

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN NOMOR PERSOALAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR | iii |
| SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | iv |
| SURAT PERNYATAAN KEBENARAN DOKUMEN | v |
| SURAT PERMOHONAN PENGGUNAAN DATA PERUSAHAAN | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| ABSTRACT | ix |
| INTISARI | x |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1. Latar Belakang | 1 |
| I.2. Rumusan Masalah | 2 |
| I.3. Hipotesis..... | 3 |
| I.4. Tujuan | 3 |
| I.5. Manfaat | 3 |
| I.6. Batasan Masalah..... | 4 |
| I.7 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| II.1. Kajian Pustaka | 6 |
| II.2. <i>CNC Milling</i> | 7 |
| II.3. Parameter Pemesinan..... | 8 |
| II.6. <i>Stainless Steel 316 (SUS316)</i> | 10 |
| II.7. Kekasaran Permukaan..... | 11 |
| II.8. Waktu Pemesinan | 13 |

| | |
|---|-----------|
| II.9. Keausan Pahat..... | 14 |
| II.10. <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)..... | 16 |
| II.11. <i>Box-Behnken Design</i> | 16 |
| II.12. ANOVA..... | 17 |
| II.13. <i>Desirability Function</i> | 20 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 21 |
| III.1. Diagram Alir Penelitian..... | 21 |
| III.2. Studi Literatur..... | 22 |
| III.3. Penentuan Parameter | 22 |
| III.4. Pembuatan Rancangan Percobaan..... | 23 |
| III.5. Persiapan Alat dan Bahan..... | 26 |
| III.6. Proses Pemesinan | 31 |
| III.7. Pengambilan Data Hasil Pemesinan..... | 32 |
| III. 8. Pengujian Data..... | 33 |
| III.9. ANOVA..... | 34 |
| III.10 <i>Desirability Function</i> | 35 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 36 |
| IV.1. Proses Pengujian | 36 |
| IV.2 Hasil Proses Pemesinan..... | 37 |
| IV.2.1 Data Kekasaran Permukaan..... | 39 |
| IV.2.2 Data Waktu Pemesinan..... | 42 |
| IV.2.3 Data Keausan Pahat | 43 |
| IV.3 Pengujian Data Kekasaran Permukaan | 46 |
| IV.3.1 Uji Normalitas Data Kekasaran Permukaan | 46 |
| IV.3.2 Uji Homogenitas Kekasaran Permukaan..... | 47 |

| | |
|--|----|
| IV.3.3 Identifikasi <i>Outlier</i> Kekasaran Permukaan..... | 48 |
| IV.3.4 Uji <i>Lack of Fit</i> Kekasaran Permukaan..... | 49 |
| IV.4 Pengujian Data Waktu Pemesinan | 50 |
| IV.4.1 Uji Normalitas Waktu Pemesinan | 50 |
| IV.4.2 Uji Homogenitas Waktu Pemesinan..... | 51 |
| IV.4.3 Identifikasi <i>Outlier</i> Waktu Pemesinan | 52 |
| IV.4.4 Uji <i>Lack of Fit</i> Waktu Pemesinan..... | 53 |
| IV.5 Pengujian Data Keausan Pahat..... | 55 |
| IV.5.1 Uji Normalitas Keausan Pahat..... | 55 |
| IV.5.2 Uji Homogenitas Keausan Pahat | 56 |
| IV.5.3 Identifikasi <i>Outlier</i> Keausan Pahat..... | 57 |
| IV.5.4 Uji <i>Lack of Fit</i> Keausan Pahat..... | 58 |
| IV.6 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) | 59 |
| IV.6.1 ANOVA Kekasaran Permukaan..... | 59 |
| IV. 6.1.1 Analisis <i>Contour Plot</i> dan <i>Surface Plot</i> Kekasaran Permukaan.. | 62 |
| IV.6.2 ANOVA Data Waktu Pemesinan | 65 |
| IV. 6.2.1 Analisis <i>Contour Plot</i> dan <i>Surface Plot</i> Waktu Pemesinan..... | 68 |
| IV.6.3 ANOVA Data Keausan Pahat..... | 71 |
| IV. 6.3.1 Analisis <i>Surface Plot</i> Keausan Pahat..... | 77 |
| IV.7 <i>Desirability Function</i> | 80 |
| IV.7.1 <i>Respon Optimization</i> Kekasaran Permukaan dan Waktu Pemesinan.... | 80 |
| IV.7.2 <i>Respon Optimization</i> Kekasaran Permukaan, Waktu Pemesinan, dan Keausan Pahat..... | 82 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 84 |
| V.1. Kesimpulan..... | 84 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| V.2. Saran | 85 |
| DAFTAR PUSTAKA | 86 |
| LAMPIRAN..... | 96 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Profil permukaan..... | 12 |
| Gambar 2.2 <i>Box-Behnken Design</i> | 17 |
| Gambar 2.3 Tabel titik presentase distribusi F untuk $\alpha = 0,05$ | 19 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 21 |
| Gambar 3.2 Logo <i>software Minitab 22</i> | 23 |
| Gambar 3.3 Halaman utama <i>software Minitab 22</i> | 23 |
| Gambar 3.4 <i>Create Respon Surface Design</i> | 24 |
| Gambar 3.5 <i>Design Available</i> | 24 |
| Gambar 3.6 <i>Create Respon Surface Design : Design</i> | 25 |
| Gambar 3.7 <i>Create Respon Surface Design : Factors</i> | 25 |
| Gambar 3.8 <i>Create Respon Surface Design : Option</i> | 25 |
| Gambar 3.9 <i>Create Respon Surface Design : Result</i> | 26 |
| Gambar 3.10 Rancangan <i>Box-Behnken Design</i> | 26 |
| Gambar 3.11 CNC <i>milling DMG Mori DMF 180 Linear</i> | 27 |
| Gambar 3.12 <i>Time Surface Roughness Tester TR200</i> | 28 |
| Gambar 3.13 <i>Olympus Stereo Microscope SZ-PT</i> | 28 |
| Gambar 3.14 Pahat <i>insert carbide CoroMill R390-11 T304M-PM 1130</i> | 30 |
| Gambar 3.15 Material awal <i>Diffuser Guide Vanes</i> hasil bubut | 30 |
| Gambar 3.16 Gambar kerja <i>Diffuser Guide Vanes</i> | 31 |
| Gambar 3.17 <i>Diffuser Guide Vanes</i> | 32 |
| Gambar 3.18 Lokasi pengambilan data kekasaran permukaan..... | 32 |
| Gambar 4.1 Program <i>G-code</i> pada kontrol panel..... | 36 |
| Gambar 4.2 <i>Probe and Blum</i> mesin DMG Mori DMF 180 Linear..... | 38 |
| Gambar 4.3 Proses pemesinan <i>Diffuser Guide Vanes</i> | 39 |
| Gambar 4.4 Spesimen <i>Diffuser Guide Vanes</i> | 39 |
| Gambar 4.5 Pengujian kekasaran permukaan | 40 |
| Gambar 4.6 Garis sambungan antar lintasan pahat pada titik 3 | 41 |
| Gambar 4.7 <i>Time counter</i> waktu pemesinan mesin DMG Mori DMF 180 Linear..... | 42 |
| Gambar 4.8 Hasil pengukuran panjang keausan dan lebar keausan pahat (V_B) | 44 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.9 Hasil uji normalitas data kekasaran permukaan..... | 46 |
| Gambar 4.10 Hasil uji homogenitas data kekasaran permukaan | 48 |
| Gambar 4.11 Hasil identifikasi <i>outlier</i> data kekasaran permukaan | 49 |
| Gambar 4.12 <i>Probability plot</i> data waktu pemesinan..... | 50 |
| Gambar 4.13 <i>Versus fits plot</i> data waktu pemesinan | 52 |
| Gambar 4.14 <i>Outlier plot</i> data waktu pemesinan..... | 52 |
| Gambar 4.15 Data waktu pemesinan yang disesuaikan | 54 |
| Gambar 4.16 Hasil uji normalitas data panjang keausan pahat | 55 |
| Gambar 4.17 Hasil uji normalitas data V_B | 56 |
| Gambar 4.18 Hasil uji homogenitas data panjang keausan pahat..... | 56 |
| Gambar 4.19 Hasil uji homogenitas data V_B | 57 |
| Gambar 4.20 <i>Outlier plot</i> data panjang keausan pahat | 57 |
| Gambar 4.21 <i>Outlier plot</i> data V_B | 58 |
| Gambar 4.22 Grafik <i>contour plot</i> kecepatan pemakanan vs kecepatan spindel kekasaran permukaan | 62 |
| Gambar 4.23 Grafik <i>surface plot</i> kecepatan pemakanan vs kecepatan spindel kekasaran permukaan | 63 |
| Gambar 4.24 Grafik <i>contour plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan spindel kekasaran permukaan | 63 |
| Gambar 4.25 Grafik <i>surface plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan spindel kekasaran permukaan | 64 |
| Gambar 4.26 Grafik <i>contour plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan pemakanan kekasaran permukaan | 64 |
| Gambar 4.27 Grafik <i>surface plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan pemakanan kekasaran permukaan | 65 |
| Gambar 4.28 Grafik <i>contour plot</i> kecepatan pemakanan vs kecepatan spindel waktu pemesinan..... | 68 |
| Gambar 4.29 Grafik <i>surface plot</i> kecepatan pemakanan vs kecepatan spindel waktu pemesinan..... | 68 |
| Gambar 4.30 Grafik <i>contour plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan spindel waktu pemesinan..... | 69 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.31 Grafik <i>surface plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan spindle waktu pemesinan..... | 69 |
| Gambar 4.32 Grafik <i>contour plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan pemakanan waktu pemesinan..... | 70 |
| Gambar 4.33 Grafik <i>surface plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan pemakanan waktu pemesinan..... | 70 |
| Gambar 4.34 Keausan pada <i>rake face</i> | 75 |
| Gambar 4.35 Grafik <i>surface plot</i> kecepatan pemakanan vs kecepatan spindle data panjang keausan pahat..... | 77 |
| Gambar 4.36 Grafik <i>contour plot</i> kecepatan pemakanan vs kecepatan spindle data V_B | 77 |
| Gambar 4.37 Grafik <i>contour plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan spindle data panjang keausan pahat..... | 78 |
| Gambar 4.38 Grafik <i>surface plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan spindle data V_B | 78 |
| Gambar 4.39 Grafik <i>surface plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan pemakanan data panjang keausan pahat..... | 79 |
| Gambar 4.40 Grafik <i>contour plot</i> kedalaman pemakanan vs kecepatan pemakanan data data V_B | 79 |
| Gambar 4.41 Parameter optimasi kekasaran permukaan dan waktu pemesinan ... | 81 |
| Gambar 4.42 <i>Solution for respon optimization</i> kekasaran permukaan dan waktu pemesinan..... | 81 |
| Gambar 4.43 Grafik <i>solution for respon optimization</i> keksaran permukaan dan waktu pemesinan..... | 81 |
| Gambar 4.44 Parameter optimasi kekasaran permukaan, waktu pemesinan, dan keausan pahat (V_B)..... | 82 |
| Gambar 4.45 Grafik <i>solution for respon optimization</i> keksaran permukaan, waktu pemesinan, dan keausan pahat (V_B)..... | 82 |
| Gambar 4.46 Grafik <i>solution for respon optimization</i> keksaran permukaan, waktu pemesinan, dan keausan pahat (V_B)..... | 83 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Rekomendasi parameter pemesinan pahat <i>insert CoroMill R390-11 T304M-PM 1130</i> | 9 |
| Tabel 2.2 <i>Chemical compositions SUS316</i> | 10 |
| Tabel 2.3 <i>Physical properties SUS316</i> | 10 |
| Tabel 2.4 <i>Mechanical properties SUS316</i> | 11 |
| Tabel 2.5 Angka kekasaran menurut ISO 1302..... | 12 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi mesin CNC <i>milling DMG Mori DMF 180 Linear</i> | 26 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi pahat <i>insert carbide CoroMill R390-11 T304M-PM 1130</i> | 29 |
| Tabel 4.1 Data kekasaran permukaan..... | 40 |
| Tabel 4.2 Data waktu pemesinan..... | 43 |
| Tabel 4.3 Data nilai panjang keausan pahat..... | 44 |
| Tabel 4.4 Data Nilai lebar keausan pahat..... | 45 |
| Tabel 4.5 Hasil uji <i>lack of fit</i> data kekasaran permukaan..... | 49 |
| Tabel 4.6 Hasil uji <i>lack of fit</i> data waktu pemesinan..... | 53 |
| Tabel 4.7 Hasil uji <i>lack of fit</i> data waktu pemesinan yang disesuaikan..... | 54 |
| Tabel 4.8 Hasil uji <i>lack of fit</i> data panjang keausan pahat..... | 58 |
| Tabel 4.9 Hasil uji <i>lack of fit</i> data lebar keausan pahat..... | 59 |
| Tabel 4.10 ANOVA kekasaran permukaan..... | 60 |
| Tabel 4.11 ANOVA waktu pemesinan..... | 65 |
| Tabel 4.12 ANOVA panjang keausan pahat..... | 71 |
| Tabel 4.13 ANOVA lebar keausan pahat (V_B)..... | 72 |