

1. *Tuliskan BOK yang sesuai*
2. *Ikuti istilah BoK yang standar*

PERBAIKAN SETTING PARAMETER PROSES FINISHING MESIN CNC ROUTER PADA PRODUK MATERIAL KAYU GUNA MENINGKATKAN KUALITAS HASIL SURFACE DAN EFISIENSI PRODUKSI

PROPOSAL TUGAS AKHIR

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



**Aloysius Gabriell Wide Batistuta
200610945**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PERBAIKAN SETTING PARAMETER PROSES FINISHING MESIN CNC ROUTER PADA PRODUK MATERIAL KAYU GUNA MENINGKATKAN KUALITAS HASIL SURFACE DAN EFISIENSI PRODUKSI

yang disusun oleh

Aloysius Gabriell Wide Batistuta

200610945

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 29 Juli 2025

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Ir. Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Prof. Dr. Ir. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., IPU.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Ir. Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Ir. Brilianta Budi Nugraha, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Penguji 3	: F. Edwin Wiranata, S.Pd., M.Sc.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 29 Juli 2025

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T.

DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	DAFTAR TABEL	v
	DAFTAR GAMBAR	vi
	INTISARI	xi
	PENDAHULUAN	1
1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Penelusuran Masalah	3
1.3.	Rumusan Masalah	5
1.4.	Tujuan Penelitian	5
1.5.	Batasan Penelitian	6
	TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1.	Tinjauan Pustaka	7
2.1.1.	Penelitian Terdahulu	7
2.2.	Dasar Teori	16
2.2.1.	Kayu	16
2.2.1.1.	Kayu Jati	17
2.2.1.2.	Kayu Nangka	19
2.2.2.	<i>Milling</i> CNC	23
2.2.3.	PowerMill 2016	24
2.2.4.	CNC Router	25
2.2.4.1.	Cutting Tools	27
2.2.4.2.	<i>Cut Direction</i>	28
2.2.5.	<i>Surface Roughness</i>	30
2.2.5.1.	<i>MarSurf PS1</i>	31
2.2.6.	Metode Taguchi	32
2.2.6.1.	Fungsi Kehilangan	33
	ANALISIS AKAR MASALAH DAN PEMILIHAN SOLUSI	36
3.1.	Analisis Akar Masalah	36
3.2.	Pengembangan Alternatif Solusi	37
3.2.1.	Metode Eksperimental	38
3.2.2.	Metode Simulasi	39
		iii

3.3. Analisis dan Pemilihan Alternatif Solusi	40
3.4. Identifikasi dan Pemilihan Alternatif Metode	42
3.5. Identifikasi dan Pemilihan Alternatif <i>Tools</i>	43
METODOLOGI PENELITIAN	45
4.1. Tahap <i>Emphasize</i>	45
4.2. Tahap <i>Define</i>	47
4.3. Tahap <i>Ideate</i>	48
4.4. Tahap <i>Prototype</i>	49
4.5. Tahap <i>Test</i>	51
4.7. Standar dan Kode Etik Penelitian	52
PROFIL SISTEM DAN PERANCANGAN SOLUSI	54
5.1. Profil Perusahaan	54
5.2. Proses <i>Brainstorming / Focus Group Discussion</i> (FGD)	55
5.3. Perancangan Produk	56
5.3.1. Pembuatan 3D Model Pada Solidworks 2022	56
5.3.2. Pembuatan Workplane Pada 3D Model Dengan Powershape 2020	60
5.3.3. Pembuatan Simulasi Permesinan Pada Powermill 2020	63
IMPLEMENTASI SOLUSI	98
6.1. Pembuatan Kombinasi dari Parameter Menggunakan Metode Taguchi	98
6.1.1. Tabel Parameter Proses Permesinan	100
6.1.2. Pembuatan Kombinasi	100
6.2. Proses Permesinan CNC Router	103
DATA DAN PEMBAHASAN	109
7.1. Data Hasil Eksperimen	109
7.2. Analisis Data Eksperimen	112
7.2.1. Proses <i>Roughing</i>	112
7.2.2. Proses <i>Semi Finishing</i>	115
7.2.3. Proses <i>Finishing</i>	119
7.2.4. Proses <i>Finishing Flat Area</i>	122
7.2.5. Proses Pengukuran Searah Serat	126
7.2.6. Proses Pengukuran Tegak Lurus Serat	129
7.3. Hasil Eksperimen	133
7.3.1. Hasil Optimalisasi Respon	133
8.1. Kesimpulan	137

8.2. Saran	137
DAFTAR PUSTAKA	138
LAMPIRAN	139

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ringkasan Tinjauan Pustaka	11
Tabel 3.1. Pengembangan Alternatif Solusi	41
Tabel 3.2. Pemilihan Alternatif Metode	42
Tabel 3.3. Identifikasi dan Pemilihan Alternatif Tools	44
Tabel 5.1. Anggota Tim <i>Focus Grup Discussion</i>	55
Tabel 6.1. Tabel Parameter Proses Permesinan	99
Tabel 6.2. Tabel Desain Kombinasi 3 Faktor dan 3 Level	102
Tabel 7.1. Data Hasil Eksperimen	109
Tabel 7.2. Data Uji Keseragaman Proses <i>Roughing</i>	111
Tabel 7.3. Data Uji Keseragaman Proses <i>Semi Finishing</i>	114
Tabel 7.4. Data Uji Keseragaman Proses <i>Finishing</i>	117
Tabel 7.5. Data Uji Keseragaman Proses <i>Finishing Flat Area</i>	120
Tabel 7.6. Data Uji Keseragaman Proses Pengukuran Searah Serat	123
Tabel 7.7. Data Uji Keseragaman Proses Pengukuran Tegak Lurus Serat	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Kondisi Nyata Stakeholder;	2
a. Proses Pengerjaan Manual; b. Mesin CNC Router Rakitan ;	
c. Hasil Ukiran Saat Ini dari Mesin CNC Rakitan	
Gambar 1.2. Hasil Eksperimen Awal Kepala Buddha oleh Peneliti	3
Gambar 2.1. Kayu Jati	18
Gambar 2.2. Hasil Akhir Kayu Jati	19
Gambar 2.3. Kayu Nangka	20
Gambar 2.4. Hasil Akhir Kayu Nangka	21
Gambar 2.5. Kayu Mindi	22
Gambar 2.6. Hasil Akhir Kayu Mindi	23
Gambar 2.7. Proses <i>Milling</i> CNC	23
Gambar 2.8. <i>Software Powermill</i> 2016	25
Gambar 2.9. CNC Router 3 Axis	26
Gambar 2.10. Tipe <i>Cutting Tools</i> ;	28
a. <i>End Mills</i> ; b. <i>V-Bits</i> ; c. <i>Ball Nose End Mills</i> ;	
d. <i>Straight Flute Bits</i> ; e. <i>Compression Bits</i> ; f. <i>Router Bits</i>	
Gambar 2.11. <i>Cut Direction Climb Milling (Climb Down)</i>	29
Gambar 2.12. <i>Cut Direction Conventional Milling (Climb Up)</i>	30
Gambar 2.13. Contoh Grafik Saat Pengukuran Kekasaran Permukaan	31
Gambar 2.14. <i>MarSurf PS1</i>	32
Gambar 2.15. Fungsi Kehilangan Kualitas Simetris	33
Gambar 2.16. <i>Software Minitab 19</i>	35
Gambar 3.1. <i>Interrelationship Diagram</i>	36
Gambar 4.1. Diagram Alir Tahap <i>Emphatize</i>	46
Gambar 4.2. Diagram Alir Tahap <i>Define</i>	47
Gambar 4.3. Diagram Alir Tahap <i>Ideate</i>	48
Gambar 4.4. Diagram Alir Tahap <i>Prototype</i>	50
Gambar 4.7. Diagram Alir Tahap Test	51
Gambar 5.1. Hasil Produk dari <i>SRP Wood Art</i>	54
Gambar 5.2. Tampilan Awal <i>Software Solidworks</i>	57
Gambar 5.3. <i>Icon Open Software</i> Solidworks	57
Gambar 5.4. Model 3D pada <i>Software</i> Solidworks	58

Gambar 5.5. Memilih <i>Front Plane</i> pada <i>Software Solidworks</i>	58
Gambar 5.6. Membuat Sketch Persegi pada <i>Software Solidworks</i>	59
Gambar 5.7. Membuat Bidang Persegi pada <i>Software Solidworks</i>	59
Gambar 5.8. Menyimpan dengan format .STL pada <i>Software Solidworks</i>	60
Gambar 5.9. <i>Open File</i> .STL di <i>Software Powershape</i>	60
Gambar 5.10. Model 3D pada <i>Software Powershape</i>	61
Gambar 5.11. Penggunaan Fitur <i>Box Selection</i> pada <i>Software Powershape</i>	61
Gambar 5.12. Penempatan <i>Workplane</i> pada <i>Software Powershape</i>	62
Gambar 5.13. Pengaturan <i>Z Workplane</i> pada <i>Software Powershape</i>	62
Gambar 5.14. Pengaturan <i>Z Workplane</i> pada <i>Software Powershape</i>	63
Gambar 5.15. Membuka <i>Software Powermill</i> pada <i>Software Powershape</i>	63
Gambar 5.16. Menyimpan <i>file</i> pada <i>Software Powermill</i>	64
Gambar 5.17. Mengaktifkan <i>Workplane</i> pada <i>Software Powermill</i>	64
Gambar 5.18. Membuat <i>Block</i> pada <i>Software Powermill</i>	65
Gambar 5.19. Membuat <i>Cutting Tools Endmill 6 mm</i> pada <i>Software Powermill</i>	66
Gambar 5.20. Dimensi <i>Cutting Tools Endmill 6 mm</i> pada <i>Software Powermill</i>	67
Gambar 5.21. Membuat <i>Cutting Tools TapperBallnose 3 mm</i> pada <i>Software Powermill</i>	67
Gambar 5.22. Dimensi <i>Cutting TapperBallnose 3 mm</i> pada <i>Software Powermill</i>	68
Gambar 5.23. Membuat <i>Cutting Tools TapperBallnose 2 mm</i> pada <i>Software Powermill</i>	68
Gambar 5.24. Dimensi <i>Cutting TapperBallnose 2 mm</i> pada <i>Software Powermill</i>	69
Gambar 5.25. Membuat <i>Cutting Tools Ballnose 6 mm</i> pada <i>Software Powermill</i>	70
Gambar 5.26. Dimensi <i>Cutting Ballnose 6 mm</i> pada <i>Software Powermill</i>	70
Gambar 5.27. Tampilan Menu " <i>Toolpaths</i> "	71
Gambar 5.28. Tampilan <i>Strategy Selector</i>	71
Gambar 5.29. Tampilan <i>Setting</i> Untuk Proses <i>Roughing</i>	72
Gambar 5.30. Tampilan <i>Setting</i> Bagian " <i>Tool</i> "	72
Gambar 5.31. Tampilan <i>Toolpath</i> pada Proses <i>Roughing</i>	73

Gambar 5.32. Tampilan Bagian <i>Feeds & Speeds</i>	73
Gambar 5.33. Tampilan " <i>Toolpath Connections</i> "	74
Gambar 5.34. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Safe Area</i>	74
Gambar 5.35. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Start and End Point</i>	75
Gambar 5.36. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Lead Ins</i>	75
Gambar 5.37. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Lead Outs</i>	76
Gambar 5.38. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Links</i>	76
Gambar 5.39. Tampilan <i>Toolpath Verification</i>	77
Gambar 5.40. Tampilan <i>Toolpath Verification</i> untuk <i>Check Collisions</i>	77
Gambar 5.41. Langkah - Langkah Simulasi Proses <i>Roughing</i>	79
Gambar 5.42. Tampilan Menu " <i>Toolpaths</i> "	79
Gambar 5.43. Tampilan <i>Strategy Selector</i>	79
Gambar 5.44. Tampilan <i>Setting</i> Untuk Proses <i>Semi Finishing</i>	80
Gambar 5.45. Tampilan <i>Setting</i> Bagian " <i>Tool</i> "	80
Gambar 5.46. Tampilan <i>Setting</i> Bagian " <i>Limit</i> "	81
Gambar 5.47. Pembuatan <i>Boundaries</i> Menggunakan " <i>Bezier</i> "	81
Gambar 5.48. Tampilan Bagian <i>Feeds & Speeds</i>	82
Gambar 5.49. Tampilan Bagian <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Safe Area</i>	82
Gambar 5.50. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Start and End Point</i>	83
Gambar 5.51. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Lead Ins</i>	83
Gambar 5.52. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Lead Outs</i>	84
Gambar 5.53. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Links</i>	84
Gambar 5.54. Tampilan <i>Toolpath Verification</i> untuk <i>Check Collisions</i>	85
Gambar 5.55. Langkah - Langkah Simulasi Proses <i>Semi Finishing</i>	85
Gambar 5.56. Tampilan <i>Strategy Selector</i>	86
Gambar 5.57. Tampilan <i>Setting</i> Untuk Proses <i>Finishing</i>	86
Gambar 5.58. Tampilan <i>Setting</i> Bagian " <i>Tool</i> "	87
Gambar 5.59. Tampilan <i>Setting</i> Bagian " <i>Limit</i> "	87
Gambar 5.60. Tampilan Bagian <i>Feeds & Speeds</i>	88
Gambar 5.61. Tampilan Bagian <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Safe Area</i>	88
Gambar 5.62. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Start and End Point</i>	89
Gambar 5.63. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Lead Ins</i>	89
Gambar 5.64. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Lead Outs</i>	90
Gambar 5.65. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Links</i>	90
	viii

Gambar 5.66. Tampilan <i>Toolpath Verification</i> untuk <i>Check Collisions</i>	91
Gambar 5.67. Langkah – Langkah Simulasi Proses <i>Finishing</i>	91
Gambar 5.68. Tampilan <i>Strategy Selector</i>	92
Gambar 5.69. Tampilan <i>Setting</i> Untuk Proses <i>Finishing Flat Area</i>	92
Gambar 5.70. Tampilan <i>Setting</i> Bagian “ <i>Tool</i> ”	93
Gambar 5.71. Tampilan <i>Setting</i> Bagian “ <i>Limit</i> ”	93
Gambar 5.72. Tampilan Bagian <i>Feeds & Speeds</i>	94
Gambar 5.73. Tampilan Bagian <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Safe Area</i>	94
Gambar 5.74. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Start and End Point</i>	95
Gambar 5.75. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Lead Ins</i>	95
Gambar 5.76. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Lead Outs</i>	96
Gambar 5.77. Tampilan <i>Toolpath Connection</i> Bagian <i>Links</i>	96
Gambar 5.78. Tampilan <i>Toolpath Verification</i> untuk <i>Check Collisions</i>	97
Gambar 5.79. Langkah - Langkah Simulasi Proses <i>Finishing Flat Area</i>	97
Gambar 6.1. Desain 1, Desain 2, dan Desain 3	98
Gambar 6.2. Tampilan Awal Minitab 19	99
Gambar 6.3. Pemilihan Taguchi	100
Gambar 6.4. Menentukan Faktor dan Level	100
Gambar 6.5. Memilih Desain yang 27 Kombinasi	101
Gambar 6.6. Desain Kombinasi 3 Faktor dan 3 Level	101
Gambar 6.7. Proses Pemasangan Material di Mesin CNC Router	103
Gambar 6.8. Proses Pemasangan <i>Cutter</i> Pada Mesin CNC Router	103
Gambar 6.9. Proses Pengaturan Posisi Sumbu X, Y dan Z	104
Gambar 6.10. Proses Menjalankan Mesin CNC Router	104
Gambar 6.11. Proses Permesinan Salah Satu Kombinasi Desain 1	105
Gambar 6.12. Proses Permesinan Salah Satu Kombinasi Desain 2	105
Gambar 6.13. Proses Permesinan Salah Satu Kombinasi Desain 3	106
Gambar 6.14. Proses Pemotongan Bagian Sisi Kayu	106
Gambar 6.15. Proses Pengukuran Salah Satu Kombinasi Desain 1	106
Gambar 6.16. Proses Pengukuran Salah Satu Kombinasi Desain 2	107
Gambar 6.17. Proses Pengukuran Salah Satu Kombinasi Desain 3	107
Gambar 7.1. Grafik Uji Keseragaman Proses <i>Roughing</i>	112
Gambar 7.2. Grafik Uji Normalitas Proses <i>Roughing</i>	113
Gambar 7.3. <i>Model Summary</i> Proses <i>Roughing</i>	113

Gambar 7.4. Persamaan Regresi Proses <i>Roughing</i>	114
Gambar 7.5. Diagram Pareto Proses <i>Roughing</i>	114
Gambar 7.6. Grafik Uji Keseragaman Proses <i>Semi Finishing</i>	116
Gambar 7.7. Grafik Uji Normalitas Proses <i>Semi Finishing</i>	116
Gambar 7.8. Model Summary Proses <i>Semi Finishing</i>	116
Gambar 7.9. Persamaan Regresi Proses <i>Semi Finishing</i>	117
Gambar 7.10. Diagram Pareto Proses <i>Semi Finishing</i>	118
Gambar 7.11. Grafik Uji Keseragaman Proses <i>Finishing</i>	119
Gambar 7.12. Grafik Uji Normalitas Proses <i>Finishing</i>	120
Gambar 7.13. <i>Model Summary</i> Proses <i>Finishing</i>	120
Gambar 7.14. Persamaan Regresi Proses <i>Finishing</i>	121
Gambar 7.15. Diagram Pareto Proses <i>Finishing</i>	121
Gambar 7.16. Grafik Uji Keseragaman Proses <i>Finishing Flat Area</i>	123
Gambar 7.17. Grafik Uji Normalitas Proses <i>Finishing Flat Area</i>	123
Gambar 7.18. <i>Model Summary</i> Proses <i>Finishing Flat Area</i>	123
Gambar 7.19. Persamaan Regresi Proses <i>Finishing Flat Area</i>	124
Gambar 7.20. Diagram Pareto Proses <i>Finishing Flat Area</i>	125
Gambar 7.21. Grafik Uji Keseragaman Proses Pengukuran Searah Serat	126
Gambar 7.22. Grafik Uji Normalitas Proses Pengukuran Searah Serat	127
Gambar 7.23. <i>Model Summary</i> Proses Pengukuran Searah Serat	127
Gambar 7.24. Persamaan Regresi Proses Pengukuran Searah Serat	128
Gambar 7.25. Diagram Pareto Proses Pengukuran Searah Serat	128
Gambar 7.26. Grafik Uji Keseragaman Proses Pengukuran Tegak Lurus Serat	130
Gambar 7.27. Grafik Uji Normalitas Proses Pengukuran Tegak Lurus Serat	130
Gambar 7.28. <i>Model Summary</i> Proses Pengukuran Tegak Lurus Serat	131
Gambar 7.29. Persamaan Regresi Proses Pengukuran Tegak Lurus Serat	131
Gambar 7.30. Diagram Pareto Proses Pengukuran Tegak Lurus Serat	132
Gambar 7.31. Optimasi Respon Hasil Eksperimen	134

INTISARI

SRP *Wood Art* merupakan UMKM yang bergerak di industri mebel berbahan dasar kayu yang berlokasi di Bantul, DIY. UMKM ini berjalan dengan metode *special request furniture (make to order)*. Pengerjaan yang manual / memahat menjadi awal dari pengerjaan di UMKM ini, tetapi seiring bertambahnya permintaan pasar, UMKM ini merakit mesin CNC Routernya sendiri. Permasalahan yang sedang dihadapi oleh SRP *Wood Art* saat ini adalah belum memiliki parameter yang optimal pada proses permesinan CNC Router sehingga produk yang dihasilkan belum optimal baik dalam permukaan produk maupun waktu pengerjaan. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada upaya mengoptimalkan beberapa parameter *machining* pada mesin CNC Router, yang meliputi jenis kayu, bentuk desain, dan *cut direction*, untuk meningkatkan efisiensi waktu proses produksi dan kualitas hasil produk. Dengan mengubah fokus parameter, diharapkan dapat ditemukan kombinasi yang lebih optimal dalam memproduksi berbagai bentuk ukiran dan desain yang kompleks.

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di UMKM SRP *Wood Art* yaitu metode eksperimental dengan menggunakan metode taguchi dalam meringkas kombinasi yang akan di uji coba. Alasan dalam penggunaan metode eksperimental yaitu perhitungan waktu produksi dapat lebih akurat, dapat menghitung hasil *surface* dikarenakan terdapat hasil produknya dari tiap kombinasi, dan untuk keberlanjutannya dapat digunakan untuk proses produksi selanjutnya oleh SRP *Wood Art*. Alasan dari penggunaan metode taguchi dalam pembentukan kombinasi yaitu untuk mengeliminasi kombinasi yang tidak perlu sehingga mengefisienkan waktu pengerjaan peneliti dan mengefisienkan sumber yang digunakan selama percobaan.

Hasil implementasi dari penelitian ini merupakan hasil produk yang telah dianalisis dan dirangkum menjadi 1 tabel yang berisi waktu proses permesinan (*Roughing, Semi Finishing, Finishing, Finishing Flat Area*) dan hasil pengukuran kekasaran permukaan produk jadi (R_a searah serat kayu, R_a tegak lurus serat kayu). Dari hasil analisis ANNOVA dan pembahasan dari masing-masing parameter, didapatkan hasil optimasi dari beberapa parameter diatas yang digunakan untuk proses *machining* CNC Router yaitu desain 3 (A3), kayu angka (B2), *cut direction any* (C1).

Kata Kunci: CNC Router, Optimasi parameter *Machining*, Metode Taguchi, Kualitas Permukaan, Efisiensi Waktu Produksi.