

**OPTIMASI PERANCANGAN PRODUK COVER ALAT
KESEHATAN *MEDICAL INFORMATION UNIT SYSTEM*
(MiFUS®) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *INJECTION*
*MOLDING***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

RISKA ARISKA
220421021



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PERANCANGAN MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Optimasi Perancangan Produk *Cover* Alat Kesehatan *Medical Information Unit System (MiFUS®)* Menggunakan Teknologi *Injection Molding*

Oleh:

Riska Ariska

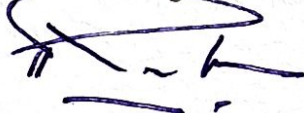
220421021

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 12 Agustus 2024

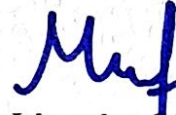
Disetujui,

Pembimbing I,



Riona Ihsan Media, S.S.T., M. Sc. Eng., IPM.
NIP. 198802062010121006

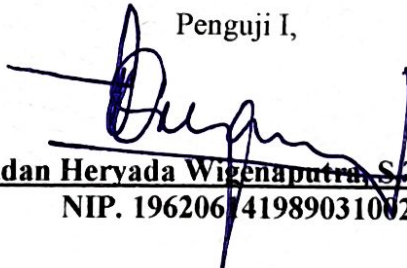
Pembimbing II,



Metha Islameka, S.Pd., M.T.
NIP. 199604152022032015

Disahkan,

Penguji I,



Dadan Hervada Wigenaputra, S.T., M.T.
NIP. 196206141989031002

Penguji II,



Widya Prapti Pratiwi, S.T., M.T.
NIP. 199002202022032006

Penguji III,



Gamawan Ananto Soebekti, S.S.T., M.M.
NIP. 196001101985031005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riska Ariska
NIM : 220421021
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Optimasi Perancangan Produk *Cover* Alat Kesehatan *Medical Information Unit System* (MiFUS®) Menggunakan Teknologi *Injection Molding*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 12 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,



(Riska Ariska)
NIM 220421021

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Riska Ariska
NIM	:	220421021
Jurusan	:	Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Optimasi Perancangan Produk Cover Alat Kesehatan <i>Medical Information Unit System</i> (MiFUS®) Menggunakan Teknologi <i>Injection Molding</i>

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti *Noneksklusif* ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 12 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,



(Riska Ariska)
NIM 220421021

MOTTO PRIBADI

Kesuksesan bukanlah akhir, kegagalan bukanlah fatal; keberanian untuk melanjutkan yang paling penting

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Optimasi Perancangan Produk *Cover* Alat Kesehatan *Medical Information Unit System* (MiFUS®) Menggunakan Teknologi *Injection Molding*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan Tugas Akhir (TA) ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Bapak Bustami Ibrahim, S.S.T., M.T., IPM.
3. Ketua Program Studi, Ibu Dinny Indrian, S.Tr., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Riona Ihsan M, S.S.T., M.Sc.Eng., IPM dan Ibu Metha Islameka, S.Pd., M.T. Selain dari itu saya menganggap mereka kedua orang tua saya yang menemani, membimbing, dan tempat bercerita paling nyaman selama saya mengerjakan Tugas Akhir ini.

5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dadan Heryada Wigenaputra, S.T., MT, Ibu Widya Prapti Pratiwi, S.T., MT, dan Bapak Gamawan Ananto Soebekti, S.ST., MM.
6. Panitia tugas akhir.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk keluarga penulis kepada Aa dan bungsu yang selalu memberikan semangat.
9. Teman-teman DEC 2020 yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam melewati masa-masa akhir sebagai mahasiswa bersama dengan penulis.
10. Keluarga koin 21 yang selalu membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Terimakasih kepada Ibnu Rahman yang telah membantu dalam wiring produk, Kang Firman, Kang sigit dan Salman yang telah menjadi teman diskusi selama pengerjaan Tugas Akhir.
12. Terimakasih kepada Depi, Rifania, dan Nisaaq yang selalu memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
13. Terimakasih kepada Fuad Salim Ilhami yang senantiasa menjadi gojek pribadi.
14. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusinya dalam membantu pelaksanaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Juli 2024

Penulis

ABSTRAK

Pemantauan infus yang ketat sangat penting untuk menjaga kestabilan cairan dan elektrolit dalam tubuh, karena ketidakseimbangan dapat berujung pada gagal ginjal, dehidrasi, atau kematian. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan sistem pengawasan infus otomatis bernama MiFUS®. Produk MiFUS® memerlukan *cover* yang kuat, tahan benturan, dan tahan panas, yang terbuat dari material plastik. Pengembangan *cover* sebelumnya hanya dilakukan dalam jumlah kecil ± 10 pcs menggunakan *rapid prototyping*. Saat ini, diperlukan produksi massal sebanyak ± 100.000 pcs dengan biaya yang lebih rendah, sehingga diperlukan optimalisasi proses produksi menggunakan teknologi *injection molding* dengan cetakan *two-plate mold* tanpa *slider*. *Injection molding* dipilih karena kecepatan produksi yang tinggi, toleransi presisi, kemampuan menggunakan berbagai material plastik, serta efisiensi biaya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *cover* MiFUS® yang dapat diproduksi secara massal dengan menggabungkan metode K.T. Ulrich dan teknik *injection molding*. Pengembangan mencakup pengurangan ketebalan produk untuk mengurangi massa, penyesuaian desain lubang tanpa *slider*, optimalisasi sistem pengikatan dan keamanan, optimasi lokasi *gate*, serta pemilihan material yang tepat menggunakan metode *ashby charts*. Validasi dilakukan melalui analisis aliran material menggunakan perangkat lunak *solidworks*. Penelitian ini menghasilkan rancangan cetakan dan *cover* MiFUS® menggunakan material *polypropylene* dengan parameter injeksi berupa suhu lelehan 275°C , suhu cetakan 50°C , dan batas tekanan injeksi 130 MPa. Hasilnya mencakup *fill time* 1,257 detik, *cooling time* 9,757 detik, *sink marks* 0,264 mm, dan *warpage* 0,8748 mm untuk *cover bottom*; serta *fill time* 1,043 detik, *cooling time* 9,543 detik, *sink marks* 0,129 mm, dan *warpage* 0,8976 mm untuk *cover upper*, serta *prototype* yang dibuat dengan mesin *3D print*.

Kata kunci: Alat Kesehatan, *Injection molding*, MiFUS®, *Mass Production*, *3D Print*.

ABSTRACT

Strict monitoring of IV fluids is crucial to maintaining the stability of fluids and electrolytes in the body, as imbalances can lead to kidney failure, dehydration, or death. To address this issue, an automated IV fluid monitoring system called MiFUS® was developed. The MiFUS® product requires a strong, impact-resistant, and heat-resistant cover made from plastic material. Previous cover development was limited to small quantities of approximately 10 units using rapid prototyping. Currently, mass production of approximately 100,000 units at lower costs is needed, necessitating the optimization of the production process using injection molding technology with a two-plate mold without a slider, as per customer requirements. Injection molding was chosen for its high production speed, precise tolerances, ability to utilize various plastic materials, and cost efficiency. This study aims to develop a MiFUS® cover suitable for mass production by combining the K.T. Ulrich method with injection molding techniques. The development includes reducing product thickness to minimize mass, adjusting hole design without a slider, optimizing the fastening and security system, gate location optimization, and selecting appropriate materials using the Ashby charts method. Validation was conducted through material flow analysis using Solidworks software. The study produced a MiFUS® mold and cover design using polypropylene material with injection parameters including a melt temperature of 275°C, mold temperature of 50°C, and injection pressure limit of 130 MPa. The results include a fill time of 1.257 seconds, cooling time of 9.757 seconds, sink marks of 0.264 mm, and warpage of 0.8748 mm for the bottom cover; as well as a fill time of 1.043 seconds, cooling time of 9.543 seconds, sink marks of 0.129 mm, and warpage of 0.8976 mm for the upper cover, along with a 3D-printed prototype.

Keywords :Medical Device, Injection Molding, MiFUS®, Mass Production, 3D Print.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	4
I.3. Batasan Masalah.....	4
I.4. Tujuan.....	5
I.5. Manfaat.....	5
I.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Studi Penelitian Terdahulu	II-1
II.2 Pengembangan Produk	II-3
II.2.1 Definisi	II-3
II.2.2 Tahapan Pengembangan Produk	II-4
II.3 MiFUS®	II-7
II.3.1 Definisi Produk	II-7
II.3.2 Perancangan dan Pengembangan Produk	II-8
II.4 CAD dan CAE.....	II-8
II.5 <i>Injection molding</i>	II-9
II.5.1 Definisi	II-9
II.5.2 Jenis Cetakan <i>Mold</i>	II-10
II.5.3 Mekanisme Proses Injeksi.....	II-12
II.5.4 Perencanaan <i>Cavity</i>	II-13
II.5.5 Sistem Saluran.....	II-14
II.5.6 Jenis Cacat pada Produk Plastik.....	II-17
II.6 Geometri Produk	II-21
II.7 Material Plastik Injeksi.....	II-23
II.7.1 <i>Plastic Material</i>	II-23
II.7.2 <i>Thermoplastic Material</i>	II-24

II.7.3.	Strategi Pemilihan Material.....	II-24
II.8	Mesin 3D <i>Print Ender 5 Pro</i>	II-27
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	<i>Planning</i>	III-2
III.1.1.	Identifikasi Produk	III-2
III.1.2.	Daftar Tuntutan	III-9
III.2	<i>Concept Development</i>	III-10
III.2.1.	Mengembangkan Arsitektur Produk	III-10
III.2.2.	Mengembangkan Alternatif Konsep Produk.....	III-11
III.2.3.	Memilih Alternatif Konsep.....	III-15
III.2.4.	Memilih Material.....	III-19
III.2.5.	Memilih Proses	III-25
III.3	<i>System-Level Design</i>	III-28
III.3.1.	Perancangan dan Perhitungan Produk	III-29
III.3.2.	Menentukan <i>Parting Line</i>	III-32
III.3.3.	Menentukan Parameter Rancangan <i>Core Cavity</i>	III-33
III.3.4.	Menentukan Sistem <i>Cooling</i>	III-45
III.3.5.	Menentukan Sistem <i>Venting</i>	III-46
III.3.6.	Menentukan Sistem Ejeksi	III-47
III.4	<i>Detail Design</i>	III-47
III.4.1.	Pembuatan Dokumen Gambar.....	III-48
III.4.2.	Memeriksa Dokumen Gambar	III-48
III.5	<i>Prototype</i>	III-48
III.5.1.	Menentukan Proses <i>Prototype</i>	III-48
III.5.2.	Membuat <i>Prototype</i> Produk	III-49
III.5.3.	Menganalisis Hasil <i>Prototype</i>	III-50
III.6	Diagram Alir Simulasi Aliran.....	III-53
III.7	Lokasi Penelitian.....	III-55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Konsep varian terpilih.....	IV-1
IV.2	Hasil pemilihan material yang optimal.....	IV-1
IV.3	Hasil Validasi Proses <i>Injection Molding</i>	IV-2
IV.4	Validasi Kekuatan Pada Produk	IV-2
IV.5	Menentukan Parameter Rancangan <i>Core Cavity</i>	IV-7
IV.6	Hasil Penentuan Sistem <i>Cooling</i>	IV-15
IV.7	Hasil Penentuan Sistem <i>Venting</i>	IV-17

IV.8	Hasil Penentuan Sistem <i>Ejector</i>	IV-18
IV.9	Hasil Analisis <i>Prototype</i>	IV-19
IV.10	Hasil Validasi Jumlah <i>Cavity</i> Dan Mesin	IV-20
IV.11	Hasil Validasi Jumlah Produksi	IV-21
BAB V PENUTUP		V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran	V-4
DAFTAR PUSTAKA		xviii
LAMPIRAN		xxi

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian terdahulu.....	II-1
Tabel II. 2 Faktor penyusutan material plastik.....	II-13
Tabel II. 3 Penerapan bahan termoplastik.....	II-24
Tabel II. 4 Fungsi, kendala, tujuan, dan variable bebas.....	II-25
Tabel II. 5 Spesifikasi teknis <i>ender 5 pro</i>	II-28
Tabel III. 1. Data kebutuhan pasar	III-4
Tabel III. 2. Data responden peneliti terdahulu.....	III-5
Tabel III. 3. Data kebutuhan customer.....	III-6
Tabel III. 4. Identifikasi masalah pada produk eksisting	III-7
Tabel III. 5. Daftar tuntutan	III-9
Tabel III. 6 <i>House Of Quality</i> (HOQ)	III-11
Tabel III. 7 Alternatif konsep produk MiFUS®	III-12
Tabel III. 8. Pemilihan alternatif konsep.....	III-15
Tabel III. 9 Persyaratan desain.....	III-20
Tabel III. 10. Perbandingan material PP dan PC	III-23
Tabel III. 11. Suporting information material PP	III-24
Tabel III. 12. Beban produk MiFUS® hasil penimbangan.....	III-29
Tabel III. 13 Parameter injeksi.....	III-33
Tabel III. 14 Karakteristik dan jenis <i>gate</i>	III-34
Tabel III. 15 Dimensi <i>gate</i>	III-35
Tabel III. 16 Jenis saluran	III-44
Tabel III. 17 Dimensi saluran pendingin	III-46
Tabel III. 18 Hasil analisis beban tarik <i>locking</i>	IV-19
Tabel IV. 1 Data penilaian alternatif varian konsep	IV-1
Tabel IV. 2 Hasil pemilihan material.....	IV-1
Tabel IV. 3 Hasil validasi proses	IV-2
Tabel IV. 4 Data hasil analisis pembebanan <i>cover bottom existing</i>	IV-6
Tabel IV. 5 Data hasil analisis pembebanan <i>cover bottom terbaru</i>	IV-7
Tabel IV. 6 Hasil analisis <i>gate bottom cover</i>	IV-13
Tabel IV. 7 Hasil analisis <i>gate upper cover</i>	IV-13
Tabel IV. 8 Keterangan warna hasil analisis <i>gate</i>	IV-13
Tabel IV. 9 Dimensi <i>runner</i>	IV-14
Tabel IV. 10 Hasil analisis beban tarik <i>locking</i>	IV-19
Tabel IV. 11 Penilaian hasil wawancara.....	IV-20
Tabel IV. 12 <i>Thermal properties material plastic</i>	IV-23
Tabel V. 1 Ketercapaian daftar tuntutan	V-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1. Tahapan pengembangan produk ulrich.....	II-4
Gambar II. 2. Explode produk MiFUS® eksisting	II-7
Gambar II. 3. Contoh CAD modelling dan analisis CAE	II-8
Gambar II. 4. <i>Injection mold process</i>	II-10
Gambar II. 5. <i>Mold two plate</i>	II-11
Gambar II. 6. <i>Mold three plate</i>	II-11
Gambar II. 7. Langkah kerja utama pada proses injeksi	II-12
Gambar II. 8. Sistem saluran pada proses injeksi	II-14
Gambar II. 9. <i>Layout runner</i>	II-15
Gambar II. 10. Klasifikasi material plastik	II-23
Gambar II. 11. Strategi pemilihan material.....	II-24
Gambar III. 1 Diagram alir perencanaan dan pembuatan cetakan	III-1
Gambar III. 2 Explode produk <i>cover MiFUS® existing</i>	III-3
Gambar III. 3 Cara penggunaan monitoring infus pintar (MiFUS®)	III-4
Gambar III. 4. Back cover pandangan atas	III-15
Gambar III. 5. Back cover dan <i>locking</i> pandangan bawah	III-15
Gambar III. 6. MiFUS pandangan samping	III-16
Gambar III. 7. <i>Locking</i> alternatif 1.....	III-16
Gambar III. 8. Back cover pandangan atas	III-16
Gambar III. 9. Back cover dan <i>locking</i> pandangan bawah	III-17
Gambar III. 10. MiFUS pandangan samping	III-17
Gambar III. 11. Sistem bukaan <i>locking</i>	III-17
Gambar III. 12. <i>Locking</i> alternatif 2.....	III-17
Gambar III. 13. Back cover pandangan atas	III-18
Gambar III. 14. Back cover dan <i>locking</i> pandangan bawah	III-18
Gambar III. 15. MiFUS pandangan samping	III-18
Gambar III. 16. Sistem bukaan <i>locking</i>	III-19
Gambar III. 17. <i>Locking</i> alternatif 3.....	III-19
Gambar III. 18. Grafik <i>temperature</i> maksimal material	III-20
Gambar III. 19. Grafik material <i>temperature</i> vs <i>density</i>	III-21
Gambar III. 20. Grafik <i>temperature</i> vs kekuatan pada <i>temperature</i>	III-22
Gambar III. 21 Matriks proses vs material.....	III-25
Gambar III. 22. Diagram proses vs berat	III-26
Gambar III. 23. Diagram proses vs ketebalan.....	III-27
Gambar III. 24. Diagram proses vs jumlah unit produksi.....	III-27
Gambar III. 25. Diagram proses vs kekasaran permukaan	III-28
Gambar III. 26. Penimbangan produk MiFUS® <i>existing</i>	III-29
Gambar III. 27. Tumpuan pada <i>cover</i>	III-30
Gambar III. 28. Hasil analisis center of gravity	III-30
Gambar III. 29. Jenis <i>meshing</i> 6mm	III-31
Gambar III. 30 Beban dan tumpuan pada produk <i>existing</i>	III-32
Gambar III. 31 Beban dan tumpuan pada produk terbaru.....	III-32
Gambar III. 32. <i>Parting line upper</i> MiFUS®	III-33
Gambar III. 33. <i>Parting line bottom</i> MiFUS®	III-33
Gambar III. 34 Standar ukuran <i>gate</i>	III-35
Gambar III. 35 Lokasi <i>gate</i> pada <i>cover upper</i> MiFUS®	III-35
Gambar III. 36 Lokasi <i>gate</i> pada <i>cover bottom</i> MiFUS®	III-36

Gambar III. 37 <i>Layout-1 cavity upper</i>	III-37
Gambar III. 38 <i>Layout-2 cavity upper</i>	III-37
Gambar III. 39 <i>Layout-1 cavity bottom</i>	III-38
Gambar III. 40 <i>Layout-2 cavity upper</i>	III-39
Gambar III. 41 Alternatif-1 <i>layout runner upper</i>	III-40
Gambar III. 42 Alternatif-2 <i>layout runner upper</i>	III-41
Gambar III. 43 Alternatif-3 <i>layout runner upper</i>	III-41
Gambar III. 44 Alternatif-1 <i>layout runner bottom</i>	III-42
Gambar III. 45 Alternatif-2 <i>layout runner bottom</i>	III-43
Gambar III. 46 Alternatif-3 <i>layout runner bottom</i>	III-43
Gambar III. 47 Sistem pendingin	III-46
Gambar III. 48 Sistem <i>venting</i>	III-47
Gambar III. 49 Proses pembuatan <i>prototype bottom cover</i> MiFUS®	III-49
Gambar III. 50 Proses pembuatan <i>prototype upper cover</i> MiFUS®	III-49
Gambar III. 51 Produk <i>existing</i> vs produk terbaru.....	III-50
Gambar III. 52 Pembongkaran limit switch dari produk <i>existing</i>	III-51
Gambar III. 53 Pemasangan limit switch ke produk terbaru	III-51
Gambar III. 54 Penarikan beban untuk sistem <i>locking</i>	III-52
Gambar III. 55 Proses melakukan uji coba penggunaan.....	III-52
Gambar III. 56 Diagram Alir Simulasi Aliran	III-53
Gambar IV. 1 Grafik data <i>mesh</i> vs stress	IV-3
Gambar IV. 2 Pembebanan minimal produk <i>existing</i>	IV-3
Gambar IV. 3 Pembebanan maksimal produk <i>existing</i>	IV-4
Gambar IV. 4 Pembebanan minimal produk terbaru	IV-5
Gambar IV. 5 Pembebanan maksimal produk terbaru	IV-5
Gambar IV. 6 Hasil analisis <i>fill time cover bottom</i>	IV-8
Gambar IV. 7 Hasil analisis <i>cooling time cover bottom</i>	IV-8
Gambar IV. 8 Hasil analisis <i>sink mark cover bottom</i>	IV-9
Gambar IV. 9 Hasil analisis <i>warpage cover bottom</i>	IV-9
Gambar IV. 10 Hasil analisis <i>air trap cover bottom</i>	IV-10
Gambar IV. 11 Hasil analisis <i>fill time cover upper</i>	IV-10
Gambar IV. 12 Hasil analisis <i>cooling time cover upper</i>	IV-11
Gambar IV. 13 Hasil analisis <i>sink mark cover upper</i>	IV-11
Gambar IV. 14 Hasil analisis <i>warpage cover upper</i>	IV-12
Gambar IV. 15 Hasil analisis <i>air trap cover upper</i>	IV-12
Gambar IV. 16 Dimensi <i>runner</i>	IV-14
Gambar IV. 17 Sistem <i>cooling bottom core</i>	IV-15
Gambar IV. 18 Sistem <i>cooling bottom cavity</i>	IV-16
Gambar IV. 19 Sistem <i>cooling upper core</i>	IV-16
Gambar IV. 20 Sistem <i>cooling bottom cavity</i>	IV-16
Gambar IV. 21 <i>Layout venting</i> produk <i>bottom cover</i> MiFUS®	IV-17
Gambar IV. 22 <i>Layout venting</i> produk <i>upper cover</i> MiFUS®	IV-17
Gambar IV. 23 <i>Layout ejector bottom</i>	IV-18
Gambar IV. 24 <i>Layout ejector upper</i>	IV-18
Gambar IV. 25 Produk terbaru yang telah dirakit.....	IV-19
Gambar IV. 26 Volume saluran dan produk <i>upper cover</i> MiFUS®.....	IV-22
Gambar IV. 27 Volume saluran dan produk <i>bottom cover</i> MiFUS®	IV-22
Gambar IV. 28 <i>nomogram thermal material plastik</i>	IV-24

Gambar IV. 1 Grafik data <i>mesh</i> vs stress	IV-3
Gambar IV. 2 Pembebanan minimal produk <i>existing</i>	IV-3
Gambar IV. 3 Pembebanan maksimal produk <i>existing</i>	IV-4
Gambar IV. 4 Pembebanan minimal produk terbaru	IV-5
Gambar IV. 5 Pembebanan maksimal produk terbaru	IV-5
Gambar IV. 6 Hasil analisis <i>fill time cover bottom</i>	IV-8
Gambar IV. 7 Hasil analisis <i>cooling time cover bottom</i>	IV-8
Gambar IV. 8 Hasil analisis <i>sink mark cover bottom</i>	IV-9
Gambar IV. 9 Hasil analisis <i>warpage cover bottom</i>	IV-9
Gambar IV. 10 Hasil analisis <i>air trap cover bottom</i>	IV-10
Gambar IV. 11 Hasil analisis <i>fill time cover upper</i>	IV-10
Gambar IV. 12 Hasil analisis <i>cooling time cover upper</i>	IV-11
Gambar IV. 13 Hasil analisis <i>sink mark cover upper</i>	IV-11
Gambar IV. 14 Hasil analisis <i>warpage cover upper</i>	IV-12
Gambar IV. 15 Hasil analisis <i>air trap cover upper</i>	IV-12
Gambar IV. 16 Dimensi <i>runner</i> [40]	IV-14
Gambar IV. 17 Sistem <i>cooling bottom core</i>	IV-15
Gambar IV. 18 Sistem <i>cooling bottom cavity</i>	IV-16
Gambar IV. 19 Sistem <i>cooling upper core</i>	IV-16
Gambar IV. 20 Sistem <i>cooling bottom cavity</i>	IV-16
Gambar IV. 21 <i>Layout venting</i> produk <i>bottom cover</i> MiFUS	IV-17
Gambar IV. 22 <i>Layout venting</i> produk <i>upper cover</i> MiFUS	IV-17
Gambar IV. 23 <i>Layout ejector bottom</i>	IV-18
Gambar IV. 24 <i>Layout ejector upper</i>	IV-18
Gambar IV. 25 Produk terbaru yang telah dirakit	IV-19
Gambar IV. 26 Volume saluran dan produk <i>upper cover</i> mifus	IV-22
Gambar IV. 27 Volume Saluran dan Produk <i>Bottom Cover</i> MiFUS	IV-22
Gambar IV. 28 <i>Nomogram Thermal Material Plastik</i> [23]	IV-24

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Keterlambatan dalam pergantian cairan infus akan mengakibatkan komplikasi pada pasien seperti naiknya cairan darah ke selang infus dan dapat membeku pada selang infus, sehingga mengganggu kelancaran aliran infus [1]. Pemantauan infus yang ketat diperlukan untuk mempertahankan volume cairan dan elektrolit dalam tubuh yang konstan dan tetap stabil. Gangguan jumlah cairan dan elektrolit dapat menyebabkan pasien gagal ginjal, guncangan, jantung, *stroke*, dehidrasi, dan dapat menyebabkan kematian [2][3]. Sehingga perawat harus keluar masuk ruangan pasien selama waktu pemantauan volume dan kecepatan alir infus. Namun, tindakan tersebut dapat mengganggu ketenangan pasien atau menyebabkan pasien tidak menerima pengobatan tepat waktu akibat kelalaian tenaga kesehatan [4]. Oleh karena itu, untuk menunjang jalannya aktivitas *medical check*, dibutuhkan sistem pengawasan cairan infus yang dikendalikan secara otomatis. Pada saat ini telah dirancang suatu produk bernama *Medical Information Unit System* (MiFUS®) yang berfungsi menampilkan kondisi infus pasien (menggunakan sistem IoT) sebagai pengingat kapan tenaga kesehatan harus masuk untuk mengganti infus para pasien [5]. Sehingga dengan cara ini dapat meminimalisir terganggunya ketenangan pasien saat beristirahat dan kelalaian tenaga kesehatan dalam waktu pengobatan. Semakin banyaknya pusat kesehatan seperti puskesmas, klinik, maupun rumah sakit hampir semua pasien yang rawat inap memerlukan cairan infus, sehingga produk tersebut semakin banyak dibutuhkan [6]. Pada produk MiFUS® terdapat komponen *cover* yang sangat dibutuhkan sebagai pelindung bagian dalam (sensor dan komponen elektrik), fungsi ergonomi, dan estetika dari tampilan alat.

Bahan material untuk *cover* MiFUS® pada umumnya terbuat dari bahan plastik. Material untuk produk ini harus memiliki ketangguhan yang tinggi karena produk rawan terhadap benturan atau jatuh, tahan banting, dan tahan panas. Material plastik dapat diproses dengan cara dicetak, dituang, dibentuk, diproses secara permesinan (*machining*), dan disambung (*joining*). Terdapat beberapa metode proses produksi produk plastik diantaranya yaitu, cetak tekan (*compression molding*), cetak transfer (*transfer molding*), cetak injeksi (*injection molding*), cetak mengalir (*extrusion*

molding), cetak tiup (*blow molding*), vakum (pembentukan termal), cetak giling (*calendering*) dan lain-lain [7].

Pengembangan *cover* MiFUS® yang dilakukan sebelumnya hanya pada volume kecil (± 10 pcs) dengan proses menggunakan *rapid prototyping* [8]. Harga MiFUS® relatif mahal [6]. Sementara untuk saat ini membutuhkan produk dalam volume banyak (± 100.000 pcs) dengan harga yang terjangkau. Sehingga diperlukan pengembangan produk *cover* MiFUS® untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Para peneliti terdahulu telah mencoba beberapa metode untuk mengembangkan produk *cover* MiFUS® seperti yang dilakukan oleh Melinda Indriani (2022) yaitu, tentang penerapan metode *kansei engineering* pada perancangan dan pengembangan produk *casing* untuk alat kesehatan *Medical Information Unit System* (MiFUS®). Penelitian ini menghasilkan rancangan produk yang optimal berdasarkan hasil analisis pasar dan membuat *prototype* produk dengan mesin *3D Print*. Penelitian yang dilakukan oleh Riona Ihsan Media, dkk. (2024) yaitu, tentang pengembangan produk *casing* alat kesehatan pemantauan infus pintar (MiFUS®) dengan metode *rapid tooling*. Penelitian ini menghasilkan rancangan produk MiFUS® menggunakan teknologi mesin *3D Print* dengan memperhatikan parameter desain seperti penyusutan yang terjadi dan kekuatan material dalam menahan beban mekanik.

Penelitian lainnya yaitu Agung Premono, dkk. (2016) yaitu, tentang optimasi posisi *gate* paling optimal dalam mereduksi cacat hasil produk *outer shell helmet*. Penelitian ini berasumsi bahwa penentuan posisi *gate* yang optimal adalah posisi *gate* yang menghasilkan cacat paling sedikit diantara posisi *gate* lainnya dengan mempertimbangkan beberapa parameter cacat seperti *shrink mark*, *short shot*, dan *volumetric shrinkage* [9].

Namun beberapa peneliti tersebut mempunyai kelemahan diantaranya peneliti pertama yaitu, produk dirancang hanya sesuai hasil analisis pasar tanpa mempertimbangkan proses pembuatan. Peneliti kedua yaitu proses pembuatan produk menggunakan mesin *3D Print*, dengan proses tersebut produk yang diproduksi hanya dalam jumlah kecil ± 10 pcs. Peneliti ketiga yaitu proses optimasi posisi *gate* pada produk *helmet* hanya memperhatikan cacat tanpa memperhatikan parameter waktu pengisian.

Adapun pemilihan *injection molding* sebagai proses pencetakan produk plastik tentunya didasari dengan alasan yaitu kelebihan yang dimilikinya dibanding macam *molding* yang lainnya. Kelebihan teknologi *injection molding* yaitu, kecepatan produksi yang tinggi, toleransi tinggi dan berulang-ulang, bermacam-macam material plastik dapat digunakan, biaya tenaga kerja yang rendah, plastik sisa yang terbuang minimal, sedikit kebutuhan dalam *finishing* [10]. Cetakan injeksi merupakan metode pemrosesan plastik yang paling populer dalam produksi barang konsumen dan industri, serta dilakukan diseluruh dunia [11][12]. Pada proses *injection molding* memerlukan pengaturan parameter *melt Temperature*, *mold Temperature*, *filling time*, *speed filling*, *maximum injection pressure*, *cycle time*, *filling pressure speed*, dan *weight of parts* yang tepat untuk meningkatkan kualitas produk dan menghemat biaya produksi dan juga cacat yang akan terjadi seperti *sink mark* pada produk sebagai prediksi awal sebelum diproduksi pada mesin sebenarnya [13]. Beberapa parameter tersebut dibantu dengan melakukan pendekatan menggunakan *Computer Aided Engineering* (CAE) untuk mendapatkan hasil yang hampir sama dengan yang akan diperoleh dalam situasi nyata [14].

Penelitian ini membahas optimasi rancangan *cover* MiFUS® menggunakan teknologi *injection molding*. Optimasi pengembangan produk yang dilakukan yaitu meminimalkan massa produk dengan mengurangi ketebalan produk, mengembangkan bentuk lubang menyesuaikan dengan mesin tanpa slider sesuai permintaan customer, mengoptimalkan sistem pengikatan pada produk, dan menambahkan sistem keamanan pada produk. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan *mold* dan *cover* MiFUS® yang dapat diproses dengan *injection molding* jenis cetakan *two plate mold* tanpa *slider* dengan tetap memperhatikan fungsi produk sehingga produk dapat dibuat dengan menggunakan metode *injection molding*. Untuk memvalidasi produk tersebut dapat diproduksi dengan *injection molding* yaitu dengan melakukan simulasi berulang kali dan merancang *core cavity*. Selain itu, dilakukan juga optimasi pemilihan material dan proses yang tepat untuk *cover* MiFUS® dan optimasi dalam penempatan posisi *gate* pada produk untuk meminimalisir terjadinya cacat produk pada saat ketika diproduksi.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, berikut ini adalah rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini:

1. Bagaimana rancangan produk *cover Medical Information Unit System* (MiFUS®) menggunakan teknologi *injection molding*?
2. Parameter apa saja yang memengaruhi proses pembuatan *core cavity* produk *cover Medical Information Unit System* (MiFUS®)?
3. Material apa yang tepat untuk produk *cover Medical Information Unit System* (MiFUS®)?

I.3. Batasan Masalah

Pada penjelasan rumusan di atas diberikan batasan penelitian agar benar-benar terarah dan agar sesuai dengan tujuan, maka tugas akhir ini memiliki Batasan masalah, yaitu:

1. Membuat *3D modelling* modifikasi rancangan *cover Medical Information Unit System* (MiFUS®) menggunakan teknologi *injection molding* dengan jenis mesin *two plate mold* tanpa *slider*, jumlah *cavity* 2 buah dan material *thermoplastic*.
2. Mesin yang digunakan *DEMAG Ergotech Extra 200*
3. Jumlah produksi ± 100.000 pcs/3 bulan, dengan jumlah jam kerja 1 shift/hari (8jam)
4. Gambar kerja hanya produk *cover* alat kesehatan *Medical Information Unit System* (MiFUS®), dan *core* dan *cavity*.
5. Fokus pada perancangan dan pengembangan produk *cover* alat kesehatan *Medical Information Unit System* (MiFUS®), tidak mencakup komponen elektronik, pembuatan program, serta analisis pasar .
6. Hasil penelitian ini divalidasi dengan pembuatan *core cavity*, dan analisis *Moldflow* untuk memastikan produk dapat dicetak.
7. Tidak mencakup perhitungan biaya pembuatan dan harga produk.

I.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan rancangan produk *cover Medical Information Unit System* (MiFUS®) yang bisa diproduksi menggunakan teknologi *injection molding*.
2. Mengetahui parameter yang memengaruhi proses pembuatan *core cavity* produk *cover Medical Information Unit System* (MiFUS®).
3. Mengetahui material yang diperlukan produk *cover Medical Information Unit System* (MiFUS®).

I.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Merancang produk yang sesuai dengan kebutuhan dan permasalahan yang ada.
2. Dapat memenuhi kebutuhan produksi untuk dilakukan secara *mass production*.
3. Dapat menjadi referensi bagi pihak yang akan melakukan penelitian di masa yang akan datang.

I.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut:
BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODA PELAKSANAAN, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem dimulai dari perancangan *cover Medical Information Unit System* (MIFUS®) hingga pembuatan *prototype* menggunakan *3D Printing*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi uraian penyelesaian tugas akhir sehingga dapat dihasilkannya rancangan yang sesuai dengan kebutuhan.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh sebagai jawaban dari rumusan masalah dan tujuan awal penelitian serta pemaparan mengenai kritik dan saran perbaikan maupun kajian lanjut dari penelitian yang telah dilakukan