

**PENINGKATAN KUALITAS PRODUK CT103 CASING P1-P2 DENGAN
PERBANDINGAN TAGUCHI DENGAN MOLDFLOW 2D UNTUK
MENGURANGI SINK MARKS, SHRINKAGE, DAN WARPAGE DI INDUSTRY
MOLD**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



COSMAS HERNANDO WEIJNEN

18 16 10042

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul

PENINGKATAN KUALITAS PRODUK CT103 CASING P1-P2 DENGAN
PERBANDINGAN *TAGUCHI* DENGAN *MOLDFLOW 2D* UNTUK MENGURANGI
SINK MARKS, SHRINKAGE, DAN WARPAGE DI *INDUSTRY MOLD*

yang disusun oleh
Cosmas Hernando Weijnen

18 16 10042

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 15 Oktober 2021

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1 :	Dr. T. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2 :	Dr. T. Baju Bawono, ST., M.T.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1 :	Josef Hernawan Nudu, ST., M.T.	Telah Menyetujui
Penguji 2 :	A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 15 Oktober 2021

Universitas Atma Jaya Yogyakarta,

Fakultas Teknologi Industri,

Dekan,

Ttd.

Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc.

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Comas Hernando Weijnen

NPM : 18 16 10042

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul “Peningkatan Kualitas Produk CT103 *Casing* P1-P2 dengan Perbandingan *Taguchi* dengan *Moldflow* 2D untuk Mengurangi *Sink Marks*, *Shrinkage*, dan *Warpage* di *Industry Mold*” merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2020/2021 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 15 Oktober 2021

Yang menyatakan,



METERAL TEMPEL
10000
CEC2AJX292719506

Cosmas Hernando Weijnen

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan kasihNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Pembuatan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada program ekstensi ATMI-UAJY yang ditempuh penulis pada Fakultas Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak dukukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ibu Ririn Diar Astanti, S.T., M.MT., D.Eng., selaku Ketua Departemen Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Lenny Halim, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi S1 Tenik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Dr. Paulus Wisnu Anggoro S. T., M. T., sebagai dosen pembimbing 1 yang memberikan pengarahan, motivasi dan sekaligus pembimbing akademik.
5. Dr. Baju Bawono, ST., M. T., atas ketersediaannya dalam menjadi dosen pembimbing 2.
6. Yosef Daryanto, S.T., M.Sc., sebagai pembimbing pada pembuatan pembuatan proposal Tugas Akhir.
7. Ratmono Hari Widyatmoko S.T., atas diberikannya informasi terkait penelitian yang dilakukan oleh penulis.
8. Segenap dosen Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membagikan ilmunya selama penulis menjalani perkuliahan.
9. Kedua orang tua penulis, yang selalu memberikan dukungan secara moral dan materi kepada penulis.
10. Politeknik ATMI Surakarta, atas ilmu yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menjadi dasar ilmu untuk dikembangkan pada jenjang S1.
11. PT. ATMI-IGI Center Surakarta dan Unit PUTP yang telah memberikan informasi terkait penelitian yang dilakukan oleh penulis.
12. Teman-teman mahasiswa ekstensi ATMI-UAJY angkatan 2018 pada program studi Teknik Industri yang selalu memberikan *support* kepada penulis.

13. Teman-teman alumni Politeknik ATMI Surakarta angkatan 48 yang membantu dan juga memberi dukungan kepada penulis.
14. Teman-teman Fakultas Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta angkatan 2016,2017 dan 2018 yang menjadi teman baru sekaligus teman berbagi ilmu dalam perkuliahan.
15. Dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Penulis berharap semoga penulisan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan informasi kepada para pembacanya. Penulis juga menyadari bahwa pada tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Kritik dan saran terhadap tugas akhir ini akan diterima sebagai dasar perbaikan untuk penulisan tugas akhir kedepannya.

Yogyakarta, 15 Oktober 2021

Cosmas Hernando Weijnen



DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	HALAMAN PENGESAHAN	ii
	PERNYATAAN ORIGINALITAS	iii
	KATA PENGANTAR	iv
	DAFTAR ISI	vi
	DAFTAR TABEL	viii
	DAFTAR GAMBAR	ix
	PERSAMAAN	xi
	LAMPIRAN	xiii
	INTISARI	xiv
BAB 1	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Perumusan Masalah	4
1.3	Tujuan Penelitian	4
1.4	Batasan Masalah	5
BAB 2	TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1	Tinjauan Pustaka	6
2.2	Dasar Teori	10
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1	Jenis Penelitian	38
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	38
3.3	Data	38
3.4	Penelitian Instrumen, Alat dan Bahan Penelitian	39
3.5	Tahapan Penelitian	39

BAB 4 PROFIL dan DATA	43
4.1. Profil Perusahaan	43
4.2. Work Sheet Unit Kerja <i>Work Injection</i>	43
4.3. Spesifikasi CT103 <i>Casing P1-P2</i>	44
4.4. Spesifikasi Mold yang Digunakan	47
4.5. Spesifikasi Mesin Injeksi	48
4.6. Proses Data Eksperimen	50
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	72
5.1. Analisis 5M2E1I	72
5.2. Analisis Respon Terhadap Hasil Pengolahan Statistik	74
5.3. Analisis Parameter Terhadap Respon <i>Shrinkage</i>	75
5.4. Analisis Parameter Terhadap Respon <i>Sink marks</i>	77
5.5. Analisis Parameter Terhadap Respon <i>Warpage</i>	78
5.6. Perbandingan Hasil Optimasi dan Peneliti Sebelumnya	79
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	82
6.1. Kesimpulan	82
6.2. Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	86

DAFTAR TABEL

TABEL	HAL
Tabel 4.1. Data Cacat Produk Baru Saat <i>Trial Mold</i>	44
Tabel 4.2. Spesifikasi CT103 <i>Casing</i> P1-P2	44
Tabel 4.3. Spesifikasi <i>Polycarbonate</i> (PC)	46
Tabel 4.4. Ketentuan <i>Standard</i> Kualitas Produk	47
Tabel 4.5. Tabel Spesifikasi <i>Mold Base</i>	48
Tabel 4.6. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses	53
Tabel 4.7. <i>Orthogonal array</i> $L_{27}3^6$ Parameter dan Respon	58
Tabel 4.8. <i>S/N Ratio Shrinkage</i>	59
Tabel 4.9. <i>Means Shrinkage</i>	60
Tabel 4.10. <i>S/N Ratio Sink Marks</i>	61
Tabel 4.11. <i>Means Sink Marks</i>	62
Tabel 4.12. <i>S/N Ratio Warpage</i>	63
Tabel 4.13. <i>Means Warpage</i>	64
Tabel 4.14. ANOVA <i>Shrinkage</i>	65
Tabel 4.15. ANOVA <i>Sink Marks</i>	67
Tabel 4.16. ANOVA <i>Warpage</i>	69
Tabel 5.1. <i>Confirmatory</i> Optimasi <i>Taguchi</i> Terhadap <i>Shrinkage</i>	76
Tabel 5.2. Perbandingan Metode Optimasi <i>Taguchi</i> Terhadap <i>Shrinkage</i>	77
Tabel 5.3. <i>Confirmatory</i> Optimasi <i>Taguchi</i> Terhadap <i>Sink Marks</i>	78
Tabel 5.4. Perbandingan Metode Optimasi <i>Taguchi</i> Terhadap <i>Sink Marks</i>	78
Tabel 5.5. <i>Confirmatory</i> Optimasi <i>Taguchi</i> Terhadap <i>Warpage</i>	79
Tabel 5.6. Perbandingan Metode Optimasi <i>Taguchi</i> Terhadap <i>Warpage</i>	79
Tabel 5.7. Perbedaan Hasil Peneliti Sekarang dan Sebelumnya	80

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HAL
Gambar 2.1. Bagian Mesin Injeksi	12
Gambar 2.2. <i>Injection Unit</i>	13
Gambar 2.3. <i>Mold Standard</i>	15
Gambar 2.4. Nomer Kode Plastik	16
Gambar 2.5. Contoh <i>Short Shot</i>	20
Gambar 2.6. Contoh <i>Flashing</i>	20
Gambar 2.7. Contoh <i>Sink Marks</i>	21
Gambar 2.8. Contoh <i>Sink Marks</i>	22
Gambar 2.9. Contoh <i>Bubbles</i>	22
Gambar 2.10. Contoh <i>Weld Line</i>	23
Gambar 2.11. Contoh <i>Warpage</i>	24
Gambar 2.12. <i>Taguchi Loss Function</i>	30
Gambar 2.13. Grafik <i>Lower Is Best</i>	32
Gambar 2.14. Grafik <i>Higher Is Best</i>	32
Gambar 2.15. Contoh Notasi <i>Orthogonal Array</i>	35
Gambar 2.16. Tabel ANOVA	35
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian	42
Gambar 4.1. Gambar Produk CT103 <i>Casing</i> P1-P2	45
Gambar 4.2. Gambar Rakitan CT103 <i>Casing</i> P1-P2	45
Gambar 4.3. Lokasi Proyeksi Luasan	48
Gambar 4.4. Mesin Injeksi Toshiba EC180SX	49
Gambar 4.5. Spesifikasi Mesin Toshiba EC180SX	50
Gambar 4.6. <i>Root Cause Problem Solving of Defect Products Injection Mold</i> 52	
Gambar 4.7. Pemilihan Level dan Faktor	56

Gambar 4.8. Pemilihan Desain <i>Taguchi</i>	56
Gambar 4.9. Hasil Pemilihan Desain <i>Taguchi</i>	57
Gambar 4.10. Grafik <i>Main Effects Plot for S/N Ratio Shrinkage</i>	59
Gambar 4.11. Grafik <i>Main Effects Plot for Means Shrinkage</i>	60
Gambar 4.12. Grafik <i>Main Effects Plot for S/N Ratio Sink Marks</i>	61
Gambar 4.13. Grafik <i>Main Effects Plot for Means Sink Marks</i>	62
Gambar 4.14. Grafik <i>Main Effects Plot for S/N Ratio Warpage</i>	63
Gambar 4.15. Grafik <i>Main Effects Plot for Means Warpage</i>	64
Gambar 4.16. <i>Pareto Chart of The Standardized Effects Shrinkage</i>	66
Gambar 4.17. <i>Pareto Chart of The Standardized Effects Sink Marks</i>	67



PERSAMAAN

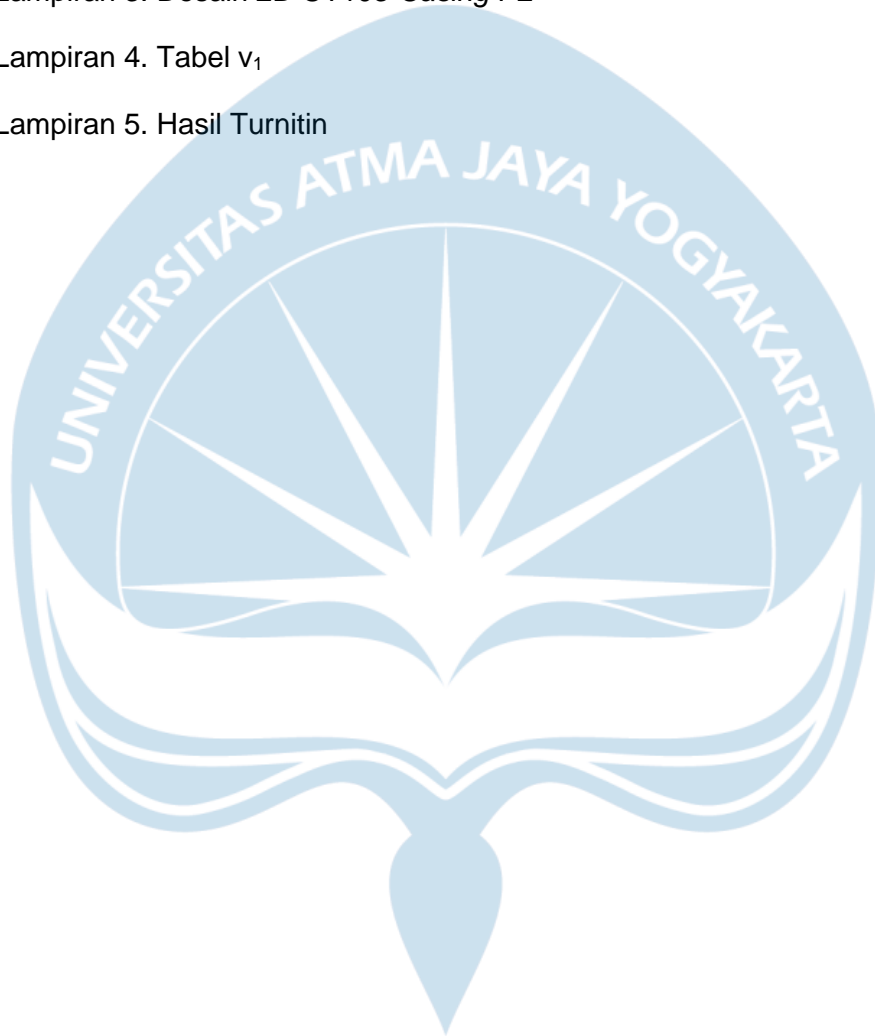
PERSAMAAN	HAL
(2.1) Persamaan <i>Shrinkage</i>	23
(2.2) Persamaan Faktor <i>Shrinkage</i>	23
(2.3) Persamaan <i>Loss Function Nominal Is Best</i>	31
(2.4) Persamaan Koefisien <i>Loss Function Nominal Is Best</i>	31
(2.5) Persamaan <i>Loss Function Lower Is Best</i>	31
(2.6) Persamaan Koefisien <i>Loss Function Lower Is Best</i>	32
(2.7) Persamaan <i>Loss Function Higher Is Best</i>	32
(2.8) Persamaan Koefisien <i>Loss Function Higher Is Best</i>	32
(2.9) Persamaan <i>S/N Ratio Lager the Better</i>	33
(2.10) Persamaan <i>S/N Ratio Nominal the Better</i>	34
(2.11) Persamaan <i>S/N Ratio Smaller the Better</i>	34
(2.12) Persamaan <i>Sum of Square Main Effect Total</i>	36
(2.13) Persamaan <i>Sum of Square Main Effect A</i>	36
(2.14) Persamaan <i>Sum of Square Main Effect B</i>	36
(2.15) Persamaan <i>Sum of Square Interaction</i>	36
(2.16) Persamaan <i>Sum of Square Error</i>	36
(2.17) Persamaan <i>Degrees of Freedom Main Effect Total</i>	36
(2.18) Persamaan <i>Degress of Freedom Main Effect A</i>	36
(2.19) Persamaan <i>Degress of Freedom Main Effect B</i>	36
(2.20) Persamaan <i>Degress of Freedom Interaction</i>	36
(2.21) Persamaan <i>Degress of Freedom Error</i>	36
(4.1) Persamaan Derajat Kebebasan untuk <i>Orthogonal Array</i>	55
(4.2) Persamaan <i>Regression ANOVA Shrinkage</i>	66
(4.3) Persamaan <i>Regression ANOVA Sink Marks</i>	68
(4.4) Persamaan <i>Regression ANOVA Warpage</i>	70

(5.1) Persamaan <i>Confidence Interval</i>	75
(5.2) Persamaan Jumlah Pengamatan	76



LAMPIRAN

LAMPIRAN	HAL
Lampiran 1. Diagram Keterkaitan	86
Lampiran 2. Desain 2D CT103 <i>Casing</i> P1	87
Lampiran 3. Desain 2D CT103 <i>Casing</i> P2	88
Lampiran 4. Tabel v_1	89
Lampiran 5. Hasil Turnitin	90



INTISARI

Proses *injection molding* adalah proses pembuatan produk yang mampu membuat produk dengan bentuk yang kompleks dengan ukuran toleransi yang ketat. Salah satu faktor yang mempengaruhi dalam proses injeksi adalah penentuan parameter. Namun dalam prosesnya sering kali ditemukan cacat produk karena ketidaksesuaian pada parameter permesinan. PT. ATMI-IGI Center Surakarta merupakan salah satu produsen yang memproduksi produk injeksi *molding* yang menemukan permasalahan optimasi parameter pada produk komponen terminal listrik transformator CT103 Casing P1-P2. Permasalahan optimasi parameter yang terdapat pada PT. ATMI-IGI Center Surakarta dalam pengerjaan produk komponen terminal listrik transformator CT103 Casing P1-P2 dalam menurunkan cacat produk *shrinkage*, *sink marks* dan *warpage*.

Permasalahan optimasi tersebut dapat diselesaikan dengan metode *Taguchi* berbasis DoE. Hal tersebut didasari dengan ditemukannya 6 parameter berpengaruh berupa *mold temperature*, *melt temperature*, *injection pressure*, *injection time*, *cooling time*, dan *holding time*. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, 6 parameter tersebut memiliki 3 level pada masing-masing parameter. Berdasarkan penentuan parameter dan level yang didapat, akan dijadikan dasar penyelesaian dengan metode *design of experiment Taguchi*, dengan matriks *orthogonal array L₂₇3⁶*. Bentuk matriks *orthogonal array L₂₇3⁶* dan nilai level akan menjadi dasar eksperimen yang dilakukan untuk mendapatkan respon. Matriks *orthogonal array L₂₇3⁶* dan respon yang telah didapatkan akan menjadi dasar analisis *S/N ratio* dan ANOVA.

Hasil akhir penelitian menunjukkan dengan digunakannya metode *Taguchi* berbasis DoE dapat mengurangnya jumlah cacat yang terjadi dengan didapatkannya parameter optimal *mold temperature* 80°C, *melt temperature* 320 °C, *injection pressure* 137 MPa, *injection time* 2,5 detik, *cooling time* 32 detik, dan *holding time* 14 detik. Dimana dengan parameter tersebut didapatkan penurunan cacat produk CT103 Casing P1-P2 sebesar 4,2980% dari total volume produk untuk cacat *shrinkage*, 0,0507mm untuk cacat *sink marks* dan 0,310mm untuk cacat *warpage*.

Kata Kunci: *Injection Molding*, *Taguchi*, *DoE*, ANOVA