

**OPTIMASI POSISI GATE PADA INJECTION MOLDING OIL LEVEL
DRIPSTICK DENGAN SIMULASI AUTODESK MOLDFLOW**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

OPTIMASI POSISI *GATE* PADA *INJECTION MOLDING OIL LEVEL DRIPSTICK*
DENGAN SIMULASI *AUTODESK MOLDFLOW*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh:

Nama : Yonathan Wibisono
NIM : 41319120062
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMASI POSISI *GATE* PADA *INJECTION MOLDING OIL LEVEL DRIPSTICK* DENGAN SIMULASI *AUTODESK MOLDFLOW*

Disusun oleh:

Nama : Yonathan Wibisono
NIM : 41319120062
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 16 Juni 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D.)
NIP. 116770512

Penguji Sidang I



(Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT)
NIP. 112750348

Penguji Sidang II



(Gilang Awan Yudhistira, ST, MT)
NIP. 221900211

Penguji Sidang III



(Subekti, MT)
NIP: 118730612

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT)
NIP. 112750348

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T)
NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Yonathan Wibisono

NIM : 41319120062

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Optimasi Posisi *Gate* pada *Injection Molding Oil Level Dripstick* dengan Simulasi *Autodesk Moldflow*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 08 Maret 2023

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



METERAI
TEMPEL
R0ADAAK589301731 Yonathan Wibisono

PENGHARGAAN

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari adanya bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankan Penulis untuk mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku ketua koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D. selaku pembimbing Tugas Akhir.
6. Kedua orang tua yang telah membesarkan dan yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam untuk kesuksesan dunia dan akhirat.
7. Bapak dan Ibu dosen pengajar pada Program Studi Teknik Mesin atas segala ilmu dan wawasan yang telah diberikan.
8. Atasan dan rekan-rekan kerja di PT GMF AeroAsia Tbk yang selalu memberikan semangat, dukungan dan permakluman yang dibutuhkan.
9. Serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari, tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, kritik dan saran yang membangun sangat Penulis harapkan demi perbaikan dan sempurnanya tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Jakarta, 16 Juni 2023

Yonathan Wibisono

ABSTRAK

Industri plastik merupakan salah satu industri dunia yang sangat cepat berkembang. Produk-produk plastik dapat diproduksi dengan menggunakan *injection molding* untuk menghasilkan produk plastik berbentuk kompleks dengan presisi tinggi dan biaya rendah. Dalam proses ini, penempatan *gate* cetakan memiliki pengaruh besar terhadap hasil akhir produk cetakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimisasi penempatan *gate* dalam cetakan *oil level dripstick* menggunakan metode analisis simulasi elemen hingga dengan bantuan perangkat lunak *Moldflow Insight*. Analisis dilakukan pada 3 buah sampel lokasi *gate* antara lain: *flow resistance gate*, *center gate*, dan *end gate* berdasarkan parameter injeksi optimal yang dihitung dengan metode *response surface*. Hasil simulasi disajikan dalam bentuk diagram plot untuk tujuh kriteria kualitas yaitu: *fill time*, *temperature at flow front*, *pressure at end of fill*, *frozen layer fraction at the end of fill*, *weld lines*, *air traps*, dan *deflection*. Kriteria dibandingkan berdasarkan prediksi kualitas, keseimbangan aliran, serta potensi *defect* yang akan terjadi. Analisis parameter injeksi menghasilkan parameter optimal yaitu mold temperature sebesar 93°C, melt temperature sebesar 260°C, dan tekanan injeksi sebesar 5.18765 MPa. Dari ketiga sampel *gate* ditemukan bahwa posisi *gate* paling optimal adalah *center gate* yang terletak pada bagian tengah cetakan dan dibagian yang paling tebal, sesuai dengan penelitian sebelumnya.

Kata kunci : *gate, injection molding, moldflow, oil-level dripstick, plastik*



OPTIMIZATION OF GATE POSITION IN INJECTION MOLDING OF OIL LEVEL DRIPSTICK USING AUTODESK MOLDFLOW

ABSTRACT

The plastics industry is one of the rapidly growing industries worldwide. Plastic products can be produced using injection molding to create complex plastic products with high precision and low cost. In this process, the placement of the mold gate has a significant influence on the final molded product. This research aims to optimize the gate placement in an oil level dripstick mold using finite element simulation analysis method with the assistance of Moldflow Insight software. The analysis is conducted on three sample gate locations, namely the flow resistance gate, center gate, and end gate, based on the optimal injection parameters calculated using the response surface method. The simulation results are presented in the form of plot diagrams for seven quality criteria, including fill time, temperature at the flow front, pressure at the end of fill, frozen layer fraction at the end of fill, weld lines, air traps, and deflection. The criteria are compared based on quality predictions, flow balance, and potential defects that may occur. The injection parameter analysis yields the optimal parameters, which are a mold temperature of 93°C, melt temperature of 260°C, and injection pressure of 5.18765 MPa. Among the three gate samples, it is found that the most optimal gate position is the center gate, located in the middle of the mold and in the thickest part, in accordance with previous research.

Keywords: gate, injection molding, moldflow, oil-level dripstick, plastic

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	I
HALAMAN PERNYATAAN	II
PENGHARGAAN	III
ABSTRAK	IV
<i>ABSTRACT</i>	V
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR GAMBAR	VIII
DAFTAR TABEL	XI
DAFTAR SIMBOL	XII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. DASAR TEORI	9
2.2.1. <i>Computer-Aided Engineering (CAE)</i>	9
2.2.2. <i>Perangkat Lunak Moldflow</i>	10
2.2.3 <i>Teknologi Simulasi Injection Molding</i>	11
2.2.4 <i>Proses Injection Molding</i>	15
2.2.5 <i>Parameter Injection Molding (Process Conditions)</i>	20
2.2.6 <i>Model Matematis Perhitungan Parameter Injection Molding</i>	24
2.2.7 <i>Kecacatan pada Produk Injection Molding</i>	26
2.2.6 <i>Gate</i>	31
BAB III METODOLOGI	41
3.1. DIAGRAM ALIR	41

3.2. ALAT DAN BAHAN	44
3.2.1 <i>Oil Level Dripstick</i>	44
3.2.2 <i>Autodesk Moldflow Adviser dan Insight</i>	46
BAB IV PEMBAHASAN	50
4.1. PEMILIHAN LOKASI GATE CETAKAN	50
4.1.1 <i>Minimum Flow Resistance Gate</i>	50
4.1.2 <i>Center Gate</i>	51
4.1.3 <i>End Gate</i>	52
4.2 ANALISIS PARAMETER INJEKSI (<i>PROCESS CONDITIONS</i>)	53
4.3. HASIL SIMULASI SAMPEL LOKASI GATE CETAKAN	58
4.3.1 <i>Fill Analysis</i>	58
4.3.2 <i>Packing Analysis</i>	67
4.3.3 <i>Warp analysis</i>	74
4.3. MATRIKS KEPUTUSAN	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1. KESIMPULAN	79
5.2. SARAN	80
DAFTAR PUSTAKA	81



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Analisis <i>Filling</i> dan <i>Packing Moldflow</i>	11
Gambar 2.2. <i>Moldflow Cooling Analysis</i>	12
Gambar 2.3. Jenis-Jenis Orientasi Serat	13
Gambar 2.4. Analisis <i>Warpage Moldflow</i>	14
Gambar 2.5. Mesin <i>Injection Molding</i> dan Bagian-Bagiannya	16
Gambar 2.6. <i>Fountain Flow</i> dan Perpindahan Panas	17
Gambar 2.7. Pengaruh Laju Injeksi pada Ketebalan Lapisan	18
Gambar 2.8. Fase-Fase <i>Injection Molding</i>	19
Gambar 2.9. Fase-Fase <i>Injection Molding</i> Terlihat dari Cetakan	19
Gambar 2.10. Aliran Delta	20
Gambar 2.11. <i>Short Shot</i>	26
Gambar 2.12. <i>Warp</i>	27
Gambar 2.13. <i>Flash</i>	27
Gambar 2.14. <i>Sink Marks/Void</i>	28
Gambar 2.15. <i>Air Trap</i>	29
Gambar 2.16. <i>Hesitation</i>	30
Gambar 2.17. <i>Jetting</i>	30
Gambar 2.18. <i>Weld Lines</i>	30
Gambar 2.19. Terminologi Ukuran <i>Gate</i>	31
Gambar 2.20. <i>Sprue Gate</i>	32
Gambar 2.21. <i>Tab Gate</i>	33
Gambar 2.22. <i>Edge Gate</i>	33
Gambar 2.23. <i>Overlap Gate</i>	34
Gambar 2.24. <i>Fan gate</i>	34
Gambar 2.25. <i>Disk gate</i>	35
Gambar 2.26. <i>Ring Gate</i>	36
Gambar 2.27. <i>Spoke Gate</i>	36
Gambar 2.28. <i>Film Gate</i>	37
Gambar 2.29. <i>Pin Gate</i>	38
Gambar 2.30. <i>Submarine Gate</i>	38
Gambar 2.31. <i>Hot-Runner Gate</i>	39

Gambar 2.32. Valve Gate	40
Gambar 3.1. Oil level Dripstick	45
Gambar 3.2. Dimensi oil level dripstick	45
Gambar 4.1. Flow Resistance Analysis	51
Gambar 4.2. Center Gate	52
Gambar 4.3. End Gate	52
Gambar 4.4. Kurva Viskositas Amilan CM3006B2	54
Gambar 4.5. Grafik Optimisasi Respons	56
Gambar 4.6. Fill Time Analysis - Center Gate	58
Gambar 4.7. Fill Time Analysis - End Gate	59
Gambar 4.8. Fill Time Analysis - Minimum Flow Resistance Gate	59
Gambar 4.9. Temperature at Flow Front Analysis - Flow Resistance Gate	60
Gambar 4.10. Temperature at Flow Front Analysis - Center Gate	61
Gambar 4.11. Temperature at Flow Front Analysis - End Gate	61
Gambar 4.12. Pressure at the End of Fill Analysis – Minimum Flow Resistance Gate	63
Gambar 4.13. Pressure at the end of fill analysis – Center Gate	63
Gambar 4.14. Pressure at the End of Fill Analysis - End Gate	64
Gambar 4.15. Frozen Layer Fraction Analysis - Minimum Flow Resistance Gate	65
Gambar 4.17 Frozen Layer Fraction Analysis - End Gate	66
Gambar 4.16. Frozen Layer Fraction Analysis - Center Gate	66
Gambar 4.18. Bulk Temperature at the End of Pack Analysis – Minimum Flow Resistance Gate	67
Gambar 4.19. Bulk Temperature at the End of Pack Analysis – End Gate	68
Gambar 4.20. Bulk Temperature at the End of Pack Analysis – Center Gate	68
Gambar 4.21. Weld Lines Analysis - Minimum Flow Resistance Gate	70
Gambar 4.22. Weld Lines Analysis - Center Gate	70
Gambar 4.23. Weld Lines Analysis - End Gate	71
Gambar 4.24. Air Traps Analysis - Minimum Flow Resistance Gate	72
Gambar 4.25. Air Traps Analysis - Center Gate	73
Gambar 4.26. Air Traps Analysis - End Gate	73
Gambar 4.27. Deflection Analysis - Minimum Flow Resistance Gate	74
Gambar 4.28. Deflection Analysis - Center Gate	75



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1. Parameter Simulasi Cetakan	46
Tabel 3.2. Data Sheet Plastik PA66	47
Tabel 3.3. Spesifikasi Mesin Injeksi Hwa-Chin HC-250SE	48
Tabel 4.1. Desain Analisis <i>Response Surface Method</i>	55
Tabel 4.2. Hasil Desain Experimen dalam L3 <i>Orthogonal Array</i>	55
Tabel 4.3. Desain Metode <i>Response Optimization</i>	56
Tabel 4.4. Tabel Hasil Optimasi Respons	56
Tabel 4.5. Hasil Numerik Analisis <i>Bulk Temperature at the End of Pack</i>	69
Tabel 4.6. Matriks Keputusan Sampel <i>Gate</i>	77



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
η	Viskositas lelehan polimer (Pa.s)
l	Panjang aliran (m)
\dot{Q}	Laju aliran volumetrik (m ³ /s)
A	Luas permukaan [m ²]
n	Konstanta material (koefisien power-law)
η_0	Viskositas pada laju geser nol (Pa.s)
T	Temperatur polimer (°C)
T^*	Glass transition temperature (°C)
D_1	Konstanta Matematis
D_2	Konstanta Matematis
A_2	Konstanta Matematis
c_p	Panas jenis material (J/kg.K)
t	Waktu (s)
p	Tekanan (Pa)
μ	Viskositas dinamis lelehan (Pa.s)
ε	Tensor laju deformasi
α	Koefisien ekspansi termal
$\dot{\gamma}$	Laju tegangan geser (1/s)
ρ	Kerapatan material (kg/m ³)
K	Konduktivitas termal (W/m.K)
h^+	Koordinat atas pada sumbu Z
h^-	Koordinat bawah pada sumbu Z
k	Koefisien kompresibilitas
H	Ketebalan dinding celah (m)