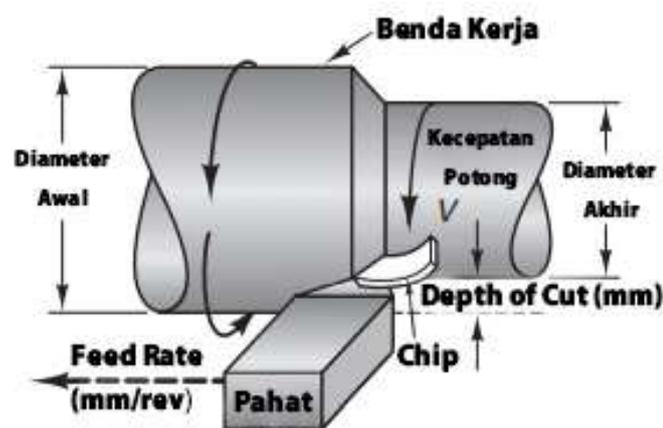


BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Aluminium alloy seri 6061 merupakan jenis material yang paling umum digunakan pada dunia manufaktur. Material *aluminium alloy* seri 6061 umumnya terdiri dari Magnesium (Mg), Silikon (Si), Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) sebagai elemen paduan utamanya dan memiliki karakteristik yang dapat memenuhi kebutuhan seperti *medium strength, formability, weldability, corrosion resistance*, dan harga material yang lebih terjangkau dibandingkan dengan jenis aluminium alloy lainnya. Demir & Gündüz (2008) menyatakan penggunaan material *Aluminium alloy* seri 6061 sudah banyak digunakan pada industri otomotif sebagai bahan material dasar untuk pembuatan beberapa jenis komponen mobil hingga struktur kendaraan.



Gambar I.1 Proses Permesinan Turning
(Diadaptasi dari: DeGarmo (2008))

Menurut J.T.Black & Ronald A. Kosher (2008) suatu material akan mengalami proses nilai tambah ketika material tersebut dilakukan proses manufaktur yaitu proses permesinan. Namun pada proses pemesinan material *aluminium alloy* seri 6061, terdapat beberapa hambatan yang sering kali ditemui oleh para operator seperti kualitas *surface roughness* yang buruk yang diakibatkan oleh *Build-Up Edge* (BUE) yang terbentuk pada pahat potong yang diakibatkan oleh proses adhesi selama proses pemesinan berlangsung. Hal tersebut membuat meningkatnya kemungkinan keausan pada pahat potong (Mário C. Santos Jr & dkk., 2015).

Pernyataan tersebut dikonfirmasi oleh Ajay & Vinoth (2019) dalam artikel pada material aluminium 6061 menggunakan proses pemesinan *conventional turning*

(CT) dalam kondisi *dry turning* yang memperoleh kualitas *surface roughness* atau nilai Ra yang cenderung besar yaitu 2,4 μm . Adapun penelitian lainnya yang dilakukan oleh A.Saravanakumar & dkk. (2018) dalam penelitiannya pada material aluminium 6063 diperoleh nilai Ra sebesar 1,16 μm . Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh M. Kamatchi Hariharan & dkk. (2020) pada proses pemesinan CT dalam kondisi *dry turning* menggunakan material *aluminium titanium nitride* memperoleh nilai Ra sebesar 1,12 μm . Menurut ISO 1302, nilai Ra yang diperoleh pada studi literatur tersebut termasuk kedalam tingkat kekasaran N6 hingga N8. Menurut Sudji Munadi (1988) menyatakan bahwa kualitas *surface roughness* terbaik untuk proses pemesinan turning yaitu ketika nilai Ra $\leq 0,4 \mu\text{m}$ atau mencapai tingkat kekasaran N5. Hal tersebut membuktikan bahwa proses pemesinan CT untuk material *aluminium alloy* menghasilkan kualitas *surface roughness* yang kurang baik dan belum mencapai nilai Ra yang optimal.

Tabel I.1 Tingkat kekasaran permukaan
(Diadaptasi dari: ISO 1302:2002)

Tingkat Kekasaran	Nilai Ra (μm)
N1	0,0025
N2	0,05
N3	0,1
N4	0,2
N5	0,4
N6	0,8
N7	1,6
N8	3,2

Hal ini didukung oleh Mário C. Santos Jr & dkk. (2015) dalam artikelnya mengenai proses permesinan *conventional turning* (CT) pada material *aluminium alloy* menyatakan bahwa dalam proses permesinan CT terdapat beberapa hambatan untuk menghasilkan *surface roughness* yang baik dan lebih rentan untuk terjadinya *tool wear*. Berdasarkan hal tersebut kualitas yang dihasilkan oleh proses permesinan CT masih belum optimal sehingga diperlukan pengembangan metode proses permesinan seperti penerapan metode *Ultrasonic Assisted Turning* (UAT).

Ultrasonic Assisted Turning merupakan suatu metode dalam proses permesinan dimana dilakukan penambahan variabel getaran pada pahat potong dengan arah getaran pada satu titik ataupun banyak titik dalam proses turning. Dalam UAT parameter permesinan seperti *spindle speed, feed rate, depth of cut* dan parameter getaran seperti frekuensi dan amplitudo dapat memberi pengaruh terhadap kualitas hasil akhir. Penelitian – penelitian sebelumnya telah membuktikan keberhasilan penerapan UAT pada beberapa material. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Hélder Puga & dkk. (2019) melakukan eksperimen pada permesinan CT dan UAT menggunakan material *aluminium alloy* dan menemukan bahwa penerapan pemesisinan UAT dapat meningkatkan kualitas *surface roughness* hingga 56% lebih baik dibandingkan dengan pemesisinan CT terutama pada saat parameter *feed rate* tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Qiang Wang & Nomura (2016) membandingkan antara proses permensinan CT dengan UAT pada material Inconel 718 membuktikan penerapan UAT dapat menurunkan *cutting temperature* dan juga meningkatkan kualitas *surface roughness*. Tej Patel & dkk. (2020) dalam penelitiannya pada material *AISI 420 stainless steel* menyimpulkan bahwa proses UAT meningkatkan kualitas *surface roughness* nilai Ra sebanyak 55,37% lebih baik dibandingkan dengan CT. Reza Teimouri & dkk. (2016) dalam penelitiannya membandingkan antara proses permensinan CT dengan UAT pada material aluminium 7075 menyimpulkan bahwa penerapan UAT dapat meningkatkan kualitas *surface roughness* yaitu menurunkan nilai Ra hingga 37% dan menurunkan *cutting force* sebesar 85,8% lebih baik dibandingkan dengan proses permesinan *conventional turning*. Menurut K. Vivekanandaa & dkk. (2014) dalam penelitiannya pada material *stainless steel 304* menyimpulkan bahwa penerapan UAT meningkatkan kualitas *surface roughness* hingga 54.5% dan meminimasi terjadinya *cutting force* hingga 53.89% lebih baik dibanding dengan proses permesinan *conventional turning*. Dengan demikian berdasarkan dari studi literatur di atas, terdapat potensi yang luar biasa dari proses pemesisinan UAT dalam memberikan kinerja permesinan yang lebih baik dan dapat menggantikan proses permesinan *conventional turning*.

Meskipun telah terbukti mampu menghasilkan *surface roughness* lebih baik dan *cutting temperature* lebih rendah, namun kondisi pemotongan selama proses perlu disesuaikan untuk memaksimalkan hasil yang dicapai. Dalam UAT parameter permesinan seperti *spindle speed*, *feed rate*, *depth of cut* dan parameter getaran seperti frekuensi dan amplitudo dapat memberi pengaruh terhadap kualitas hasil akhir, oleh karena itu proses optimasi penting dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, dalam studi ini dilakukan tugas akhir mengenai analisis performansi untuk proses permesinan *Conventional Turning* (CT) dan *Normal Directional Vibration Assisted Turning* (NDVAT) serta optimasi parameter permesinan untuk meningkatkan kualitas *surface roughness*, *tool wear*, dan *cutting temperature*. Menurut Brehl & Dow (2008) mengatakan bahwa hasil yang diperoleh dari proses permesin UAT bergantung pada kombinasi parameter permesinan dan juga getaran yang digunakan, sehingga untuk mendapatkan hasil yang paling optimal maka dibutuhkan *design of experiment* (DOE) untuk membantu analisis dan optimasi parameter. Salah satu *design of experiment* yang dapat digunakan yaitu *Full Factorial Design*.

Penggunaan *Full Factorial Design* dalam tugas akhir ini digunakan untuk mengeksplorasi semua kemungkinan kombinasi parameter dan untuk mengevaluasi pengaruh parameter terhadap variabel respon yaitu kualitas *surface roughness*, *tool wear*, dan *cutting temperature*. Selain itu *Full Factorial Design* juga mampu menghasilkan model regresi dengan menggunakan *multiple regression* yang dapat digunakan untuk memprediksi hasil permesinan berdasarkan parameter input yang diinginkan.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh parameter *spindle speed*, *feed rate*, *depth of cut* dan frekuensi pada pemesinan *Normal Directional Vibration Assisted Turning* terhadap *surface roughness* dan *cutting temperature*?
2. Bagaimana hasil model regresi yang menghasilkan kombinasi optimal yang dapat meminimalkan *surface roughness* pada *Normal Directional Vibration Assisted Turning* (NDVAT) menggunakan *Full Factorial Design*?
3. Bagaimana perbandingan hasil identifikasi *tool wear* pada kombinasi parameter proses pemesinan dari *conventional turning* dan *Normal Directional Vibration Assisted Turning*?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pengaruh variabel *spindle speed*, *feed rate*, *depth of cut*, dan frekuensi terhadap *surface roughness*, dan *cutting temperature* pada pemesinan turning.
2. Merancang model regresi berdasarkan analisis regresi berganda yang menghasilkan kombinasi parameter yang optimal untuk meminimalkan nilai *surface roughness* pada *Normal Directional Vibration Assisted Turning* menggunakan *Full Factorial Design* (FFD).
3. Menganalisis perbandingan *tool wear* antara *conventional turning* dan *Normal Directional Vibration Assisted Turning*.

I.4 Batasan Penelitian

Studi ini memiliki beberapa batasan masalah sehingga diharapkan menjadi fokus yang sesuai dengan tujuan. Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam studi ini, eksperimen proses permesinan dilakukan tanpa menggunakan *coolant* (*Dry Turning*).
2. Tugas akhir ini hanya menggunakan material kerja Aluminium 6061-T6, dan jenis pahat insert carbide (Nose radius 0,8 mm).
3. Penerapan hasil eksperimen dalam studi ini terbatas pada mesin konvensional turning WINHO S530X1000 sehingga parameter pemesinan yang digunakan disesuaikan dengan kemampuan mesin.
4. Penerapan analisis *tool wear* pada studi ini terbatas pada microscope DinoLite AM413ZT sehingga permukaan *tool wear* yang tergambar tidak sebaik dari *Scanning electron microscope* (SEM).

I.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan referensi kombinasi parameter proses pemesinan *conventional turning* dan *Normal Directional Vibration Assisted Turning* yang optimal untuk *surface roughness*, *cutting temperature*, dan *tool wear* pada material aluminum 6061.
2. Mengetahui pengaruh kombinasi parameter proses permesinan dari *conventional turning* dan *Normal Directional Vibration Assisted Turning* terhadap *tool wear*.
3. Bagi mahasiswa, dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya terkait *conventional turning* dan *Normal Directional Vibration Assisted Turning*, serta menambah wawasan mengenai teknologi permesinan khususnya *Normal Directional Vibration Assisted Turning*.

I.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab yang masing-masing berisi uraian serta penjelasan segala aktivitas yang dilakukan selama studi ini berlangsung. Hal tersebut dilakukan agar pembahasan masalah lebih sistematis dan spesifik sesuai dengan topik yang dilakukan. Tugas akhir ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pengembangan yang sudah ada sebelumnya mengenai permasalahan yang ada pada proses pemesinan Al-6061 pada kualitas *surface roughness*, *cutting temperature*, dan *tool wear* pada proses pemesinan *conventional turning* dan pemesinan UAT yang dipengaruhi oleh parameter pemesinan seperti *spindle speed*, *feed rate* dan *depth of cut* serta parameter Frekuensi untuk pemesinan UAT. Selain itu terdapat perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi literatur terkait dan dasar teori yang digunakan sebagai referensi studi. Tujuan dari bab ini adalah merancang pola pemikiran pada studi yang dilaksanakan dalam mengetahui optimasi parameter pemesinan untuk *surface roughness* menggunakan *Full Factorial Design* (FFM) pada Aluminium 6061-T6, serta keausan pahat yang dihasilkan. Beberapa metode dan teori pendukung yang terkait dengan pelaksanaan studi juga akan dicantumkan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab metode studi berisi penjelasan mengenai struktur masalah secara konseptual dan sistematika penyelesaian menggunakan metode yang digunakan yaitu *Full Factorial Design* (FFD). Metode disusun berdasarkan hasil yang ingin dicapai.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini dilakukan pengolahan data berdasarkan data yang diperoleh dari hasil eksperimen pada mesin bubut dengan membandingkan hasil antara pemesinan *conventional turning* dan *cutting directional vibration assisted turnig*. Selanjutnya, melakukan optimasi variabel pemesinan untuk nilai kekasaran permukaan menggunakan *Full Factorial Design* (FFD) yang akan digunakan antara proses *conventional dry turning* dan *Normal Directional Vibration Assisted Turning* (NDVAT) serta analisis keausan pahat yang dihasilkan.

BAB V ANALISA HASIL DAN EVALUASI

Dalam bab analisis ini dilakukan proses analisis mengenai optimasi variabel pemesinan untuk nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan pada *Normal Directional Vibration Assisted Turning* (ND-VAT) serta menganalisis *cutting temperature* dan keausan pahat dari proses *conventional turning* dan ND-VAT.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan kesimpulan dari penyelesaian masalah yang dilakukan serta jawaban dari rumusan permasalahan yang ada pada bagian pendahuluan. Saran dari solusi dikemukakan pada bab ini untuk penelitian selanjutnya.