

SKRIPSI

**KLASIFIKASI KEKASARAN PERMUKAAN PROSES
FACE MILLING CNC PADA BAJA S45C
MENGUNAKAN METODE *DECISION TREE* C5.0**



YUSTINUS AGUNG PRANATA

03051382025090

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**KLASIFIKASI KEKASARAN PERMUKAAN PROSES
FACE MILLING CNC PADA BAJA S45C
MENGUNAKAN METODE *DECISION TREE* C5.0**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH

**YUSTINUS AGUNG PRANATA
03051382025090**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**KLASIFIKASI KEKASARAN PERMUKAAN PROSES *FACE*
MILLING CNC PADA BAJA S45C MENGGUNAKAN
METODE *DECISION TREE C5.0***

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

YUSTINUS AGUNG PRANATA

03051382025090


Palembang, 3 Juni 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin




Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 009/101/Alu/2024
Diterima Tanggal : 12 Juni 2024
Paraf : 

SKRIPSI


NAMA : YUSTINUS AGUNG PRANATA
NIM : 03051382025090
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : KLASIFIKASI KEKASARAN PERMUKAAN
PROSES *FACE MILLING* CNC PADA BAJA
S45C MENGGUNAKAN METODE *DECISION
TREE* C5.0
DIBUAT TANGGAL : 28 MEI 2023
SELESAI TANGGAL : 3 JUNI 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, 3 Juni 2024

Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi


Irsyadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Klasifikasi Kekasaran Permukaan Proses *Face Milling* CNC Pada Baja S45C Menggunakan Metode *Decision Tree* C5.0” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Mei 2024.

Palembang, 28 Mei 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.


NIP. 199204122022031009

()

Sekretaris :

2. M.A. Ade Saputra, S.T., M.T., M.Kom.

NIP. 198711302019031006

()

Anggota :

3. Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T.


NIP. 199306052019031016

()

Palembang, 28 Mei 2024
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadl Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Memeriksa dan Menyetujui,
Pembimbing Skripsi


Irsyadl Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Klasifikasi Kekasaran Permukaan Proses *Face Milling* CNC Pada Baja S45C Menggunakan Metode *Decision Tree* C5.0”. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam proses penyelesaian Skripsi ini. Terima Kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa.
2. Kedua Orang Tua yang selalu mendoakan, memberi semangat dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, memotivasi, serta banyak memberikan saran kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
4. Bapak M. A. Ade Saputra, S.T., M.T. selaku Dosen Konsultasi yang telah membimbing, mendidik, memotivasi, serta banyak memberikan saran kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
5. Bapak Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Keluarga besar penulis yang setia membantu dan memberikan motivasi untuk bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman yang telah setia menemani penulis dikala suka maupun duka.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, umumnya para pembaca dan khususnya penulis serta bagi mahasiswa Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Mesin.

Palembang, 3 Juni 2024



Yustinus Agung Pranata
NIM. 03051382025090

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yustinus Agung Pranata

NIM : 03051382025090

Judul : Klasifikasi Kekasaran Permukaan Proses *Face Milling* CNC Pada Baja S45C Menggunakan Metode *Decision Tree* C5.0

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 3 Juni 2024



Yustinus Agung Pranata
NIM. 03051382025090

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yustinus Agung Pranata

NIM : 03051382025090

Judul : Klasifikasi Kekasaran Permukaan Proses *Face Milling* CNC Pada Baja S45C Menggunakan Metode *Decision Tree* C5.0

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Yustinus Agung Pranata
NIM. 03051382025090

RINGKASAN

KLASIFIKASI KEKASARAN PERMUKAAN PROSES *FACE MILLING* CNC PADA BAJA S45C MENGGUNAKAN METODE *DECISION TREE* C5.0

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, Juni 2024

Yustinus Agung Pranata, dibimbing oleh Irsyadi Yani, S.T., M. Eng., Ph.D.

xxvii + 103 halaman, 22 tabel, 45 gambar, 10 lampiran

RINGKASAN

Kekasaran di permukaan ialah parameter sangat penting dalam manufaktur, khususnya dalam CNC. Oleh karena itu, pemahaman dan kontrol kekasaran permukaan menjadi esensial dalam proses pemesinan. Studi ini fokus pada klasifikasi kekasaran pada permukaan dalam proses *face milling* CNC terhadap baja S45C menggunakan metode *decision tree*. Data kekasaran permukaan diperoleh dari berbagai kondisi pemotongan yang mencakup berbagai kombinasi parameter pemotongan contohnya kecepatan pemakanan, tingkat dalam *milling*, dan *feed rate* per gigi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwasannya model *decision tree* mampu sangat baik dalam mengklasifikasikan kekasaran pada permukaan pada *face milling* CNC terhadap baja S45C, akurasi yang memadai untuk digunakan dalam aplikasi industri. Sedangkan pada parameter V_c "175" perlu dihitung kembali *entropy*, *gain* dan *gain ratio* nya untuk menentukan *node* yang tepat untuk menyelesaikan pohon keputusan. *node* V_c "175" tidak dapat menentukan klasifikasi *grade number* dan dihitung karna data kurang lengkap sehingga hasil perhitungannya 0 atau nilainya sama antara atribut F_z dan a_x . Permasalahan ini disebabkan karena kekurangan data pada kolom *grade number* N5, N6 dan N7, penyebab ini sebenarnya memang kelemahan dari metode *decision tree* itu sendiri yang memang harus memiliki banyak data. Berdasarkan pengolahan pada *Rapidminer*, menunjukkan bahwa *root node* nya ialah V_c , lalu V_c dibagi menjadi 2 cabang yaitu kurang dari 112. Berdasarkan pengolahan pada *python* V_c kurang dari

atau sama dengan 112.5 merupakan paling berpengaruh dalam proses *milling* ini sehingga menjadi *root node* dalam pohon keputusan ini. Model membagi dataset menjadi dua kelompok berdasarkan nilai “ V_c “, dan setiap kelompok kemudian diproses lebih lanjut oleh cabang-cabang berikutnya dalam pohon keputusan. 0,662 *gini* itu sendiri ialah metrik yang dipakai untuk menganalisa ketidakmurnian (*impurity*) dari sebuah himpunan data. Metrik ini biasa digunakan dalam proses pemilihan pemisahan (*split*) pada setiap *node* dalam pohon keputusan. Jadi kesimpulannya *gini* itu sama dengan *gain* dan *gain ratio* yang berfungsi untuk *split data*. $Value = [6, 7, 8]$ pada sebuah *node*, mengindikasikan distribusi kelas target atau kelas *output* di *node* tersebut, nilai ini terkait dengan jumlah sampel dari setiap kelas yang terdapat dalam *node* tersebut. Parameter proses pemesinan *milling* optimal atau paling baik menurut data dari 30 parameter ada pada kecepatan pemotongan (V_c) 75 m/min, *feed rate* (f_z) 0,100 mm/*teeth*, dan tingkat dalam makan *axial* (α_x) 1,5 mm dengan nilai kekasaran permukaan R_a rata-rata 0,353 μm dan R_t rata-rata 3,327 μm .

Kata Kunci : kekasaran permukaan, *decision tree*, *face milling* CNC

Kepustakaan : 28

SUMMARY

CLASSIFICATION OF SURFACE ROUGHNESS IN CNC FACE MILLING PROCESS ON S45C STEEL USING DECISION TREE C5.0 METHOD

Scholarly Writing in the Form of a Dissertation, Juni 2024

Yustinus Agung Pranata, supervised of Irsyadi Yani, S.T., M. Eng., Ph.D.

xxvii + 103 pages, 22 tables, 45 figures, 10 attachment

SUMMARY

Surface roughness is a crucial quality parameter in manufacturing processes, particularly in CNC machining. Therefore, understanding and controlling surface roughness are essential in machining. This study focuses on classification of surface texture in CNC milling processes on S45C steel using a decision tree method. Surface roughness data were obtained from various cutting conditions, encompassing different combinations cutting adjusting parameters like feed rate, cutting depth and feed per tooth. Results of this research show that the decision tree model performs well in classifying surface texture in CNC milling processes on S45C steel, with sufficient accuracy for industrial applications. However, for V_c "175", entropy, gain, and gain ratio need to be recalculated to determine the correct node to complete the decision tree. The V_c "175" node cannot classify the grade number due to incomplete data, resulting in a calculation of 0 or the same value between the F_z and a_x attributes. This issue arises from the lack of data in the grade number columns N5, N6, and N7. This limitation is indeed a weakness of the decision tree method, which typically requires abundant data. Based on Rapidminer processing, it shows that its root node is V_c , which is then divided into two branches, less than 112. In Python processing, V_c less than or equal to 112.5 has the most influence on this milling process, thus becoming the root node in this decision tree. The model splits the dataset into two categories according to the ' V_c ' parameter, and each group is then further processed by subsequent branches

in the decision tree. A Gini value of 0.662 is metrics use measure impurity a dataset. This metric is commonly used in the decision-making process for splitting at each node in the decision tree. Therefore, the Gini is equivalent to gain and gain ratio, which function to split the data. A 'Value' of [6, 7, 8] at a node indicates the distribution of the target class or output class in that node, with this value related to the number of samples from each class within that node. The optimal or best milling process parameters, according to data from 30 parameters, are cutting speed(V_c) of 75 meter per minute, feeding per tooth (fz) of 0.100 mm/gear, axial cutting depth (ax) of 1.5 milimeter, resulting an average surface roughness value of Ra 0.353 μm and Rt 3.327 μm .

Keywords : surface roughness, decision tree, face milling CNC

Literatures : 28

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
SKRIPSI.....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Proses Permesinan CNC.....	7
2.2 <i>Face Milling</i>	10
2.3 Parameter Permesinan CNC.....	11
2.4 <i>Endmill Cutter</i>	14
2.5 Baja Karbon S45C.....	15
2.7 Kasaran Permukaan (<i>Surface Roughness</i>).....	16
2.8 <i>Decision Tree</i>	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Diagram Alir Pengujian.....	27
3.2 Persiapan Benda Kerja	28

3.3 Persiapan Pahat	29
3.4 Persiapan CNC <i>Milling</i>	30
3.5 Cairan Pemotongan	31
3.7 Pengukuran Kekasaran Permukaan	32
3.8 <i>Design Experiment</i>	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Pemograman CNC <i>Milling</i>	37
4.2 Pengoperasian Mesin CNC <i>Milling</i>	39
4.3 Pengukuran Kekasaran Permukaan S45C	45
4.4 Mengklasifikasi data dengan metode <i>Decision Tree</i>	49
4.5 Klasifikasi data pada <i>Rapidminer</i>	57
4.6 Klasifikasi data pada <i>Python</i>	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin CNC Richon XK-7132A (Klikalat, 2021)	9
Gambar 2.2 <i>Face milling</i> (Groover, 2020).....	10
Gambar 2.3 <i>Down-cut milling</i> (Saif M, 2022)	11
Gambar 2.4 Parameter permesinan CNC (Sagepub, 2013).....	13
Gambar 2.5 <i>Endmill</i>	14
Gambar 2.6 Baja karbon S45C.....	16
Gambar 2.7 Penyimpangan <i>surface roughness</i> (Gavin Leo, 2022)	17
Gambar 2.8 Parameter Ra, Rt dan Rz (Shineyuu, 2021)	18
Gambar 2.9 Konsep <i>decision tree</i>	21
Gambar 3.1 Diagram alir pengujian.....	27
Gambar 3.2 Baja karbon S45C.....	29
Gambar 3.3 <i>Endmill</i> 4GMills.....	30
Gambar 3.4 Mesin CNC Richon XK-7132A	31
Gambar 3.5 Cairan pemotongan <i>bromus</i>	31
Gambar 3.6 Skematik pengukuran kekasaran	32
Gambar 3.7 Alat Uji kekasaran permukaan	33
Gambar 3.8 <i>Display</i> indikator <i>roughness</i>	33
Gambar 3.9 <i>Driver</i> dan <i>stylus handysurf</i>	33
Gambar 4.1 <i>Modelling</i> baja S45C pada <i>mastercam</i>	38
Gambar 4.2 <i>Input</i> parameter <i>mastercam X5</i>	38
Gambar 4.3 Simulasi <i>mastercam X5</i>	39
Gambar 4.4 <i>Endmill</i> dan baja S45C.....	40
Gambar 4.5 Cairan <i>bromus</i>	40
Gambar 4.6 <i>G-code</i> CNC.....	40
Gambar 4.7 <i>Centerfix</i> dan <i>setting</i> titik <i>zero</i>	43
Gambar 4.8 Memasang <i>endmill</i> pada arbor	44
Gambar 4.9 Proses <i>milling</i>	44
Gambar 4.10 Hasil proses <i>milling</i>	45
Gambar 4.11 Tepian gelombang hasil <i>milling</i>	45

Gambar 4.12 Pengukuran kekerasan S45C	46
Gambar 4.13 Titik pengukuran kekerasan.....	46
Gambar 4.14 Diagram alir pengolahan data	49
Gambar 4.15 Pohon keputusan pertama	55
Gambar 4.16 Pohon keputusan final.....	57
Gambar 4.17 Desain model <i>rapidminer</i>	59
Gambar 4.18 <i>Split</i> data <i>rapidminer</i>	59
Gambar 4.19 Kriteria <i>rapidminer</i>	60
Gambar 4.20 <i>Confusion matrix rapidminer</i>	60
Gambar 4.21 Pohon keputusan <i>rapidminer</i>	61
Gambar 4.22 <i>Library python</i>	62
Gambar 4.23 Penerapan model algoritma <i>python</i>	63
Gambar 4.24 <i>Confusion matrix python</i>	63
Gambar 4.25 <i>Source code</i> menampilkan pohon keputusan.....	64
Gambar 4.26 Hasil data <i>testing</i> dan <i>training</i>	64
Gambar 4.27 Pohon keputusan <i>python</i>	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia baja karbon S45C.....	16
Tabel 2.2 <i>Grade number</i> kekasaran permukaan	19
Tabel 2.3 Tingkat Ra permukaan berdasarkan tahapan pengerjaan.....	20
Tabel 3.1 Komposisi kimia baja karbon S45C.....	28
Tabel 3.2 Spesifikasi pahat	29
Tabel 3.3 Spesifikasi mesin CNC	30
Tabel 3.4 Spesifikasi alat uji kekasaran	33
Tabel 3.5 Variabel parameter CNC.....	34
Tabel 4.1 Penjelasan <i>g-code</i>	41
Tabel 4.2 Hasil pengukuran kekasaran permukaan.....	47
Tabel 4.3 Atribut dan label dataset	50
Tabel 4.4 Data <i>training</i>	50
Tabel 4.5 Perhitungan jumlah parameter berdasarkan atribut	51
Tabel 4.6 Nilai <i>entropy</i>	52
Tabel 4.7 Nilai <i>gain</i>	53
Tabel 4.8 Nilai <i>gain ratio</i>	54
Tabel 4.9 Nilai V_c “175”	55
Tabel 4.10 Nilai atribut V_c “175”	56
Tabel 4.11 Data <i>training</i>	58
Tabel 4.12 Data <i>testing</i>	58
Tabel 4.13 Perbandingan <i>split data rapidminer</i>	61
Tabel 4.14 Perbandingan <i>split data python</i>	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sertifikat spesifikasi baja S45C	73
Lampiran 2 <i>G-code</i> CNC data parameter 1-10	74
Lampiran 3 Formulir konsultasi tugas akhir	76
Lampiran 4 Perhitungan <i>decision tree</i>	77
Lampiran 5 <i>Split data rapidminer</i> dan <i>python</i>	94
Lampiran 6 Data parameter CNC	99
Lampiran 7 Form pengecekan format tugas akhir	100
Lampiran 8 Surat pernyataan bebas plagiarisme	101
Lampiran 9 Surat keterangan pengecekan similaritas.....	102
Lampiran 10 Hasil akhir similaritas (Turnitin)	103

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Intelegensi tiruan (*Artificial Intelligence*) dan metode pembelajaran mesin (*Machine Learning*) adalah Perkembangan signifikan dalam bidang ilmu komputer dan sistem analisis data telah memberikan peluang untuk meningkatkan berbagai layanan teknologi, produk, dan aplikasi industri secara luas. Bidang yang terkait dengan kecerdasan buatan dan ilmu komputer yang dikenal sebagai Pembelajaran mesin berpusat pada pemanfaatan data dan algoritma untuk mereplikasi proses belajar mesin dan meningkatkan ketepatan sistem. Sistem pembelajaran mesin dapat diterapkan pada prediksi gaya potong dan keausan alat pada mesin perkakas CNC untuk meningkatkan umur alat selama operasi pemesinan. Parameter pemesinan teroptimasi dari operasi pemesinan CNC dapat diperoleh dengan menggunakan sistem pembelajaran mesin canggih untuk meningkatkan efisiensi selama proses manufaktur komponen (Soori dkk., 2023).

Perusahaan bidang sektor rekayasa teknik meyakinkan pemesinan tahapan untuk produksi, yang dijalankan secara konvensional maupun menggunakan mesin CNC (*Computer Numerical Control*). Memperhatikan adanya standar ketat dalam bidang rekayasa teknik, seperti dimensi dengan toleransi yang sangat ketat, banyak perusahaan memilih mesin CNC karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan mesin manual/konvensional. Kelebihan tersebut mencakup ketelitian dan kecepatan yang lebih tinggi dalam proses pemesinan, baik dari aspek kuantitas maupun kualitas (Zubaidi dkk., 2012).

Menurut Ghuge dkk (2021) dalam industri manufaktur tradisional, seperti produksi massal komponen seperti komponen otomotif (mesin, transmisi, rem, dll), penggunaan volume besar cairan pendingin (pemotongan) dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas dan ketepatan mesin. Namun, akhir-akhir ini, dampak buruk dari penggunaan fluida pemotong telah menjadi isu serius, mendorong perlunya mengurangi penggunaan pendingin. Permasalahan kekasaran permukaan

yang disebabkan oleh CNC (*Computer Numerical Control*) merupakan permasalahan esensial dalam proses manufaktur, jika tidak dikendalikan dapat mempengaruhi kinerja dan pengoperasian produk. Misalnya saja pada industri otomotif, komponen dengan permukaan yang kasar dapat mempercepat keausan atau mengurangi efisiensi bahan bakar. Permukaan yang kasar mungkin memerlukan langkah penyelesaian tambahan seperti pengamplasan atau pengecatan, hal ini dapat meningkatkan biaya produksi dan waktu pemrosesan. Kekasaran permukaan yang tidak diinginkan dapat menurunkan nilai estetika produk. Kekasaran permukaan yang tinggi juga dapat melemahkan korosi atau keausan pada produk. Perbedaan kekasaran permukaan dapat mengakibatkan produk tidak memenuhi standar yang pada akhirnya dapat menyebabkan penolakan produk. Kekasaran permukaan mengacu pada material atau tingkat ketidakhalusan yang muncul pada permukaan suatu objek kerja setelah dipotong atau dibentuk oleh mesin CNC.

Menurut Muhammad Yanis dan Ahmad Mujaddid An-Najiy (2020) kekasaran pada permukaan merupakan nilai dari ketidaksempurnaan yang timbul akibat kondisi pemotongan dalam proses pemesinan. Juga dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk pengaturan mesin CNC yang tidak tepat, pemilihan alat yang tidak sesuai, kecepatan pemotongan yang salah, atau pemantauan yang tidak memadai selama proses produksi.

Salah satu standar penilaian kualitas produk yang paling penting adalah kekasaran permukaan. Kasaran permukaan bagian-bagian yang dimesin dapat diminimalkan untuk meningkatkan masa pakai bagian-bagian yang dihasilkan. Aplikasi-algoritma pembelajaran mesin dalam prediksi karakteristik kasaran permukaan dikembangkan untuk dengan akurat mengantisipasi kualitas permukaan dari komponen yang di mesin menggunakan operasi bubut. *Regresi linear, random forest, dan decision tree* sebagai sistem pembelajaran mesin canggih digunakan untuk memprediksi kualitas permukaan dari bagian-bagian yang di mesin. Akurasi pemesinan dan kualitas permukaan untuk mesin perkakas CNC diprediksi menggunakan pendekatan berbasis data untuk dengan tepat memprediksi kasaran permukaan dalam operasi pemesinan (Soori dkk., 2023).

Balachandhar dkk., (2021) telah melakukan analisis terhadap algoritma *Decision Tree*. Penerapan algoritma pohon keputusan untuk menganalisis kekasaran permukaan termasuk dalam masalah klasifikasi. Ini adalah metode pembelajaran mesin yang diawasi untuk model prediksi dari data. Kelebihan *Decision Tree* adalah aturan yang dihasilkan dari kumpulan data mudah dipahami. Algoritma yang diusulkan untuk pembuatan *Decision Tree* disebut *Iterative Dichotomiser 3* (ID3) dan versi yang disempurnakan adalah C 4.5. Prosedur langkah demi langkah yang diusulkan untuk menerapkan algoritma C 4.5 untuk kumpulan data *flowshop* untuk kriteria waktu aliran total. Algoritma C 4.5 diterapkan untuk kumpulan data pembubutan spesimen -2. Algoritma ini menerapkan pendekatan dari atas menuju bawah dan sebaliknya serta mengidentifikasi atribut dan mengekstrak atribut pemisahan terbaik yang membaginya. Untuk menerapkan algoritma C 4.5 respon keluaran (*Class Attribute*) berbentuk kategorikal. Untuk menyembunyikan nilai numerik ke dalam *caterigorical* saja, nilai rata-rata μ diambil sebagai dasar. Nilai di bawah rata-rata dianggap 'Rendah' dan nilai di atas rata-rata dianggap 'Tinggi'.

Menurut Rodríguez dkk., (2017) *Decision Tree* telah dipilih sebagai teknik yang paling sesuai untuk membangun sistem pengambilan keputusan karena dua alasan: pohon ini menunjukkan akurasi yang lebih tinggi untuk memprediksi kekasaran dalam hal keausan pahat dan kekasaran permukaan hasil CNC. Mereka juga memberikan umpan balik visual yang berguna mengenai informasi yang diambil dari data nyata, yang dapat langsung digunakan oleh insinyur.

Sebelumnya, penelitian mengenai analisis kasar permukaan telah dilaksanakan oleh peneliti lain, yaitu Imam Syafa'at dan rekan-rekan pada tahun 2016. Penelitian tersebut mengeksplorasi analisis arah dan sudut aliran makan, serta sudut antara permukaan benda kerja dan kekasaran permukaan saat proses pemillangan akhir dengan mesin frais CNC. Penelitian ini mengindikasikan bahwa perubahan posisi alat potong dengan berbagai arah pemberian makan dan jarak yang tetap, saat berinteraksi dengan beragam sudut permukaan benda kerja, mengakibatkan variasi dalam pergeseran alat potong yang memengaruhi kekasaran permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekasaran permukaan terendah

terjadi saat sudut permukaan benda kerja sekitar 30° dengan arah pemberian makan sekitar 45° (Widiantoro dkk., 2017).

Dari pengantar konteks yang sudah dijelaskan, penelitian akan difokuskan pada analisis memakai metode algoritma C5.0 berdasarkan teori *decision tree* untuk memprediksi nilai kekasaran pada permukaan terhadap karbon S45C dalam tahapan *face milling* CNC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan informasi yang diberikan, masalah-masalah dapat diidentifikasi yang akan diteliti ialah:

1. Bagaimana mencari nilai terbaik dari data kekasaran pada permukaan pada tahapan permesinan CNC di benda kerja baja karbon S45C menggunakan metode *Decision Tree*?
2. Bagaimana mengoptimalkan parameter-parameter CNC dalam model *Decision Tree* agar dapat menghasilkan prediksi yang akurat dan nilai terbaik untuk kekasaran permukaan?
3. Bagaimana hasil ketepatan klasifikasi rata rata *Surface Roughness* menggunakan metode *decision tree* C5.0?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Cakupan penelitian ini antara lain:

1. Mesin memakai CNC *Milling* RICHON XK7132A.
2. Material benda kerja yang dipakai yakni baja dengan karbon sedang S45C.
3. Pahat yang dipakai adalah pahat *carbide Endmill coated* Diameter 10 mm, 4 *flute*.

4. Variabel pemotongan yang dimanfaatkan termasuk kecepatan pemotongan (V_c), gerakan makan (f_z) serta kedalaman potong *axial* (a_x) dan *radial* (a_r) yang dijaga konstan.
5. Pengujian nilai kekasaran permukaan benda kerja menggunakan Alat *Handysurf* Accretech E-35B.
6. Cairan pendingin menggunakan cairan *bromus*
7. Pemodelan dengan metode *Decision Tree*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini ialah:

1. Memperoleh hasil ketepatan klasifikasi nilai rata-rata kekasaran permukaan pada benda kerja baja karbon S45C.
2. Menganalisis kontribusi utama dari parameter dalam proses *milling* adalah kecepatan pemotongan (V_c), gerakan makan (f_z) dan kedalaman pemotongan (a_x), dalam mengurangi variasi dari respon kekasaran permukaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Keuntungan manfaat yang diperoleh dari penelitian ini meliputi kemampuan mengklasifikasi tingkat kekasaran permukaan menggunakan pendekatan *Decision Tree* yang akan memberi kontribusi yang signifikan pada kemajuan teknologi dan pengetahuan dengan diharapkan memberikan sumbangan berharga terhadap perkembangan teknologi dan pengetahuan, khususnya dalam penerapan machine learning dalam proses permesinan produksi dan lainnya serta pemahaman lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kekasaran permukaan. Penelitian ini pada kekasaran permukaan CNC dengan penerapan machine learning memiliki potensi untuk memberikan manfaat besar dalam meningkatkan kualitas,

efisiensi, dan produktivitas di dalam industri manufaktur. Memberikan gambaran dan pengetahuan tentang permodelan metode algoritma *decision tree* C5.0

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2010). Mekanisme Keausan Pahat Pada Proses Pemesinan: Sebuah Tinjauan Pustaka. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 6(1), 9–16.
- Achmad Basuki, I. S. (2021). Decision Tree. *Machine Learning Foundations*, 141–165. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65900-4_7
- Arthaya, B., Setiawan, A., & Sunardi, S. (2011). The design and development of G-Code checker and cutting simulator for CNC turning. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, 10(2), 261–276. <https://doi.org/10.1142/S0219686711002193>
- Aziz, M., & Saraswati, R. (2022). Optimalisasi Parameter Mesin CNC Milling 3 Axis terhadap Waktu Produksi dengan Menggunakan Response Surface Methodology. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 1(4), 293–304. <https://doi.org/10.55927/fjas.v1i4.1089>
- Balachandhar, R., Balasundaram, R., & Ravichandran, M. (2021). Analysis of surface roughness of rock dust reinforced AA6061 -Mg matrix composite in turning. *Journal of Magnesium and Alloys*, 9(5), 1669–1676. <https://doi.org/10.1016/j.jma.2021.03.035>
- Basuki, B. (2014). Pengaruh Metode Minimum Lubrication Keausan Pahat dan Kekasaran Permukaan Benda Kerja AISI 4340. *Teknologi*, 7(2), 112–117.
- Dinata, G. G. S., Muttaqin, A. Z., & Darsin, M. (2020). Rancang Bangun dan Uji Performa Sistem Kendali Pemberian Fluida Permesinan MQL Berbasis Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 11(1), 97–104. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2020.011.01.11>
- Dolinšek, S., & Kopač, J. (2006). Mechanism and types of tool wear ; particularities in advanced cutting materials. 19(1), 11–18.
- Dunham, M. H. (2002). *Introductory and Advanced Topics Part I*. 1–21.
- Engin, S., & Altintas, Y. (2001). Mechanics and dynamics of general milling cutters. Part I: Helical end mills. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 41(15), 2195–2212. [https://doi.org/10.1016/S0890-6955\(01\)00045-1](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(01)00045-1)
- Fauzi, A., & Sumbodo, W. (2021). Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 pada Mesin Bubut CNC. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1), 46–57. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v6i1.38114>
- Ghugel, N. C., Palande, D., Mahalle, A. M., & Belkhode, P. (2021). Minimum Quantity Lubrication-Alternative to Flood Cutting and Dry Cutting. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, May, 345–351. <https://doi.org/10.32628/ijrst218254>
- Hendri Budiman, & Richard Richard. (2007). Analisis Umur dan Keausan Pahat

- Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 31–39. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/16643>
- Jufrizaldy, M., Ilyas, I., & Marzuki, M. (2020). Rancang Bangun Mesin Cnc Milling Menggunakan System Kontrol Grbl Untuk Pembuatan Layout Pcb. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 4(1), 37. <https://doi.org/10.30811/jmst.v4i1.1743>
- Kurniawan, D. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 4(2), 83–90.
- Majanasastra, R. (2013). Analisis Simulasi Uji Impak Baja Karbon Sedang (AISI 1045) dan Baja Karbon Tinggi (AISI D2) Hasil Perlakuan Panas. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma “45” Bekasi*, 1(2), 61–66.
- Meyrick, G., & Wagoner, R. H. (2001). *Steel: Physical Metallurgy Of Steel*. Class Notes and Lecture Material for MSE 651.01, 1–174. <papers3://publication/uuid/8BD53754-BC14-41B9-904E-726328DB34F3>
- Muhammad Yanis, & Ahmad Mujaddid An-Najiy. (2020). Analisis Kekasaran Permukaan Hasil Proses Side Milling Menggunakan Artificial Neural Networks (ANN). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 20(2), 5–12. <https://doi.org/10.36706/jrm.v20i2.63>
- Naibaho, R., Sianturi, R. L., & Napitupulu, A. (2023). Perancangan dan Optimasi Performa Sistem Minimum Quantity Lubrication (MQL) pada Proses Pemesinan Keras dengan Kontroler berbasis Arduino. 4(2), 31–34.
- Oberlé, R., Schorr, S., Yi, L., Glatt, M., Bähre, D., & Aurich, J. C. (2020). A use case to implement machine learning for life time prediction of manufacturing tools. *Procedia CIRP*, 93, 1484–1489. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.056>
- Prianto, M.Eng, E. (2017). Proses Pemesinan Cnc Dalam Pembelajaran Simulasi Cnc. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1), 62–68. <https://doi.org/10.21831/jee.v1i1.15110>
- Rodríguez, J. J., Quintana, G., Bustillo, A., & Ciurana, J. (2017). A decision-making tool based on decision trees for roughness prediction in face milling. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30(9), 943–957. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2016.1247991>
- Saputro, H. (2010). Model Matematik Untuk Memprediksi Kekasaran Permukaan Hasil Proses Cnc Bubut Tanpa Pendinginan. *Traksi*, 10(1), 18–31.
- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Machine learning and artificial intelligence in CNC machine tools, A review. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*, October 2022, 100009. <https://doi.org/10.1016/j.smse.2023.100009>
- Widiantoro, A. W., Khumaedi, M., & Sumbodo, W. (2017). Pengaruh Jenis Material Pahat Potong Dan Arah Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Ems 45 Pada Proses Cnc Milling. *Saintekno: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(1), 13–24.
- Wu, D., Jennings, C., Terpeny, J., Gao, R. X., & Kumara, S. (2017). A

Comparative Study on Machine Learning Algorithms for Smart Manufacturing: Tool Wear Prediction Using Random Forests. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, 139(7). <https://doi.org/10.1115/1.4036350>

Yusuf, Y. (2007). Perbandingan Performansi Algoritma Decision Tree C5.0, Cart .. Seminar, 2007(Snati), 0–3.

Zubaidi, A., Syafa, I., & Darmanto. (2012). Terhadap Kekasaran Permukaan. *Momentum*, 8(1), 40–47.