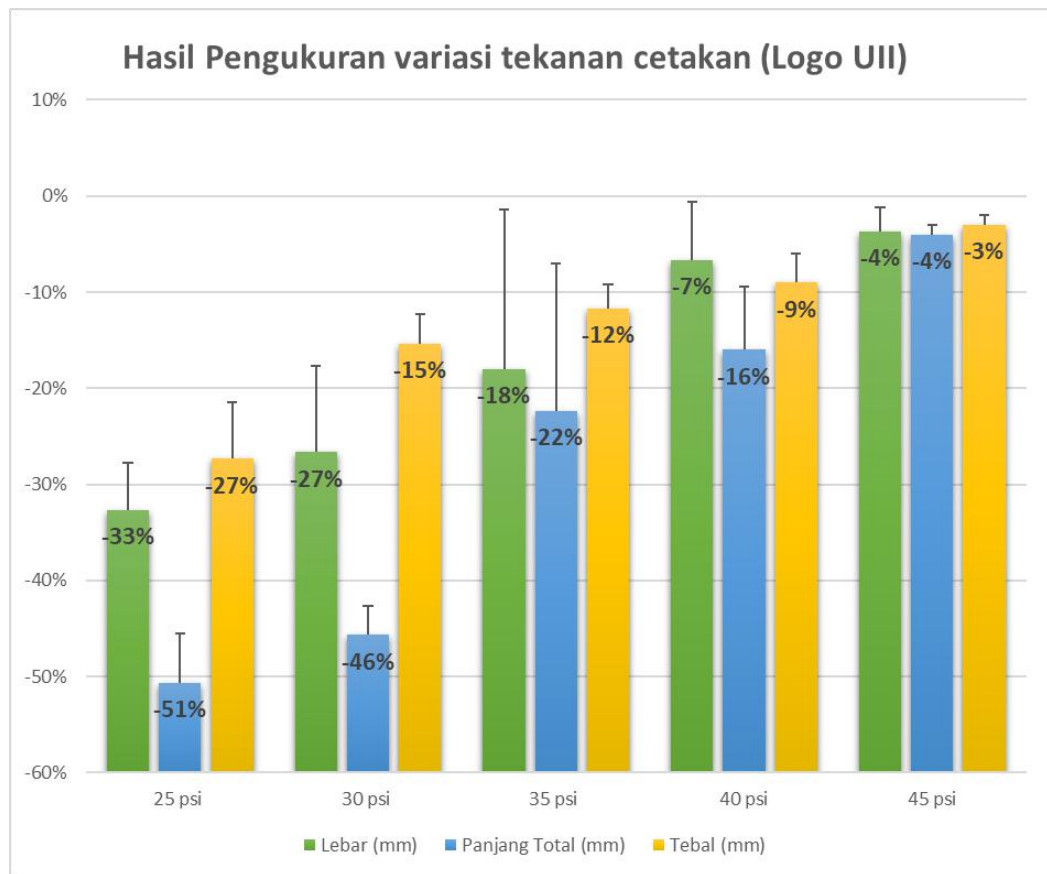
Tabel 4-6 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Tekanan Cetakan(Logo I'm UII)

Data Uji Coba Variasi Tekanan															
Gantungan Logo I'M UII															
Percobaan	Lebar (mm)					Panjang Total (mm)					Tebal (mm)				
	25 psi	30 psi	35 psi	40 psi	45 psi	25 psi	30 psi	35 psi	40 psi	45 psi	25 psi	30 psi	35 psi	40 psi	45 psi
1	56,97	56,96	57,21	56,92	57,03	29,21	29,14	29,59	29,03	29,41	5,23	5,13	5,05	5,06	5,01
2	57,02	57,03	56,69	56,85	56,89	29,82	29,72	29,16	29,55	29,42	5,19	5,22	5,23	5,02	5,06
3	57,12	56,98	56,96	56,92	56,65	29,88	29,64	29,57	29,68	29,38	5,21	5,11	5,06	5,07	4,99
Rata - Rata	57,04	56,99	56,95	56,90	56,86	29,64	29,50	29,44	29,42	29,40	5,21	5,15	5,11	5,05	5,02
Selisih	-22%	-17%	-13%	-8%	-4%	-27%	-13%	-7%	-5%	-3%	-21%	-15%	-11%	-5%	-2%
St.deviasi	0,076	0,036	0,260	0,040	0,192	0,371	0,314	0,243	0,344	0,021	0,020	0,059	0,101	0,026	0,036

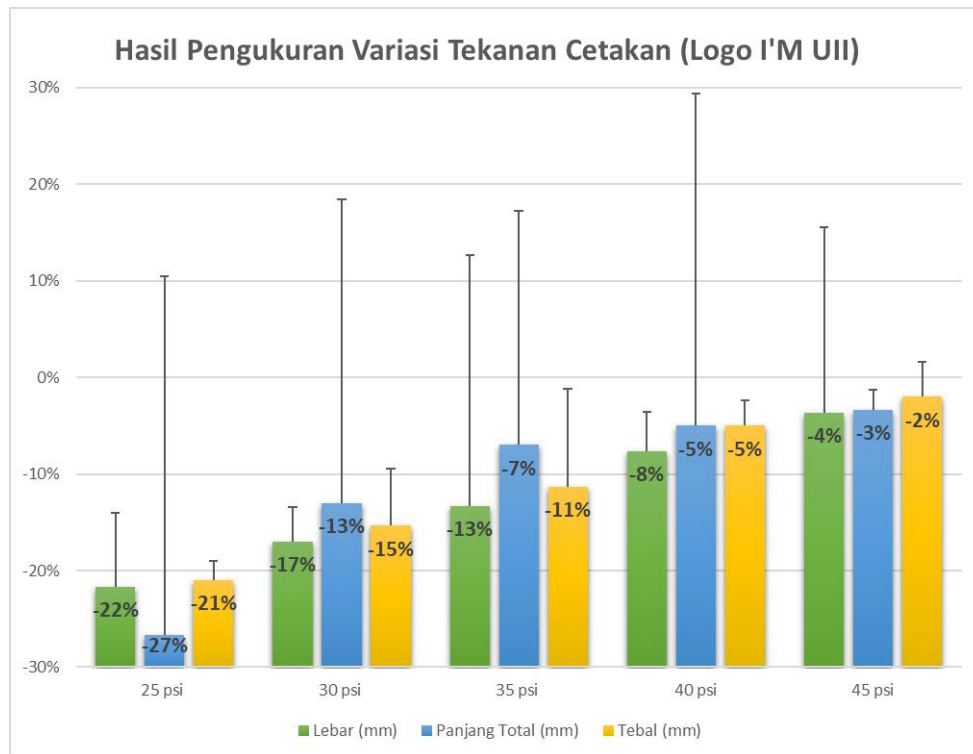
Hasil pengukuran pada variasi cetakan ini dapat dilihat berpengaruh besar secara dimensi. Dapat dilihat pada ukuran yang dihasilkan setelah pengujian variasi ini semakin besar tekanan yang diberikan maka dimensi pada produk akan semakin mengecil. Hal ini disebabkan karena adanya tekanan yang membuat rongga pada cetakan juga akan semakin mengecil. Selain itu, jika tekanan yang diberikan terlalu besar maka produk yang dihasilkan akan mengakibatkan permukaan yang tidak lurus(bengkok).

Secara dimensi, peneliti memilih produk dengan variasi tekanan 45 psi untuk mengguakan kembali parameter tersebut unuuk pengujian selanjutnya. Hal ini dikarenakan, dimensi yang dihasilkan pada produk dengan variasi tekanan cetakan 45 psi merupakan dimensi yang sudah mendekati ukuran master produk.

4.3.2.2 Grafik Perbandingan Pengujian Variasi Tekanan Cetakan



Gambar 4-13 Grafik Perbandingan Selisih dan Deviasi Ukuran Pada Variasi Tekanan cetakan dan Master Produk (Logo UII)



Gambar 4-14 Grafik Perbandingan Selisih dan Deviasi Pada Variasi Tekanan cetakan dan Master Produk (Logo I'm UII)

4.3.3 Pengujian Variasi Waktu Putar

Pada pengujian unruk variasi waktu putaran terdapat parameter tetap yang sudah dilakukan pengujian sebelumnya yaitu parameter kecepatan putar sebesar 750 RPM dan tekanan pada cetakan sebesar 45 psi. pada pengujian ini terdapat beberapa variasi waktu putar yang akan diuji yaitu 10 detik, 15 detik, 25 detik, dan 35 detik. Berikut parameter tetap yang digunakan dalam pengujian variasi waktu putar yang dapat dilihat pada tabel 4-7.

Tabel 4-7 Parameter Tetap Pengujian Variasi Waktu Putaran

No	Parameter	Besaran
1	Kecepatan Putar	750 RPM
2	Suhu Tuang	450°C
3	Tekanan Cetakan	45 psi

Pada pengujian variasi waktu putar terdapat 3 kali percobaan pengujian agar dapat mendapatkan rata-rata nilai yang akan dibandingkan dengan dimesni master produk. Hal ini bertujuan untuk mempermudah melihat perbandingan antar parameter yang diuji. Berikut hasil pengujian untuk variasi waktu putaran pada Gambar 4-12.



Gambar 4-15 Hasil Pengujian Variasi Waktu Putar

(a)10 detik, (b)15 detik, (c)20 detik, (d)25 detik, (e)30 detik

Dilihat dari hasil pengecoran pada untuk variasi waktu putar ini terlihat bahwa secara visual, produk akan semakin membaik dari rentang waktu 20 detik sampai 30 detik hal ini disebabkan oleh proses pendinginan pada waktu tersebut.

Pada waktu tersebut terdapat peristiwa pendinginan pada cetakan. Proses tersebut akan mempengaruhi kualitas produk yang akan dibuat.

Selain itu, semakin lama waktu putaran yang diberikan secara teksur akan lebih halus dan keterisian logam akan semakin padat (tidak berongga pada bagian luar) secara visual terbatas. Selain itu pada semakin tinggi waktu putar yang digunakan akan mempengaruhi tingkat porositas yang ada pada produk. pada titik 20 detik sampai 30 detik porositas yang dihasilkan sudah menurun.

Pada dilakukan percobaan di titik 10 dan 15 deti masih sering terjadi kegagalan pada produk di bagian lubang gantungan kunci. Hal ini dapat terjadi dikarenakan waktu putar pada proses pengerjaan masih kurang dilihat dari segi waktu putar. Logam yang dituangkan masih belum mencapai rongga pada bagian tersebut.

Pada variasi waktu putar di titik 30 detik sering terjadi area cetakan yang sedikit terjadi perubahan bentuk dan warna yaitu ditandai dengan cetakan semakin menghitam dan terdapat sedikit bagian pada rongga cetakan yang tergores. Selain itu, jika dibandingkan dengan variasi waktu lain pada titik tersebut biasanya tidak ada lagi sisa *talca*. Hal ini akan membuat cetakan yang digunakan akan mengalami kerusakan jika terus menerus digunakan pada variasi tersebut.

Terdapat batasan saat pemilihan untuk variasi waktu putar pada waktu putar 20 detik sebenarnya hasil yang didapatkan sudah cukup baik tetapi masih adanya kekurangan pada permukaan yang menimbulkan rongga pada saat pengecoran dilakukan secara berulang. Cacat tersebut dapat dilihat pada gambar 4-14.



Gambar 4-16 cacat produk pada variasi waktu putar 20 detik

4.3.3.1 Hasil Pengukuran Pengujian Variasi Waktu Putar

Hasil pengukuran ini akan digunakan untuk melihat tingkat keberhasilan produk yang dilihat dari tingkat keterisian logam dengan mengukur dimensi yang sudah ditentukan.

Tabel 4-8 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Waktu Putar (Logo UII)

Data Uji Coba Variasi Waktu Putaran															
Gantungan Logo UII															
Percobaan	Lebar (mm)					Panjang Total (mm)					Tebal (mm)				
	10 detik	15 detik	20 detik	25 detik	30 detik	10 detik	15 detik	20 detik	25 detik	30 detik	10 detik	15 detik	20 detik	25 detik	30 detik
1	44,92	44,95	45,06	45,12	45,12	65,62	65,73	65,85	65,82	65,92	4,91	4,94	5,04	5,07	5,06
2	44,96	44,89	45,04	45,09	45,17	65,82	65,83	65,83	65,92	65,74	5,02	4,96	5,02	5,04	5,14
3	44,84	45,01	45,01	45,07	45,08	65,74	65,76	65,84	65,87	66,04	4,94	5,03	5,03	5,05	5,04
Rata - Rata	44,91	44,95	45,04	45,09	45,12	65,73	65,77	65,84	65,87	65,90	4,96	4,98	5,03	5,05	5,08
Selisih	9%	5%	-4%	-9%	-12%	7%	3%	-4%	-7%	-10%	4%	2%	-3%	-5%	-8%
Std deviasi	0,061	0,060	0,025	0,025	0,045	0,101	0,051	0,010	0,050	0,151	0,057	0,047	0,010	0,015	0,053

Tabel 4-9 Hasil Perbandingan Dimensi Pada Variasi Waktu Putar (Logo I'm UII)

Data Uji Coba Variasi Waktu Putaran															
Gantungan Logo I'M UII															
Percobaan	Lebar (mm)					Panjang Total (mm)					Tebal (mm)				
	10 detik	15 detik	20 detik	25 detik	30 detik	10 detik	15 detik	20 detik	25 detik	30 detik	10 detik	15 detik	20 detik	25 detik	30 detik
1	56,88	56,87	57,03	56,79	56,85	29,12	29,28	29,41	29,45	29,46	5,04	4,93	5,01	5,12	5,06
2	56,81	56,91	56,89	56,96	56,95	29,42	29,36	29,42	29,42	29,49	4,91	5,04	5,06	5,06	5,08
3	56,55	56,62	56,65	56,92	56,97	29,31	29,25	29,38	29,52	29,56	4,93	4,99	4,99	5,01	5,14
Rata - Rata	56,75	56,80	56,86	56,89	56,92	29,28	29,30	29,40	29,46	29,50	4,96	4,99	5,02	5,06	5,09
Selisih	7%	2%	-4%	-7%	-10%	9%	7%	-3%	-9%	-13%	4%	1%	-2%	-6%	-9%
Std deviasi	0,174	0,157	0,192	0,089	0,064	0,152	0,057	0,021	0,051	0,051	0,070	0,055	0,036	0,055	0,042

Hasil pengukuran pada variasi waktu putar ini sebenarnya tidak mengalami perbedaan dimensi secara signifikan. Akan tetapi, semakin cepat waktu putar yang digunakan maka dimensi yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini dikarenakan adanya putaran yang lebih lama, kemudian cetakan yang digunakan akan semakin membuka rongga agar logam tersebut masuk pada cetakan tersebut.

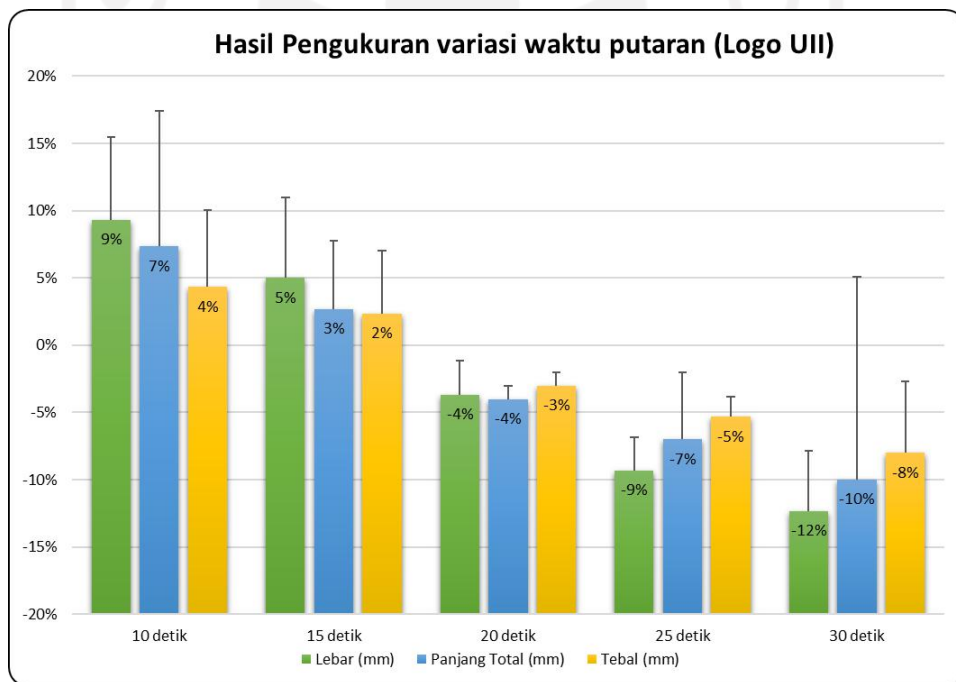
Dari hasil pengukuran pada pengujian waktu putaran bisa dikatakan bahwa ukuran pada pengujian kali ini, tidak cukup jauh perbedaan antara nilai setiap percobaannya. Parameter waktu putaran tidak terlalu berpengaruh dalam variasi ini untuk dimensi produk yang dihasilkan. Hal ini disebabkan terdapat parameter tetap yang dilakukan pada pengujian ini. Selain itu, waktu putar tidak berdampak ada ukuran hanya saja berdampak pada kualitas produk tersebut.

Dapat dilihat dari hasil yang sudah didapatkan baik dari hasil visual dan pengukuran, semakin besar waktu putaran maka hasil yang didapatkan akan semakin baik. Tetapi pada waktu putaran 25 detik untuk 2 produk ini sudah dapat dikatakan cukup baik secara visual maupun perbandingan dimensi atau dilihat dari

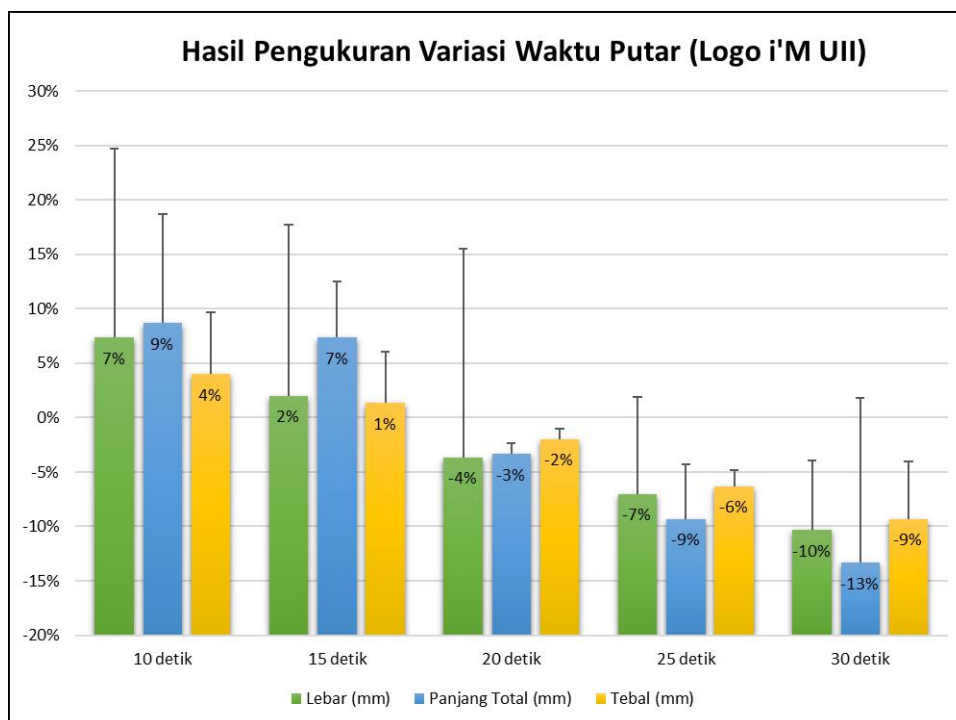
segi keberhasilan produk cor dengan master produk. Jika dinaikkan lagi waktu putarannya hanya akan membuat pemborosan waktu saat proses pengecoran. Selain itu, semakin dinaikkan lagi waktu yang digunakan akan membuat logam yang masih didalam cetakan tersebut semakin lama akan semakin merusak bentuk pola dan dinding cetakan.

Hasil pengujian dengan variasi waktu putar dapat dikatakan bahwa variasi tersebut dapat dilihat jelas dari tingkat keberhasilan produk. Jika, semakin lama waktu putar yang diberikan dengan rentang 10 detik-25 detik maka hasil yang diberikan sudah cukup maksimal dari tingkat keterisian logam sampai tesktur permukaan yang sudah cukup halus. Pada variasi ini peneliti memilih pada titik 25 detik karena selain hasil yang didapatkan sudah maksimal ukuran produk pada variasi 25 detik sudah mendekati master.

4.3.3.2 Grafik Perbandingan Pengujian Variasi Waktu Putar



Gambar 4-17 Grafik Perbandingan Selisih dan Deviasi Ukuran Pada Variasi Waktu Putar dan Master Produk (Logo UII)



Gambar 4-18 Grafik Perbandingan Selisih dan Deviasi Ukuran Pada Variasi Waktu Putar dan Master Produk (Logo I'm UII)

4.4 Penentuan Parameter Terbaik

Dalam proses menentukan parameter terbaik untuk produk yang dipilih peneliti hanya membagikan kepada teman satu kelompok *spin casting* dan teman terdekat. Parameter yang dinilai pada penentuan parameter terbaik dari dimensi yang mendekati master dan menilai secara visual produk yang telah dibuat. Untuk penilaian visual terdiri dari, tulisan, bentuk, dan permukaan produk dari hasil pengecoran yang telah dilakukan. Penilaian tersebut dapat dilihat pada tabel 4-
Tabel 4-10 Penilaian Visual (Logo UII)

Parameter Penilaian	Kecepatan Putar				Tekanan Cetakan					Waktu Putar				
	450 RPM	550 RPM	650 RPM	750 RPM	25 psi	30 psi	35 psi	40 psi	45 psi	10 detik	15 detik	20 detik	25 detik	30 detik
Tulisan	0%	0%	11,8%	88,2%	0%	0%	0%	29,4%	70,6%	0%	0%	11,8%	82,4%	5,9%
Bentuk	0%	0%	23,5%	76,5%	0%	0%	0%	17,6%	82,4%	0%	0%	29,4%	70,6%	0%
Permukaan	0%	0%	23,5%	76,5%	0%	0%	0%	35,3%	64,7%	0%	0%	11,8%	82,4%	5,9%

Tabel 4-11 Penilaian Visual (Logo I'm UII)

Parameter Penilaian	Kecepatan Putar				Tekanan Cetakan					Waktu Putar				
	450 RPM	550 RPM	650 RPM	750 RPM	25 psi	30 psi	35 psi	40 psi	45 psi	10 detik	15 detik	20 detik	25 detik	30 detik
Tulisan	0%	0%	23,5%	76,5%	0%	0%	0%	29,4%	70,6%	0%	0%	23,5%	76,5%	0%
Bentuk	0%	0%	35,3%	64,7%	0%	0%	0%	29,4%	70,6%	0%	0%	35,3%	64,7%	0%
Permukaan	0%	0%	23,5%	76,5%	0%	0%	0%	23,5%	76,5%	0%	0%	17,6%	82,4%	0%

Dilihat dari penilaian visual yang dibantu oleh teman sekelompok *spin casting* dan teman terdekat dengan jumlah 17 responden didapatkan hasil parameter terbaik untuk produk logo UII dan logo I'm UII jika berada dalam 1 cetakan yang sama yaitu pada titik sebagai berikut.

1. Kecepatan Putar : 750 RPM
2. Tekanan Cetakan : 45 psi
3. Waktu Putar : 25 detik

4.5 Waktu Pengerjaan Pengecoran

Dalam penelitian ini proses pengecoran yang dilakukan memiliki waktu yang hampir sama tetapi terdapat perbedaan waktu pada pengujian waktu putar karena pada proses pengujian waktu putar yang dilakukan bervariasi. Berikut waktu pengecoran yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 4-12.

Tabel 4-12 Waktu pengerjaan pengecoran

No	Pekerjaan	Waktu(detik)
1	Melakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan	20
2	Memberikan <i>talc</i> pada cetakan	10
3	Melakukan pengaturan pada mesin	20
4	Masukkan cetakan ke dalam mesin	5
5	Menekan tombol sekaligus siap untuk menuangkan logam cair	5
6	Mesin berjalan	20
7	Mesin terbuka dan menunggu cetakan sebelum dikeluarkan dari mesin	10

8	Mengeluarkan cetakan dari mesin	5
9	Memisahkan produk dari cetakan	20
	Total	115

4.6 Proses *Finishing*

Pada proses pengujian jika sudah didapatkan parameter terbaik yang akan digunakan dalam setiap produk, proses selanjutnya yaitu melakukan *finishing* pada produk yang sudah dibuat menggunakan parameter terbaik. Pada proses *finishing* disin menggunakan metode proses krom yang dilapisi krom nikel. Berikut proses *finishing* yang dilakukan pada produk yang sudah dibuat.

1. Proses krom nikel

Proses *finishing* dengan metode krom nikel ini dilakukan dengan tahap awal yaitu memoles dengan menggunakan krim poles agar permukaan produk dapat dilapisi dengan cairan proses krom celup. Selanjutnya, produk dibersihkan menggunakan cairan bensin atau *thiner* agar kotoran sisa poles dapat dihilangkan.

Lalu, produk dapat dicelupkan pada cairan tembaga agar meningkatkan kekuatan saat proses pelapisan krom. Proses yang kedua yaitu melapisi cairan nikel. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tahan korosi dan memberikan warna yang lebih mengkilap pada produk. Berikut hasil proses *finishing* krom yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar 4-17 dan 4-18



Gambar 4-19 Hasil *Finishing* Krom Nikel (Logo UIN)



Gambar 4-20 Hasil *Finishing* Krom Nikel (Logo I'm UII)

4.7 Kendala Pengujian

Pada pengujian untuk proses *spin casting* terdapat beberapa pengaruh selain dari variasi yang digunakan dalam pengujian ini. Berikut beberapa kendala yang berpengaruh terhadap keberhasilan dan kualitas produk.

1. Posisi produk pada saat proses vulkanisasi

Peletakkan produk cetakan ini akan berpengaruh pada keterisian logam yang akan dimaksimalkan terlebih dahulu. Untuk produk yang dibuat peneliti karena lubang pada gantungan kunci sangat sempit maka sering terjadi kegagalan pada bagian tersebut. Faktor peletakkan produk pada cetakan juga mempengaruhi keberhasilan proses pada bagian tersebut.

2. Penggunaan *talc*

Penggunaan *talc* pada proses ini berfungsi sebagai lapisan cetakan agar logam cair yang mengalir tidak mengendap dan merusak cetakan. Tetapi jika terlalu berlebihan menggunakan *talc* sebelum proses dimulai, maka biasanya terdapat bagian-bagian kecil maupun sempit terhalang oleh *talc* tersebut dan hasil yang didapatkan tidak maksimal karena tertutup oleh *talc* tersebut.

3. Konsistensi logam cair

Konsistensi logam cair yang dimaksud pada proses ini yaitu pada saat menggunakan logam cair biasanya terdapat logam yang tidak cair menyeluruh dibagian atas.hal ini dikarenakan mesin untuk melelehkan logam tersebut selalau terbuka saat digunakan. Jika logam cair tidak memiliki konsistensi yang sama akan mengakibatkan porositas pada permukaan (berlubang).



BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini parameter yang terbaik untuk produk logo UII dan logo I'm UII dilihat dari visual dan dimensi yang mendekati desain master dalam satu cetakan yaitu sebagai berikut:
 - a. Kecepatan : 750 *RPM*
 - b. Tekanan Cetakan : 45 psi
 - c. Lama Waktu Putaran : 25 detik
2. Pengaruh kecepatan putar, tekanan cetakan, dan waktu putar terhadap kualitas dan keberhasilan produk.

A. Kecepatan Putar

Pada pengujian variasi kecepatan putar dengan rentang 450 *RPM*, 550 *RPM*, 650 *RPM*, dan 750 *RPM*, pada kecepatan putar 750 *RPM* kualitas produk akan semakin baik dibandingkan dengan kecepatan dibawahnya. Hal ini dikarenakan besarnya kecepatan putar berbanding lurus dengan gaya sentrifugal yang dihasilkan sehingga logam dapat terisi dengan baik pada setiap sisi rongga cetakan. Sedangkan dilihat dari segi keberhasilan produk, semakin besar kecepatan yang diberikan maka ndimensi yang dihasilkan akan semakin besar, karena kecepatan yang semakin besar akan membuat dorongan pada cetakan sehingga rongga yang dihasilkan akan semakin besar.

B. Tekanan Cetakan

Pada pengujian variasi tekanan cetakan dengan rentang 25 psi, 30 psi, 35 psi, 40 psi, dan 45 psi, semakin besar tekanan cetakan maka dimensi produk yang dihasilkan akan semakin mengecil. Hal ini disebabkan adanya tekanan yang menutup rongga pada cetakan yang membuat ukuran rongga cetakan semakin mengecil. Sedangkan dilihat dari segi kualitas, semakin

besar tekanan yang diberikan maka bentuk dan tulisan produk akan semakin terlihat jelas.

C. Waktu Putar

Pada pengujian parameter waktu putar dengan rentang 10 detik, 15 detik, 20 detik, 25 detik, dan 30 detik, dilihat dari segi keberhasilan dan kualitas produk, semakin tinggi waktu putaran, maka produk yang dihasilkan akan semakin baik. Hal ini disebabkan adanya proses pembekuan saat mesin spin casting masih berputar. Namun pada waktu putar 25 detik sudah menunjukkan hasil yang maksimal. Jika memakai waktu tertinggi dalam pengujian ini produk yang dihasilkan akan merusak cetakan jika dilakukan secara terus-menerus. Hal ini dikarenakan sudah tidak adanya lagi lapisan talc yang berfungsi melapisi permukaan cetakan agar mengurangi gesekan pada logam yang mengalir pada cetakan.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

1. Produk yang memiliki perbedaan dari segi kerumitan sebaiknya diletakkan di cetakan yang berbeda agar parameter pengujian yang digunakan tidak mengikuti produk lainnya.
2. Melakukan pengecekan suhu pada cetakan sebelum proses pengecoran dilakukan agar hasil yang didapatkan lebih maksimal.

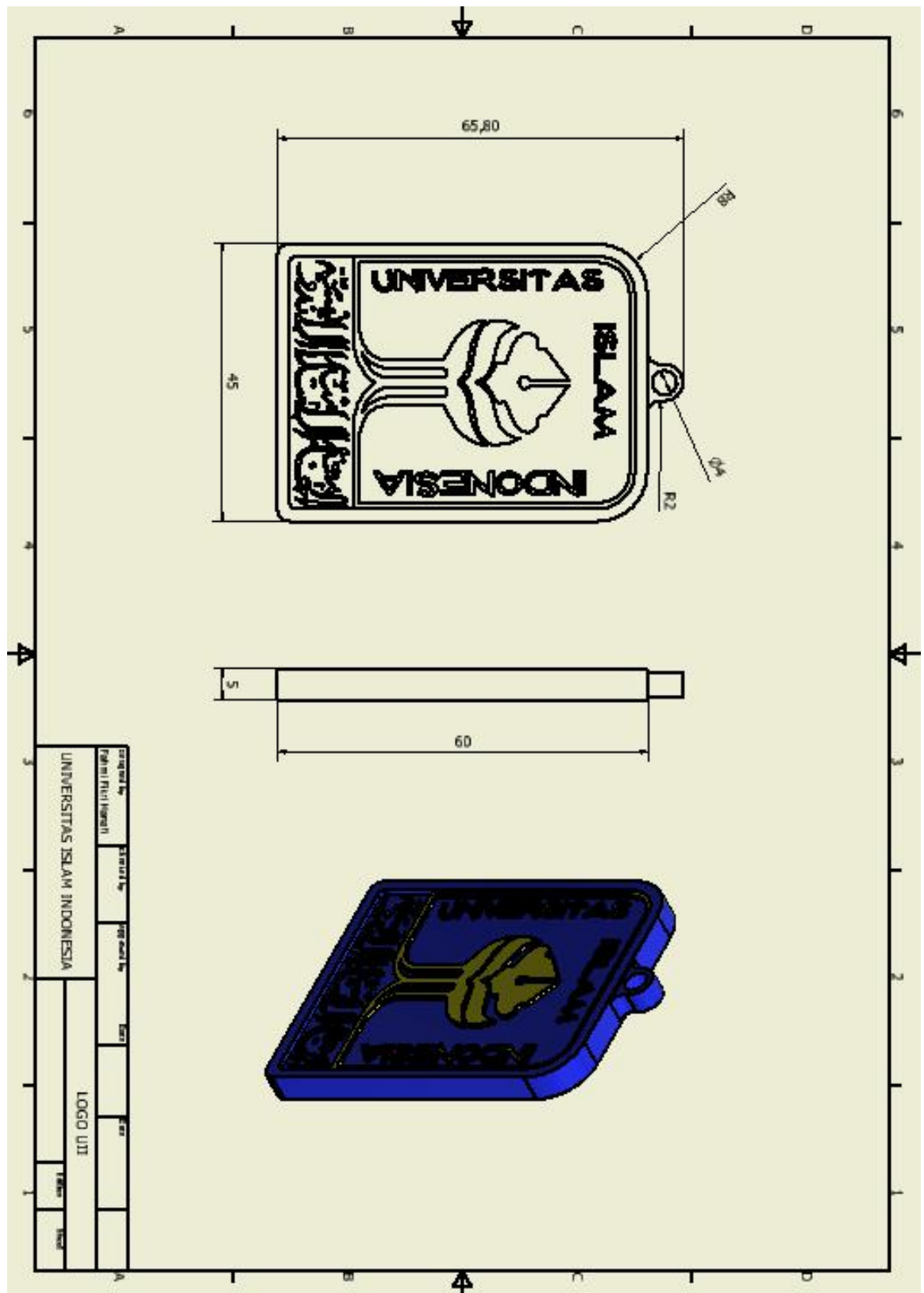
DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., & Eskani, I. N. (2019). The Effect of RTV Silicone Rubber Mold Runner, Speed and Direction of Spin Casting Machine on The Success and Quality of Pewter Craft Product. 36(2), 12.
- Faisol, M. (2018). RANCANG BANGUN MESIN CENTRIFUGAL CASTING HORIZONTAL UNTUK PENGECORAN ALUMINIUM SKALA LABORATORIUM. 1(1), 10.
- Furqan, M., & Hafid. (2012). PENGEMBANGAN PRODUK COR ALUMUNIUM PADA PROSES PENGECORAN CENTRIFUGAL (SPINNING CASTING). 34, 18.
- Hadi Mukhammad, A. F., & Setyoko, B. (2019). PENGARUH KECEPATAN CETAKAN HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA RADIAL SLIDING BEARING BABBITT-BAJA KARBON. T R A K SI, 18(2), 61.
<https://doi.org/10.26714/traksi.18.2.2018.61-68>
- Huan, Z., & Jordaan, G. D. (2003). Investigation of the cooling of spin-casting moulds. Applied Thermal Engineering, 23(1), 17–27.
[https://doi.org/10.1016/S1359-4311\(02\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S1359-4311(02)00135-7)
- Imron, R. R. A. (2018). PENGARUH KECEPATAN DAN LAMA WAKTU PUTAR TERHADAP KUALITAS PRODUK PENGECORAN MENGGUNAKAN MESIN SPIN CASTING. islalmic university of indonesia.

- Kapranos, P., Carney, C., Pola, A., & Jolly, M. (2014). Advanced Casting Methodologies. In *Comprehensive Materials Processing* (pp. 39–67). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096532-1.00539-2>
- Lestari, F. P., Marta, S., Erryan, A., Mulyati, I., & Kartika, I. (2020). In Vitro Corrosion of Quaternary Magnesium Alloy Foam by Addition of Zinc. *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, 2(3), 86–92. <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v2i3.1>
- Nugroho, E., & Hudawan, Y. (2017). PENGARUH VARIASI PUTARAN CETAKAN DAN PENAMBAHAN INOKULAN Ti-B PADA CENTRIFUGAL CASTING TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADUAN ALUMINIUM A356.0. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v5i1.120>
- Qahhar, A. A. A. (2019). PENGARUH BENTUK SALURAN MASUK (INGATE) TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KUAT TEKAN PADA PENGECORAN Al-Si.
- 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: Majalah Ilmiah*, 34(1), 1. <https://doi.org/10.22322/dkb.v34i1.2586>
- Suminto, S. (2017). REKAYASA ALAT MESIN CASTING UNTUK PERAJIN PEWTER. *CORAK*, 4(1). <https://doi.org/10.24821/corak.v4i1.2357>
- Suprpto, W. (2017). *Teknologi Pengecoran Logam* (Vol. 1). <https://www.ubpress.ub.ac.id>

- Tanoyo, S., & Priyowasito, B. (2017). KAJIAN JUMLAH SALURAN MASUK (INGATE) TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGEKORAN Al-11Si DENGAN CETAKAN PASIR. 6.
- Wahid, A., Taryamaw, T., & Hutagalung, T. Z. (1996). PENGARUH RPM DALAM SPIN CASTING PADA JUMLAH POROSITAS DAN SIFAT MEKANIK AL-PADUAN. 9.
- Widyanto, Y. G., & Hardjono. (2020). PENGARUH VARIASI WAKTU DAN SUHU PENCELUPAN PADA PROSES HOT DIP GALVANIZING TERHADAP KETEBALAN PERMUKAAN BAJA DI PT BONDISYAD MULIA GRESIK. DISTILAT: JURNAL TEKNOLOGI SEPARASI, 6(2).
<https://doi.org/10.33795/distilat.v6i2.83>
- Yüzbaşı, N. S., & Graule, T. (2021). Colloid Casting Processes: Slip Casting, Centrifugal Casting, and Gel Casting. In Encyclopedia of Materials: Technical Ceramics and Glasses (pp. 146–153). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11767-9>

LAMPIRAN 1 2D PRODUK LOGO UII



LAMPIRAN 2 2D PRODUK LOGO I'M UII

