

**SKRIPSI**

**ANALISIS TEMPERATUR PEMESINAN PADA  
PROSES *FACE MILLING* MATERIAL BAJA S45C**



**OLEH  
DIMAS RAFI ILYASA  
03051282025036**

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



**SKRIPSI**

**ANALISIS TEMPERATUR PEMESINAN PADA  
PROSES *FACE MILLING* MATERIAL BAJA S45C**

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



**OLEH  
DIMAS RAFI ILYASA  
03051282025036**

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



HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS TEMPERATUR PEMESINAN PADA  
PROSES *FACE MILLING* MATERIAL BAJA S45C**


**SKRIPSI**

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

Oleh:  
**DIMAS RAFI ILYASA**  
**03051282025036**

Indralaya, Mei 2024

Mengetahui,

 Ketua Jurusan Teknik Mesin,



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


Pembimbing Skripsi,

**Dr. Muhammad Yanis., S.T., M.T.**  
**NIP. 197002281994121001**



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No.  
Diterima Tanggal  
Paraf**

: 102/TT/Ah/2024  
: 24 Juni 2024  
: 

## SKRIPSI

NAMA : Dimas Rafi Ilyasa  
NIM : 03051282025036  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS TEMPERATUR PEMESINAN  
PADA PROSES *FACE MILLING* MATERIAL  
BAJA S45C.  
DIBUAT TANGGAL : 21 Agustus 2023  
SELESAI TANGGAL : 22 Mei 2024

**Palembang, Juni 2024**

**Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



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

**Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.  
NIP. 197002281994121001**





## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “**Analisis Temperatur Pemesinan pada Proses Face Milling Material Baja S45C**” 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 Penguji:

1. Dr. H. Ismail Thamrin, S.T., M.T.  
NIP. 197209021997021001



(.....)

Sekretaris Penguji:

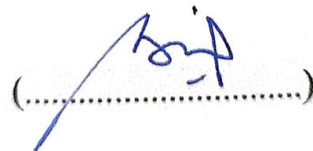
2. Arie Yudha Budiman, S.T., M.T.  
NIP. 1671090705750004



(.....)

Penguji :

3. Prof. Dipl-Ing. Ir. Amrifan S Mohruni, Ph.D  
NIP. 196409111999031002




(.....)

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Hasbi Yari, S.T., M.Eng, Ph.D., IPM.**  
NIP. 197112251997021001

**Pembimbing Skripsi**



**Dr. Muhammad Yanis., S.T., M.T.**  
NIP. 197002281994121001



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Sidang Sarjana pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Analisis Temperatur Pemesinan pada Proses *Face Milling* Material Baja S45C”. 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 yang terhormat:

1. Kedua Orang Tua serta keluarga yang selalu memberi support kepada penulis serta doa yang tulus untuk penulis.
2. Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, memotivasi, serta banyak memberikan saran kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
3. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Ir. Dyos Santoso, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh dosen dan karyawan serta teman-teman Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi di dalam dunia pendidikan dan industri.

Indralaya, Mei 2024



Dimas Rafi Ilyasa  
NIM. 03051282025036



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dimas Rafi Ilyasa

NIM : 03051282025036

Judul : Analisis Temperatur Pemesinan pada Proses *Face Milling* Material Baja S45C.

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 ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Mei 2024



Dimas Rafi Ilyasa  
03051282025036



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Rafi Ilyasa

NIM : 03051282025036

Judul : Analisis Temperatur Pemesinan pada Proses *Face Milling* Material Baja S45C.

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.



Indralaya, Mei 2024



Dimas Rafi Ilyasa

NIM. 03051282025036





## RINGKASAN

### ANALISIS TEMPERATUR PEMESINAN PADA PROSES FACE MILLING MATERIAL BAJA S45C

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, Mei 2024

Dimas Rafi Ilyasa, dibimbing oleh Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.

xxix + 80 halaman, 12 tabel, 36 gambar, 10 lampiran

#### RINGKASAN

Salah satu proses pemesinan adalah proses *milling* atau freis. Proses *milling* melibatkan pemotongan benda kerja menggunakan alat pemotong dengan mata potong jamak yang berputar. Energi yang digunakan dalam pemotongan sebagian besar diubah menjadi panas. Panas ini dihasilkan dari deformasi plastis dan gesekan antara pahat dan serpihan (*chip*) serta antara pahat dan benda kerja. Panas yang dihasilkan selama pemesinan menyebabkan peningkatan suhu di zona pemotongan. Pengukuran suhu benda kerja penting karena peningkatan suhu dapat mempengaruhi kekuatan, kekerasan, ketahanan aus, dan umur pahat. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur suhu pada material benda kerja S45C, menganalisis distribusi suhu pada S45C dalam proses *face milling*, dan mengetahui pengaruh variabel pemesinan terhadap suhu pemotongan dalam proses *face milling*.

Penelitian ini menggunakan alat pengukur suhu berupa termokopel yang dihubungkan dengan Arduino dan MAX6675. Mesin freis yang digunakan adalah mesin freis konvensional. Pahat yang dipakai adalah pahat *end mill* karbida berukuran 20 mm. Bahan lainnya yang digunakan adalah baja S45C dengan ukuran 25 mm x 100 mm x 200 mm. Hasil pengujian menunjukkan data *cutting speed face milling*, waktu pemesinan, dan suhu *face milling* pada 9 pengujian. Suhu maksimum benda kerja dari semua pengujian terdapat pada pengujian pertama, dengan sensor pada posisi 1 menghasilkan suhu 51°C dan posisi 2 menghasilkan suhu 59°C, yang terjadi pada putaran spindle 520 rpm, gerak makan 0,04 mm/gigi, kecepatan makan

61 *mm/menit*, dan waktu pemesinan 196,2 *detik*. Variabel pemesinan yang meningkatkan suhu benda kerja meliputi waktu pemesinan, gerak makan, dan kecepatan potong. Waktu pemesinan berpengaruh langsung terhadap suhu benda kerja, di mana peningkatan waktu pemesinan cenderung menyebabkan peningkatan suhu benda kerja, yang dapat berdampak signifikan pada kualitas dan akurasi hasil pemesinan. Semakin tinggi kecepatan potong, semakin cepat energi yang dihasilkan dari proses pemesinan, yang dapat menyebabkan peningkatan suhu karena gesekan yang meningkat antara pahat dan material yang dipotong. Semakin tinggi gerak makan, dapat menyebabkan penurunan suhu pemesinan pada benda kerja.

Kata Kunci : Temperatur Pemesinan, Proses *Face Milling*, Baja S45C

Kepustakaan : 41 (2004-2022)

## SUMMARY

### ANALYSIS OF MACHINING TEMPERATURE IN THE FACE MILLING PROCESS OF S45C STEEL MATERIAL

Scientific Writing in the form of a Thesis, Mei 2024

Dimas Rafi Ilyasa, supervised by Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.

xxix + 80 pages, 12 tables, 36 figures, 10 attachment

#### SUMMARY

One of the machining processes is milling. Milling involves cutting the workpiece using a rotating cutting tool with multiple cutting edges. The energy used in the cutting process is mostly converted into heat. This heat is generated from plastic deformation and friction between the tool and chips as well as between the tool and workpiece. The heat produced during machining leads to an increase in temperature in the cutting zone. Measuring the workpiece temperature is important because an increase in temperature can affect strength, hardness, wear resistance, and tool life. This study aims to measure the temperature on the S45C workpiece material, analyze the temperature distribution on S45C during the face milling process, and determine the effect of machining variables on the cutting temperature in the face milling process.

This research uses a temperature measuring device consisting of a thermocouple connected to Arduino and MAX6675. The milling machine used is a conventional milling machine. The cutting tool used is a carbide end mill with a diameter of 20 mm. Other materials used include S45C steel with dimensions of 25 mm x 100 mm x 200 mm. The test results show data on cutting speed in face milling, machining time, and face milling temperature in 9 tests. The maximum workpiece temperature in all tests was found in the first test, with the sensor in position 1 recording a temperature of 51°C and position 2 recording a temperature of 59°C, which occurred at a spindle speed of 520 rpm, feed rate of 0.04 mm/tooth, feed speed of 61 mm/min,

and machining time of 196.2 seconds. Machining variables that increase workpiece temperature include machining time, feed rate, and cutting speed. Machining time directly affects the workpiece temperature, where an increase in machining time tends to cause an increase in workpiece temperature, which can significantly impact the quality and accuracy of the machining results. The higher the cutting speed, the faster the energy generated from the machining process, which can cause an increase in temperature due to increased friction between the tool and the material being cut. Higher feed rates can lead to a decrease in the machining temperature of the workpiece.

Keywords : Machining Temperature, Face Milling Process, S45C Steel

Literatures : 41 (2004-2022)

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiii
RINGKASAN .....	xv
SUMMARY .....	xvii
DAFTAR ISI .....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxvii
DAFTAR SIMBOL .....	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Tujuan Penelitian .....	4
1.5    Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    Proses Pemesinan.....	5
2.2    Proses Freis .....	6
2.2.1    Klasifikasi Proses Freis.....	7
2.2.2    Parameter pada Proses Freis .....	9
2.2.3    Jenis Mesin Freis .....	11
2.3    Mata Pahat .....	12
2.4    Temperatur Pemesinan.....	14
2.4.1    Konduksi Panas.....	15
2.4.2    Konveksi Panas.....	16
2.4.3    Radiasi .....	16
2.4.4 <i>Heat Generation</i> .....	17

2.4.5	<i>Finite Difference</i> .....	17
2.5	Baja Karbon .....	18
2.5.1	Baja Karbon Sedang ( <i>Medium Carbon Steel</i> ) .....	19
2.6	Baja S45C .....	19
2.7	Termokopel .....	20
2.8	Mikrokontroler .....	20
2.8.1	Pengertian Arduino .....	21
2.8.2	Arduino UNO .....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		23
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	23
3.2	Studi Literatur .....	24
3.3	Alat dan Bahan Uji .....	24
3.3.1	Mesin Freis .....	25
3.3.2	Pahat <i>End Mill</i> .....	26
3.3.3	Material Baja S45C .....	27
3.3.4	Gambar Mekanisme Pengujian .....	28
3.3.5	Arduino UNO .....	29
3.3.6	Sensor MAX6675 .....	30
3.3.7	<i>Thermocouple Type-K</i> .....	31
3.3.8	Laptop atau Monitor .....	32
3.4	Kalibrasi .....	32
3.5	Prosedur Pengujian .....	33
3.6	Variabel Pengujian .....	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....		35
4.1	Prinsip Kerja .....	35
4.2	Hasil Pengujian .....	36
4.2.1	Data <i>Cutting Speed Face Milling</i> .....	37
4.2.2	Waktu Pemesinan .....	38
4.2.3	Temperatur <i>Face Milling</i> .....	41
4.2.4	<i>Heat Generation</i> .....	42
4.2.5	Temperatur Benda Kerja terdekat dengan Sumber Panas .....	44
4.2.6	Laju Perpindahan Kalor Konduksi .....	50
4.2.7	Grafik Pengujian Temperatur Pemesinan .....	54
4.3	Pembahasan .....	63
4.3.1	Kecepatan Potong terhadap Temperatur Pemesinan .....	63
4.3.2	Pengaruh Gerak Makan terhadap Panas Pemotongan .....	66

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1    Kesimpulan .....	69
5.2    Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	75





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses pembuatan <i>slot</i> .....	7
Gambar 2.2 <i>Slab milling</i> .....	8
Gambar 2.3 <i>Face milling</i> .....	8
Gambar 2.4 Mesin freis horizontal.....	11
Gambar 2.5 Mesin freis vertikal.....	12
Gambar 2.6 Suhu maksimum dalam padatan simetris dengan seragam <i>heat generation</i> yang terjadi di pusatnya .....	17
Gambar 2.7 Skematik <i>boundary node</i> kiri pada sebuah dinding .....	18
Gambar 2.8 Arduino UNO .....	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	23
Gambar 3.2 Mesin freis konvensional .....	25
Gambar 3.3 Pahat karbida <i>endmill</i> .....	27
Gambar 3.4 Material baja S45C yang digunakan .....	27
Gambar 3.5 Gambar skematik pengujian di <i>solidworks</i> .....	28
Gambar 3.6 Gambar pemakanan.....	28
Gambar 3.7 Tampak depan benda kerja .....	29
Gambar 3.8 Tampak samping benda kerja .....	29
Gambar 3.9 Tampak bawah benda kerja .....	29
Gambar 3.10 Arduino UNO.....	30
Gambar 3.11 Sensor MAX6675.....	31
Gambar 3.12 <i>Thermocouple type-K</i> .....	31
Gambar 4.1 Skematik pengujian .....	36
Gambar 4.2 Letak temperatur yang dihitung menggunakan <i>finite difference</i> .....	44
Gambar 4.3 Grafik distribusi temperatur pada pengujian 1 .....	54
Gambar 4.4 Grafik distribusi temperatur pada pengujian 2.....	55
Gambar 4.5 Grafik distribusi temperatur pada pengujian 3.....	56

Gambar 4.6 Grafik distribusi temperatur pada pengujian 4 .....	57
Gambar 4.7 Grafik distribusi temperatur pada pengujian 5 .....	58
Gambar 4.8 Grafik distribusi temperatur pada pengujian 6 .....	59
Gambar 4.9 Grafik distribusi temperatur pada pengujian 7 .....	60
Gambar 4.10 Grafik distribusi temperatur pada pengujian 8 .....	61
Gambar 4.11 Grafik distribusi temperatur pada pengujian 9 .....	62
Gambar 4.12 Pengaruh kecepatan potong terhadap temperatur benda kerja yang dihasilkan (Posisi 1) .....	64
Gambar 4.13 Pengaruh kecepatan potong terhadap temperatur benda kerja yang dihasilkan (Posisi 2) .....	65
Gambar 4.14 Pengaruh gerak makan terhadap temperatur benda kerja (Posisi 1)	67
Gambar 4.15 Pengaruh gerak makan terhadap temperatur benda kerja (Posisi 2)	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur pada baja karbon S45C .....	19
Tabel 3.1 Tipe-tipe dan <i>ranges</i> dari termokopel. ....	25
Tabel 3.2 Spesifikasi mesin freis vertikal .....	26
Tabel 3.3 Spesifikasi pahat <i>endmill</i> karbida.....	26
Tabel 3.4 Spesifikasi Arduino UNO yang digunakan .....	30
Tabel 3.5 Minimal spesifikasi laptop untuk menjalankan aplikasi Arduino IDE. ....	32
Tabel 3.6 Pembacaan kalibrasi alat ukur pengujian. ....	33
Tabel 3.7 Tabel perancangan percobaan.....	34
Tabel 3.8 Tabel pelaksanaan pengujian.....	34
Tabel 4.1 Hasil <i>cutting speed</i> .....	37
Tabel 4.2 Hasil dari waktu pemesinan .....	41
Tabel 4.3 Hasil dari temperatur <i>face milling</i> .....	42
Tabel 4.4 Hasil dari temperatur <i>face milling</i> menggunakan <i>finite difference</i> .....	50



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Mesin freis yang digunakan.....	75
Lampiran 2 Benda kerja S45C yang digunakan.....	75
Lampiran 3 <i>Coding</i> program Arduino UNO .....	76
Lampiran 4 Pengambilan data pengujian.....	76
Lampiran 5 Hasil pengujian <i>face milling</i> .....	77
Lampiran 6 Pahat yang digunakan dalam pengujian .....	77
Lampiran 7 Alat ukur temperatur pemesinan.....	77
Lampiran 8 Perakitan alat ukur temperatur pemesinan.....	78
Lampiran 9 Lembar kartu bimbingan skripsi.....	79
Lampiran 10 Hasil similaritas skripsi .....	80



## DAFTAR SIMBOL

$n$	= Putaran Spindel ( <i>rpm</i> )
$d$	= Diameter Pahat ( <i>mm</i> )
$V_f$	= Kecepatan Makan ( <i>mm/menit</i> )
$t_c$	= Waktu Pemotongan ( <i>min</i> )
$Z$	= Jumlah Mata Potong
$f_z$	= Gerak Makan per Gigi ( <i>mm/gigi</i> )
$D_0$	= Diameter Awal ( <i>mm</i> )
$D_m$	= Diameter Akhir ( <i>mm</i> )
$a$	= Kedalaman Pemotongan ( <i>mm</i> )
$Q$	= Konduksi Panas ( <i>W</i> )
$A$	= Luas Permukaan ( <i>m<sup>2</sup></i> )
$\Delta T$	= Selisih Suhu Antara Dua Ujung Zat Perantara ( <i>°C</i> )
$l_t$	= Panjang Pemotongan ( <i>mm</i> )
$\pi$	= Konstanta Perbandingan Keliling dengan Diameter (3,14)
$k$	= Koefisien Konduksi Termal Zat Perantara ( <i>W/m.°C</i> )





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mesin perkakas merupakan perangkat mekanis yang berfungsi untuk memotong material demi memproduksi barang jadi atau setengah jadi sesuai dengan ukuran dan spesifikasi yang diinginkan (Taylor dan Francis, 2014). Proses yang dilakukan oleh mesin perkakas dikenal sebagai pemesinan dan termasuk dalam kategori pemotongan logam. Pemotongan logam mencakup tindakan pemotongan, pengupasan, atau pemisahan material logam. Mesin perkakas dapat disetel untuk memotong material benda kerja menggunakan pahat potong, memungkinkan perubahan material logam dasar menjadi komponen mesin yang diinginkan. Pemotongan logam adalah kegiatan umum dalam industri manufaktur, terutama dalam produksi bagian-bagian mesin. Dalam proses ini, pahat potong berperan penting dalam membentuk dan mengubah material logam dasar menjadi komponen mesin yang diinginkan (Romiyadi, 2016).

Salah satu proses pemesinan adalah proses milling, juga dikenal sebagai proses freis. Proses ini melibatkan penyayatan benda kerja menggunakan alat pemotong dengan mata potong berputar yang banyak. Gigi potong yang banyak pada pahat memungkinkan proses berjalan lebih cepat. Selama penyayatan, permukaan benda kerja bisa dihasilkan dalam bentuk datar, sudut, atau lengkung. Energi dalam pemotongan sebagian besar berubah menjadi panas, yang disebabkan oleh deformasi plastis dan gesekan antara pahat dan serpihan, serta antara pahat dan benda kerja. Panas ini meningkatkan suhu di zona pemotongan, yang dipengaruhi oleh kecepatan potong, pemakanan, dan kedalaman potong. Selain itu, karakteristik material benda kerja dan pahat juga memengaruhi suhu pemotongan. Peningkatan kecepatan potong akan menyebabkan kenaikan suhu yang signifikan, sedangkan peningkatan laju pemakanan akan mengakibatkan penurunan suhu yang signifikan (Zainuddin, 2019).

Kenaikan suhu akan memengaruhi kekuatan, kekerasan, ketahanan aus, dan umur pahat. Energi yang digunakan dalam pemotongan berubah menjadi panas. Panas yang dihasilkan cukup besar dan karena area permukaan aktif pada pahat sangat kecil, suhu pada permukaan pahat menjadi sangat tinggi. Ini menyebabkan pahat mengalami keausan, yang pada dasarnya menentukan umur pahat. Kecepatan potong harus dipilih dengan hati-hati. Jika terlalu rendah, waktu pemesinan akan lebih lama, namun jika terlalu tinggi, pahat akan kehilangan kekerasannya karena panas, sehingga pahat cepat aus dan umurnya pendek. Oleh karena itu, pemilihan material benda kerja sangat penting dalam pemesinan untuk memastikan efisiensi dan ketahanan pahat yang optimal (Babunga dkk., 2017).

Dalam setiap operasi pemesinan, tujuannya adalah memotong material menjadi bagian-bagian kecil untuk memastikan kualitas, dimensi, dan geometri benda kerja yang tepat. Proses ini membutuhkan banyak energi karena deformasi plastis yang signifikan. Energi ini diperlukan untuk gerakan relatif antara alat pemotong dan benda kerja, serta untuk gerakan rotasi dan linier yang tinggi. Sebagian besar energi tersebut diubah menjadi panas, yang menyebabkan suhu sangat tinggi di zona pemotongan. Suhu yang berlebihan ini dapat merusak sifat material, memperpendek umur pahat, dan meningkatkan laju keausan pahat (Salur dkk., 2021).

Material baja, termasuk baja S45C, sangat umum digunakan di berbagai sektor, terutama dalam industri permesinan dan konstruksi. Baja S45C adalah baja karbon sedang yang sering dipakai dalam pembuatan komponen mesin seperti gear, batang penghubung piston, dan terutama poros pada kendaraan bermotor serta peralatan industri (Pratowo dan HR, 2018). Baja ini sering mengalami gesekan dan tekanan dalam penggunaannya, sehingga ketahanan aus dan kekerasan menjadi sangat krusial. Baja S45C adalah baja karbon menengah dengan kandungan karbon antara 0.43% hingga 0.50% (Majanasastra, 2013). Baja karbon menengah merupakan material yang sering diproduksi dan digunakan untuk pembuatan alat dan komponen mesin. Baja ini memiliki sifat yang dapat dimodifikasi, serta memiliki sedikit keuletan (*ductility*) dan ketangguhan (*toughness*) (Tarkono dkk., 2013).

Pada era teknologi saat ini, penggunaan komputer untuk mendukung pembuatan alat otomatis sudah menjadi hal biasa. Dalam bidang kontrol elektronik, sering dijumpai *chip* yang mampu menyimpan dan menjalankan data yang sudah diprogram. Komponen ini disebut mikrokontroler, yang memungkinkan pengendalian otomatis dari suatu perangkat. Dalam konteks pemanfaatan mikrokontroler, sebuah model dibuat untuk mengukur suhu dalam proses pemesinan dengan menggunakan Arduino UNO dan sensor MAX6675. Alat ini memungkinkan pemantauan suhu saat mesin freis memproses baja S45C dengan menempatkan sensor suhu pada benda kerja. Data suhu yang diambil oleh sensor MAX6675 dapat dipantau melalui perangkat komputer seperti laptop. Dari situ, penelitian ini diberi judul "**Analisis Temperatur Pemesinan pada Proses *Face Milling* Material Baja S45C**".

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks tersebut, pertanyaan penelitian yang muncul adalah bagaimana mengukur suhu pada material baja S45C ketika dilakukan proses *Face Milling*.

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi Batasan-batasan masalah penelitian ini antara lain:

1. *Milling Machine* yang digunakan adalah *conventional milling machine*.
2. Material yang digunakan berupa material baja S45C dengan ukuran 25 mm x 100 mm x 200 mm.
3. Mikrokontroler yang digunakan berupa Arduino UNO R3 dan menggunakan sensor temperatur MAX6675.
4. Pahat yang digunakan adalah pahat karbida *endmill*.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengukur temperatur yang terjadi pada material benda kerja S45C.
2. Menganalisis distribusi temperatur yang terjadi pada S45C dalam proses *face milling*.
3. Menganalisis pengaruh variabel pemesinan terhadap temperatur pemotongan pada proses *face milling*.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan informasi data tentang temperatur yang diperoleh dalam proses pemakanan yang terjadi pada proses *face milling* terhadap benda kerja baja S45C, dengan bantuan sensor pengukur temperatur MAX6675 berbasis Arduino UNO.
2. Mengetahui pengaruh variabel pemesinan terhadap temperatur benda kerja S45C.
3. Mengetahui variabel pemesinan yang efektif terhadap benda kerja sehingga mendapatkan temperatur pemesinan tertentu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2010). Mekanisme Keausan Pahat pada Proses Pemesinan. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 6(1), 9–16.
- Abukhshim, N. A., Mativenga, P. T., dan Sheikh, M. A. (2006). Heat Generation and Temperature Prediction in Metal Cutting: A Review and Implications for High Speed Machining. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 46(7–8), 782–800. <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2005.07.024>
- Afriansyah, A., dan Yanis, M. (2021). Analisis Parameter Pemesinan pada Proses Side Milling Baja Aisi 1045 menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 21(1), 25–31.
- Afrianto, M., Sidiq, M. F., dan Sidik, M. A. (2020). Pengaruh Waktu Tahan pada Proses Carburizing terhadap Sifat Mekanik Baja S45C pada Pembuatan Prototype Poros Engkol. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Pancasakti*, 5, 12–24.
- Ansyori, A. (2015). Pengaruh Kecepatan Potong dan Makan terhadap Umur Pahat pada Pemesinan Freis. *Jurnal Mechanical*, 6(1), 28–35. <https://doi.org/10.23960/mech.v6.i1.201504>
- Awalliyah, A., Ikhwan, H., Nugiasari, V., dan Zainul, R. (2018). Prinsip Dasar Milling dalam Sintesis Material. *Laboratorium Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Padang, Indonesia*, 1(21), 1–15. <https://osf.io/preprints/inarxiv/9xsqe/>
- Babunga, F., Rauf, A., dan Poeng, R. (2017). Penerapan Metode Analisis Varians Kecepatan Makan terhadap Panas Pemotongan pada Mesin Freis Kunzmann UF6N. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), 113–124.
- Badamasi, Y. A. (2014). The Working Principle of an Arduino. *Journal Nigerian Turkish Nile University*, 1–4.
- Balki, N. B., Nelge, B. D., dan Kale, D. V. M. (2016). Investigation of Temperature and Heat Transfer During Machining : Review Investigation of Temperature and Heat Transfer During Machining : Review. *International Journal for Scientific Research & Development*, 3(2), 2283–2286.
- Bassim, N., Yilbas, B., dan Batalha, G. F. (2014). Solvents: Health, Safety, and Environmental Issues. In *Journal of Coatings Technology (Vol. 8)*.
- Cengel, Y. A. (2004). Heat Transference a Practical Approach. In *MacGraw-Hill*, (Vol. 4, Nomor 9).
- Fatmawati, K., Sabna, E., dan Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Riau Journal Of Computer Science*, 6(2), 124–134.
- Hafid, A. (2008). Uji Awal Upgrade Mesin Frais Konvensional menjadi Mesin

- Frais CNC Berbasis PC. Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir-BATAN, 12(1), 22–28.
- Incopera, F. P. (2011a). Chapter 13: Radiation Exchange Between Surfaces. In *Radiation Exchange Between Surfaces*.
- Incopera, F. P. (2011b). Chapter 2: Introduction to Conduction. In *Introduction to Conduction*. <http://www.conduction.us/Workshops.pdf>
- Incopera, F. P. (2011c). Chapter 9: Free Convection. In *Free Convection*. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-30694-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30694-8_7)
- Kus, A., Isik, Y., Cemal Cakir, M., Coşkun, S., dan Özdemir, K. (2015). Thermocouple and infrared Sensor-Based Measurement of Temperature Distribution in Metal Cutting. *Sensors (Switzerland)*, 15(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/s150101274>
- Majanasastra, R. B. S. (2013). Analisis Simulasi Uji Impak Baja Karbon Sedang (S45C) dan Baja Karbon Tinggi (AISI D2) Hasil Perlakuan Panas. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma “45” Bekasi*, 1(2), 61–66.
- Maurya, S. N., Li, K. Y., Luo, W. J., dan Kao, S. Y. (2022). Effect of Coolant Temperature on the Thermal Compensation of a Machine Tool. *Machines*, 10(12), 1–20. <https://doi.org/10.3390/machines10121201>
- Mohanraj, T., Shankar, S., Rajasekar, R., Sakthivel, N. R., dan Pramanik, A. (2020). Tool Condition Monitoring Techniques in Milling Process: a Review. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.10.031>
- Oktariawan, I., Martinus, dan Sugiyanto. (2013). Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. *Jurnal FEMA*, 1(2), 18–24.
- Pratowo, B., dan HR, A. F. (2018). Analisa Kekerasan Baja Karbon S45C Setelah Mengalami Perlakuan Quenching. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(2), 1–30.
- Purnomo, D. J., Jokosisworo, S., dan Budiarto, U. (2019). Analisa Pengaruh Holding Time Tempering terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Baja S45C. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(1), 49–58.
- Richardson, D. J., Keavey, M. A., dan Dailami, F. (2006). Modelling of Cutting Induced Workpiece Temperatures for Dry Milling. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 46(10), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2005.08.008>
- Ridarmin, R., Fauzansyah, F., Elisawati, E., dan Prasetyo, E. (2019). Prototype Robot Line Follower Arduino UNO menggunakan 4 Sensor TCRT5000. *Jurnal Informatika, Manajemen, dan Komputer*, 11(2), 17–23. <https://doi.org/10.36723/juri.v11i2.183>
- Rifnaldi, R., dan Mulianti. (2019). Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan Tempering Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja S45C. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 950–959.

- Romiyadi. (2016). Pengaruh Kemiringan Benda Kerja dan Kecepatan Pemakanan terhadap Getaran Mesin Frais Universal Knuth UFM 2. *Jurnal Mechanical*, 7, 52–60.
- Sakkaki, M., Sadegh Moghanlou, F., Vajdi, M., Pishgar, F. Z., Shokouhimehr, M., dan Shahedi Asl, M. (2019). The Effect of Thermal Contact Resistance on the Temperature Distribution in a WC Made Cutting Tool. *Ceramics International*, 45(17), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.07.241>
- Salur, E., Kunto, M., Aslan, A., dan Pimenov, D. Y. (2021). Cutting Temperature , and Power Consumption During End Milling of AISI 1040 Steel. *Metals*, 11, 1–16.
- Seprianto, D., dan Rizal, S. (2009). Analisa Pengaruh Perubahan Ketebalan Pemakanan, Kecepatan Putar pada Mesin, dan Kecepatan Pemakanan (Feeding) Freis terhadap Kekasaran Permukaan Logam. *Jurnal Austenit*, 1(1), 33–38.
- Septiana, R., Roihan, I., Karnadi, J., dan Koestoer, R. A. (2019). Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B20 Thermistor Based on Arduino DAQ. *Prosiding SNTTM XVIII*, 1–6.
- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., dan Sompie, S. R. U. . (2016). Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 5(3), 13–23. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/11999>
- Syafa'at, I., Wahid, M. A., dan Respati, S. M. B. (2016). Pengaruh Arah Pemakanan dan Sudut Permukaan Bidang Kerja terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C pada Mesin Frais CNC menggunakan Ballnose Endmill. *Momentum*, 12(1), 1–8.
- Tarkono, Zulhanif, dan Fikmar, T. Ben. (2013). Pengaruh Kedalaman Alur Back Chipping pada Pengelasan Listrik SMAW Baja Karbon Sedang S45C terhadap Uji Kekuatan Tarik. *Jurnal FEMA*, 1, 18–27.
- Taylor, dan Francis. (2014). *Handbook of Industrial and System Engineering* (2 ed.).
- Wendri, N., Wayan Supardi, I., Suarbawa, K. N., Made Yuliantini, N., Fisika, J., dan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2012). Alat Pencatat Temperatur Otomatis menggunakan Termokopel Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Buletin Fisika*, 13(1), 29–33. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/buletinfisika/article/view/31286>
- Widodo, W., dan Hakim, R. (2021). Pengembangan Alat Bantu Arbor untuk Pembuatan Roda Gigi pada Mesin Frais Vertikal. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(2), 287–296. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2021.012.02.6>
- Wu, J. (2018). A Basic Guide to Thermocouple Measurements. In *Texas Instruments Incorporated* (hal. 1–36).
- Yanis, M., Hadi, Q., dan Yuliasari, N. (2019). Analisis Kekasaran Permukaan dan

Keausan Pahat Pemesinan Komponen Thin-Walled pada Proses Freis menggunakan Minyak Kelapa sebagai Cutting Fluid. Seminar Nasional AVoER XI 2019, 419–424.

Yusuf, M., dan Carles, H. (2019). Analisa Kekasaran Permukaan terhadap Kekerasan Material pada Proses Milling dengan Variasi Kecepatan Feeding. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 10–16. <https://doi.org/10.22441/jtm.v8i2.4565>

Zainuddin, Z. (2019). Analisis Tingkat Kekasaran Permukaan pada Hasil Pemesinan Mesin Milling dengan Variasi Tinggi Pencekaman Benda Kerja dan Tinggi Pemasangan Endmill Cutter. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 20(2), 17–24. <https://doi.org/10.23917/mesin.v20i2.8531>