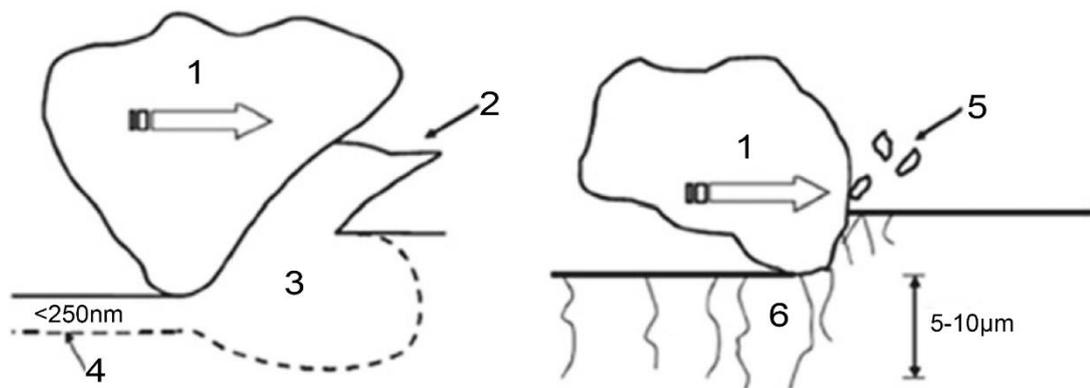


BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan pertumbuhan pasar part presisi antara lain dipicu pengembangan dan penggunaan material substrat baru, pertumbuhan manufaktur di Asia yang menonjol, dan kemajuan teknologi permesinan (Research and Markets, 2019). Tren pengembangan material metal bertujuan untuk meningkatkan konstruksi mekanik, dan mengurangi bobot, sehingga campuran aluminium, magnesium, dan titanium banyak dikembangkan. Bahan keramik juga dipertimbangkan karena memiliki ketahanan korosi, kekuatan tekan, dan kekerasan tinggi, serta tahan terhadap temperature tinggi (Sreejith & Ngoi, 2000).

Material baru yang dikembangkan dengan sifat keras dan getas sulit diproses menggunakan permesinan tradisional atau konvensional karena dapat menyebabkan fraktur. Berbagai studi dilakukan hingga ditemukan bahwa pemotongan material getas dapat dilakukan dalam *ductile mode* pada kondisi permesinan tertentu (Davim & Jackson, 2009). Pemotongan *ductile mode* pada material getas dapat dicapai dengan menggunakan kedalaman makan di bawah ketebalan kritis chip yang tidak terdeformasi. Gambar di bawah menunjukkan perbedaan antara pemotongan *ductile mode* dengan *brittle mode* (Liu, Wang, & Zhang, 2020).



Gambar 1.1 Pemotongan *ductile mode* dan *brittle mode*. Pada titik kedalaman tertentu pemotongan menghasilkan geram terputus-putus dan menyebabkan permukaan terluka.

Pemotongan material getas menggunakan kondisi permesinan konvensional menyebabkan patahan-patahan geram seperti petunjuk nomor 5 pada gambar 1.1. Geram jenis ini dapat melukai permukaan sehingga kualitas yang baik tidak dapat dicapai. Moriwaki (1992) menemukan bahwa pemotongan dengan mengaplikasikan *Ultrasonic Vibration* dapat meningkatkan kedalaman makan kritis untuk mencapai pemotongan *ductile mode* pada material getas. Ini artinya pada kedalaman makan yang sama, pengaplikasian *Ultrasonic Vibration* menghasilkan kualitas permukaan lebih baik dibandingkan

permesinan konvensional. Pengaplikasian *Ultrasonic Vibration* khususnya pada permesinan *turning* kemudian dikenal dengan sebutan *Ultrasonic Vibration Assisted Turning* (UVAT), *Ultrasonic Assisted Turning* (UAT), atau *Vibration Assisted Turning* (VAT).

Proses VAT pada material campuran dengan bahan dasar titanium terbukti menghasilkan kekasaran permukaan (R_a) hingga 50% lebih baik dibandingkan *conventional turning* (Muhammad, 2014). Pemotongan dengan VAT juga mengakibatkan penurunan *cutting forces* pada permesinan Ti6Al14V mencapai 44%. Hal ini dikarenakan getaran yang diaplikasikan menyebabkan pahat tidak menyentuh benda kerja sepanjang waktu pemotongan melainkan bergerak menyentuh dan menjauhi benda kerja berdasarkan frekuensi dan amplitudo getaran (Patil, 2012). Hasil eksperimen oleh Patil dkk. (2014) menunjukkan *cutting temperature* pada permesinan VAT lebih rendah daripada *conventional turning* (pada *cutting speed* di atas 10 m/min). *Cutting temperature* yang rendah akan sangat baik untuk penghematan penggunaan pelumasan sehingga mampu mengurangi pencemaran lingkungan, dan tentunya pahat akan lebih tahan lama jika bekerja dalam temperatur yang rendah.

VAT telah terbukti mampu meningkatkan kualitas hasil pemotongan serta dapat memperpanjang umur pahat potong, namun kondisi pemotongan selama permesinan (*cutting speed, feed rate, depth of cut*) perlu disesuaikan untuk meningkatkan produktivitas, meminimalkan biaya produksi per komponen dan meningkatkan kualitas hasil permesinan (Aggarwal & Singh, 2005) (Dureja, Gupta, Sharma, Dogra, & Bhatti, 2016). Kumar dkk. (2012) melakukan eksperimen permesinan *turning* pada *Carbon Alloy Steel* dan menemukan bahwa kenaikan *feed rate* menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan, sebaliknya kenaikan *spindle speed* menyebabkan penurunan kekasaran permukaan.

Dalam VAT, bukan hanya parameter permesinan (*cutting speed, feed rate, depth of cut*) melainkan parameter getaran (frekuensi, amplitudo) juga memberikan pengaruh terhadap hasil permesinan. Masing-masing faktor memberi pengaruh terhadap hasil, untuk mencapai kualitas yang maksimal sebisa mungkin tiap faktor dipertimbangkan. Maka dari itu penting dilakukan optimasi untuk menemukan kombinasi parameter yang tepat.

Sejauh ini belum banyak studi yang dilakukan untuk menemukan parameter optimal dalam VAT. Vivekananda (2014), dan Sivareddy (2018) berhasil melakukan optimasi pada parameter VAT menggunakan metode Taguchi. Metode Taguchi dengan *orthogonal array* digunakan karena membantu penghematan biaya dan waktu dalam proses studi optimasi. Disamping Taguchi, metode efisien lainnya juga dapat digunakan salah satunya adalah *Response Surface Methodology* (RSM).

RSM merupakan metode yang berguna dalam pengembangan dan optimasi proses melalui teknik statistik dan matematis (Myers, Montgomery, & Anderson-Cook, 2016). Dalam proses optimasi menggunakan RSM terdapat tiga tahap utama yaitu tahap pendahuluan yang menentukan faktor-faktor serta masing-masing levelnya, kemudian tahap pemilihan desain eksperimen, dan terakhir adalah membuat respon permukaan dan *contour plot* untuk menentukan poin optimal (Ba & Boyaci, 2007). Disamping parameter optimal, RSM juga mampu menghasilkan model prediksi yang dapat digunakan untuk memperkirakan hasil yang akan diperoleh berdasarkan parameter input. Model prediksi akan berguna pada pengaplikasian sistem atau proses baru karena dengan demikian operator tidak perlu waktu lama untuk mempelajari pengaruh tiap faktor terhadap hasil.s

Salah satu tahap krusial dalam RSM adalah menentukan desain eksperimen. Terdapat beberapa jenis desain eksperimen dalam RSM antara lain *Full Factorial Design* (FFD), *Box-Behnken Design* (BBD), *Central Composite Design* (CCD), *Doehlert Matrix* (DM), *Plackett-Burman Design* (PBD) (Witek-Krowiak, Chojnacka, Podstawczyk, Dawiec, & Pokomeda, 2014). Penerapan RSM dalam optimasi proses permesinan bukan hal yang baru, bahkan dalam VAT. Sharma (2016) melakukan optimasi parameter VAT menggunakan desain eksperimen dari RSM. Pada eksperimennya Sharma menggunakan desain eksperimen CCD karena mampu menghasilkan desain eksperimen dengan jumlah eksperimen lebih sedikit serta dapat digunakan untuk mempertimbangkan lebih banyak parameter.

Ferreira dkk. (2007) dalam studinya menyimpulkan bahwa selain CCD, sebuah desain yang lebih efisien adalah *Box Behnken Design* (BBD). Keuntungan BBD yaitu tidak menggunakan kombinasi yang mana seluruh faktor berada pada nilai terendah atau tertingginya, sehingga tidak ada eksperimen yang dikerjakan dalam kondisi ekstrim. Disamping itu desain ini juga mengunggulkan penggunaan kuadrat model yang artinya mampu menghasilkan model akurat serta mampu menunjukkan analisis *lack of fit* untuk persamaan tiap faktor yang akan dipilih.

Studi dan eksperimen akan diselesaikan untuk menghasilkan optimasi dan model prediksi dengan cara yang efisien menggunakan metode RSM. Desain eksperimen BBD akan digunakan atas pertimbangan efisiensi, resiko kerja yang minimal dan kemampuannya yang secara teoritis mampu menghasilkan model yang akurat sehingga tepat digunakan dalam kasus ini.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana memodelkan prediksi *surface roughness* dan *cutting temperature* dan menemukan parameter optimal pada *Longitudinal Vibration Assisted Turning* (VAT) untuk meminimalkan *surface roughness* dan *cutting temperature* dengan metode RSM?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memodelkan prediksi *surface roughness* dan *cutting temperature*, dan menemukan parameter optimal pada *Longitudinal Vibration Assisted Turning* (VAT) untuk meminimalkan *surface roughness* dan *cutting temperature* dengan metode RSM.

1.4 Batasan Penelitian

Studi ini terfokus pada pengaruh parameter pemotongan (*spindle speed*, *feed rate*, dan *depth of cut*) dan parameter getaran (frekuensi). Pengaruh faktor lain seperti properti pahat, properti mesin, properti benda kerja ditetapkan sebagai konstan dan parameter dinamis (*cutting force*) dibiarkan sebagaimana keadaan di lapangan (natural).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini antara lain.

- a) Bagi mahasiswa, dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya terkait *longitudinal vibration assisted turning*, serta menambah wawasan mengenai teknologi permesinan khususnya *longitudinal vibration assisted turning*.
- b) Bagi perusahaan, dapat digunakan sebagai acuan dalam proses pengimplementasian *longitudinal vibration assisted turning* pada perusahaan sehingga dapat berhasil dengan kualitas tinggi dan biaya lebih rendah.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB 1 Pendahuluan

Pada bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pengembangan penelitian terdahulu mengenai kekasaran permukaan dan konsumsi daya. Kemudian diuraikan juga rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan, dan manfaat penelitian. Diuraikan juga sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi literature dan referensi yang relevan dengan teori dasar mengenai optimasi kekasaran permukaan dan konsumsi daya pada variabel proses permesinan turning. Selain itu, dijabarkan juga penjelasan metode Taguchi.

BAB 3 Metode Penelitian

Pada bab ini dijelaskan model konseptual dan sistematika pemecahan masalah yang dilakukan pada penelitian. Meliputi tahap pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis.

BAB 4 Pelaksanaan Eksperimen

Pada bab ini dibahas proses eksperimen dimulai dari tahap penyiapan hingga proses eksperimen, beserta dengan proses pengumpulan data.

BAB 5 Hasil dan Analisis

Pada bab ini akan ditampilkan hasil dari pengolahan data berupa kombinasi variabel proses permesinan yang optimal.

BAB 6 Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini akan dijabarkan kesimpulan yang menjawab rumusan masalah berdasarkan hasil dan analisis pengolahan data. Selain itu juga terdapat saran yang berisi masukan untuk penelitian selanjutnya sebagai pengembangan dari penelitian ini.