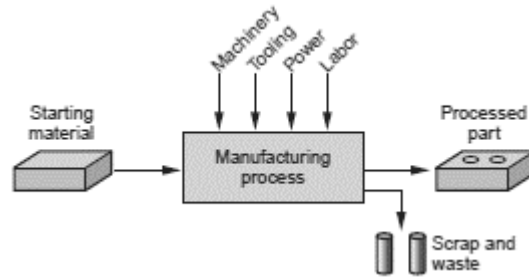


BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri manufaktur merupakan industri yang memiliki kegiatan utama yaitu memproduksi barang dari bahan mentah. Dalam pengertian secara ekonomi, manufaktur adalah perubahan material menjadi barang yang memiliki nilai tambah yang dengan satu atau lebih proses atau perakitan (Groover, 2010).



Gambar I. 1 Proses Manufaktur
Sumber: (Groover, 2010)

Proses tersebut membutuhkan material sebagai input dari proses manufaktur, serta pemesian, pemilihan *tools*, energi, dan tenaga kerja sebagai elemen saat proses manufaktur berlangsung seperti ditunjukkan Gambar I.1 Proses Manufaktur. Setelah proses berlangsung nantinya terdapat dua *output* diantaranya barang jadi dan *waste*. Seiring dengan jumlah industri manufaktur yang semakin meningkat. Setiap perusahaan berlomba-lomba untuk terus meningkatkan keuntungan dengan menekan biaya produksi dan meminimasi *waste*.

Pada industri manufaktur, proses pembubutan (*turning*) merupakan salah satu dari beberapa proses perubahan bentuk material secara pemesian (proses pemesian) yang sering dijumpai. Proses pembubutan merupakan proses dimana pahat potong bekerja dalam satu titik untuk melakukan pemakanan benda kerja. Benda kerja yang sering digunakan dalam industri manufaktur dan dapat dilakukan proses pemesian pembubutan diantaranya adalah aluminium.

Aluminium merupakan salah satu jenis logam yang secara kimiawi tidak mengandung unsur besi (Fe) dan dalam pengaplikasian di bidang manufaktur, aluminium lebih menguntungkan secara komersial dibandingkan dengan jenis logam murni lainnya (Groover, 2010). Salah satu turunan jenis dari aluminium

yang mempunyai kekuatan paling baik berdasarkan dari uji kelelahan (*fatigue strength*) adalah *aluminium alloy 6061-T6* (Kaufman, 2008). Penelitian Ekambaram & Murugan (2015) mengungkapkan *aluminium alloy 6061* umum digunakan dalam industri makanan seperti pembuatan kaleng makanan dan minuman. Diperlukan perlakuan proses pembubutan yang sesuai terhadap benda kerja berbahan aluminum agar dapat meningkatkan kualitas pemesinan. Salah satu parameter yang menjadi tolok ukur kualitas pemesinan adalah kekasaran permukaan (*surface roughness*) (Qehaja dkk., 2015). Menurut USDA *Guidelines for The Sanitary Design and Fabrication of Dairy Processing Equipment*, kekasaran permukaan yang ditoleransi untuk benda yang digunakan pada industri makanan adalah maksimal 0,8 μm .

Kekasaran permukaan dapat diminimasi dengan penambahan proses pemesinan yaitu *finishing*. Operasi *finishing* pada umumnya dibutuhkan untuk meningkatkan kehalusan permukaan dan akurasi dimensi dari produk yang dibuat (Groover, 2010). Penelitian yang dilakukan Cabanettes dkk. (2020) mengungkapkan kekasaran permukaan dapat menurun dikarenakan adanya tambahan proses *finishing* dibandingkan tanpa tambahan proses. Proses yang bertambah dapat menghasilkan *waste overprocessing* yang berakibat pada waktu kerja operator yang bertambah. Waktu kerja operator yang bertambah mengakibatkan *labor cost* mengalami kenaikan.

Untuk menciptakan kekasaran permukaan yang optimal terdapat beberapa faktor utama diantaranya, *feed rate*, *tool nose radius*, dan *cutting time*. Ketiga variabel tersebut merupakan variabel yang menjadi faktor utama yang mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan menurut penelitian Qehaja dkk. (2015). Faktor lain yang mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan adalah keausan pahat. Salah satu penyebab dari ausnya suatu pahat adalah suhu pemotongan (*cutting temperature*) terlalu tinggi. Material pahat tidak dapat bertahan dari suhu yang tinggi saat pahat bergesekan dengan benda kerja. Akibatnya pahat melunak dan mengalami deformasi plastis. Deformasi plastis adalah kondisi dimana bidang-bidang atom pada benda saling menggeser satu sama lain untuk menghasilkan perpindahan atau pergeseran permanen sehingga bentuk benda tidak dapat kembali seperti semula (Black & Kosher, 2012). Penelitian Nordgren dkk.

(2014) mengungkapkan bahwa pahat potong mengalami deformasi plastis saat kecepatan potong meningkat mengakibatkan suhu pemotongan tinggi.

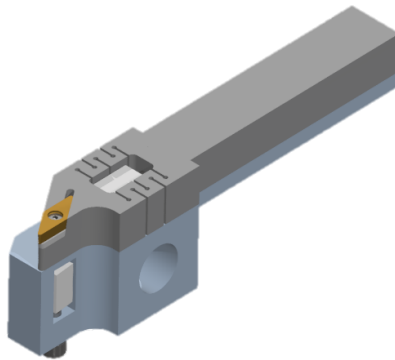
Salah satu cara konvensional untuk menurunkan suhu pemotongan yang terlalu tinggi saat proses pemesinan adalah dengan menggunakan *coolant* bertekanan tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Velan dkk. (2020) mengungkapkan bahwa, *coolant* bertekanan tinggi dapat menurunkan temperatur pada pahat potong. Dengan penggunaan *coolant* bertekanan tinggi, maka akan ada limbah yang terbuang dikarenakan, *coolant* mempunyai masa waktu pakai yang terbatas dan tidak bisa didaur ulang. Pemakaian *coolant* juga memerlukan biaya tambahan yang mengakibatkan biaya produksi bertambah. Dari segi kualitas produk yang dihasilkan, penggunaan *coolant* dapat merusak tekstur permukaan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Javidikia dkk. (2020) penggunaan *coolant* pada proses pemesinan bubut meningkatkan kekasaran permukaan dibandingkan dengan tidak menggunakan *coolant*. Hal ini disebabkan oleh gaya gesek yang menurun akan berdampak pada penurunan suhu pada benda kerja. Akibatnya benda kerja akan semakin sulit untuk dipotong karena tidak lunak.

Alternatif lainnya adalah dengan cara mengganti pahat potong setiap pemakanan, dampaknya biaya produksi bertambah dikarenakan membutuhkan pahat potong dalam jumlah banyak. Diperlukan alternatif selain dari pembubutan konvensional untuk mengurangi keausan pahat serta mengoptimalkan tingkat kekasaran permukaan dari benda kerja. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah pengimplementasian *Ultrasonic Vibration Assisted Turning* (UVAT).

Ultrasonic Vibration Assisted Turning merupakan suatu metode dalam proses pembubutan dengan melakukan penambahan variabel getaran yaitu amplitudo dan frekuensi pada pahat potong. Dalam penelitian yang dilakukan Zou dkk. (2015), penerapan UVAT dapat mengurangi kekasaran permukaan dibandingkan dengan pembubutan konvensional. Penelitian Vivekananda dkk. (2014) juga mengungkapkan bahwa *cutting force*, dan *surface roughness* berkurang dalam proses UVAT dibandingkan dengan CT. Kekasaran permukaan dapat berkurang hingga 54,5 % pada pemesinan UVAT dengan menggunakan material *stainless*

steel 304. Kualitas pemotongan UVAT dapat ditingkatkan dengan kombinasi amplitudo dan frekuensi tinggi dengan kecepatan potong yang rendah.

Untuk menunjang proses pemesinan UVAT, dibutuhkan *tool holder* yang sesuai agar pemesinan UVAT dapat memberikan hasil yang optimal. *Tool holder* pemesinan UVAT dibuat berbeda dengan *tool holder* pada umumnya dikarenakan membutuhkan tempat aktuator *piezoelectric* sebagai pemberi getaran terhadap pahat potong.



Gambar I. 2 Desain *Tool Holder* 2D UVAT

Gambar I.2 Desain *Tool Holder* 2D UVAT menunjukkan *tool holder* yang digunakan untuk melakukan pemesinan UVAT. *Tool holder* 2D UVAT yang digunakan menerapkan prinsip *simple bar* dimana *tool holder* dirancang sedemikian rupa untuk mendekati desain yang ada di industri manufaktur. *Tool holder* yang digunakan mempunyai dua tempat aktuator *piezoelectric* dikarenakan pada perancangan tugas akhir ini, getaran akan diberikan pada *tool holder* melalui dua sumbu yaitu sumbu x dan y (2D UVAT). Getaran yang diberikan pada kedua sumbu tersebut mempunyai frekuensi dan amplitudo yang sama.

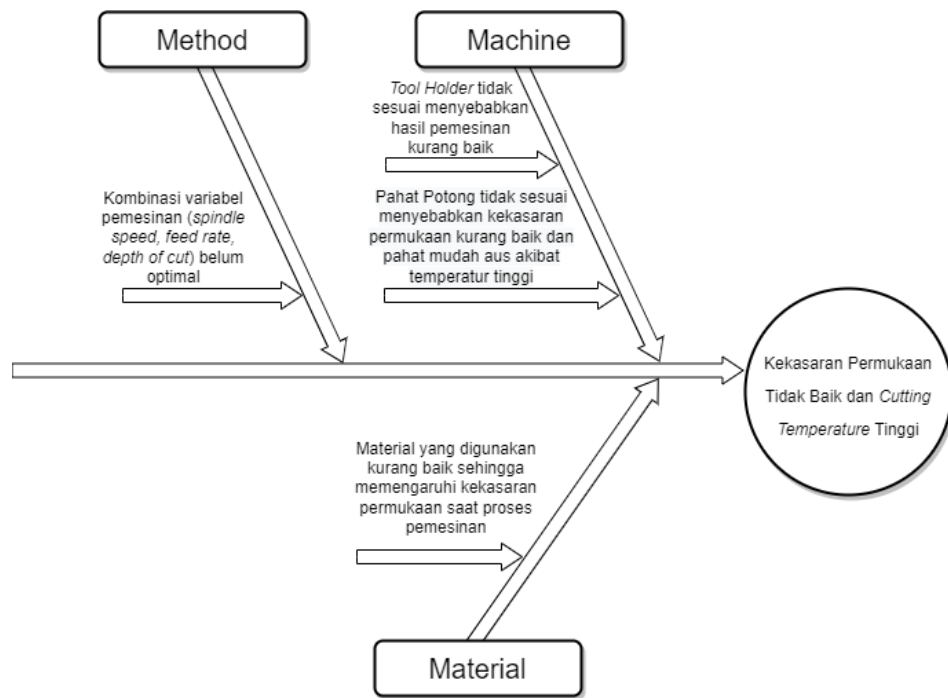
Dalam UVAT terdapat empat variabel terdiri dari tiga variabel pemesinan dan satu variabel getaran yang memengaruhi proses pemotongan, diantaranya *spindle speed*, *feed rate*, dan *depth of cut*, serta frekuensi dan amplitudo. Dibutuhkan kombinasi yang sesuai dari kelima variabel agar dapat menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang optimal serta tidak menyebabkan keausan pahat yang diakibatkan oleh tingginya temperatur. Untuk merancang kombinasi tersebut diperlukan metode yang sesuai, salah satunya adalah *full factorial*

method (FFM).

Berdasarkan pemaparan di atas, nantinya metode *full factorial method* (FFM) akan membantu menemukan pengaruh variabel pemesinan 2D UVAT terhadap variabel respon yaitu kekasaran permukaan dan *cutting temperature*, dan menemukan kombinasi nilai variabel optimal pemesinan 2D UVAT.

I.2 Alternatif Solusi

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, akar permasalahan pada tugas akhir ini adalah menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang baik dan temperatur yang rendah pada saat proses pemesinan bubut agar memperpanjang umur pahat. Melalui Gambar I.3 *Fishbone Diagram* dapat diketahui beberapa penyebab yang melatarbelakangi permasalahan, diantaranya:



Gambar I. 3 *Fishbone Diagram*

Dari aspek *machine*, terdapat dua komponen dari mesin bubut yang dapat menjadi penyebab permasalahan, diantaranya *tool holder* dan pahat potong. Kedua komponen yang tidak sesuai dapat menyebabkan kekasaran permukaan yang tidak baik dan temperature pada pahat potong tinggi. Kemudian dari segi material, jika material yang digunakan tidak memiliki kualitas baik, maka dapat

memengaruhi kekasaran permukaan saat proses pemesinan. Penyebab terakhir adalah metode. Kombinasi pemesinan seperti *spindle speed*, *feed rate*, dan *depth of cut* belum optimal, akibatnya suhu pada pahat potong tinggi yang juga dapat menyebabkan kekasaran permukaan tidak baik. Berdasarkan penyebab permasalahan yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka didapatkan beberapa alternatif solusi yang sesuai dengan permasalahan tersebut, diantaranya:

Tabel I. 1 Alternatif Solusi

No	Akar Masalah	Potensi Solusi
1.	<i>Tool Holder</i> tidak sesuai menyebabkan hasil pemesinan kurang baik	Perancangan <i>design tool holder</i> baru
2.	Material yang digunakan kurang baik sehingga memengaruhi kekasaran permukaan saat proses pemesinan	Mengubah jenis material yang digunakan dalam proses pemesinan
3.	Kombinasi variabel pemesinan (<i>spindle speed, feed rate, depth of cut</i>) belum optimal	Mengubah proses pemesinan bubut konvensional menjadi 2D UVAT
4.	Pahat Potong tidak sesuai menyebabkan kekasaran permukaan kurang baik dan pahat mudah aus akibat temperatur tinggi	

I.3 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh variabel pemesinan terhadap kekasaran permukaan, dan *cutting temperature* pada proses pembubutan dengan metode 2D UVAT?
2. Bagaimana kombinasi nilai variabel pemesinan dalam melakukan proses pemesinan untuk mencapai kekasaran permukaan dan *cutting temperature* optimal dalam pemesinan 2D UVAT?

I.4 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menemukan pengaruh variabel pemesinan terhadap kekasaran permukaan,

- dan *cutting temperature* pada proses pembubutan dengan metode 2D UVAT.
2. Mengetahui kombinasi nilai variabel pemesinan untuk mencapai kekasaran permukaan dan *cutting temperature* paling optimal dalam pemesinan 2D UVAT.

I.5 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variabel pemesinan terhadap kekasaran permukaan, dan *cutting temperature* pada proses pembubutan dengan metode 2D UVAT.
2. Menghasilkan referensi kombinasi nilai variabel pemesinan dengan teknologi 2D UVAT yang paling optimal agar terhadap kekasaran permukaan dan *cutting temperature*.
3. Dapat dijadikan referensi dari penelitian lanjutan terkait pengaruh 2D UVAT terhadap kekasaran permukaan dan *cutting temperature*.

I.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan studi ini terdiri dari beberapa bab yang masing-masing berisi uraian dan penjelasan aktivitas yang dilakukan selama pengerjaan tugas akhir ini berlangsung. Hal tersebut dilakukan agar pembahasan masalah lebih sistematis dan spesifik sesuai dengan topik yang dikaji. Laporan tugas akhir ini terdiri dari enam bab, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pengembangan yang sudah ada sebelumnya *surface roughness* dan *cutting temperature*. Selain itu terdapat rumusan masalah, tujuan studi, batasan studi, manfaat studi dan sistematika studi

BAB 2 LANDASAN TEORI

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 *surface roughness* dan *cutting temperature*. Beberapa metode dan teori pendukung yang terkait dengan

pelaksanaan studi juga akan dicantumkan.

BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN

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

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM TERINTEGRASI

Pada bab ini dilakukan pengolahan data berdasarkan data yang diperoleh dari hasil eksperimen pada mesin turning dengan menghasilkan berupa model dan parameter yang optimal akan dicari dengan menggunakan metode *Full Factorial Method* (FFM)

BAB 5 VALIDASI DAN EVALUASI HASIL RANCANGAN

Dalam bab analisis ini dilakukan proses analisis mengenai hasil kombinasi variabel proses pemesinan diperoleh dari hasil pengolahan data yang paling optimal.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab kesimpulan dan saran dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil studi dan memberikan saran untuk studi selanjutnya yang akan membahas pada ruang lingkup yang sama.