

# BAB I

## PENDAHULUAN

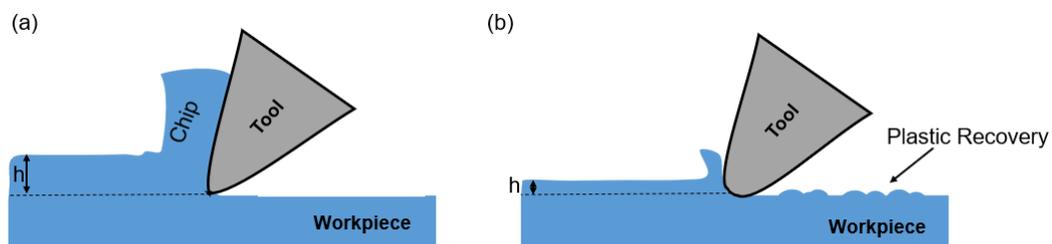
### I.1 Latar Belakang

Kebutuhan terhadap miniaturisasi produk dan *part* presisi menjadi bagian yang krusial pada beberapa segmen industri seperti biomedis, optik, elektronik, dan semi-konduktor (Chen dkk., 2012). Pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari ditemukan pada perangkat portabel untuk mengukur kolesterol dalam darah, sebagai konektor fiber optik, lensa optik pada kamera *smartphone* dan lain sebagainya (Rodrigues & Jasinevicius, 2016). Dengan menggunakan proses permesinan, fabrikasi komponen mini dengan presisi yang tinggi memunculkan suatu proses yang disebut dengan *micro machining*.

*Micro machining* digunakan untuk memotong benda kerja yang bersifat solid menggunakan proses permesinan untuk menghasilkan suatu benda dengan tingkat presisi yang tinggi. *Micro machining* dilakukan untuk memberikan fitur mikro dengan bentuk dan toleransi yang baik (M. Rahman dkk., 2010). Pemotongan mikro dapat dilakukan dengan menggunakan proses permesinan konvensional seperti *milling*, *turning*, dan *grinding* dengan melakukan penyesuaian terhadap beberapa parameter pemotongan terkait (Boswell dkk., 2018). *Micro turning* menjadi salah satu pilihan untuk melakukan proses pemotongan mikro.

*Micro turning* merupakan bentuk proses *micro machining* yang dilakukan pada benda kerja berbentuk silinder. Layaknya pemotongan bubut normal, parameter pemotongan yang diperhatikan dalam *micro turning* yaitu laju pemotongan (*feed rate, fr*), kecepatan spindle (*spindle speed, n*), kedalaman potong (*depth of cut, doc*), dan *tool nose radius* ( $r_n$ ). Secara spesifik, pemotongan pada proses *micro turning* dicirikan ketika *depth of cut* pemotongan lebih kecil dibandingkan dengan *tool nose radius* (Aslantas dkk., 2020). Hal yang menjadi perhatian pada permesinan mikro yaitu gaya potong yang memiliki efek langsung terhadap kualitas hasil pemotongan (Boswell dkk., 2018). Karakteristik pemotongan mikro menyebabkan peningkatan gaya potong yang diakibatkan oleh nilai *tool nose radius* yang besar.

Permesinan mikro memiliki keterkaitan kuat dengan penggunaan alat potong yang sesuai. Ukuran *nose radius* yang lebih besar dibandingkan dengan *depth of cut* yang digunakan menyebabkan bagian *nose* kontak yang tidak menetap pada satu titik pada benda kerja yang berakibat pada *uncup chip thickness* bervariasi sepanjang *cutting edge radius* (Jagadesh & Samuel, 2015). Kondisi ini memberikan nilai gaya potong yang berbeda pada setiap pemotongannya karena kontak yang tidak konstan antara *tool nose* dan *workpiece*. Dengan demikian, penting dalam pemotongan mikro untuk menghindari atau meminimalkan efek *ploughing* dan untuk mencapai penghilangan material yang diinginkan.



Gambar I.1 Perbedaan mekanisme pemotongan yang menunjukkan adanya *elastic recovery* pada pemotongan mikro, (a) *Conventional Turning*, (b) *Micro turning*. Diadaptasi dari (Aramcharoen & Mativenga, 2009) dengan izin.

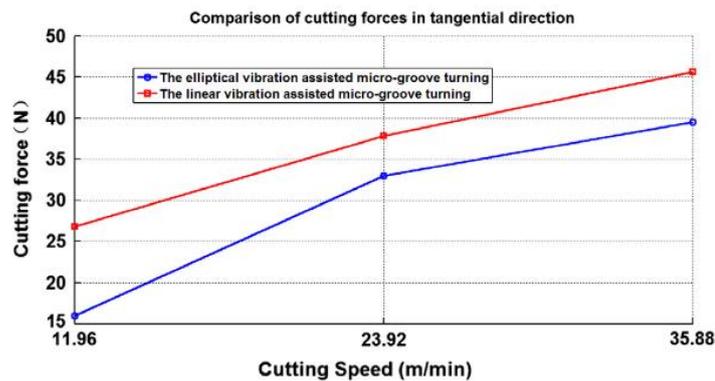
Fenomena *ploughing* terjadi ketika adanya gesekan (*friction*) antara mata pahat dan benda kerja menghasilkan *plastic recovery* pada permukaan benda kerja yang dipotong dan tidak sepenuhnya menghasilkan *chip* (Gambar I.1 (b)). *Ploughing* yang terjadi akan meningkatkan *cutting force* ( $F$ ), *burr formation*, dan *surface roughness* (W. Zhang dkk., 2020). Hasil pemotongan yang gagal menjadi *chip* kemudian akan menumpuk dan menyebabkan lebih banyak gaya yang diperlukan pada pemotongan sehingga meningkatkan *tool wear* mata pahat. *Tool wear* pada *cutting tools* mengakibatkan aus yang lebih cepat sehingga mengurangi *tool life*.

Berkurangnya *tool life* menjadi suatu perhatian pada proses produksi. *Tool wear* yang rendah dapat berpengaruh terhadap meningkatnya *tool life* dan hal menjadi suatu cara untuk menekan biaya yang dikeluarkan (Aslantas dkk., 2018). Oleh karena itu, dibutuhkan Upaya untuk meminimalkan *tool wear* yang dapat memperpanjang umur *cutting tools*. Penurunan *tool wear* dapat dilakukan dengan mengimplementasikan gaya potong yang kecil pada suatu pemotongan.

Teknik yang dapat diimplementasikan untuk memperoleh gaya potong yang lebih kecil pada pemotongan mikro berupa penyesuaian pada parameter pemotongan. Eksperimen Boswell dkk. (2018) menunjukkan bahwa *cutting speed*, *feed rate* dan *depth of cut* merupakan variabel yang berpengaruh terhadap gaya potong dan kualitas permukaan. Diantara parameter tersebut, *feed rate* memiliki peran yang dominan terhadap gaya yang digunakan pada pemotongan. Pada permesinan mikro, meningkatnya *cutting speed* dan *feed rate* akan sejalan dengan kenaikan pada besaran *cutting force* (K. M. Rahman dkk., 2006). Hal ini menjadi penting untuk dikaji mengingat parameter permesinan berpengaruh besar pada gaya potong permesinan mikro. Selain penyesuaian parameter permesinan, penyisipan vibrasi berfrekuensi ultrasonik pada banyak kajian memberikan hasil yang memuaskan untuk memperoleh gaya potong yang lebih kecil.

Pemberian getaran berfrekuensi tinggi ( $\geq 20\text{kHz}$ ) pada proses permesinan *turning* dikenal dengan sebutan *Ultrasonic Vibration Assisted Turning* (UVAT). Getaran yang diberikan terhadap mata pahat akan menyebabkan *intermittent cutting* pada benda kerja sehingga kontak langsung antara mata pahat dan benda kerja berkurang. Kontak benda kerja dengan *cutting tools* kemudian dinyatakan dalam TWCR (*Tool workpiece cutting ratio*), berkurang akibat proses *intermittent cutting* menghasilkan gaya potong yang rendah (Kandi dkk., 2020) (Lu dkk., 2013). Dalam pengembangannya, terdapat beberapa arah getaran yang dapat diberikan pada proses pemotongan untuk menghasilkan kualitas permesinan yang lebih baik. 2D-UVAT merupakan pengembangan UVAT dengan adanya penambahan arah pemotongan yang diberikan getaran.

*two-dimensional* (2D-UVAT) menambahkan arah gerakan pemotongan lain sehingga pemakanan dilakukan pada dua arah dalam satu proses. 2D UVAT atau disebut juga dengan *elliptical UVAT* (EVAT) akan menghasilkan permukaan benda yang lebih baik dan mengurangi tekanan dibandingkan dengan 1D UVAT (Sharma dkk., 2018). Hasil eksperimen (C. Zhang dkk., 2016) pada efek UVAT terhadap *micro-grooving* terlihat seperti pada gambar I.2.



Gambar I.2 Gaya *tangensial* dengan peningkatan *cutting speed* pada eksperimen (C. Zhang dkk., 2016)

Kenaikan gaya *tangensial* dipicu oleh peningkatan pada *cutting speed*. Pada gambar, terlihat bahwa penyisipan vibrasi *elliptical* pada pemotongan mikro memberikan efek yang positif berupa pengurangan gaya potong dan lebih baik dibandingkan dengan pemberian vibrasi pada satu sumbu.

Kajian ini berusaha untuk menemukan pengaruh parameter permesinan (*feed rate* dan *spindle speed*) terhadap gaya potong pada *micro turning* dengan keadaan nilai *h* (*depth of cut*) yang digunakan pada kajian ini lebih kecil dari nilai  $h_{min}$ . Selain itu, investigasi terhadap pengaruh penyisipan EVAT pada studi ini dilakukan untuk mengetahui apakah EVAT dapat diaplikasikan pada pemotongan *micro turning* untuk menekan gaya potong yang disebabkan oleh fenomena *ploughing*.

### I.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dikaji mengenai bagaimana pengaruh variabel permesinan (*feed rate*, *spindle speed*) pada pemotongan *micro turning* EVAT terhadap gaya pemotongan?

### I.3 Tujuan Penelitian

Tugas akhir yang dikaji bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel permesinan (*feed rate*, *spindle speed*) pada pemotongan *micro turning* EVAT terhadap gaya pemotongan.

### I.4 Manfaat Tugas Akhir

Tugas akhir dapat menjadi bentuk kontribusi dalam bidang pengembangan keilmuan proses permesinan menggunakan EVAT pada proses permesinan *micro*

*turning aluminum alloy-6061* yang dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

## **I.5 Sistematika Penulisan**

Tugas akhir disusun dalam beberapa bab yang masing-masing berisi uraian serta penjelasan aktivitas yang dilakukan selama studi berlangsung. Penulisan pada setiap bab dilakukan agar pembahasan masalah dapat diuraikan secara spesifik sesuai dengan judul bab.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang *micro turning* menggunakan EVAT yang dipengaruhi oleh parameter permesinan terhadap gaya potong. Selain latar belakang, uraian mengenai perumusan masalah, tujuan, batasan, manfaat tugas akhir dan sistematika penulisan dicantumkan pada bab ini

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab landasan teori berisikan literatur terkait dan dasar teori yang digunakan sebagai referensi studi. Bab ini bertujuan untuk merancang pola pemikiran pada studi yang dilaksanakan dalam mengetahui pengaruh parameter pemotongan terhadap proses pembubutan mikro menggunakan EVAT. Metode terkait yang digunakan selama studi juga dicantumkan.

### **BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH**

Dalam bab metodologi tugas akhir berisi penjelasan mengenai sistematika penyelesaian menggunakan metode yang digunakan.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Data yang diperoleh setelah melakukan penelitian pada permesinan *micro turning* menggunakan EVAT dikumpulkan dan data tersebut diolah untuk menemukan pengaruh dari tiap variabel permesinan yang digunakan.

### **BAB V ANALISIS HASIL PERANCANGAN**

Setelah dilakukan pengolahan data yang diperoleh yang diuraikan pada bab IV, analisis dari pengolahan data diuraikan pada bab ini.

## **BAB VI    SIMPULAN**

Bab VI memberikan kesimpulan dari studi yang telah dilakukan. Selain itu, saran dari penulis juga dicantumkan pada bab ini sebagai bahan kajian dan perbaikan untuk rencana studi terkait selanjutnya.