

SKRIPSI
APLIKASI METODE *RANDOM FOREST CLASSIFIER*
PADA NILAI KEKASARAN PERMUKAAN BAJA
S45C PROSES *MILLING CNC*



SULTAN ISMAIL ERSI
03051282025042

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

SKRIPSI

**APLIKASI METODE *RANDOM FOREST CLASSIFIER*
PADA NILAI KEKASARAN PERMUKAAN BAJA
S45C PROSES *MILLING CNC***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



SULTAN ISMAIL ERSI

03051282025042

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**APLIKASI METODE *RANDOM FOREST CLASSIFIER*
PADA NILAI KEKASARAN PERMUKAAN BAJA
S45C PROSES *MILLING CNC***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas
Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

SULTAN ISMAIL ERSI
03051282025042

Indralaya, Mei 2024

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi


Irsyadi Yan, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112051997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: 090/TM/AW/2024
: 13 Juni 2024
:

SKRIPSI

NAMA : SULTAN ISMAIL ERSI
NIM : 03051282025042
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : Aplikasi Metode *Random Forest Classifier*
Pada Nilai Kekasaran Permukaan Baja S45C
Proses *Milling* CNC
DIBUAT TANGGAL : 12 JULI 2023
SELESAI TANGGAL : 30 MEI 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Palembang, Mei 2024

Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Aplikasi Metode *Random Forest Classifier* Pada Nilai Kekasaran Permukaan Baja S45C Proses *Milling CNC*" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Mei 2024.

Palembang, Mei 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T.,
NIP. 199306052019031016

()

Sekretaris

2. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T.
NIP. 198711302019031006

()

Anggota

3. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.
NIP. 199204122022031009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

()

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

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**APLIKASI METODE *RANDOM FOREST CLASSIFIER* PADA NILAI KEKASARAN PERMUKAAN BAJA S45C PROSES *MILLING CNC***”. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah berperan penting dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi ini baik dukungan materi dan moral, dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua yang selalu mendoakan, memberi semangat dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, memotivasi, serta banyak memberikan saran kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
3. Bapak Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Hj. Mawarni, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh teman-teman angkatan 2020 Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah kebersamai penulis selama mengerjakan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir skripsi 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, 12 Juni 2024



Sultan Ismail Ersi
NIM. 03051282025042

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sultan Ismail Ersi

NIM : 03051282025042

Judul : Aplikasi Metode *Random Forest Classifier* Pada Nilai Kekasaran Permukaan Baja S45C Proses *Milling CNC*

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.

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

Palembang, 12 Juni 2024



Sultan Ismail Ersi
NIM. 03051282025042

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sultan Ismail Ersi

NIM : 03051282025042

Judul : Aplikasi Metode Random Forest Classifier Pada Nilai Kekasaran Permukaan Baja S45C Proses Milling CNC

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.



RINGKASAN

APLIKASI METODE *RANDOM FOREST CLASSIFIER* PADA NILAI KEKASARAN PERMUKAAN BAJA S45C PROSES *MILLING* CNC

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Juni 2024

Sultan Ismail Ersi, dibimbing oleh Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM

xxiii+ 73 Halaman, 11 Tabel, 28 Gambar, 8 Lampiran

RINGKASAN

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) adalah sebuah program untuk membuat agar mesin bisa berpikir layaknya manusia. Pemanfaatan AI oleh industri tidak hanya terbatas di sektor industri telekomunikasi, namun juga pada bidang manufaktur dengan memanfaatkan *machine learning* pada mesin *milling* untuk mengklasifikasi kelas kekasaran permukaan. Hal ini dilakukan khususnya pada nilai Ra dimana nilai Ra adalah nilai standar industri untuk kekasaran permukaan yang digunakan untuk mengetahui kualitas dari suatu produk.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan *machine learning* metode *random forest* untuk melakukan klasifikasi nilai kekasaran permukaan yang didapat melalui proses *milling* CNC pada baja S45C. Pada penelitian ini, Metode *Random Forest* digunakan untuk mempermudah dalam penentuan kelompok nilai kekasaran permukaan berdasarkan nilai Ra. Perhitungan akurasi menggunakan perbandingan antara kelompok kelas secara real dan prediksi sehingga dapat ditentukan benar atau salahnya prediksi kelompok kelas yang dilakukan.

Penelitian ini menggunakan proses *milling* yang dilakukan dengan membuat variasi pada beberapa parameter seperti kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman aksial. Setelah benda kerja disayat akan dilakukan pengukuran nilai kekasaran permukaan. Penelitian ini akan melakukan klasifikasi dengan *software python* dimana klasifikasi dilakukan berdasarkan kelas nilai kekasaran permukaan yang telah dikelompokkan menjadi 4 kelompok. Pengklasifikasian menggunakan

python dilakukan untuk membuat data train dan data test yang bertujuan untuk melihat grafik perbandingan nilai real dan prediksi serta menampilkan hasil klasifikasi berdasarkan kodingan.

Penelitian ini juga menggunakan perhitungan manual dalam klasifikasi kelompok kelas kekasaran permukaan yang menghasilkan nilai akurasi yang memenuhi standar. Sedangkan pada Vc "75" perlu dihitung kembali *entropy* dan *gain information* untuk menetapkan *node* yang akurat dalam menjelaskan pohon keputusan. *node* Vc "75" tidak dapat menentukan klasifikasi kelompok kelas Ra karena data tidak mencukupi sehingga hasil perhitungannya 0 atau nilai antara atribut Fz dan Ax sama. Kekurangan data pada keempat kelompok kelas adalah hasil dari batasan alami dari metode *random forest* yang membutuhkan dataset yang kaya akan informasi. Berdasarkan perhitungan didapat hasil bahwa parameter yang memiliki variabel Vc 75, dan Fz 0,05 memiliki 2 hasil keputusan yaitu pada kelas Ra1 dan Ra4 sedangkan variabel Vc 75 dan Ax 1,25 memiliki satu pohon keputusan pada kelas Ra1, dan untuk ketiga variabel menghasilkan keputusan klasifikasi Ra1, maka dapat dibuat pohon keputusan klasifikasinya seperti yang terlihat dibawah ini.

Terakhir adalah perbandingan tingkat akurasi yang dilakukan dengan melakukan print hasil prediksi sehingga dapat diketahui apakah kelompok kelas yang diprediksi sudah sesuai belum dengan kelompok kelas real. Perbandingan ini menggunakan variasi jumlah pohon 10, 20, 30, 80, dan 100 dengan jumlah pembagian data train 60% dan data testing 40%. Berdasarkan itulah didapat hasil bahwa jumlah prediksi terbaik yaitu 9 dari jumlah data test yang berjumlah 12 sehingga menghasilkan nilai akurasi 83,3% pada jumlah pohon 20.

Kata Kunci : *random forest*, klasifikasi, *cnc milling*, kekasaran permukaan
Kepustakaan: 35

SUMMARY

APPLICATION OF RANDOM FOREST CLASSIFIER METHOD ON SURFACE ROUGHNESS VALUES OF S45C STEEL IN CNC MILLING PROCESS

Scientific Manuscript, Juneth2024

Sultan Ismail Ersi, Supervised by Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM

xxiii+ 73 Pages, 11 Table, 28 Figure, 8 Appendices

SUMMARY

Artificial Intelligence (AI) is a program designed to enable machines to think like humans. The utilization of AI by industry is not limited to the telecommunications sector but extends to the manufacturing field, where machine learning is employed in milling machines to classify surface roughness classes. This is particularly done for the Ra value, which is the industry standard for surface roughness used to determine the quality of a product.

This research aims to apply the random forest machine learning method to classify surface roughness values obtained through the CNC milling process on S45C steel. In this study, the Random Forest method is used to facilitate the determination of surface roughness value groups based on Ra values. The accuracy calculation is conducted by comparing the real class groups with the predicted ones to determine the correctness of the class group predictions.

The research utilizes the milling process by varying several parameters such as cutting speed, feed rate, and axial depth. After the workpiece is milled, the surface roughness value is measured. The classification will be carried out using Python software, where the classification is based on surface roughness value classes that have been grouped into four categories. Classification using Python is conducted to create training and test data, aiming to visualize the comparison graph between real and predicted values and to display the classification results based on coding.

This research also employs manual calculations in the classification of surface roughness class groups, which yield accuracy values that meet standards. However, for Vc "75", entropy and information gain need to be recalculated to establish an accurate node in explaining the decision tree. The Vc "75" node cannot determine the Ra class group classification due to insufficient data, resulting in a calculation of 0 or equal values between the Fz and Ax attributes. The lack of data in the four class groups is a result of the inherent limitation of the random forest method, which requires a dataset rich in information. The calculations show that parameters with variable Vc 75 and Fz 0.05 have two decision outcomes in Ra1 and Ra4 classes, whereas variable Vc 75 and Ax 1.25 have one decision tree in Ra1 class. When all three variables are considered, the classification decision is Ra1, thus a decision tree can be constructed as shown below.

Finally, accuracy comparison is conducted by printing the prediction results to determine whether the predicted class groups match the real class groups. This comparison uses variations in the number of trees: 10, 20, 30, 80, and 100, with a data train-test split of 60% and 40% respectively. The results indicate that the best prediction accuracy is 9 out of 12 test data, yielding an accuracy rate of 83.3% with 20 trees.

Keywords: *random forest, classification, cnc milling, surface roughness*

Literature: 35

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASIError!	Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS....	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Mesin <i>CNC</i>	6
2.3 Mesin Frais Konvensional <i>Milling</i>	7
2.4 Pahat <i>End Mill</i> dan pemotongan logam.....	11
2.5 Metode Pelumasan Banjir (<i>Flooding</i>).....	13
2.6 Baja Karbon Sedang	14
2.7 Kekasaran Permukaan.....	15
2.8 Perhitungan Entropy dan Gain Information.....	18
2.9 Random Forest.....	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21

3.1	Diagram Alir Penelitian	21
3.2	Persiapan Alat dan Bahan Pengujian.....	22
3.2.1	Persiapan Benda Kerja.....	22
3.2.2	Persiapan Mesin CNC <i>Milling</i>	23
3.2.3	Persiapan Pahat.....	24
3.2.4	Persiapan Cairan Pemotongan	25
3.3	Pengukuran Kekasaran Permukaan	26
3.4	Design Experiment	28
3.5	Pemodelan Menggunakan Metode <i>Random Forest</i>	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Tahapan pemrograman CNC <i>Milling</i> menggunakan <i>Mastercam X5</i>	31
4.2	Tahapan Proses Pengujian <i>Milling</i> CNC.....	33
4.3	Pengukuran Kekasaran Permukaan	35
4.4	Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan	36
4.5	Proses Klasifikasi menggunakan <i>Random Forest</i>	37
4.6	Proses Klasifikasi Manual Metode <i>Random Forest</i>	42
4.7	Menghitung Akurasi Random Forest Classifier	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN.....		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin CNC RICHON XK-7132A	7
Gambar 2. 2 a. <i>peripheral milling</i> b. <i>face miiling</i>	8
Gambar 2. 3 a. <i>slab milling</i> b. <i>slotting</i> c. <i>side milling</i> d. <i>straddle milling</i> e. <i>form milling</i>	8
Gambar 2. 4 a. <i>conventional face milling</i> b. <i>partial face milling</i> c. <i>end milling</i> d. <i>profile milling</i> e. <i>pocket milling</i> f. <i>surface contouring</i>	9
Gambar 2. 5 Pahat <i>End Mill</i>	13
Gambar 2. 6 Baja S45C	15
Gambar 2. 7 Pengukuran Kekasaran Permukaan	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2 Baja Karbon S45C	22
Gambar 3. 3 Mesin CNC RICHON XK-7132A	23
Gambar 3.4 Pahat <i>End Mill Carbide Coated</i>	24
Gambar 3.5 <i>Cutting Fluid</i> Bromus	25
Gambar 3. 6 Skema Pengukuran Kekasaran	26
Gambar 3.7 <i>Surface Roughness Tester</i>	27
Gambar 4. 1 Penyetelan Program <i>Mastercam</i>	31
Gambar 4. 2 <i>G-code</i> Mesin CNC	32
Gambar 4. 3 Penyetelan <i>Zero Axis</i>	33
Gambar 4. 4 Pemotongan Benda kerja	34
Gambar 4. 5 Pengukuran Kekasaran Permukaan	35
Gambar 4. 6 <i>Import Library</i>	37
Gambar 4. 7 Info Dataset	38
Gambar 4. 8 Histogram Distribusi Kelompok Ra	38
Gambar 4. 9 Membuat Data <i>Train</i> dan <i>Test</i>	39
Gambar 4. 10 Grafik Real vs Prediksi	40
Gambar 4. 11 Hasil Pohon Pertama	41
Gambar 4. 12 <i>Root Node Vc</i>	45
Gambar 4. 13 Pohon Keputusan Final	47

Gambar 4. 14 Hasil Akurasi48

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi Baja S45C	23
Tabel 3.2 Spesifikasi Mesin CNC <i>Milling</i>	24
Tabel 3.3 Tabel Spesifikasi Pahat	25
Tabel 3.4 Spesifikasi Alat Uji Kekasaran	27
Tabel 3.5 Parameter Pengujian	28
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan.....	36
Tabel 4. 2 Tabel Data Tes	40
Tabel 4. 3 Nilai <i>Entropy</i> dan Gain Total.....	44
Tabel 4. 4 <i>Entropy</i> dan Gain Node 1.1.....	46
Tabel 4. 5 Perbandingan Akurasi Berdasarkan Jumlah Pohon	48
Tabel 4. 6 Tabel Hasil Prediksi	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Baja S45C	57
Lampiran 2 Kartu Asistensi Bimbingan Proposal Skripsi	58
Lampiran 3 Data Lengkap Hasil Pengukuran Kekasaran	59
Lampiran 4 Perhitungan Lengkap Entropi dan Gain	60
Lampiran 5 Perhitungan Lengkap Prediksi DataSet	67
Lampiran 6 Dataset Grade N Kekasaran Permukaan.....	70
Lampiran 7 Pohon Keputusan.....	72
Lampiran 8 Kartu Asistensi Sidang	73
Lampiran 9 Lampiran Cek Format.....	74
Lampiran 10 Hasil Cek Similaritas	75
Lampiran 11 Surat Keterangan Pengecekan Similaritas	76
Lampiran 12 Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme	77

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) adalah sebuah program untuk membuat agar mesin bisa berpikir layaknya manusia. Perkembangan Kecerdasan buatan bergerak di berbagai bidang yang paling umum yaitu teknologi informasi dan komunikasi yang banyak digunakan dalam sepuluh tahun terakhir. Pemanfaatan AI oleh industri tidak hanya terbatas di sektor industri telekomunikasi, namun juga pada bidang manufaktur dengan memanfaatkan *machine learning* pada mesin *milling* untuk mengklasifikasi kelas kekasaran permukaan (Ririh dkk., 2020).

Menurut Suhendra dkk., (2021) *Machine Learning* adalah salah satu bagian dari *Artificial Intelligence* dimana sistem ini dapat belajar sendiri untuk memprediksi sesuatu berdasarkan data. Selanjutnya dalam penelitian ini akan memanfaatkan *machine learning* untuk memrogram mesin konvensional *milling* untuk memprediksi kekasaran permukaan yang akan menggunakan metode *random forest*. *Random Forest* merupakan metode machine learning yang menggabungkan beberapa data *decision tree* untuk mendapatkan prediksi yang lebih akurat dan tepat. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuannya menangani kumpulan data yang banyak dan kompleks dengan dimensi tinggi tanpa terkena *overfitting* sehingga sangat cocok untuk memprediksi kekasaran permukaan yang memerlukan data yang cukup banyak (Dinh dkk., 2023).

Proses *milling* merupakan proses permesinan yang berperan membentuk benda kerja menjadi bentuk yang diinginkan. Proses *milling* juga memiliki peran vital dalam menghasilkan produk berkualitas tinggi seiring dengan perkembangan zaman, sehingga mengakibatkan tuntutan terhadap kualitas produk semakin meningkat sesuai dengan standar yang ditetapkan. Kualitas produk biasanya dinilai melalui kekasaran permukaan produk tersebut, yang memiliki peran krusial dalam menentukan apakah suatu produk memenuhi standar atau tidak (Muhammad Yanis

dkk., 2020). Kekasaran permukaan bukan hanya sekedar parameter, tetapi juga memiliki dampak langsung pada sifat mekanik benda kerja, seperti kekuatan, ketangguhan, keuletan, kekakuan dan elastisitas. Oleh karena itu, memantau dan mengontrol kekasaran permukaan menjadi kunci dalam memastikan produk memiliki performa dan kualitas yang optimal.

Prediksi kekasaran permukaan ini nantinya juga akan berpengaruh penting untuk kecerdasan manufaktur berbasis data seperti metode *random forest* yang akan digunakan pada penelitian kali ini. Kekasaran permukaan dipengaruhi oleh 2 faktor penting yaitu faktor yang dapat dikontrol dan tidak dapat dikontrol, yang nantinya akan berpengaruh penting dalam pengumpulan data karena semakin banyak data maka semakin banyak pula pahat yang dibutuhkan (Cheng dkk., 2022). Pelumasan cairan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendinginan banjir yang berfungsi sebagai pelumas, mengurangi gesekan antara alat potong dan benda kerja, memperpanjang umur alat potong, dan meningkatkan akurasi proses pemotongan. Pendinginan banjir juga mendinginkan suhu alat potong dan benda kerja, mencegah keausan alat potong, dan mencegah deformasi termal pada benda kerja. Hal inilah yang membantu agar tingkat keausan pahat akibat gesekan dengan benda kerja berkurang (Kónya & Kovács, 2023).

Lee dkk., (2019) membandingkan metode *support vector machine* dan *random forest* dimana *random forest* terbukti memiliki akurasi yang lebih baik dengan tingkat akurasi diatas 90% dan terbukti dapat mengidentifikasi pentingnya atribut dan menetapkan kondisi operasi yang optimal untuk mesin perkakas CNC di lapangan. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas benda kerja dan memprediksi kerusakan mesin, sehingga dapat mengurangi pemborosan dalam proses permesinan.

Bhattacharya & Shankar., (2021) menggunakan metode *random forest* pada proses *face milling* CNC untuk memprediksi respon mesin saat beroperasi dan mendapatkan bahwa *random forest* tidak mempertimbangkan distribusi yang melekat pada data input atau hubungan yang ada antara variabel dependen dan independen. Jumlah *random forest* yang optimal dan jumlah variabel input per split sudah cukup untuk mengembangkan alat prediksi ini dan membuatnya cocok untuk menggeneralisasi berbagai aplikasi yang berhubungan dengan pemesinan.

Berdasarkan penelitian diatas, metode *random forest* dianggap metode yang cocok untuk mengolah data dalam jumlah banyak dengan tingkat akurasi yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini akan menerapkan metode *random forest* untuk mengklasifikasi nilai kekasaran permukaan pada proses *milling* CNC.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana akurasi dari klasifikasi nilai kekasaran permukaan benda kerja baja karbon S45C dengan menggunakan metode *Random Forest*?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian yang akan digunakan pada srikpsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin yang digunakan adalah CNC *Milling* RICHON-XK 7132A.
2. Material benda kerja yang akan digunakan adalah baja S45C.
3. Pahat yang digunakan adalah pahat karbida *Endmill coated* Diameter 10 mm, 4 flute dengan penggantian mata pahat setiap 10 pengujian benda kerja.
4. Variabel pemotongan yang mempengaruhi penelitian yaitu kecepatan pemotongan (V_c), gerak makan per gigi (F_z) dan kedalaman potong (a_x).
5. Pengujian nilai kekasaran permukaan benda kerja menggunakan Alat *Handysurf Accretech* E-35B.
6. Cairan pemotongan yang akan digunakan yaitu cairan bromus dengan teknik pelumasan banjir.
7. Analisis dan prediksi dilakukan dengan metode *Random Forest*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menyimpulkan pengaruh variasi variabel input seperti kecepatan potong (V_c), gerak makan (f_z) dan kedalaman pemakanan aksial (a_x), terhadap nilai kekasaran permukaan (R_a).
2. Mendapatkan dan menganalisis klasifikasi dari kekasaran permukaan benda kerja baja S45C berdasarkan metode *Random Forest*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan program makro pada mesin CNC diharapkan dapat mempermudah dalam pembuatan program CNC.
2. Bentuk kontribusi untuk perkembangan ilmu manufaktur di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, I., Mahendra, M. D., Rasywir, E., & Pratama, Y. (2022). Perbandingan Metode Random Forest Classifier dan SVM Pada Klasifikasi Kemampuan Level Beradaptasi Pembelajaran Jarak Jauh Siswa. *Jurnal Peneliti Data Science Indonesia*, 1(2), 98–103.
- Al Azima, S. ath T., Darmawan, D., Fahmi, N., Hakim, A., Qibtiya, M. Al, & Syafei, N. S. (2022). Hybrid Machine Learning Model untuk Memprediksi Penyakit Jantung dengan Metode Logistic Regression dan Random Forest. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 8(1), 40–46.
- Amala, M., Widyanto, S. A., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Jurusan, D., Mesin, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2014). Pengembangan Perangkat Lunak Sistem Operasi Mesin Milling CNC Trainer. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 2(3), 204–210.
- Anshori, M., Hartono, P., & Lesmanah, U. (n.d.). Analisis Perbandingan Kekasaran Permukaan Pada Proses Turning. *Jurnal Teknik Mesin*, x(x), 1–5.
- Azhari, M., Situmorang, Z., & Rosnelly, R. (2021). Perbandingan Akurasi , Recall , dan Presisi Klasifikasi pada Algoritma. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(April), 640–651. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i2.2937>
- Bhattacharya, S., & Shankar, C. (2021). Prediction of Responses in a CNC Milling Operation Using Random Forest Regressor. *Department of Production Engineering, Jadavpur University, Kolkata, West Bengal, India*.
- Cheng, M., Jiao, L., Yan, P., Li, S., Dai, Z., Qiu, T., & Wang, X. (2022). Prediction and evaluation of surface roughness with hybrid kernel extreme learning machine and monitored tool wear. *Journal of Manufacturing Processes*, 84(October), 1541–1556. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2022.10.072>
- Colares, L., Carlesso, G. C., Norberto, L., Souza, M. T., Palheta, F. D. O., & Binder, C. (2022). Tool Wear Effect on Surface Integrity in AISI 1045 Steel Dry Turning. *Journal Materials*.
- Depari, D. H., Widiastiwi, Y., Santoni, M. M., Komputer, F. I., Pembangunan, U., Veteran, N., & Control, D. (2022). Perbandingan Model Decision Tree , Naive Bayes dan Random Forest untuk Prediksi Klasifikasi Penyakit Jantung. *Jurnal Informatik*, 4221, 239–248.
- Dinh, T. P., Pham-Quoc, C., Thinh, T. N., Nguyen, B. K. Do, & Kha, P. C. (2023). A flexible and efficient FPGA-based random forest architecture for IoT applications. *Internet of Things (Netherlands)*, 22(May), 100813. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100813>
- Husni, T., Pusvyta, Y., & Hidayat, T. (2020). Pengaruh Jenis Pahat dan Kedalaman Pemakanan pada Proses Pembubutan Terhadap Kekasaran Permukaan AISI 4340. *TEKNIKA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas IBA*, 6(2), 119–133.

- Kónya, G., & Kovács, Z. F. (2023). The Comparison of Effects of Liquid Carbon Dioxide and Conventional Flood Cooling on the Machining Conditions During Milling of Nickel-based Superalloys. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 67(3), 190–196.
- L.S. Haans, A. (2006). Analisis korelasi getaran terhadap kekasaran permukaan baja karbon pada mesin frais vertikal dengan variasi sudut tatal pahat. *Jurnal Mesin Unhas*.
- Lee, K., Park, S., Sung, S., & Park, D. (2019). Sebuah studi tentang prediksi keausan pahat CNC dengan menggunakan teknik pembelajaran mesin. *Jurnal Masyarakat Konvergensi Korea*, 10(11).
- Louis, S., Louis, S., North, S. M. E., North, S. M. E., & Pearl, D. (2021). Experimental investigation into tool wear , cutting forces , and resulting surface finish during dry and flood coolant. *Procedia Manufacturing*. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.06.026>
- Mikell P. Groover. (2019). *Fundamentals of Modern Manufacturing* (5th ed.). Lehigh University.
- Payana, D., Widiyarta, I. M., & Sucipta, M. (2018). Kekerasan Baja Karbon Sedang dengan Variasi Suhu Permukaan Material. *Jurnal METTEK*, 4(2), 43. <https://doi.org/10.24843/mettek.2018.v04.i02.p02>
- Pimenov, D. Y., Mikolajczyk, T., & Bustillo, A. (2018). Artificial intelligence for automatic prediction of required surface roughness by monitoring wear on face mill teeth. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 29(5), 1045–1061. <https://doi.org/10.1007/s10845-017-1381-8>
- Pratowo, B., & Fernando, A. (2008). Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(2), 1–30.
- Rahayu, E. S., Satria, R., & Supriyanto, C. (2015). Penerapan Metode Average Gain , Threshold Pruning dan Cost Complexity Pruning untuk Split Atribut pada Algoritma C4 . 5. *Journal of Intelligent Systems*, 1(2), 91–97.
- Rahman, H. S., Rahmad, I. F., Utama, P., Km, K. L. Y. S., Tj, N., & Medan, M. (2017). Perancangan Mesin CNC (Computer Numerically Control) Mini Plotter Berbasis Arduino. *IT Journal*, 5(2), 152–161.
- Ramadhan, A., & Susetyo, B. (2019). Penerapan Metode Klasifikasi Random Forest Dalam Mengidentifikasi Faktor Penting Penilaian Mutu Pendidikan Application of Random Forest Classification Method in Identifying Important Factors of Educational Quality. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 4, 169–182.
- Ririh, K. R., Laili, N., Wicaksono, A., & Tsurayya, S. (2020). Studi Komparasi dan Analisis Swot Pada Implementasi Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) di Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 15(2), 122–133. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jgti/article/view/29183>
- Sastal, A. Z., Gunawan, Y., & Sudia, B. (2018). Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Perubahan Temperatur Pahat Dan Keausan Pahat Bubut Pada Proses Pembubutan Baja Karbon Sedang. *Enthalpy*, 3(1), 1–11.

- Seprianto, D., & Rizal, S. (2009). Analisa Pengaruh Perubahan Ketebalan Pemakanan, Horizontal Terhadap Kekasaran Permukaan Logam. *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya*, 1(April).
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(July 1928), 379–423.
- Suhendra, T., & Cs, M. (2021). Makalah Pembelajaran Mesin (Machine Learning) Dosen Pengampu. *Makalah Pembelajaran Mesin (Machine Learning)*, 1–11.
- Sulistyo Nugroho, Y., & Emiliyawati, N. (2017). Sistem Klasifikasi Variabel Tingkat Penerimaan Konsumen Terhadap Mobil Menggunakan Metode Random Forest. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1).
- Tambunan, S. M., Nataliani, Y., & Lestari, E. S. (2021). Perbandingan Klasifikasi dengan Pendekatan Pembelajaran Mesin untuk Mengidentifikasi Tweet Hoaks di Media Sosial Twitter. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika*, 7(2), 112–120.
- Tsai, M., Lee, J., Tsai, H., Shie, M., Hsu, T., & Chen, H. (2023). Applying a Neural Network to Predict Surface Roughness and Machining Accuracy in the Milling of SUS304. *Journal Electronic*.
- Tuti, D., Yee, L. S., Susanti, & Wira Yuda, O. (2022). Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Random. *Jurnal Sains Dan Teknologi Informasi*. <https://doi.org/10.33372/stn.v8i2.885>
- Wiseno, E., & Irwandi, M. A. (2023). Pengaruh Austenitasi Baja S45C pada Suhu 750° C dan Queching dengan Media Suhu Ruang, Air dan Oil. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(11), 4429–4446.
- Xu, W., Li, C., Singh, J., Gill, S. S., Zhao, G., Zhao, B., & Ding, W. (2023). Comparison of tool life and surface roughness with MQL , flood cooling , and dry cutting conditions with Comparison of tool life and surface roughness with MQL , flood cooling , and dry cutting conditions with P20 and D2 steel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/244/1/012006>
- Yanis, M., An-najiy, A. M., Teknik, J., Fakultas, M., & Universitas, T. (2020). Analisis Kekasaran Permukaan Hasil Proses Side Milling Menggunakan Artificial Neural Networks (ANN). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 20(2).
- Yanis, M., Hadi, Q., & Yuliasari, N. (2019). Analisis Kekasaran Permukaan dan Keausan Pahat Pemesinan Komponen Thin-Walled Pada Proses Freis. *Avoer XI 2019*, 23–24.

