

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI METODE *RANDOM FOREST*
DALAM KLASIFIKASI KEKASARAN PERMUKAAN
BAJA S45C PADA PROSES *CNC MILLING***



MUHAMMAD ARI WIJAYA

03051282025044

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI METODE *RANDOM FOREST*
DALAM KLASIFIKASI KEKASARAN PERMUKAAN
BAJA S45C PADA PROSES *CNC MILLING***

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



OLEH

MUHAMMAD ARI WIJAYA

03051282025044

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI METODE *RANDOM FOREST* DALAM
KLASIFIKASI KEKASARAN PERMUKAAN BAJA S45C
PADA PROSES *CNC MILLING***

SKRIPSI

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

Oleh:

MUHAMMAD ARI WIJAYA

03051282025044



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

Palembang, 22 Mei 2024

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: 087/TM/AK/2024
: 13 JUNI 2024
:

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD ARI WIJAYA
NIM : 03051282025044
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : IMPLEMENTASI METODE *RANDOM FOREST*
DALAM KLASIFIKASI KEKASARAN
PERMUKAAN BAJA S45C PADA PROSES CNC
MILLING
DIBUAT TANGGAL : 28 MEI 2023
SELESAI TANGGAL : 1 JUNI 2024

Palembang, 22 Mei 2024

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Implementasi Metode *Random Forest* Dalam Klasifikasi Kekasaran Permukaan Baja S45c Pada Proses *CNC Milling*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Mei 2024.

Palembang, 22 Mei 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi:

Ketua :

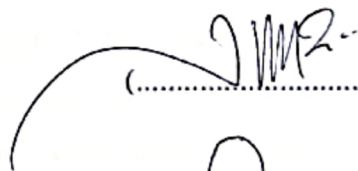
1. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.
NIP. 199204122022031009



(.....)

Sekretaris :

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



(.....)

Penguji :

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



(.....)

Mengetahui,

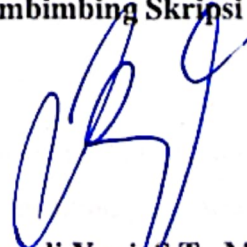
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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 kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Metode *Random Forest* Dalam Klasifikasi Kekasaran Permukaan Baja S45c Pada Proses *Cnc Milling*”. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

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

1. Kedua Orang Tua dan saudara saya tercinta yang selalu mendoakan, memberi semangat dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM. selaku 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. Bapak Gunawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Teman – teman Teknik Mesin 2020 yang telah setia menemani penulis dikala suka maupun duka.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan 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, 22 Mei 2024



Muhammad Ari Wijaya
NIM. 03051282025044

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ari Wijaya

NIM : 03051282025044

NIM : Implementasi Metode *Random Forest* dalam Klasifikasi Kekasaran Permukaan Baja S45c pada Proses *CNC Milling*

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.

Palembang, 22 Mei 2024



Muhammad Ari Wijaya
NIM. 03051282025044

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

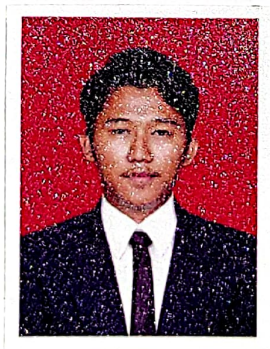
Nama : Muhammad Ari Wijaya

NIM : 03051282025044

NIM : Implementasi Metode *Random Forest* dalam Klasifikasi Kekasaran Permukaan Baja S45c pada Proses *CNC Milling*

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.



Palembang, 22 Mei 2024



Muhammad Ari Wijaya
NIM. 03051282025044

RINGKASAN

IMPLEMENTASI METODE RANDOM FOREST DALAM KLASIFIKASI KEKASARAN PERMUKAAN BAJA S45C PADA PROSES CNC MILLING

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 22 Mei 2024

Muhammad Ari Wijaya, dibimbing oleh Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM
xxviii+ 92 Halaman, 14 Tabel, 36 Gambar, 13 Lampiran

RINGKASAN

Suatu produk dari hasil proses pemesinan harus dapat memenuhi standar kualitas. Saat ini industri pemesinan menuntut untuk adanya peningkatan kualitas permukaan, efisiensi waktu dan biaya produksi. Kekasaran permukaan sering kali dikaitkan dengan kualitas produk. Kekasaran permukaan sendiri dapat menentukan apakah suatu produk dapat memenuhi standar kualitas atau tidak dan secara langsung juga dapat digunakan untuk memantau sifat mekanik benda kerja, oleh sebab itu mengukur nilai kekasaran permukaan sangatlah penting. Namun terkadang di dalam industri pemesinan, umumnya operator menggunakan metode *'hit and trial'* untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan yang diinginkan. Pendekatan menggunakan metode ini dinilai tidak efisien dan memakan waktu serta menghasilkan pemborosan material. Oleh karena itu untuk meningkatkan efektivitas kinerja dari proses pemesinan untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang optimal, yaitu dengan melakukan prediksi klasifikasi kekasaran permukaan menggunakan metode *random forest* dari *machine learning*. Dengan melakukan klasifikasi dapat mengetahui dan memperkirakan nilai kekasaran permukaan sebelum melakukan proses pemesinan. Cara kerja dari metode *random forest* sendiri yaitu dengan membuat beberapa pohon keputusan, kemudian dilakukan voting dari hasil keputusan setiap pohon, voting dengan suara terbanyaklah yang akan menjadi hasil akhir atau menjadi keputusan untuk

melakukan klasifikasi. Pada penelitian kali ini dalam melakukan klasifikasi kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan sejumlah data yaitu sebesar 30 data, dengan mempertimbangkan variabel independen yaitu dari parameter kecepatan potong (Vc), gerak makan per gigi (fz) dan kedalaman pemakanan (a) sebagai fitur dan variabel dependen yaitu kekasaran permukaan (Ra) sebagai target. Selanjutnya pada penelitian ini dalam melakukan prediksi klasifikasi untuk mendapatkan hasil yang optimal, akan menggunakan variasi dari jumlah data split dan pohon keputusan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa variabel yang paling memberikan kontribusi terhadap kekasaran permukaan yaitu variabel kecepatan potong (Vc), dimana berdasarkan dari perhitungan, variabel kecepatan potong memiliki nilai *gain* tertinggi yaitu sebesar 0,4898, kemudian diikuti gerak makan (fz) dengan nilai *gain* sebesar 0.0895, dan untuk variabel kedalaman potong (a) dengan nilai *gain* sebesar 0.0225. Kemudian nilai akurasi yang tertinggi dalam melakukan klasifikasi kekasaran permukaan terdapat pada data split 75% : 25% dengan jumlah 60 pohon, dengan nilai akurasi sebesar 88%, kemudian memiliki nilai presisi sebesar 80%, *recall* sebesar 100%, dan *f1-score* sebesar 89%.

Kata kunci : *random forest*, klasifikasi, *cnc milling*, kekasaran permukaan
Kepustakaan : 34

SUMMARY

IMPLEMENTATION OF RANDOM FOREST METHOD IN SURFACE ROUGHNESS CLASSIFICATION OF S45C STEEL IN CNC MILLING PROCESS

Scientific paper in the form of a thesis, May 22th 2024

Muhammad Ari Wijaya, Supervised by Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM
xxviii + 92 Pages, 14 Tables, 36 Figures, 13 Apendices

SUMMARY

A product from the machining process must meet quality standards. Currently, the machining industry demands an improvement in surface quality, time efficiency and production costs. Surface roughness is often associated with product quality. Surface roughness itself can determine whether a product can meet quality standards or not and can also be directly used to monitor the mechanical properties of the workpiece, therefore measuring the surface roughness value is very important. But sometimes in the machining industry, operators generally use the 'hit and trial' method to get the desired surface roughness results. This approach is considered inefficient and time-consuming and results in material wastage. Therefore, to improve the effectiveness of the performance of the machining process to obtain optimal surface roughness, namely by predicting the surface roughness classification using the random forest method of machine learning. By doing classification, can find out and estimate the surface roughness value before the machining process. The way the random forest method works is by creating several decision trees, then voting from the results of each tree's decision, voting with the most votes will be the final result or decision to classify. In this research, the classification of surface roughness is carried out using a number of data, namely 30 data, by considering the independent variables,

namely the parameters of cutting speed (Vc), feeding motion per tooth (fz) and depth of feed (a) as features and the dependent variable, namely surface roughness (Ra) as the target. Furthermore, in this research in predicting classification to get optimal results, we will use variations of the number of split data and decision trees. The results of this study show that the variable that contributes most to surface roughness is the cutting speed variable (Vc), where based on the calculation, the cutting speed variable has the highest gain value of 0.4898, followed by feeding motion (fz) with a gain value of 0.0895, and for the depth of cut variable (a) with a gain value of 0.0225. Then the highest accuracy value in classifying surface roughness is found in the split data 75%: 25% with a total of 60 trees, with an accuracy value of 88%, then has a precision value of 80%, recall of 100%, and f1-score of 89%.

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

Literature : 34

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	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Mesin CNC	6
2.3 Mesin <i>Milling</i>	7
2.4 Klasifikasi Proses <i>Milling</i>	8
2.4.1 <i>Peripheral Milling</i>	9
2.4.2 <i>Face Milling</i>	10
2.5 Kekasaran Permukaan (<i>Surface Roughness</i>)	12
2.5.1 Profil Kekasaran Permukaan.....	14
2.6 Baja Karbon	15

2.6.1	Baja Karbon Sedang S45C	16
2.7	Pahat Potong (<i>Cutting Tool</i>).....	16
2.8	Cairan Pemotong (<i>Cutting Fluid</i>).....	17
2.9	<i>Random Forest</i> (Hutan Acak)	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Diagram Alir Penelitian	21
3.2	Alat dan Bahan Pengujian	22
3.2.1	Mesin CNC <i>Milling</i>	22
3.2.2	Cairan Pemotong (<i>Cutting Fluid</i>).....	23
3.2.3	Pahat Potong.....	24
3.2.4	Benda Kerja	25
3.2.5	Alat Uji Kekasaran Permukaan	26
3.3	Desain Eksperimental.....	27
3.4	Evaluasi Model <i>Random Forest</i>	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Proses Pemesinan CNC <i>Milling</i>	31
4.2	Pengujian Kekasaran Permukaan	33
4.3	Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan.....	34
4.4	Klasifikasi Kekasaran Permukaan.....	36
4.5	Pembangunan Manual <i>Random Forest</i>	37
4.6	<i>Modelling Random Forest</i> menggunakan Python.....	45
4.7	Evaluasi Model <i>Random Forest</i>	49
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....		55
LAMPIRAN		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proses Permesinan CNC.....	7
Gambar 2.2 (a) Horizontal dan (b).....	8
Gambar 2.3 <i>Peripheral Milling</i> dan <i>Face Milling</i>	9
Gambar 2.4 Macam-macam <i>Peripheral Milling</i>	9
Gambar 2.5 (a) <i>Up milling</i> , (b) <i>Down milling</i>	10
Gambar 2.6 Macam-macam <i>Face Milling</i>	11
Gambar 2.7 Tekstur Permukaan.....	13
Gambar 2.8 Profil Kekasaran Permukaan	14
Gambar 2.9 Baja Karbon Sedang S45C	16
Gambar 2.10 Skema <i>Random Forest</i>	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2 Mesin Frais CNC RICHON XK-7132A	23
Gambar 3.3 <i>Cutting Fluid</i> Bromus	23
Gambar 3.4 Pahat <i>Endmill Carbide Coated</i>	24
Gambar 3.5 Dimensi S45C	25
Gambar 3.6 <i>Surface Roughness Tester</i>	26
Gambar 3.7 Skematik Pengujian Kekasaran Permukaan.....	26
Gambar 4.1 Simulasi menggunakan Mastercam X5.....	31
Gambar 4.2 G-Code	32
Gambar 4.3 Proses Pemesinan CNC <i>Milling</i>	33
Gambar 4.4 Titik Pengujian Kekasaran Permukaan	34
Gambar 4.5 Pengujian Kekasaran Permukaan	34
Gambar 4.6 <i>Root Node Vc</i>	40
Gambar 4.7 <i>Node (A) Fz</i>	42
Gambar 4.8 <i>Node (B) Ax</i>	43
Gambar 4.9 <i>Node (C) Ax</i>	44
Gambar 4.10 <i>Node (D) Fz</i>	45
Gambar 4.11 <i>Import Library</i>	46
Gambar 4.12 <i>Read Dataset</i>	46

Gambar 4.13 Membuang Kolom Ra dan No.....	47
Gambar 4.14 Menentukan Fitur dan Target	47
Gambar 4.15 Proses Split Data.....	48
Gambar 4.16 Membangun Model <i>Random Forest</i>	48
Gambar 4.17 Proses Klasifikasi	48
Gambar 4.18 Pohon Keputusan	49
Gambar 4.19 <i>Confusion Matrix</i> Data split 75% : 25% dengan 60 pohon	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Frais CNC RICHON XK-7132A	22
Tabel 3.2 Spesifikasi Pahat <i>Endmill</i>	24
Tabel 3.3 Komposisi S45C	25
Tabel 3.4 Spesifikasi Alat Uji Kekasaran	27
Tabel 3.5 Variabel Parameter pada Eksperimen	27
Tabel 3.6 <i>Confusion matrix</i>	29
Tabel 4.1 Nilai Kekasaran Permukaan.....	35
Tabel 4.2 Nilai <i>Entropy</i> dan <i>Gain</i> dari Dataset.....	39
Tabel 4.3 <i>Entropy</i> dan <i>Gain Node A</i>	41
Tabel 4.4 <i>Entropy</i> dan <i>Gain Node B</i>	42
Tabel 4.5 <i>Entropy</i> dan <i>Gain Node C</i>	43
Tabel 4.6 <i>Entropy</i> dan <i>Gain Node D</i>	44
Tabel 4.7 Evaluasi Akurasi dan Presisi.....	51
Tabel 4.8 Evaluasi <i>Recall</i> dan <i>F1-Score</i>	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan.....	59
Lampiran 2 Dataset	61
Lampiran 3 Perhitungan Pembangunan Pohon Keputusan dalam <i>Random Forest</i>	63
Lampiran 4 Pohon Keputusan.....	73
Lampiran 5 Hasil Prediksi Klasifikasi pada Data <i>Testing</i>	74
Lampiran 6 Dataset dengan Kelas N Harga Kekasaran Ra.....	82
Lampiran 7 Perbandingan Nilai Akurasi Ra 2 Kelas dengan Ra Kelas N.....	84
Lampiran 8 Formulir Konsultasi Tugas Akhir.....	85
Lampiran 9 Hasil Akhir Similaritas (Turnitin)	86
Lampiran 10 Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme	89
Lampiran 11 Surat Keterangan Pengecekan Similaritas.....	90
Lampiran 12 Form Pengecekan Format Tugas Akhir.....	91
Lampiran 13 Sertifikat Baja S45C	92

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini di dalam dunia industri manufaktur tidak dapat terlepas dari adanya proses pemesinan. Proses pemesinan memegang peranan yang penting di dalam industri manufaktur, terbukti sekitar 70% proses pemesinan digunakan dalam produksi industri manufaktur. Alasan utamanya karena produk yang dihasilkan proses pemesinan memiliki kualitas kehalusan permukaan dan akurasi dimensi yang lebih baik dibandingkan dengan proses produksi lainnya, serta mampu memproduksi produk dalam skala yang besar (Anshori dkk., 2019). Salah satu proses pemesinan yang banyak digunakan dalam industri manufaktur adalah proses frais (*milling*).

Proses *milling* memiliki peran penting dalam menghasilkan produk yang berkualitas. Sejalan dengan perkembangan waktu produk yang dihasilkan dituntut untuk dapat memiliki kualitas yang memenuhi standar. Kualitas produk sering kali dikaitkan dengan nilai kekasaran permukaan. Suatu produk pemesinan sendiri harus dapat memenuhi kekasaran permukaan yang diinginkan. Kekasaran permukaan dapat menentukan apakah suatu produk dapat memenuhi standar kualitas atau tidak dan secara langsung juga dapat digunakan untuk memantau sifat mekanik benda kerja seperti daya tahan, gesekan permukaan, dan ketahanan terhadap patah. Hal tersebut menjadikan kekasaran permukaan sebagai indikator dari kualitas suatu produk (Zeng & Pi., 2023).

Kekasaran permukaan sendiri dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya adalah parameter pemesinan seperti *spindle speed* (kecepatan spindel), *depth of cut* (kedalaman potong), *feed rate* (kecepatan makan) dan *cutting speed* (kecepatan potong) (Setiawan dkk., 2022). Selain itu juga penggunaan media pendingin (*cutting fluid*) menjadi faktor penentu kualitas kekasaran permukaan. Proses pemesinan sendiri tidak dapat dipisahkan dengan penggunaan *cutting fluid*. Metode pemesinan dengan menggunakan *cutting fluid* biasa dikenal dengan *wet*

machining. Metode *wet machining* menggunakan cairan pendingin yang dialirkan pada benda kerja yang sedang diproses, yang dimana berfungsi untuk menghilangkan geram serta berfungsi juga untuk mendinginkan temperatur dari benda kerja dan pahat yang saling bergesekan (Shofiyandi dkk., 2020).

Menurut Zeng & Pi., (2023) penting sekali untuk mengukur dan menentukan kekasaran permukaan secara akurat. Industri permesinan saat ini menuntut peningkatan kualitas permukaan, efisiensi waktu dan biaya produksi, oleh sebab itu mengukur nilai kekasaran permukaan sangatlah penting. Di dalam industri pemesinan, umumnya operator menggunakan metode '*hit and trial*' untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Pendekatan menggunakan metode ini dinilai tidak efisien dan memakan waktu serta menghasilkan pemborosan material (Varun dkk., 2021). Untuk itu penting menentukan parameter- parameter yang optimal dan tepat, sehingga dapat mencapai kualitas kekasaran permukaan yang baik.

Oleh sebab itu untuk meningkatkan efektivitas kinerja pemesinan, diperlukan suatu metode yang dapat mengoptimalkan hasil kualitas kekasaran permukaan, yaitu menggunakan teknik pemodelan *Machine Learning* (Pembelajaran Mesin). *Machine Learning* adalah suatu metode yang membuat komputer dapat melakukan pembelajaran berdasarkan pengalamannya tanpa perlu memerlukan suatu pemrograman secara eksplisit (Fahle dkk., 2020). Pendekatan berbasis data ini mampu menemukan pola yang sangat kompleks dan non-linier dalam data dari berbagai sumber, mengubah data mentah menjadi ruang fitur yang disebut model, yang kemudian dimanfaatkan untuk dapat melakukan prediksi, deteksi, klasifikasi dan regresi (Wuest dkk., 2016).

Dewasa ini banyak sekali penelitian-penelitian yang memanfaatkan teknologi *machine learning* dalam proses pemesinan untuk kemudahan proses produksi. Seperti dalam penelitiannya Yeganefar dkk., (2019) yang di mana menggunakan *machine learning* untuk memprediksi kekasaran permukaan pada proses *milling*. Van Herreweghe & Jacobs., (2020) memanfaatkan pendekatan *machine learning* untuk memprediksi keausan pahat. Traini dkk., (2019) menggunakan *machine learning* untuk memprediksi perawatan pada mesin frais.

Berdasarkan hal tersebut *Machine learning* dapat digunakan dan dimanfaatkan untuk melakukan berbagai prediksi secara akurat, dimana salah satunya adalah prediksi nilai kekasaran permukaan pada material benda kerja. Prediksi kekasaran permukaan yang tepat dan akurat akan memberikan banyak manfaat yang signifikan, yaitu efisiensi produksi akan meningkat, berkurangnya kesalahan, dan biaya yang ekonomis serta juga kemudahan produksi industri manufaktur di masa mendatang akan meningkat (Zhang, 2021). Sehingga dengan melakukan prediksi kekasaran permukaan, maka nantinya dapat dilakukan optimalisasi dan perbaikan parameter-parameter proses pemesinan, yang mana akan mendapatkan hasil kualitas permukaan yang lebih baik.

Dalam upaya meningkatkan prediksi kekasaran permukaan pada proses pemesinan untuk mendapatkan nilai yang terbaik, salah satunya adalah menggunakan algoritma dari *machine learning* yang dapat melakukan prediksi secara akurat, yaitu *Random Forest* (Hutan Acak). *Random Forest* merupakan pengembangan dari metode *Decision Tree* (Pohon Keputusan) yang dimana menggunakan kumpulan dari *Decision Tree*. *Random Forest* memiliki sejumlah keunggulan, yaitu dapat melakukan prediksi dengan nilai akurasi yang tinggi, dan efisien dalam penyimpanan sebuah data (Supriyadi dkk., 2020).

Berdasarkan uraian diatas, pada penelitian ini akan melakukan analisa menggunakan metode *Random Forest* untuk mengetahui prediksi nilai kekasaran permukaan baja karbon S45C pada proses CNC *milling*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti adalah bagaimana menganalisa klasifikasi kekasaran permukaan pada benda kerja baja karbon S45C pada proses CNC *Milling* menggunakan metode *Random Forest* dalam upaya meningkatkan efektivitas kinerja pemesinan dan efisiensi waktu serta biaya dalam proses pemesinan CNC *Milling*?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin *Milling* CNC yang digunakan adalah CNC *Milling* RICHON XK-7132A.
2. Jenis pahat menggunakan pahat *Endmill carbide coated*.
3. Material yang digunakan yaitu baja karbon sedang S45C.
4. Cairan pemotong yang digunakan adalah Bromus
5. Pengujian nilai kekasaran permukaan akan menggunakan alat *Surface Roughness Tester* merek Handysurf Accretech E-35B.
6. Parameter pemotongan yang digunakan yaitu kecepatan pemotongan (Vc), gerak makan per gigi (fz) dan kedalaman pemotongan (a)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa nilai klasifikasi kekasaran permukaan baja karbon S45C pada proses CNC *milling* menggunakan metode *Random Forest*.
2. Menganalisa pengaruh variasi variabel input seperti kecepatan potong (Vc), gerak makan (fz) dan kedalaman pemotongan (a), terhadap kekasaran permukaan (Ra).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengklasifikasikan kekasaran permukaan dengan metode *Random Forest*.
2. Sebagai kontribusi ilmu pengetahuan pada bidang Teknik Mesin.
3. Penelitian ini dapat menjadi bahan referensi pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliffiyanti Iskandar, N., Ernawati, I., & Widiastiwi, Y. (2022). Klasifikasi Diagnosis Penyakit Stroke Dengan Menggunakan Metode Random Forest. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya*, 3(2), 706–714. <https://www.kaggle.com/fedesoriano/stroke->
- Anshori, M., Hartono, P., & Lesmanah, U. (2019). Analisis Perbandingan Kekasaran Permukaan Pada Proses Turning. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(01), 1–6. <http://unisma.ac.id>
- Debnath, S., Reddy, M. M., & Yi, Q. S. (2014). Environmental friendly cutting fluids and cooling techniques in machining: A review. *Journal of Cleaner Production*, 83, 33–47. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.071>
- Fahle, S., Prinz, C., & Kuhlenkötter, B. (2020). Systematic review on machine learning (ML) methods for manufacturing processes - Identifying artificial intelligence (AI) methods for field application. *Procedia CIRP*, 93, 413–418. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.109>
- Groover, M. P. (2020). *Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Systems*.
- Guo, J., Zan, X., Wang, L., Lei, L., Ou, C., & Bai, S. (2023). A random forest regression with Bayesian optimization-based method for fatigue strength prediction of ferrous alloys. *Engineering Fracture Mechanics*, 293, 109714. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2023.109714>
- Haganta Depari, D., Widiastiwi, Y., & Mega Santoni, M. (2022). Perbandingan Model Decision Tree, Naive Bayes dan Random Forest untuk Prediksi Klasifikasi Penyakit Jantung. *Informatik: Jurnal Ilmu Komputer*, 18(3), 239–248.
- Hasan, M. A. (2015). Computer Numerical Control Machines: An Account of Programming Methods and Techniques. *Journal of Material Science and Mechanical Engineering*, 2(12), 14–17. <http://www.krishisanskriti.org/jmsme.html>
- Lesmanah, U., & Yazirin, C. (2023). Pengaruh Variasi Kecepatan Spindel Dan Jumlah Mata Pahat Pada Proses Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Baja St. 60. *Jurnal Teknik Mesin*, 20(1), 36.
- Linawati, S., Nurdiani, S., Kartika, H., & Latifah. (2020). Prediksi Prestasi Akademik Mahasiswa Menggunakan Algoritma Random Forest Dan C4.5. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 8(1). www.bsi.ac.id
- Munadi, S. (1988). *Dasar-Dasar Metrologi Industri*. Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.

- Nalatissifa, H., Gata, W., Diantika, S., & Nisa, K. (2021). Perbandingan Kinerja Algoritma Klasifikasi Naive Bayes, Support Vector Machine (SVM), dan Random Forest untuk Prediksi Ketidakhadiran di Tempat Kerja. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(4), 578–584. <https://doi.org/10.32493/informatika.v5i4.7575>
- Nayak, K. C., Tripathy, R. K., Panda, S. R., & Sahoo, S. N. (2014). Prediction of cutting and feed forces for conventional milling process using adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) 1. *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, 3(1), 24–35.
- Nee, A. Y. C. (2014). *Handbook of Manufacturing Engineering and Technology*. Springer Publishing Company, Incorporated.
- Pratama, M. L., Via, Y. V., & Mandyartha, E. P. (2023). Analisis Performansi Naive Bayes Dan Random Forest Terhadap Sentimen Kenaikan Harga Bbm Di Indonesia 1. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 18(1), 18–24.
- Prianto, E., & Pramono, H. S. (2017). *Proses Permesinan CNC Dalam Pembelajaran Simulasi CNC*. <http://journal.uny.ac.id/index.php/jee/>
- Rachman, M. R. A., & Sakti, A. M. (2020). Analisa Perbedaan Kekerasan dan Kekuatan Tarik Baja S45C dengan Perlakuan Quenching dan Tempering. *Jurnal Teknik Mesin*, 08(02), 89–94.
- Risanti, Indrasari, W., & Suhendar, H. (2024). Analisis Model Prediksi Cuaca Menggunakan Support Vector Machine, Gradient Boosting, Random Forest, Dan Decision Tree. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 12. <https://doi.org/10.21009/03.1201.FA18>
- Saputro, H. (2010). Model Matematik Untuk Memprediksi Kekasaran Permukaan Hasil Proses CNC Bubut Tanpa Pendinginan. *Traksi*, 10(1).
- Sari, L., Romadloni, A., & Listyaningrum, R. (2023). Penerapan Data Mining dalam Analisis Prediksi Kanker Paru Menggunakan Algoritma Random Forest. *Infotekmesin*, 14(1), 155–162. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i1.1751>
- Setiawan, M., M. Sobron Y. Lubis, & Rosehan Rosehan. (2022). Pengaruh Parameter Permesinan Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Material Stainless Steel 304 Pada Bracket Calipers Sepeda Motor Menggunakan Metode Taguchi. *Journal of Syntax Literate*, 7(6).
- Shofiyandi, W., Yudiono, H., Mesin, J. T., & Unnes, F. T. (2020). Perbedaan Distribusi Kekerasan Metode Minimum Quantity Lubrication (MQL) Dan Metode Wet Machining Pada Material Al-Zn. Dalam *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin* (Vol. 5, Nomor 1). <https://journal.uny.ac.id/index.php/dynamika/issue/view/1843>
- Sugiyanto, & Prabowo, Y. (2018). Pembuatan Kekasaran Permukaan Material ST 37 Terhadap Kecepatan Pemakanan Pada Milling Machine. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 2(1), 1–6.

- Supriyadi, R., Gata, W., Maulidah, N., & Fauzi, A. (2020). Penerapan Algoritma Random Forest Untuk Menentukan Kualitas Anggur Merah. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Bisnis*, 13(2), 67–75. <https://doi.org/10.51903/e-bisnis.v13i2.247>
- Surya Negara, E., & Sulaiman. (2023). Komparasi Algoritma K-Nearest Neighbors dan Random Forest Pada Prediksi Harga Mobil Bekas. *Jurnal JUPITER*, 15(1), 337–346. www.cardekho.com.
- Tarage, F. P., & Van Harling, V. N. (2020). Analisis Perbandingan Kecepatan Dan Hasil Pemotongan Baja Lunak Jenis ST-37 Dengan Menggunakan Pisau Pahat Hss Dan Caribida. *SOSCIED*, 3(19), 14–19.
- Traini, E., Bruno, G., D'Antonio, G., & Lombardi, F. (2019). Machine learning framework for predictive maintenance in milling. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.172>
- Van Herreweghe, M., & Jacobs, T. (2020). *A Machine Learning-Based Approach for Predicting Tool Wear in Industrial Milling Processes*.
- Varun, A., Kumar, M. S., Murumulla, K., & Sathvik, T. (2021). Surface roughness prediction using machine learning algorithms while turning under different lubrication conditions. *Journal of Physics: Conference Series*, 2070(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2070/1/012243>
- Wuest, T., Weimer, D., Irgens, C., & Thoben, K. D. (2016). Machine learning in manufacturing: Advantages, challenges, and applications. *Production and Manufacturing Research*, 4(1), 23–45. <https://doi.org/10.1080/21693277.2016.1192517>
- Yeganefar, A., Niknam, S. A., & Asadi, R. (2019). The use of support vector machine, neural network, and regression analysis to predict and optimize surface roughness and cutting forces in milling. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 105(1–4), 951–965. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04227-7>
- Zeng, S., & Pi, D. (2023). Milling Surface Roughness Prediction Based on Physics-Informed Machine Learning. *Sensors*, 23(10). <https://doi.org/10.3390/s23104969>
- Zeng, S., Pi, D., & Xu, T. (2023). Milling surface roughness prediction method based on spatiotemporal ensemble learning. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-11737-y>
- Zhang, W. (2021). Surface Roughness Prediction with Machine Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1856(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1856/1/012040>

