

# **SKRIPSI**

## **PEMODELAN KEKASARAN PERMUKAAN PEMESINAN BUBUT AISI 4340 DENGAN METODE HOT MACHINING MENGGUNAKAN RESPONSE SURFACE METHODOLOGY**

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



**ARDHILA DHARMALASARI**

**03051181621002**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2020**

# **SKRIPSI**

## **PEMODELAN KEKASARAN PERMUKAAN PEMESINAN BUBUT AISI 4340 DENGAN METODE HOT MACHINING MENGGUNAKAN RESPONSE SURFACE METHODOLOGY**

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



**Oleh :**

**ARDHILA DHARMALASARI**

**03051181621002**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

# HALAMAN PENGESAHAN

## PEMODELAN KEKASARAN PERMUKAAN PEMESINAN BUBUT AISI 4340 DENGAN METODE HOT MACHINING MENGGUNAKAN RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

SKRIPSI

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

Oleh:

**ARDHILA DHARMALASARI**  
03051181621002

Indralaya, Maret 2020

Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
NIP. 19711225 199702 1 001

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Ismail Thamrin', written over a horizontal line.

**H. Ismail Thamrin, S.T., M.T**  
NIP. 19720902 199702 1 001

**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No.** :  
**Diterima Tanggal** :  
**Paraf** :

**SKRIPSI**

**NAMA** : ARDHILA DHARMALASARI  
**NIM** : 03051181621002  
**JUDUL** : PEMODELAN KEKASARAN PERMUKAAN  
PEMESINAN BUBUT AISI 4340 DENGAN METODE  
HOT MACHINING MENGGUNAKAN RESPONSE  
SURFACE METHODOLOGY

**DIBERIKAN** : JULI 2019  
**SELESAI** : MARET 2020

Indralaya, Maret 2020

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 19711225 199702 1 001**

**H. Ismail Thamrin, S.T., M.T**  
**NIP. 19720902 199702 1 001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pemodelan Kekasaran Permukaan Pemesinan Bubut AISI 4340 dengan Metode *Hot Machining* menggunakan *Response Surface Methodology*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Maret 2020

Indralaya, 26 Maret 2020

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi


### Ketua :


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

  
(.....)

### Anggota :


2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.  
NIP. 197112251997021001
3. Ir. Firmansyah Burlian, M.T.  
NIP. 198105102005011005

  
(.....)

  
(.....)



### Pembimbing Skripsi

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

# HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ardhila Dharmalasari  
NIM : 03051181621002  
Judul : Pemodelan Kekasaran Permukaan Pemesinan Bubut AISI 4340  
Dengan Metode *Hot Machining* Menggunakan *Response Surface Methodology*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya 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 aturan yang berlaku.

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



Indralaya, Maret 2020



Ardhila Dharmalasari  
NIM. 03051181621024

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ardhila Dharmalasari  
NIM : 03051181621002  
Judul : Pemodelan Kekasaran Permukaan Pemesinan Bubut AISI 4340  
Dengan Metode *Hot Machining* Menggunakan *Response Surface Methodology*

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, Maret 2020



Ardhila Dharmalasari  
NIM. 03051181621024

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini sebagai Tugas Akhir untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang sarjana' pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini.

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dalam keadaan apapun.
2. H. Ismail Thamrin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing.
3. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Angkatan 2016 Indralaya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan kemampuan yang ada. Meskipun demikian, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembelajaran khususnya pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Maret 2020



Penulis



# RINGKASAN

PEMODELAN KEKASARAN PERMUKAAN PEMESINAN BUBUT AISI 4340 DENGAN METODE *HOT MACHINING* MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Maret 2019

Ardhila Dharmalasari ; Dibimbing oleh H. Ismail Thamrin, S.T., M.T.

MODELING OF SURFACE ROUGHNESS AISI 4340 LATHE BY HOT MACHINING METHOD USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

XXIX + 39 halaman, 12 tabel, 14 gambar,

## RINGKASAN

Penggunaan mesin perkakas tidak akan pernah terlepas digunakan oleh industri pemesinan besar maupun industri pemesinan kecil. Salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan oleh industri pemesinan besar maupun industri pemesinan kecil adalah mesin bubut. Pembubutan adalah suatu proses pemesinan dimana mata pahat menghilangkan material dari permukaan benda kerja yang berputar. Proses pembubutan menghasilkan benda kerja berbentuk lurus, silinder, kerucut, melengkung atau beralur. Saat ini, metode penggunaan mesin bubut tidak hanya menggunakan cairan pendingin (*cutting fluid*) saja. Para peneliti telah mengembangkan berbagai metode yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas proses pembubutan logam. Salah satunya yang menjadi *trend* yaitu pengaplikasian metode *hot machining* pada proses pemesinan bubut. *Hot machining* adalah metode pemesinan dengan cara memanaskan benda kerja sebelum dilakukan proses pemesinan agar dapat memotong benda kerja yang sulit untuk dipotong. Dimana pada penelitian ini, benda kerja yang digunakan adalah AISI 4340. AISI 4340 adalah baja martensit berkekuatan tinggi yang digunakan untuk pembuatan komponen pembuatan pesawat seperti bantalan (*bearing*), roda gigi (*gear*), kopling (*coupling*), dan sebagainya. Oleh karena itu, pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode *hot machining* agar dapat memotong benda kerja yang sulit untuk dikerjakan. Adapun pemilihan penerapan metode pemanasan

benda kerja agar mendapatkan metode pemanasan benda kerja yang baik juga menjadi sangat penting. Pemilihan metode pemanasan harus memiliki kriteria seperti biaya murah, dapat digunakan ke semua benda kerja, besar panas dapat dikontrol dengan mudah dan mudah untuk diaplikasikan ke benda kerja. Dalam penelitian ini, gas *torch* dipilih sebagai alat untuk memanaskan benda kerja karena memenuhi kriteria tersebut. Desain mata pahat juga memiliki dampak yang besar terhadap kinerja pemesinan. Mata pahat yang didesain dengan tepat tentu dapat menghasilkan kualitas benda kerja yang baik dan masa pakai mata pahat yang panjang. Apabila mata pahat didesain secara tidak sesuai maka akan mengakibatkan keausan pada mata pahat dan mata pahat akan rusak dengan cepat. Pahat karbida dipilih sebagai mata pahat dalam penelitian ini, karna memiliki sifat kekerasan menahan panas, ketahanan aus, dan ketangguhan dalam memotong baja AISI 4340. Saat dilakukan proses pembubutan, gesekan yang terjadi antara mata pahat dan benda kerja dapat menghasilkan panas yang dapat merusak mata pahat atau benda kerja. Kelebihan panas pada mata pahat dapat merusak pahat dan mengakibatkan masa pakai mata pahat menjadi pendek. Kelebihan panas pada benda kerja dapat mengakibatkan kekasaran permukaan pada benda kerja. Kekasaran permukaan memainkan peran penting dalam kualitas produk proses pemesinan. Benda kerja yang telah mengalami suatu proses pemesinan akan mengalami kekasaran permukaan. Nilai-nilai kekasaran permukaan dapat diprediksi oleh model yang telah dibuat kemudian dibuktikan melalui data eksperimen. Nilai kekasaran permukaan setiap benda kerja juga berbeda-beda, hal tersebut tergantung pada proses pemesinan yang dilakukan pada benda kerja tersebut. Dalam mendapatkan pemodelan matematika terbaik untuk memprediksi kekasaran permukaan pemesinan bubut AISI 4340 dengan metode *hot machining*, *response surface methodology* dipilih sebagai metode pendekatan kuantitatif berdasarkan data eksperimen dan pemodelan. *Central composite design* digunakan untuk mengurangi jumlah data yang diambil dalam penelitian namun tidak merubah kualitas hasil proses pemesinan. Adapun jumlah pengambilan data dalam penelitian ini sebanyak 30 data eksperimen untuk 4 parameter pemesinan. Parameter pemesinan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kecepatan potong (*cutting speed*), laju makan (*feed rate*), kedalaman potong (*depth of cut*), dan

temperatur benda kerja. Setelah dilakukan proses penelitian, dapat dilihat bahwa laju makan merupakan faktor paling signifikan yang mempengaruhi dalam kekasaran permukaan benda kerja yaitu sebesar 22% diikuti oleh kedalaman potong sebesar 5%, kecepatan potong dan temperature benda kerja sebesar 3%. Meningkatkan temperatur benda kerja dapat membuat nilai kekasaran permukaan pemesinan bubut dengan metode *hot machining* menjadi lebih halus. Namun, peningkatan kecepatan potong, laju makan dan kedalaman potong menyebabkan meningkatnya nilai kekasaran permukaan pemesinan bubut AISI 4340 dengan metode *hot machining*. Pemodelan kekasaran permukaan pemesinan bubut AISI 4340 dengan metode *hot machining* secara linear menunjukkan hasil yang signifikan. Dibuktikan dengan nilai *F-Value* sebesar 3,87 dan *P-Value* sebesar 0,0139. *P-Value* kurang dari 0,05 menunjukkan bahwa model signifikan. Nilai *mean square error* rata-rata dalam penelitian ini juga menunjukkan hasil yang baik yaitu sebesar 0.052284 dan error rata-rata sebesar 20.732%.

**Kata Kunci:** Mesin Bubut, AISI 4340, *Hot Machining*, *Gas Torch*, Kekasaran Permukaan, *Response Surface Methodology*, *Central Composite Design*.

# SUMMARY

MODELING OF SURFACE ROUGHNESS AISI 4340 LATHE BY HOT MACHINING METHOD USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY  
Scientific writing in the form of Thesis, Maret 28, 2020

Ardhila Dharmalasari ; Supervised of H. Ismail Thamrin, S.T.,M.T.

PEMODELAN KEKASARAN PERMUKAAN PEMESINAN BUBUT AISI 4340 DENGAN METODE *HOT MACHINING* MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

XXIX+ 39 pages, 12 tables, 14 images,

## SUMMARY

The use of machine tools will never be separated used by the large machining industry and small machining industry. One type of machine tool used by both large and small machining industries is lathe. Turning is a machining process where the chisel removes material from the surface of a rotating workpiece. The turning process produces workpieces that are straight, cylindrical, cone, curved or grooved. At present, the method of using a lathe does not only use cooling fluid (cutting fluid) alone. Researchers have developed various methods aimed at improving the quality of the metal turning process. One of the trends is the application of the hot machining method to the lathe machining process. Hot machining is a machining method by heating the workpiece before machining so that it can cut workpieces that are difficult to cut. Where in this study, the workpiece used was AISI 4340. AISI 4340 was a high strength martensitic steel used for the manufacture of aircraft manufacturing components such as bearings, gears, couplings, and so on. Therefore, in this study the method used is the hot machining method to cut workpieces that are difficult to work on. The selection of the application of the workpiece heating method in order to get a good workpiece heating method is also very important. The choice of heating method must have criteria such as low cost, can be used on all workpieces, the amount of heat can be controlled easily and is easy to apply to the workpiece. In this study, torch gas

was chosen as a tool to heat the workpiece because it met these criteria. The chisel design also has a large impact on machining performance. A properly designed blade can certainly produce good quality workpieces and a long tool life. If the chisel is not properly designed it will cause wear and tear on the chisel and the chisel will be damaged quickly. Carbide chisel was chosen as a chisel in this study, because it has the properties of hardness to withstand heat, wear resistance, and toughness in cutting AISI 4340 steel. When turning, the friction that occurs between the chisel and the workpiece can produce heat that can damage the chisel or workpiece. Excessive heat in the tool eye can damage the tool and result in a short tool life. Excess heat on the workpiece can result in surface roughness on the workpiece. Surface roughness plays an important role in the quality of the machining process product. Workpieces that have undergone a machining process will experience surface roughness. Surface roughness values can be predicted by a model that has been made then proven through experimental data. The surface roughness value of each workpiece also varies, it depends on the machining process carried out on the workpiece. In obtaining the best mathematical modeling to predict the roughness of the AISI 4340 lathe machining with the hot machining method, the response surface methodology was chosen as a quantitative approach based on experimental and modeling data. Central composite design is used to reduce the amount of data taken in research but does not change the quality of the machining process. The number of data retrieval in this study were 30 experimental data for 4 machining parameters. The machining parameters used in this study are cutting speed, feed rate, depth of cut, and workpiece temperature. After conducting the research process, it can be seen that the feeding rate is the most significant factor affecting the surface roughness of the workpiece, which is 22% followed by a depth of cut of 5%, cutting speed and workpiece temperature of 3%. Increasing the temperature of the workpiece can make the surface roughness of machining lathe by hot machining method smoother. However, the increase in cutting speed, feeding rate and depth of cutting causes an increase in the surface roughness value of AISI 4340 lathe machining by hot machining method. Surface roughness modeling of AISI 4340 lathe by hot linear machining method showed significant results. Evidenced by the F-Value of 3.87 and P-Value

of 0.0139. P-value less than 0.05 indicates that the model is significant. The mean square error mean in this study also showed good results in the amount of 0.052284 and an average error of 20.732%.

**Keyword:** Lathe, AISI 4340, Hot Machining, Gas Torch, Surface Roughness, Response Surface Methodology, Central Composite Design

# DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| DAFTAR ISI.....                             | xxv   |
| DAFTAR GAMBAR .....                         | xxvii |
| DAFTAR TABEL.....                           | xxix  |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                     | 1     |
| 1.1 Latar Belakang .....                    | 1     |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                   | 2     |
| 1.3 Batasan Masalah.....                    | 3     |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                  | 3     |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                 | 4     |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                | 5     |
| 2.1 Mesin Bubut .....                       | 5     |
| 2.2 Cutting Tool .....                      | 8     |
| 2.3 Material Benda Kerja .....              | 9     |
| 2.4 Hot Machining.....                      | 10    |
| 2.5 Alat Ukur Temperatur .....              | 12    |
| 2.5.1 Infrarens Radiation .....             | 12    |
| 2.5.2 Thermocouple.....                     | 12    |
| 2.6 Kekasaran Permukaan .....               | 14    |
| 2.7 Response Surface Methodology (RSM)..... | 15    |
| 2.8 Penelitian-Penelitian Terdahulu .....   | 16    |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....            | 21    |
| 3.1 Prosedur Eksperimental Penelitian.....  | 21    |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 3.2                                     | Benda Kerja .....                                    | 22        |
| 3.3                                     | Persiapan Pahat .....                                | 23        |
| 3.4                                     | Spesifikasi Mesin Bubut .....                        | 23        |
| 3.5                                     | Hot Machining .....                                  | 24        |
| 3.6                                     | Pengukuran Kekasaran Permukaan.....                  | 25        |
| 3.7                                     | Perencanaan Eksperimen .....                         | 26        |
| 3.8                                     | Permodelan dengan Response Surface Methodology.....  | 29        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> |  | <b>31</b> |
| 4.1                                     | Hasil Pengujian .....                                | 31        |
| 4.2                                     | Pemodelan Linear Kekasaran Permukaan .....           | 32        |
| 4.3                                     | Prediksi Kekasaran Permukaan dalam Model Linear..... | 33        |
| 4.4                                     | Pemeriksaan Model.....                               | 35        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |  | <b>39</b> |
| 5.1                                     | Kesimpulan .....                                     | 39        |
| 5.2                                     | Saran .....  | 39        |
| <b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>             |  | <b>i</b>  |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                   |  | <b>i</b>  |



# DAFTAR GAMBAR

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Mesin Bubut (Boothroyd and Knight, 1989).....                  | 5  |
| Gambar 2.2 | Pengerjaan Bubut (Groover, 2010).....                          | 6  |
| Gambar 2.3 | Infrared Radiation.....  | 13 |
| Gambar 2.4 | Thermocouple Embedded (Kus et al., 2015).....                  | 14 |
| Gambar 2.5 | Deviasi dari Permukaan Nominal (Groover, 2010).....            | 15 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Penelitian.....                                   | 21 |
| Gambar 3.2 | Mesin Bubut UPTD BLKI Palembang.....                           | 24 |
| Gambar 3.3 | Gas Torch .....  | 25 |
| Gambar 3.4 | Alat Uji Kekasaran Permukaan .....                             | 25 |
| Gambar 3.5 | Metode Analisis dalam Response Surface Methodology .....       | 30 |
| Gambar 4.1 | Nilai Eksperimental dan Prediksi untuk Kekasaran Permukaan ... | 35 |
| Gambar 4.2 | Normal Probability Plot Residuals .....                        | 36 |
| Gambar 4.3 | Residuals vs Predicted .....                                   | 37 |
| Gambar 4.4 | Perturbation Plot.....   | 38 |

# DAFTAR TABEL

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Metode Sumber Panas Pelunakkan Benda Kerja<br>(Parida and Maity, 2017).....                                      | 11 |
| Tabel 3.1 | Sifat Mekanis AISI 4340 (Sulaiman et al., 2013) .....  | 22 |
| Tabel 3.2 | Komposisi Kimia AISI 4340 (Hadhri et al., 2016) .....  | 22 |
| Tabel 3.3 | Sifat Mekanis Karbida (Sulaiman et al., 2013) .....  | 23 |
| Tabel 3.4 | Spesifikasi Mesin Bubut.....   | 23 |
| Tabel 3.5 | Spesifikasi Alat Uji Kekasaran .....   | 26 |
| Tabel 3.6 | Variabel Bebas pada Eksperimen.....  | 26 |
| Tabel 3.7 | Central Composite Design Aktual untuk Eksperimen 4 Variabel.....   | 27 |
| Tabel 3.8 | Central Composite Design Coded untuk Eksperimen 4 Variabel .....   | 28 |
| Tabel 4.1 | Hasil Kekasaran Permukaan AISI 4340.....   | 31 |
| Tabel 4.2 | ANOVA Pemodelan Linear Kekasaran Permukaan AISI 4340.....  | 32 |
| Tabel 4.3 | Nilai Prediksi Kekasaran Permukaan berdasarkan Pemodelan<br>Linear menggunakan Response Surface Methodology..... | 34 |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini industri berkembang sangat pesat, salah satunya industri pemesinan. Industri pemesinan kecil maupun industri pemesinan besar tidak akan pernah terlepas dari penggunaan mesin perkakas. Mesin bubut adalah salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan oleh industri pemesinan besar maupun industri pemesinan kecil. Pemesinan bubut merupakan suatu proses pembentukan benda kerja menjadi berbentuk silinder. Umumnya pemesinan bubut dapat dilakukan dengan dua proses yaitu pembubutan kering dan pembubutan dengan cairan pendingin (*cutting fluid*). Proses pembubutan kering menjadi semakin sering digunakan pada industri pemesinan untuk masa mendatang karena kekhawatiran terhadap keamanan lingkungan. Selain ramah terhadap lingkungan, proses pemesinan bubut kering dapat mengurangi biaya produksi (Hasrin, 2013).

Berbagai metode telah digunakan dalam meningkatkan kualitas proses pembubutan logam seperti penggunaan cairan pendingin (*cutting fluid*) maupun *hot machining* yang saat ini sedang dikembangkan oleh para peneliti. *Hot machining* adalah suatu proses yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas proses pembubutan dengan cara melunakkan benda kerja yang sulit untuk dikerjakan. Dewasa ini, metode *hot machining* merupakan salah satu alternatif penting yang digunakan untuk melakukan proses pembubutan logam pada material yang sulit untuk dipotong seperti *superalloy*, paduan titanium (*titanium alloys*) dan keramik (*ceramics*). Material tersebut memiliki sifat mekanik tinggi dan konduktivitas termal yang rendah. Hal tersebut dapat menyebabkan gaya potong dan temperatur pemotongan yang berlebih selama proses pemesinan dan dapat mengurangi umur mata pahat (Sofuoğlu et al., 2018).

*Hot machining* dapat diaplikasikan dengan biaya murah dan desain sederhana, dimana material dipanaskan selama atau sebelum proses pemesinan menggunakan mata pahat konvensional. Secara umum, benda kerja dipanaskan

hingga temperatur rekristalisasi, pada temperatur ini kekuatan geser benda kerja mengalami pengurangan sehingga lebih mudah dikerjakan yang mengakibatkan gaya potong dan keuasan mata pahat berkurang (Kumar Parida and Maity, 2019).

Panas yang terbentuk selama proses pembubutan terjadi pada empat zona di daerah pemotongan yaitu *primary deformation zone*, *secondary deformaion zone*, antar muka mata pahat dan *chip*, dan antar muka benda kerja dan mata pahat. Sebagian besar panas hampir 90% mengalir ke *chip* sementara sebagian kecil disalurkan melalui benda kerja dan mata pahat. (Dogu et al., 2006).

Kelebihan panas pada saat proses pembubutan dapat merusak mata pahat dan benda kerja. Panas yang berlebih pada mata pahat dapat mengakibatkan perubahan pada kualitas permukaan benda kerja, memperpendek umur mata pahat, dan mengurangi nilai ekonomis pada mata pahat. Sedangkan jika panas berlebih terjadi pada benda kerja dapat mengakibatkan kekasaran permukaan pada benda kerja dan hasil pembubutan yang tidak sesuai dengan keinginan.

Kekasaran permukaan suatu benda kerja merupakan salah satu parameter penting dari proses pemesinan. Temperatur pada proses pemotongan memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja mata pahat, kualitas komponen mesin, dan kekasaran permukaan benda kerja. Banyak peneliti telah melakukan pemodelan kekasaran permukaan dengan metode *Response Surface Methodology*, tetapi sangat sedikit yang mempelajari pemodelan kekasaran permukaan menggunakan metode *hot machining*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini peneliti melakukan penelitian pemodelan kekasaran permukaan pemesinan bubut AISI 4340 dengan metode *hot machining* menggunakan *response surface methodology* (RSM).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini bahwa proses pembubutan sangat rentan terhadap gesekan yang dapat menimbulkan panas berlebih pada mata pahat dan benda kerja. Akibatnya benda kerja yang dihasilkan tidak sesuai dengan keinginan dan mengakibatkan kekasaran permukaan pada benda kerja. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penerapan metode *hot machining* terhadap

hasil kekasaran permukaan AISI 4340 menggunakan *response surface methodology*. Sehingga dapat mengetahui parameter pemesinan mana saja yang mempengaruhi kekasaran permukaan dan mendapatkan pemodelan matematika proses pembubutan AISI 4340 menggunakan metode *hot machining*.

### 1.3 Batasan Masalah

1. Benda kerja yang digunakan adalah AISI 4340
2. Mata pahat yang digunakan adalah karbida.
3. Alat ukur temperatur benda kerja menggunakan termokopel.
4. Parameter pemesinan bubut yang digunakan adalah kedalaman potong (*depth of cut*), kecepatan potong (*cutting speed*), temperatur benda kerja ( $T_w$ ) dan laju makan (*feed rate*).
5. Pemesinan bubut dilakukan dengan cara menggunakan metode *hot machining*.
6. Pada pengujian ini menggunakan satu mata pahat pada tiap benda kerja yang berbeda.
7. Kekasaran permukaan benda kerja diukur menggunakan Handysurf Accretech E-35B
8. Gas *Torch* digunakan untuk memanaskan benda kerja.
9. Pemodelan kekasaran permukaan AISI 4340 dengan metode *hot machining* menggunakan *response surface methodology*.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisa besarnya pengaruh penerapan metode *hot machining* terhadap kekasaran permukaan benda kerja.
2. Mendapatkan model matematika kekasaran permukaan proses pembubutan benda kerja AISI 4340 dengan metode *hot machining* .
3. Mendapatkan nilai pemodelan kekasaran permukaan pembubutan AISI 4340 dengan metode *hot machining*.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang peneliti harapkan dari penelitian ini adalah dapat menganalisa hasil kekasaran permukaan AISI 4340 yang dilakukan dengan metode *hot machining* menggunakan *responses surface methodology*.

## DAFTAR RUJUKAN

- Asiltürk, I., Neşeli, S., Ince, M.A., 2016. Optimisation of parameters affecting surface roughness of Co28Cr6Mo medical material during CNC lathe machining by using the Taguchi and RSM methods. *Meas. J. Int. Meas. Confed.* 78, 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.09.052>
- Balbaa, M., Nasr, M.N.A., Elgamal, H., 2017. A Sensitivity Analysis on the Effect of Laser Power on Residual Stresses When Laser-assisted Machining AISI 4340. *Procedia CIRP* 58, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.182>
- Boothroyd, G., Knight, W.A., 1989. *Fundamentals of Machining and Machine Tools.*
- Cakir, O., Sahin, I., 2016. Heating Techniques in Hot Machning 238–246.
- Dogu, Y., Aslan, E., Camuscu, N., 2006. A numerical model to determine temperature distribution in orthogonal metal cutting. *J. Mater. Process. Technol.* 171. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2005.05.019>
- Groover, M.P., 2010. *Fundamentals of Modern Manufacturing.* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hadhri, M., Ouafi, A. El, Barka, N., 2016. Hardness Profile Prediction for a 4340 Steel Spline Shaft Heat Treated by Laser Using a 3D Modeling and Experimental Validation. *J. Mater. Sci. Chem. Eng.* 04, 9–19. <https://doi.org/10.4236/msce.2016.44002>
- Hasrin, 2013. Pengaruh Tebal Pemakanan Dan Kecepatan Potong Pada Pembubutan Kering Menggunakan Pahat Karbida Terhadap Kekasaran Permukaan Material St-60.
- Kalpakkian, S. and S.R.S., 2009. *Manufacturing Engineering and Technology.*
- Kumar Parida, A., Maity, K., 2019. Modeling of machining parameters affecting

- flank wear and surface roughness in hot turning of Monel-400 using response surface methodology (RSM). *Meas. J. Int. Meas. Confed.* 137. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.01.070>
- Kus, A., Isik, Y., Cemal Cakir, M., Coşkun, S., Özdemir, K., 2015. Thermocouple and infrared sensor-based measurement of temperature distribution in metal cutting. *Sensors (Switzerland)* 15, 1274–1291. <https://doi.org/10.3390/s150101274>
- Modh, N.R., Mistry, G.D., Rathod, K.B., 2012. An experimental investigation to optimize the process parameters of AISI 52100 steel in hot machining. *Int. J. Eng. Res. Appl.* 1, 483–489.
- Montgomery, D.C., 2000. *Design and Analysis of Experiments*, 5th ed.
- Myers, R.H., Montgomery, D.C., Anderson Cook, C.M., 2009. *Response Surface Methodology* 3rd Edition.
- Panda, A., Das, S.R., Dhupal, D., 2017. Surface Roughness Analysis for Economical Feasibility Study of Coated Ceramic Tool in Hard Turning Operation. *Process Integr. Optim. Sustain.* 1, 237–249. <https://doi.org/10.1007/s41660-017-0019-9>
- Parida, A.K., Maity, K., 2018. Comparison the machinability of Inconel 718, Inconel 625 and Monel 400 in hot turning operation. *Eng. Sci. Technol. an Int. J.* 21, 364–370. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2018.03.018>
- Parida, A.K., Maity, K., 2017. Effect of nose radius on forces, and process parameters in hot machining of Inconel 718 using finite element analysis. *Eng. Sci. Technol. an Int. J.* 20, 687–693. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2016.10.006>
- Poeng, R., Rondonuwu, I., Teknik, J., Universitas, M., Ratulangi, S., Pembubutan, P., Pematangan, T., 2015. Pengaruh kecepatan potong terhadap temperatur pemotongan pada proses pembubutan 4, 128–137.
- Ramadhan, D.F., Nugraheni, S.K., Abkary, N.M., 2019. Arduino Uno , LDR dan Konsep Larutan Elektrolit untuk Alat Pendeteksi Air Tidak Layak Konsumsi



146–154.

- Rashid, W. Bin, Goel, S., Davim, J.P., Joshi, S.N., 2016. Parametric Design Optimization of Hard Turning of AISI 4340 Steel (69 HRC). *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 82, 451–462. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7337-2>
- Siddique, R.A., Dilwar, F., Karim, R., 2018. Experimental investigation of the effect of cutting parameters on cutting temperature using Rsm and ANN in turning AISI 1040. *Glob. Sci. journal* 6, 47–60.
- Sofuoğlu, M.A., Çakır, F.H., Gürgen, S., Orak, S., Kuşhan, M.C., 2018. Numerical investigation of hot ultrasonic assisted turning of aviation alloys. *J. Brazilian Soc. Mech. Sci. Eng.* 40. <https://doi.org/10.1007/s40430-018-1037-4>
- Sonare, O.G., 2017. Experimental Investigation and Optimization of Oxy-Acetylene Assisted Machining Parameters for Nickel Based Alloy Inconel 718.
- Stephenson, D., 2019. *Metal Cutting Theory and Practice*, 3rd ed.
- Sulaiman, S., Roshan, A., Ariffin, M.K.A., 2013. Finite Element Modelling of the effect of tool rake angle on tool temperature and cutting force during high speed machining of AISI 4340 steel. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 50. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/50/1/012040>
- Sutter, G., Faure, L., Molinari, A., Ranc, N., Pina, V., 2003. An experimental technique for the measurement of temperature fields for the orthogonal cutting in high speed machining. *Int. J. Mach. Tools Manuf.* 43, 671–678. [https://doi.org/10.1016/S0890-6955\(03\)00037-3](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(03)00037-3)
- Tay, A.A.O., 1993. A review of methods of calculating machining temperature. *J. Mater. Process. Tech.* 36, 225–257. [https://doi.org/10.1016/0924-0136\(93\)90033-3](https://doi.org/10.1016/0924-0136(93)90033-3)
- Ukar, E., Taberero, I., Martínez, S., Lamikiz, A., Fernández, A., 2020. Laser - assisted Machining Operations.

- Venkatesan, K., 2018. Optimization of Surface Roughness and Power Consumption in laser-assisted machining of Inconel 718 by Taguchi based Response Surface Methodology. *Mater. Today Proc.* 5, 11326–11335. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.02.099>
- Wang, X., Feng, C.X., 2002. Development of empirical models for surface roughness prediction in finish turning. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 20, 348–356. <https://doi.org/10.1007/s001700200162>
- Xavierarockiaraj, S., Kuppan, P., 2018. Influence of Process Parameters on Surface Temperature during Laser Assisted Preheating of SKD 11 Steel based on Response Surface Methodology. *Mater. Today Proc.* 5, 13451–13458. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.02.339>