

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN PARAMETER AICC PADA MESIN  
CNC *MILLING* TERHADAP WAKTU PEMESINAN DAN AKURASI  
BENDA KERJA**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
HENRI HENDRIK SIJABAT  
NIM: 41322110001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2023**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN PARAMETER AICC PADA MESIN  
CNC *MILLING* TERHADAP WAKTU PEMESINAN DAN AKURASI  
BENDA KERJA**



Disusun Oleh:

Nama : Henri Hendrik Sijabat  
NIM : 41322110001  
Program Studi : Teknik Mesin

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Henri Hendrik Sijabat

NIM : 41322110001

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Perubahan Parameter AICC Pada Mesin  
CNC *Milling* Terhadap Waktu Pemesinan dan Akurasi  
Benda Kerja

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : R. Ariosuko Dharmajati, ST., MT (

NIDN : 0327036601

Penguji 1 : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D (

NIDN : 1013126901




Penguji 2 : Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D (

NIDN : 0310029004



UNIVERSITAS

MERCU BUANA

3 Jan '24  
  
  


Jakarta, 19 Desember 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT.

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT.

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Henri Hendrik Sijabat  
NIM : 41322110001  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Perubahan Parameter AICC Pada Mesin  
CNC *Milling* Terhadap Waktu Pemesinan dan Akurasi  
Benda Kerja


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.

# MERCU BUANA

Jakarta, 03 Januari 2024



  
(Henri Hendrik Sijabat)

## PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan berkat dan karuniaNya bagi saya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Perubahan Parameter AICC Pada Mesin CNC Milling Terhadap Waktu Pemesinan dan Akurasi Benda Kerja”, tepat pada waktunya.

Penulis menyadari keberhasilan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari peranan dan kerjasama dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng Selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, MT Selaku Sekretaris Program Studi dan dosen koordinator tugas akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
5. Bapak R. Ariosuko Dharmajati, ST., MT, selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan akademis sehingga saya mampu menyelesaikan tugas akhir ini
6. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
7. Orang tua yang telah membesarkan dan mendidik saya, hingga memahami arti kebijaksanaan dan perjuangan dalam kehidupan ini.
8. Istri dan anak-anak saya tercinta, yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam setiap aktivitas dan keputusan. *You are my everything*
9. Sahabat terbaik untuk berdiskusi dan bertukar pikiran, Aziz Farhan Fatturrachman dan Vicky Roy MS Matondang. *I couldn't do it without you, my friends.*
10. Segenap Team Meiwa Mold Indonesia (Andri Wahyudi, Sam Fadil Ardianto, Ari Susatyo, Risyanto, Gandung Triyono, Teguh Ardianto, Restu Indra Fajar, Sam Widho Prakoso, Tim QC, Tim P1 dan Tim Tool Maker)
11. Semua sahabat dan teman yang namanya tidak dapat saya sebutkan satu per satu. Terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini

Semoga skripsi ini bermanfaat dan mudah dipahami bagi siapapun yang membacanya.

Jakarta, 03 Januari 2024



(Henri Hendrik Sijabat)

## ABSTRAK

Pasar mesin CNC (*Computer Numerical Control*) *milling* global terus tumbuh dengan tingkat pertumbuhan yang signifikan, dengan industri pengguna akhir terbesar adalah otomotif. Meiwa Mold Group (Jepang, Thailand, Indonesia, China, Mexico), merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur pembuatan cetakan *injection mold* dan *high pressure die casting* dengan segmen terbesar adalah cetakan part otomotif, dengan mayoritas mesin CNC *milling 3-axis* menggunakan kontroler Fanuc 31i. Kontroler Fanuc 31i adalah salah satu kontroler terkemuka dalam industri manufaktur. Kontroler ini memiliki fitur *AI Contour Control (AICC)* yang mendukung pergerakan presisi tinggi dan kecepatan tinggi. Karena kurangnya informasi mengenai pengaruh nilai R pada *setting* parameter AICC terhadap waktu pemesinan dan akurasi benda kerja, penggunaan *setting* parameter AICC pada proses pemesinan *Finishing* menggunakan *setting* R8-R10, baik untuk benda kerja dengan akurasi rendah atau tinggi, yang menyebabkan waktu pemesinan yang lebih lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan nilai R pada parameter AICC pada mesin CNC *Milling* OKK VP1200 dengan kontroler Fanuc 31i terhadap waktu pemesinan dan akurasi benda kerja dengan pengujian eksperimen. Eksperimen dilakukan pada 3 benda uji, dimana setiap benda uji terdapat 11 kelompok dengan setiap kelompok memiliki 3 bentuk profil. Setiap bentuk profil diproses dengan nc program yang sama tetapi parameter AICC yang berbeda. Dengan variasi parameter ini, waktu aktual pemesinan dicatat dan akurasi hasil proses pemesinan diukur menggunakan mesin *CMM (Coordinate Measuring Machine)*. Hasil penelitian menunjukkan, jika nilai R bertambah, maka persentase waktu pemesinan juga bertambah. Hubungan nilai R dan persentase waktu pemesinan adalah nonlinier. Persamaan regresi, koefisien determinasi dan *mean absolute percentage error* profil 1, berturut-turut  $\hat{Y} = 120.58 + 0.1724x + 0.0132x^2$ , 99.29%, dan 0.053%, profil 2:  $\hat{Y} = 118.7 + 0.3344x + 0.0109x^2$ , 99.49%, dan 0.060%, profil 3:  $\hat{Y} = 114.47 + 0.2896x + 0.0071x^2$ , 98.30%, dan 0.099%. Pada akurasi, jika nilai R bertambah, maka selisih nilai penyimpangan akan berkurang, atau akurasi meningkat. Persamaan regresi, koefisien determinasi dan *mean absolute percentage error* profil 1, berturut-turut  $\hat{Y} = 0.0576667 - 0.0092449x + 0.0021833x^2 - 0.0002585x^3 + 0.0000102x^4$ , 99.32%, dan 1.209%, profil 2:  $\hat{Y} = 0.03441667 - 0.00242696x - 0.00033523x^2 + 0.00007294x^3 - 0.00000364x^4$ , 99.34%, dan 1.774%, profil 3:  $\hat{Y} = 0.04158333 - 0.01198135x + 0.002647x^2 - 0.00028467x^3 + 0.00001122x^4$ , 99.30%, dan 1.933%. Untuk menghasilkan benda kerja dengan nilai penyimpangan sebesar 0.03 mm, diperlukan pengaturan parameter AICC untuk profil-01: R9 dan R10, profil-02: R2 - R10, dan profil-03: R2 - R10.

**Kata Kunci:** Mesin CNC *milling*, Kontroler Fanuc 31i, Parameter AICC, Regresi

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF AICC PARAMETER CHANGES ON CNC  
MILLING MACHINE ON MACHINING TIME AND  
WORKPIECE ACCURACY**

**ABSTRACT**

*The global market for Computer Numerical Control (CNC) milling machines continues to grow at a significant rate, with the automotive industry being the largest end-user. Meiwa Mold Group (Japan, Thailand, Indonesia, China, Mexico) is a manufacturing company specializing in the production of injection molds and high-pressure die casting, with the largest segment being automotive part molds. The majority of their 3-axis CNC milling machines use the Fanuc 31i controller, which is a leading controller in the manufacturing industry. This controller features AI Contour Control (AICC), supporting high-precision and high-speed movements. Due to a lack of information regarding the influence of the R value on AICC parameter settings on machining time and workpiece accuracy, the use of AICC parameter settings in finishing machining processes with R8-R10 settings, for both low and high-accuracy workpieces, which causes longer machining times. This study aims to determine the impact of changing the R value in AICC parameters on the OKK VP1200 CNC Milling Machine with the Fanuc 31i controller concerning machining time and workpiece accuracy through experimental testing. Experiments were conducted on three test pieces, with each test piece having 11 groups. Each group having three profile shapes. Each profile shape was processed with the same NC program but with different AICC parameters. With variations in these parameters, actual machining time was recorded, and the accuracy of the machining process was measured using a Coordinate Measuring Machine (CMM). The results showed that if the R value increases, the percentage of machining time also increases. The relationship of the R-value and the percentage of machining time is nonlinear. The regression equation, coefficient of determination and mean absolute percentage error profile 1, respectively,  $\hat{Y} = 120.58 + 0.1724x + 0.0132x^2$ , 99.29%, and 0.053%; profile 2:  $\hat{Y} = 118.7 + 0.3344x + 0.0109x^2$ , 99.49%, and 0.060%; profile 3:  $\hat{Y} = 114.47 + 0.2896x + 0.0071x^2$ , 98.30%, and 0.099%. Regarding accuracy, if the R value increases, the difference in the deviation value will decrease, or the accuracy increases. Regression equation, coefficient of determination, and mean absolute percentage error profile 1, respectively  $\hat{Y} = 0.0576667 - 0.0092449x + 0.0021833x^2 - 0.0002585x^3 + 0.0000102x^4$ , 99.32%, and 1.209%; profile 2:  $\hat{Y} = 0.03441667 - 0.00242696x - 0.00033523x^2 + 0.00007294x^3 - 0.00000364x^4$ , 99.34%, and 1.774%; profile 3:  $\hat{Y} = 0.04158333 - 0.01198135x + 0.002647x^2 - 0.00028467x^3 + 0.00001122x^4$ , 99.30%, and 1.933%. To produce a workpiece with a deviation value of 0.03 mm, it requires the AICC parameter settings for profile-01: R9 and R10, profile-02: R2 - R10, and profile-03: R2 - R10.*

**Keywords:** CNC milling machine, Fanuc 31i controller, AICC parameter, Regression

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 BATASAN MASALAH	5
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>9</b>
2.1 <i>CNC MACHINING</i>	9
2.1.1 <i>CNC Milling Machine</i>	11
2.1.2 <i>G-Code</i>	12
2.2 <i>CUTTING TOOLS</i>	13
2.2.1 <i>Jumlah Flute</i>	15
2.2.2 <i>Center-Cutting End Mills</i>	16
2.3 <i>SHRINK FIT MACHINE DAN SHRINKFIT TOOL HOLDER</i>	16



2.4	<i>TOOL MEASURING MACHINING / TOOL PRESETTER</i>	17
2.5	<i>COMPUTER AIDED DESIGN (CAD)</i>	17
2.6	<i>COMPUTER AIDED MANUFACTURING (CAM)</i>	18
2.7	<i>HIGH SPEED MACHINING (HSM)</i>	19
2.8	<i>AI CONTOUR CONTROL</i>	21
	2.8.1 Fungsi yang dapat dilakukan pada Fitur AICC	22
2.9	<i>COORDINATE MEASURING MACHINE (CMM)</i>	26
2.10	PENELITIAN TERDAHULU	27
2.11	ANALISIS REGRESI	30
	2.11.1 Regresi Linier	30
	2.11.2 Regresi <i>Non-Linear</i>	31
	2.11.3 Koefisien Determinasi ( $R^2$ )	31
	2.11.4 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	32
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>33</b>
3.1	DIAGRAM ALIR	33
3.2	PROSEDUR PENELITIAN	53
	3.2.1 Desain dan Prosedur Penelitian	53
	3.2.2 Tempat dan Waktu Penelitian	54
	3.2.3 Subjek Penelitian	54
	3.2.4 Variabel Penelitian	54
	3.2.5 Metode Pengumpulan Data	55
	3.2.6 Instrumen Penelitian	55
	3.2.7 Teknik Analisis Data	55
3.3	ALAT DAN BAHAN	56
	3.3.1 Peralatan	56
	3.3.2 Bahan	63

<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>64</b>
4.1	DATA	64
4.1.1	Data Waktu Aktual Pemesinan	64
4.1.2	Data Hasil Pengukuran Seluruh Benda Uji	65
4.1.3	Data Rata-Rata Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (%)	66
4.1.4	Data Rata-rata Selisih Penyimpangan	66
4.2	PEMBAHASAN	67
4.2.1	Pembahasan Hasil Data Pengaruh Parameter AICC R1-R10 terhadap Waktu Pemesinan	67
4.2.2	Pembahasan Hasil Data Pengaruh Parameter AICC R1-R10 terhadap Akurasi	82
4.2.3	Pembahasan Hasil Data Pengaruh Parameter AICC R1-R10 terhadap Kualitas Benda Kerja	98
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>100</b>
5.1	KESIMPULAN	100
5.2	SARAN	101
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>102</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>104</b>
	LAMPIRAN A. <i>NC SHEET</i> PENGUJIAN	105
	LAMPIRAN B. LEMBAR OBSERVASI WAKTU PEMESINAN (G05P0, R1-R10)	117
	LAMPIRAN C. HASIL PENGUKURAN BENDA UJI SEBELUM PENGUJIAN ( <i>PROSES SEMI FINISH</i> )	120

LAMPIRAN D. HASIL PENGUKURAN BENDA UJI SESUDAH PENGUJIAN (PROSES <i>FINISH</i> )	153
LAMPIRAN E. <i>PRECISE LEVEL</i> MESIN <i>SETTING</i> PABRIKAN	186
LAMPIRAN F. HASIL TURNITIN	191
LAMPIRAN G. DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	192



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis-Jenis Ujung <i>End-Mill</i>	15
Gambar 2.2. Perbedaan Geometri <i>Center Cutting</i> dan <i>Non-Center Cutting</i>	16
Gambar 2.3. Efek Ukuran <i>Mikro-Grain</i> pada Kekerasan dan Kekuatan <i>Carbide Tools</i>	20
Gambar 2.4. Grafik Perbandingan <i>Cutting Speed</i> dengan Material	21
Gambar 2.5 Grafik Waktu terhadap <i>Feedrate</i> pada Kondisi Akselerasi	22
Gambar 2.6 Grafik Waktu terhadap <i>Feedrate</i> pada Kondisi Deselerasi	23
Gambar 2.7 Diagram Pengaturan Akselerasi/Deselerasi dengan <i>Feedrate</i> Rendah	23
Gambar 2.8 Diagram Fungsi Perubahan Waktu Akselerasi/Deselerasi Lonceng	24
Gambar 2.9 Diagram Interpolasi Sirkular	24
Gambar 2.10 Mekanisme <i>Smooth Speed Control</i>	25
Gambar 2.11. Diagram Alir Proses AICC Linear Akselerasi/Deselerasi	25
Gambar 2.12. Grafik Akselerasi dan Deselerasi pada Block	26
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2 Tampilan 2D pada Software Autodesk AutoCAD	34
Gambar 3.3 Gambar Teknik Benda Uji(01)	35
Gambar 3.4 Gambar Teknik Benda Uji(02)	36
Gambar 3.5 Tampilan 3D pada Software Autodesk Inventor	37
Gambar 3.6 Tampilan Program pada Software CAM Hexagon WorkNC	38
Gambar 3.7. <i>Cover NC Sheet Rough</i> dan <i>Semi Finish</i>	39
Gambar 3.8. <i>NC Sheet Rough</i> dan <i>Semi Finish</i> (01)	40
Gambar 3.9. <i>NC Sheet Rough</i> dan <i>Semi Finish</i> (02)	41
Gambar 3.10 Detail Benda Uji	42
Gambar 3.11 <i>Toolpath</i> program No.11 untuk Profil-01	43
Gambar 3.12 <i>Toolpath</i> program No.12 untuk Profil-02	43
Gambar 3.13 <i>Toolpath</i> program No.13 untuk Profil-03	44
Gambar 3.14 <i>Cutting Tool</i> proses <i>Rough</i> dan <i>Semi Finish</i>	44
Gambar 3.15 <i>Setting</i> Benda Kerja <i>Rough</i> dan <i>Semi Finish</i>	45
Gambar 3.16 Benda Uji Terpasang di Mesin dan Siap untuk diproses	45
Gambar 3.17 Proses Pemesinan <i>Rough</i> dan <i>Semi Finish</i>	46
Gambar 3.18 Benda Kerja Selesai Proses Pemesinan <i>Rough</i> dan <i>Semi Finish</i>	46

Gambar 3.19 Pengecekan CMM Benda Kerja <i>Semi Finish</i>	47
Gambar 3.20. Laporan Hasil Pengukuran CMM <i>Rough dan Semi Finish</i>	47
Gambar 3.21. <i>Cutting Tool</i> Terpasang pada <i>Shrink Fit Tool Holder</i>	48
Gambar 3.22 <i>Setting</i> untuk Test AICC R1	49
Gambar 3.23 Proses <i>Finishing</i>	49
Gambar 3.24 <i>Setting</i> Program No.21 – No.24	50
Gambar 3.25 <i>Operation History</i> Mesin	50
Gambar 3.26 Lembar Obsevasi Waktu Pemesinan	51
Gambar 3.27 Pengecekan CMM Profil Benda Kerja Variasi Parameter AICC	51
Gambar 3.28 Laporan Hasil Pengukuran CMM <i>Finishing Setting</i> AICC	52
Gambar 3.29. Prosedur Penelitian	53
Gambar 3.30. Mesin CNC <i>Milling</i> OKK VP1200 HSK-63A	57
Gambar 3.31. Mesin <i>Shrink Fit</i> Haimer	57
Gambar 3.32. <i>Shrink Fit Tool Holder</i> Haimer-A63-140-06	58
Gambar 3.33. <i>Cutting Tool</i>	58
Gambar 3.34. Zoller Genius 3s	59
Gambar 3.35. Mesin CNC CMM Mitutoyo CRYSTA Apex-S	60
Gambar 3.36 Perangkat Clamping	61
Gambar 3.37. Benda Uji	63
Gambar 4.1. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Linier Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	68
Gambar 4.2 Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	68
Gambar 4.3 Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	69
Gambar 4.4 Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	69
Gambar 4.5. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Linier Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	73
Gambar 4.6. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	73
Gambar 4.7. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	74

Gambar 4.8. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	74
Gambar 4.9. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Linier Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	78
Gambar 4.10. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	78
Gambar 4.11. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	79
Gambar 4.12. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	79
Gambar 4.13. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Linier Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	83
Gambar 4.14. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	84
Gambar 4.15. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	84
Gambar 4.16. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	85
Gambar 4.17. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Linier Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	88
Gambar 4.18. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	89
Gambar 4.19. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	89
Gambar 4.20. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	90
Gambar 4.21. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Linier Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)	93
Gambar 4.22. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)	94
Gambar 4.23. Grafik <i>Scatter</i> Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)	94

Gambar 4.24. Grafik *Scatter* Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)

95



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karkteristik Umum Material Cutting Tool	14
Tabel 2.2. Karakteristik Operasi Umum dari Material Cutting Tool	14
Tabel 2.3. Penelitian Terdahulu	28
Tabel 3.1 Setting Parameter NC Program Rough dan Semi Finish	38
Tabel 3.2 Setting Parameter NC Program Finishing	42
Tabel 3.3 Profil, NC Program, Main Progran dan Sub Program	42
Tabel 3.4 Spesifikasi Mesin	56
Tabel 4.1. Data Waktu Permesinan Aktual Seluruh Benda Uji	64
Tabel 4.2. Data Hasil Pengukuran Seluruh Benda Uji	65
Tabel 4.3. Data Rata-Rata Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (%)	66
Tabel 4.4. Data Rata-Rata Selisih Penyimpangan	67
Tabel 4.5. Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	67
Tabel 4.6. Pembantu Estimasi Regresi Linier Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	70
Tabel 4.7. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	70
Tabel 4.8. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	71
Tabel 4.9. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	71
Tabel 4.10. Persamaan Regresi, Koefisien Determinasi dan MAPE Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-01)	72
Tabel 4.11. Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	72
Tabel 4.12. Pembantu Estimasi Regresi Linier Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	75
Tabel 4.13. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	75
Tabel 4.14. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	76



Tabel 4.15. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	76
Tabel 4.16. Persamaan Regresi, Koefisien Determinasi dan MAPE Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-02)	77
Tabel 4.17. Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	77
Tabel 4.18. Pembantu Estimasi Regresi Linier Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	80
Tabel 4.19. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	80
Tabel 4.20. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	81
Tabel 4.21. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	81
Tabel 4.22. Persamaan Regresi, Koefisien Determinasi dan MAPE Nilai R dengan % Perbandingan Waktu Aktual dengan NC Program (Profil-03)	82
Tabel 4.23. Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	83
Tabel 4.24. Pembantu Estimasi Regresi Linier Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	85
Tabel 4.25. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	86
Tabel 4.26. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	86
Tabel 4.27. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	87
Tabel 4.28. Persamaan Regresi, Koefisien Determinasi dan MAPE Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-01)	87
Tabel 4.29. Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	88
Tabel 4.30. Pembantu Estimasi Regresi Linier Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	90
Tabel 4.31. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	91

Tabel 4.32. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	91
Tabel 4.33. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	92
Tabel 4.34. Persamaan Regresi, Koefisien Determinasi dan MAPE Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-02)	92
Tabel 4.35. Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)	93
Tabel 4.36. Pembantu Estimasi Regresi Linier Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)	95
Tabel 4.37. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 2 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)	96
Tabel 4.38. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 3 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)	96
Tabel 4.39. Pembantu Estimasi Regresi Polinomial Orde 4 Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)	97
Tabel 4.40. Persamaan Regresi, Koefisien Determinasi dan MAPE Nilai R dengan Selisih Penyimpangan (Profil-03)	97