

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Proses membubut merupakan salah satu proses pemesinan utama. Selama proses pemotongan berlangsung, deformasi plastis material serta gesekan antara geram dan bidang geram pahat menghasilkan panas yang terkonsentrasi pada daerah pemotongan. Akumulasi panas tersebut meningkatkan temperatur lokal sehingga mempercepat mekanisme keausan pahat, menurunkan kualitas permukaan benda kerja, meningkatkan gaya pemotongan, serta memengaruhi stabilitas proses pemesinan. Oleh karena itu, pengendalian temperatur dan kondisi tribologis melalui sistem pendinginan dan pelumasan menjadi faktor penting dalam mempertahankan performa proses pemesinan serta memperpanjang umur pahat [1].

Secara konvensional, pengendalian temperatur pada proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan cairan pendingin yang secara umum disalurkan melalui metode pembanjiran, yaitu penyemprotan cairan pendingin secara kontinu dalam volume besar menuju daerah pemotongan. Metode ini masih menjadi sistem pendinginan yang paling banyak digunakan di industri karena memiliki kemampuan dalam membuang panas akibat gesekan dari daerah kontak secara efektif sehingga dapat mengendalikan umur pahat dan mempertahankan kualitas hasil pemesinan. Akan tetapi, penggunaan cairan pendingin dengan metoda tersebut akan mempengaruhi biaya operasional yang disebabkan oleh tinggi biaya pengadaan fluida, serta biaya pengolahan limbahnya. Kui dkk. (2022) melaporkan bahwa biaya penggunaan, pemeliharaan, dan pembuangan cairan pendingin dapat mencapai sekitar 10–17% dari total biaya produksi sehingga mendorong pengembangan sistem pendinginan yang lebih efisien tanpa mengurangi performa proses pemesinan[1].

Sebagai respons terhadap tingginya konsumsi cairan pendingin dan dampak lingkungan tersebut, berbagai pendekatan telah dikembangkan, seperti *Minimum*

*Quantity Lubrication* (MQL) dan *Dry Machining*. Menurut Dhar dkk. (2006), metode MQL menggunakan pelumas dalam jumlah sangat kecil yang diarahkan langsung ke daerah pemotongan sehingga mampu mengurangi gesekan yang akan menurunkan temperatur sehingga akan memperlambat keausan pahat, dan mempertahankan kualitas permukaan benda kerja[2]. Meskipun demikian, baik MQL maupun *dry machining* masih menghadapi keterbatasan dalam menjangkau daerah mikro pada *tool-chip interface*, yaitu daerah sempit di antara geram (*chips*) dan bidang geram (*rake face*) pahat yang mengalami tekanan kontak dan temperatur yang sangat tinggi. Keterbatasan penetrasi pelumas pada daerah tersebut menyebabkan gesekan tetap berlangsung sehingga keausan pahat belum dapat diminimalkan secara optimal[3].

Salah satu pendekatan yang berkembang untuk meningkatkan kemampuan pelumasan cairan pendingin adalah penambahan pelumas padat, seperti Molybdenum Disulfide ( $\text{MoS}_2$ ). Material ini memiliki struktur kristal berlapis dengan gaya geser antarlapis yang rendah, sehingga mampu membentuk lapisan tribofilm pelindung pada permukaan kontak pahat-geram dan secara efektif menurunkan koefisien gesek selama pemotongan. Sejumlah penelitian terkini secara konsisten melaporkan bahwa penerapan aditif ini pada berbagai kondisi pemesinan baik pada sistem MQL maupun konvensional terbukti mampu menurunkan gaya potong, menekan laju keausan pahat, serta meningkatkan kualitas permukaan benda kerja secara signifikan dibandingkan kondisi tanpa pelumasan optimal. Yang mana  $\text{MoS}_2$  yang dipergunakan pada penelitian-penelitian di atas memiliki ukuran antara 50 nm sampai 90 nm.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Iqbal (2025) dan Alwalid (2025) menunjukkan bahwa penambahan partikel  $\text{MoS}_2$  pada cairan pendingin Dromus pada proses membubutan baja karbon rendah menggunakan pahat HSS mampu mengurangi keausan tepi pahat hingga 31% dan menurunkan kekasaran hingga 60% jika dibandingkan dengan penggunaan hanya cairan pendingin Dromus. pengaruh konsentrasi MoS terhadap tingkat keausan pahat serta kekasaran permukaan dan tidak mengevaluasi kondisi tribologi pada daerah kontak antara

geram dan pahat[4]. Padahal, pada proses membubut, kondisi ini zona daerah kontak penting dalam memastikan efektifitas penggunaan media yang mampu menjaga performa dari pahat selama proses pemotongan. Hal ini terutama pada bidang geram, karena bidang ini berinteraksi langsung dengan geram dalam waktu yang relatif lama. Yang mana pada bidang geram terjadi mekanisme tribologi utama. Bidang geram juga merupakan jalur utama perpindahan panas selama pemotongan, Liu dkk. (2007) melaporkan bahwa sekitar 80% panas pemotongan dibawa oleh geram melalui daerah kontak antara geram dan pahat, sedangkan sisanya mengalir menuju pahat dan benda kerja [5]. Oleh karena itu, karakteristik zona daerah kontak pada bidang geram, termasuk kondisi tekanan, temperatur, serta sifat fisik dan kimia permukaan, akan mengungkapkan hubungan antara performa pahat dan efisiensi perpindahan panas dengan efektifitas pendinginan selama proses. Selain itu, campuran antara MoS<sub>2</sub> dengan Dromus juga menghadapi kendala berupa kecenderungan partikel mengalami aglomerasi sehingga pendistribusiannya menjadi tidak homogen [6]. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kestabilan suspensi selama penggunaan dan menyebabkan distribusi partikel MoS<sub>2</sub> di dalam cairan pendingin menjadi kurang merata. Oleh karena itu, diperlukan penambahan surfaktan yang tepat sebagai agen pendispersi untuk membantu mempertahankan homogenitas suspensi. Pemilihan surfaktan didasarkan pada prinsip keseimbangan hidrofilik–lipofilik (*hydrophilic–lipophilic balance*, HLB), di mana pengaturan nilai HLB melalui kombinasi surfaktan dapat meningkatkan kestabilan dispersi dibandingkan penggunaan surfaktan tunggal [7].

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat dirumuskan bahwa penggunaan MoS<sub>2</sub> sebagai media pendingin pada proses membubut cukup efektif. Akan tetapi, kondisi tersebut diperoleh karena ukuran partikel yang sangat kecil (skala nano). Yang walaupun dicampur dengan jenis pelumas lain akan menghasilkan campuran yang hampir merata. Akan tetapi untuk memperoleh ukuran ini biayanya akan relatif mahal. Sedangkan, jika hanya menggunakan MoS<sub>2</sub> komersil diperlukan media pengantar yang sesuai. Penelitian mengenai ini

mengindikasikan; walaupun dengan ukuran komersil, bahwa MoS<sub>2</sub> masih efektif untuk dipergunakan. Walaupun demikian, informasi mengenai efek tribo-mekanik yang dihasilkan masih relatif terbatas, terutama yang berhubungan dengan daerah kontak.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi MoS<sub>2</sub> pada cairan pendingin Dromus terhadap keausan tepi pahat dan implikasinya terhadap daerah kontak. Sedangkan tahapan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi;

1. Mengetahui pengaruh penambahan partikel MoS<sub>2</sub> ke dalam cairan pendingin Dromus terhadap keausan tepi pahat ( $VB_{ave}$ ) pada proses pembubutan baja ST37.
2. Mengidentifikasi karakteristik daerah kontak pahat–geram akibat penambahan partikel MoS<sub>2</sub> berdasarkan morfologi permukaan dan perpindahan unsur pada permukaan pahat menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) dan Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX).

### 1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan dan ruang lingkup sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan pada proses membubut pada mesin perkakas manual
- b. Cairan pendingin yang digunakan adalah Dromus, dengan penambahan MoS<sub>2</sub> sebagai aditif dan Span 60 + Tween 80 untuk mendispersikan.
- c. Jenis pahat yang dipilih adalah Karbida tak berlapis
- d. Parameter pemotongan selama pengujian (kecepatan putar, laju pemakanan, dan kedalaman potong) dijaga konstan.
- e. Keausan yang diamati hanya keausan tepi pahat.



## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh dari penggunaan variasi campuran MoS<sub>2</sub> dan Dromus terhadap tingkat keausan tepi pahat dan memahami perubahan kondisi daerah kontak serta memberikan pemahaman mengenai mekanisme tribologi di daerah daerah kontak antara geram dan pahat yang merupakan daerah utama dimana pengaruh pendinginan terjadi.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penulisan laporan penelitian ini terdiri dari lima bab utama. Bab I adalah Pendahuluan, berisi penjelasan mengenai latar belakang masalah yang mendasari dilakukannya penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan dari laporan ini. Bab II merupakan Tinjauan Pustaka yang memuat uraian teoritis dan temuan dari penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Bab III memaparkan tentang Metodologi Penelitian yang menjelaskan secara rinci mengenai langkah-langkah penelitian yang dilakukan, rancangan percobaan, alat dan persiapan sampel, serta metode pengujian yang digunakan untuk mengukur keausan tepi pahat, dan analisis mikrostruktur menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) serta pengukuran kualitatif daerah kontak dengan menggunakan EDX untuk mendukung hasil penelitian ini. Bab IV adalah Hasil dan Pembahasan yang menyajikan hasil pengujian dan analisis pengaruh variasi konsentrasi MoS<sub>2</sub> terhadap keausan pahat dan daerah kontak. Terakhir, Bab V yang berisi Kesimpulan dan Saran hasil penelitian ini.