

BAB I

PENDAHULUAN

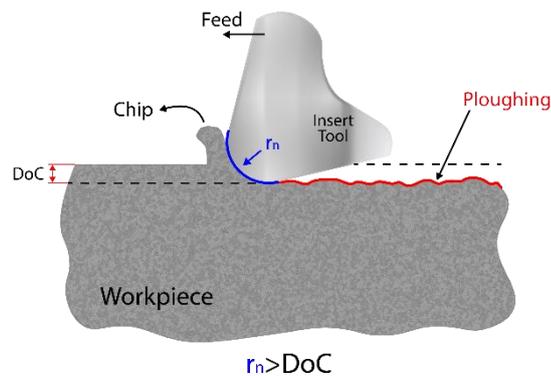
I.1 Latar Belakang

Kebutuhan untuk memproduksi *micropart* semakin bervariasi di berbagai industri seperti biomedis, elektronik, dan otomotif. Pada industri otomotif, fabrikasi untuk *small actuators, fuel injection nozzles, micro-valves*, dan komponen kecil lainnya membutuhkan mesin, peralatan, dan alat ukur dengan tingkat presisi tinggi (Mata & Hanafi, 2021). Dengan demikian, penting untuk dapat menguasai teknik pemesinan yang sesuai untuk memperoleh mekanisme pemotongan yang baik. Oleh karena memiliki fitur mikro yang perlu difabrikasi dengan presisi tinggi dan satu-satunya cara untuk mencapai hal tersebut adalah dengan pemesinan (*machining*), sehingga penerapan teknologi pemesinan mikro (*micro-machining*) dijadikan sebagai alternatif solusi untuk permasalahan tersebut.

Micro-machining merujuk pada kemampuan pembuatan sebuah benda dengan dimensi pemotongan yang kecil, biasanya pemotongan berada dalam rentang mikrometer (μm) hingga beberapa milimeter (mm). Istilah *micro-machining* umumnya digunakan untuk mendefinisikan proses pemotongan material dengan dimensi berkisar 1 hingga 500 μm (Masuzawa, 2000). Oleh karena diawali dengan pemotongan benda berukuran kecil, sehingga dapat digunakan pada pemotongan dalam skala mikro juga.

Ketika benda kerja yang digunakan berbentuk silinder, maka proses pemesinan ini dikenal dengan istilah pembubutan mikro (*micro-turning*). Selayaknya pemesinan bubut pada umumnya, parameter pemotongan seperti kecepatan putaran mesin (*spindle speed, n*), laju pemakanan (*feed rate, fr*), kedalaman potong (*depth of cut, h*) dan *tool nose radius* (r_n) diperhitungkan dalam *micro-turning*. Karakteristik utama *micro-turning* terletak pada rasio *depth of cut* yang jauh lebih kecil dibandingkan *tool nose radius* dari *insert cutting tool* yang digunakan (Aslantask dkk., 2020). Dengan demikian, parameter pemotongan yang digunakan pada *micro-turning* berpengaruh terhadap nilai *cutting force* yang diperoleh selama proses pemotongan.

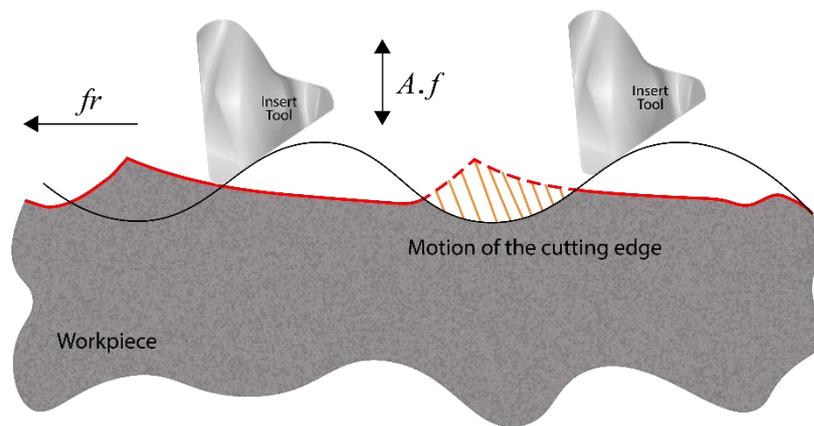
Merujuk pada karakteristik *micro-turning* sebelumnya, perbandingan rasio tersebut menyebabkan ketidakseimbangan gaya antara pahat potong dan benda kerja, sehingga terjadinya pengurangan skala selama proses pemotongan atau yang disebut dengan *Uncut Chip Thickness* (UCT). Pada kondisi UCT (h) kurang dari h_{min} , benda kerja yang dipotong mengalami deformasi secara elastis setelah pemotongan, sehingga tidak sepenuhnya menghasilkan *chip* (Yun dkk., 2011). Dengan dimensi pemotongan yang kecil, kondisi ini mengakibatkan sensitivitas pada fluktuasi nilai *cutting force*. Berdasarkan hal itu, *micro-turning* menghasilkan bagian yang tersisa pada permukaan benda kerja setelah proses pemotongan yang sering disebut dengan istilah *ploughing*.



Gambar I.1 Rasio *tool nose radius* (r_n) dan *depth of cut* pada *micro-turning* yang menunjukkan terjadinya fenomena *ploughing*.

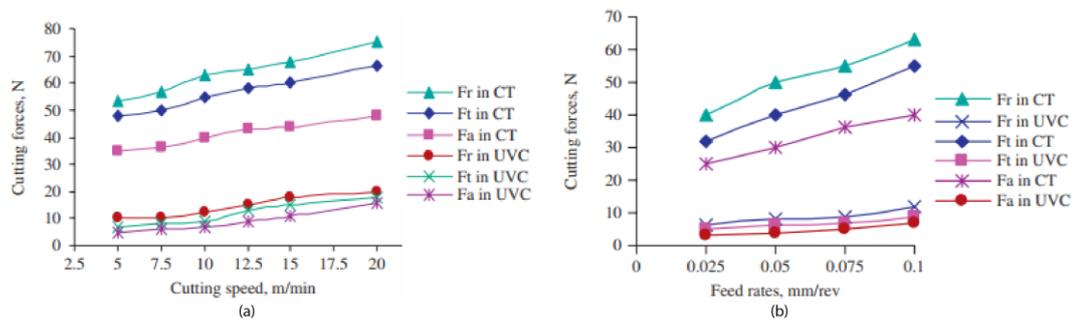
Fenomena *ploughing* menyebabkan lebih banyak hambatan atau gaya yang dibutuhkan selama proses pemotongan yang mana diindikasikan dapat meningkatkan *tool wear* (W. Zhang dkk., 2020). *Tool wear* yang rendah dapat memperpanjang *tool life*, sehingga dapat menghemat biaya yang dikeluarkan untuk mengganti pahat potong yang rusak (Aslantas dkk., 2018). Penurunan *tool wear* dapat dilakukan dengan mengontrol nilai *cutting force* yang rendah pada pemotongan. Ketika UCT lebih kecil umumnya dapat meningkatkan *cutting force*, sedangkan jika UCT lebih besar dapat menghasilkan *cutting force* yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh kontak langsung antara pahat potong dan benda kerja selama proses pemotongan. Penyisipan parameter getaran berfrekuensi tinggi pada pahat potong menjadi pengembangan pemesinan pada banyak kajian untuk dapat mengurangi *tool-workpiece contact ratio* (TWCR).

Penyisipan getaran frekuensi pada pemesinan bubut dikenal dengan sebutan *Ultrasonic Vibration-Assisted Turning (UVAT)*, teknik pemotongan ini diyakini dapat mereduksi nilai *cutting force* akibat adanya *intermittent cutting* (Gambar I.2). Pengembangan yang dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan antara proses pembubutan tanpa dan dengan vibrasi menunjukkan bahwa, metode pemotongan dengan penyisipan vibrasi berdampak positif terhadap nilai *cutting force* yang diperoleh jika dibandingkan dengan metode pemotongan tanpa vibrasi (Vivekananda dkk., 2014). Kesimpulan yang sama juga dipaparkan dalam pengembangan model simulasi berbasis *Fuzzy Logic* untuk UVAT (Muhammad, 2021). Oleh sebab itu, teknik pemotongan dengan penyisipan getaran berfrekuensi tinggi pada pahat potong mampu untuk mengontrol *cutting force* yang rendah, serta menjaga keausan pahat potong.



Gambar I.2 Mekanisme *Intermittent Cutting* ($fr = \text{Feed rate}$, $A = \text{Amplitudo}$, dan $f = \text{Frekuensi}$).
(Diadaptasi dari W. Zhang dkk. (2020))

Pada UVAT, pergerakan getaran frekuensi pada pahat potong memungkinkan dalam satu arah getaran (1D-UVAT) atau kombinasi dua arah getaran (2D-UVAT). Dalam penelitian ini hanya akan dibahas mengenai pemesinan UVAT pada *micro-turning* dengan getaran arah tangensial atau *Tangential Vibration-Assisted Turning (TVAT)*. Penyisipan TVAT diyakini dapat memberikan dampak positif pada pemotongan, terutama pada penurunan nilai *cutting force*, *surface roughness*, serta *tool wear* (Nath & Rahman, 2008). Selain itu, TVAT dapat memaksimalkan *shearing force* yang mengakibatkan UCT lebih besar atau mencapai *Minimum Uncut Chip Thickness (MUCT)* yang mana akan semakin banyak material yang terpotong, sehingga dapat mengurangi efek *ploughing* (Wu dkk., 2016).



Gambar I.3 Perolehan nilai *cutting force* (F) pada pemotongan dengan *Conventional Turning* (CT) dan *Ultrasonic Vibration Cutting* (UVC) seiring peningkatan, (a) *Cutting speed*, (b) *Feed rate*.
(Diambil dari Nath & Rahman (2008))

Berdasarkan Gambar I.3 dapat diamati bahwa, nilai *cutting force* meningkat seiring dengan peningkatan *spindle speed* dan *feed rate*. Walaupun menunjukkan tren kenaikan, namun pemotongan dengan vibrasi terbukti mampu untuk mereduksi nilai *cutting force* jika dibandingkan dengan pemotongan tanpa vibrasi. Dengan demikian, investigasi ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter pemesinan *Tangential Vibration-Assisted Turning* (TVAT) terhadap *cutting force* pada *micro-turning*.

I.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dikaji dalam tugas akhir ini, yaitu bagaimana pengaruh perubahan parameter pemesinan (*feed rate*, *spindle speed*, dan frekuensi) TVAT terhadap *cutting force* pada *micro-turning*?

I.3 Tujuan Penelitian

Tugas akhir yang dikaji bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter pemesinan (*feed rate*, *spindle speed*, dan frekuensi) TVAT terhadap *cutting force* pada *micro-turning*.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Tugas akhir dapat menjadi bentuk kontribusi dalam pengembangan keilmuan sistem produksi, terutama proses pemesinan TVAT yang dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

I.5 Sistematika Penulisan

Tugas akhir terdiri dari 6 bab yang berisi uraian serta penjelasan aktivitas yang dilakukan selama penelitian berlangsung. Penulisan setiap bab bertujuan agar pembahasan masalah dapat diuraikan secara spesifik sesuai dengan judul bab.

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan pada penelitian ini akan menguraikan latar belakang permasalahan pada proses pemesinan *micro-turning* menggunakan TVAT yang dipengaruhi oleh perubahan parameter pemotongan dan getaran frekuensi. Selain itu terdapat rumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini akan berisi literatur terkait dan dasar teori sebagai referensi penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter pemotongan dan getaran frekuensi terhadap *cutting force* pada pemotongan tanpa dan dengan vibrasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan sistematika penyelesaian masalah untuk memperoleh dan menganalisis data. Lalu, mengidentifikasi sistem terintegrasi, serta batasan dan asumsi agar penelitian sesuai dengan tujuan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Setelah melakukan eksperimen dan memperoleh data berupa nilai *cutting force*, kompilasi data diolah untuk melihat pengaruh antar variabel *input* yang digunakan.

BAB V HASIL DAN EVALUASI

Analisis data dilakukan berdasarkan informasi yang diperoleh pada bab sebelumnya dengan merujuk pada kajian literatur yang ada. Hasil dari analisis data digunakan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian ini.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan, serta saran yang dapat dijadikan perbaikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.