

**ANALISA PENGARUH MODIFIKASI *GATING SYSTEM* PENGECORAN
TERHADAP *HARDNESS* PRODUK BRACKET IDLER ARM MATERIAL
FCD (*FERRO CASTING DUCTILE*) MENGGUNAKAN SIMULASI
NUMERIK MAGMASOFT**

TUGAS AKHIR



MUHAMAD BAHRUROZI

1242923025

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2026**

**ANALISA PENGARUH MODIFIKASI *GATING SYSTEM*
PENGECORAN TERHADAP *HARDNESS* PRODUK BRACKET IDLER
ARM MATERIAL FCD (*FERRO CASTING DUCTILE*)
MENGUNAKAN SIMULASI NUMERIK MAGMASOFT**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMAD BAHRUROZI

1242923025

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhamad Bahrurozi

NIM : 1242923025

Tanda Tangan : 

Tanggal : 04 September 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhamad Bahrurozi
NIM : 1242923025
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Modifikasi *Gating System* Pengecoran Terhadap *Hardness* Produk Bracket Idler Arm Material *FCD (Ferro Casting Ductile)* Menggunakan simulasi Numerik Magmasoft

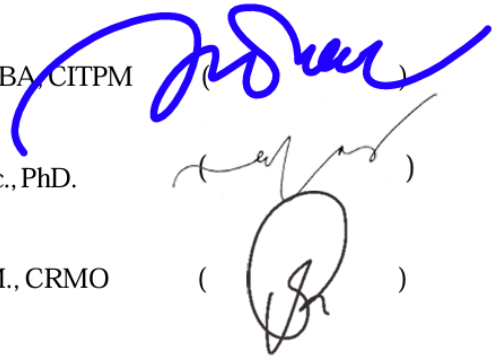
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri , Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Invanos Tertiana, M.M., MBA, CITPM

Penguji 1 : Edo suryoprato, S.T., M.Sc., PhD.

Penguji 2 : Wijaya Adidarma, S.T., M.M., CRMO



Ditetapkan di Jakarta

Tanggal : 04 September 2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang maha esa atas rahmat, karunia, dan petunjuknya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ANALISA PENGARUH MODIFIKASI *GATING SYSTEM* PENGECORAN TERHADAP *HARDNESS* PRODUK BRACKET IDLER ARM MATERIAL FCD (*FERRO CASTING DUCTILE*) MENGGUNAKAN SIMULASI NUMERIK MAGMASOFT”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan program studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie. Dalam proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini penulis mendapat banyak bimbingan, arahan serta dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan penuh rasa hormat, penulis menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Invanos Tertiana, M.M. MBA, CITPM selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan arahan dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Edo Suryoprato, S.T., M.Sc., Ph.D., CAMF, dan bapak Wijaya Adidarma, S.T., M.M., CRMO, selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang konstruktif demi perbaikan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen pengajar dan staf Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, serta dukungan yang sangat bermanfaat bagi penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh jajaran direksi dan karyawan PT. Bina Usaha Mandiri Misuzawa dan PT. Bakrie Autoparts yang telah memberikan kepercayaan, kesempatan, serta dukungan melalui program beasiswa pendidikan S1. Dukungan tersebut sangat berarti dalam menunjang keberlangsungan dan penyelesaian studi penulis.
5. Orang tua tercinta serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan do’a, kasih sayang dan dukungan moral yang tiada henti. Segala dukungan tersebut menjadi sumber kekuatan dan motivasi utama bagi penulis dalam menjalani perjalanan pendidikan hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Istri tercinta, Locana Indra Puspitarani, yang senantiasa menjadi sumber semangat, kekuatan,

dan keteguhan hati selama penulis menjalani masa studi ini.

7. Rekan-rekan Departemen Engineering PT Bina Usaha Mandiri Misuzawa dan PT Bakrie Autoparts yang telah memberikan dukungan, kerjasama, bantuan dalam penyediaan data, serta kontribusi teknis selama proses pelaksanaan tugas akhir ini.
8. Teman-teman seperjuangan dan seangkatan di program studi Teknik Industri yang telah memberikan kebersamaan, dukungan serta semangat dalam menjalani proses pembelajaran dan menyelesaikan studi.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan, baik dari aspek pembahasan maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif sebagai bahan evaluasi dan penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca serta menjadi referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam optimalisasi desain *gating* sistem pengecoran logam melalui pemanfaatan simulasi perangkat lunak. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi industri manufaktur dalam meningkatkan kualitas produk, mengurangi potensi cacat dan pemborosan proses, meningkatkan efisiensi produksi, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam pengembangan dan perbaikan proses pengecoran logam.

Jakarta, 04 September 2026

Penulis,



Muhamad Bahrurozi

ANALISA PENGARUH MODIFIKASI *GATING SYSTEM* PENGECORAN TERHADAP *HARDNESS* PRODUK BRACKET IDLER ARM MATERIAL FCD (*FERRO CASTING DUCTILE*) MENGGUNAKAN SIMULASI NUMERIK MAGMASOFT

Muhamad Bahrurozi

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh modifikasi *gating system* terhadap nilai dan stabilitas kekerasan produk *bracket idler arm* bermaterial *Ferro Casting Ductile* (FCD) di PT Bina Usaha Mandiri Misuzawa. Masalah utama pada kondisi awal adalah tingginya cacat *over hardness* sebesar 23,46% akibat tingginya *cooling rate* pada area produk yang tipis (8,5 mm). Penelitian eksperimental ini memanfaatkan simulasi MAGMASOFT untuk mengevaluasi tiga alternatif desain *gating system*. Hasil simulasi dan pengujian aktual menunjukkan bahwa desain Alternatif C (penambahan dua *feeder* dan *ingate* berjarak 3 mm dari produk) merupakan solusi paling optimal. Implementasi Alternatif C berhasil menurunkan rentang nilai kekerasan dari 187 – 241 HB menjadi 187 – 203 HB, sehingga seluruh produk memenuhi standar JIS G5502 (150 – 230 HB). Stabilitas kekerasan meningkat signifikan yang ditunjukkan oleh penurunan standar deviasi dari 16,5 – 18,3 menjadi 4,5 – 4,8. Uji *Mixed Effect Model* mengonfirmasi bahwa faktor *gating system* berpengaruh signifikan terhadap nilai kekerasan ($p\text{-value} < 0,05$). Modifikasi ini berhasil menekan tingkat reject menjadi 1,28% (turun sebesar 23,46%) serta memberikan potensi efisiensi biaya sebesar Rp 9.337.502,- per bulan.

Kata kunci: *Gating System*, Nilai Kekerasan, FCD, MAGMASOFT, *Mixed Effect Model*, *Bracket Idler Arm*.

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF MODIFIED CASTING GATING SYSTEM ON THE
HARDNESS OF FCD (FERRO CASTING DUCTILE) IDLER ARM BRACKET USING
MAGMASOFT NUMERICAL SIMULATION**

Muhamad Bahrurozi

ABSTRACT

This study analyzes the effect of gating system modification on the value and hardness stability of FCD 500 ductile iron bracket idler arm products at PT Bina Usaha Mandiri Misuzawa. The initial production issue was a high over-hardness rejection rate of 23.46% caused by an excessively high cooling rate in thin-walled sections (8.5 mm). Using MAGMASOFT simulations, three gating system design alternatives were evaluated. The simulation and actual test results identified Alternative C incorporating two additional feeders and ingates spaced 3 mm from the product as the optimal design. Implementing Alternative C successfully reduced the hardness range from 187 – 241 HB to 187 – 203 HB, fully meeting the JIS G5502 standard (150 – 230 HB). Hardness stability improved significantly, with the standard deviation decreasing from 16.5 – 18.3 to 4.5–4.8. A Mixed Effect Model analysis confirmed that the gating system significantly affected hardness (p -value < 0.05). Furthermore, the modification reduced the over hardness rejection rate to 1.28% (a 23.46% drop) and generated potential cost savings of IDR 9,337,502 per month.

Keyword: *Gating System, Hardness, FCD, MAGMASOFT, Mixed Effect Model, Bracket Idler Arm.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Mindmap literature review</i>	6
2.2 Bracket idler arm.....	6
2.3 Proses Pengecoran Logam	7
2.4 Material FCD (<i>Ferro Casting Ductile</i>)	8
2.4.1 Karakteristik Besi cor Nodular (FCD).....	8
2.4.2 Pengaruh unsur kimia	10
2.5 Kekerasan material.....	11
2.5.1 <i>Hardness Brinell (HB)</i>	12
2.6 <i>Cooling rate</i>	12
2.6.1 Pengaruh ketebalan produk terhadap <i>cooling rate</i> dan nilai <i>hardness</i>	13
2.7 Sistem saluran pada produk pengecoran logam (<i>gating system</i>).....	14
2.7.1 Simulasi pengecoran menggunakan <i>software magmasoft</i>	15
2.8 Analisis statistik	15

2.8.1 Analisis deskriptif.....	15
2.8.2 <i>Levene's test</i>	16
2.8.3 <i>Mixed effect model</i>	16
2.9 Penelitian terdahulu.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Objek Penelitian	20
3.2 Variabel Penelitian	20
3.3 Desain penelitian	20
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1 Identifikasi Permasalahan.....	21
3.4.2 Studi literatur	21
3.4.3 Observasi proses eksisting.....	21
3.4.4 Perancangan modifikasi <i>gating system</i>	22
3.4.5 Aplikasi hasil rancangan ke pattern produk	22
3.4.6 Akan dilakukan proses trial pengecoran logam.....	22
3.4.7 Akan dilakukan Pengujian hardness	22
3.4.8 Teknik pengumpulan data	22
3.4.9 Teknik Analisis Data	22
3.4.10 Uji statistik.....	23
3.5 Diagram Alir Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Deskripsi Umum dan Area Penelitian.....	25
4.2 Data Variabel Penelitian.....	26
4.3 Perumusan Desain <i>gating system</i>	26
4.4 Desain Layout Pengecoran Saat Ini.	27
4.4.1 Hasil Simulasi <i>MagmaSoft</i> Desain <i>gating system</i> Pengecoran Saat Ini.	28
4.5 Variasi Desain <i>gating system</i> Pengecoran Eksperimen.....	31
4.6 Hasil simulasi desain <i>gating</i> alternatif	31
4.6.1 Hasil simulasi desain Alternatif A.....	31
4.6.2 Hasil Simulasi Desain Alternatif B.	34
4.6.3 Hasil Simulasi Desain Alternatif C.	36
4.6.4 Rekap Hasil Simulasi Desain Alternatif A, B dan C.....	38

4.7 Hasil Implementasi Desain C pada Lini Produksi	39
4.7.1 Modifikasi <i>Tooling</i>	39
4.7.2 Data Aktual Proses Produksi	40
4.7.3 Data Hasil Implementasi	42
4.8 Analisis Data	44
4.8.1 Validasi data <i>hardness</i>	44
4.8.2 Perhitungan dampak biaya.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Bracket Idler Arm	1
Gambar 1. 2	Grafik tiga reject terbesar <i>bracket idler arm</i>	2
Gambar 1. 3	Diagram analisa sebab akibat <i>over hardness</i>	2
Gambar 2. 1	<i>Mindmap</i> Literatur	6
Gambar 2. 2	Standar nilai hardness dan area cek hardness bracket idler arm	7
Gambar 2. 3	Diagram alir proses pengecoran logam.....	8
Gambar 2. 4	Matriks / struktur mikro material FCD	9
Gambar 2. 5	Standar komposisi dan nilai hardness material FCD	9
Gambar 2. 6	Grafik hubungan ketebalan produk dengan nilai <i>Hardness</i> material FCD	14
Gambar 2. 7	Bagian – bagian <i>gating system</i>	15
Gambar 4. 1	Diagram Alir Proses Produksi Pengecoran logam.....	25
Gambar 4. 2	Parameter Proses Produksi.....	26
Gambar 4. 3	Desain <i>gating system</i> Saat Ini	28
Gambar 4. 4	Hasil Simulasi potensi <i>porosity</i> area non machining design <i>gating</i> Saat Ini	29
Gambar 4. 5	Hasil Simulasi nilai <i>Hardness</i> desain saat ini.....	30
Gambar 4. 6	Hasil Simulasi solidifikasi dan <i>cooling</i> desain saat ini	30
Gambar 4. 7	Desain <i>gating system</i> alternatif A	32
Gambar 4. 8	Hasil simulasi Potensi <i>porosity</i> pada <i>design gating</i> alternatif A	32
Gambar 4. 9	Hasil Simulasi nilai <i>Hardness design gating</i> alternatif A.....	33
Gambar 4. 10	Hasil Simulasi solidifikasi dan <i>cooling</i> desain alternatif A	33
Gambar 4. 11	Desain <i>gating system</i> alternatif B.....	34
Gambar 4. 12	Hasil simulasi Potensi <i>porosity</i> pada <i>design gating</i> alternatif B.....	35
Gambar 4. 13	Hasil Simulasi nilai <i>Hardness design gating</i> alternatif B	35
Gambar 4. 14	Hasil Simulasi solidifikasi dan <i>cooling</i> desain alternatif B	36
Gambar 4. 15	Desain <i>gating system</i> alternatif C.....	36
Gambar 4. 16	Hasil simulasi Potensi <i>porosity</i> pada desain <i>gating</i> alternatif C.....	37
Gambar 4. 17	Hasil Simulasi nilai <i>Hardness design gating</i> alternatif C	37
Gambar 4. 18	Hasil Simulasi solidifikasi dan <i>cooling</i> desain alternatif C	38
Gambar 4. 19	Hasil simulasi grafik nilai <i>hardness</i>	39

Gambar 4. 20	Modifikasi <i>tooling pattern</i> sesuai simulasi alternatif C	40
Gambar 4. 21	Ilustrasi <i>line</i> Produksi.....	40
Gambar 4. 22	Alat <i>spectrometer</i> dan spesimen uji komposisi.....	41
Gambar 4. 23	Temperatur <i>pouring</i>	42
Gambar 4. 24	Cek <i>porosity</i>	42
Gambar 4. 25	Alat beserta produk cek <i>hardness</i>	43
Gambar 4. 26	Screen shoot data olahan <i>mini tab</i> analisis deskriptif dan <i>boxplot</i>	45
Gambar 4. 27	Screen shoot data olahan mini tab analisis mixed effect model	46
Gambar 5. 1	Perbandingan nilai <i>hardness</i> aktual dan simulasi	48

DAFTAR TABEL

Table 1. 1	Penelitian terdahulu	17
Table 3. 1	Desain penelitian.....	21
Tabel 4. 1	Rata-Rata Komposisi Kimia Reguler Produksi PT. BUMM.....	27
Tabel 4. 2	Data desain <i>gating</i> saat ini	28
Tabel 4. 3	Data desain <i>gating system</i> eksperimen	31
Tabel 4. 4	Rekap data hasil imulasi desain alternatif.....	38
Tabel 4. 5	komposisi aktual	41
Tabel 4. 6	Data <i>hardness</i> sebelum modifikasi	43
Tabel 4. 7	Data <i>hardness</i> setelah modifikasi.....	44