

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam proses pemesinan, keberhasilan proses sangat dipengaruhi oleh penggunaan pelumas (*coolant*) untuk mengurangi panas dan gesekan sehingga memperpanjang umur pahat dan meningkatkan kualitas hasil (Davim (2011)). Namun hanya sedikit *coolant* yang masuk ke area kontak pahat dan benda kerja (Wertheim et al., 1992)), sehingga digunakan metode *flood cooling* dengan volume besar yang bertujuan untuk menyerap panas yang terjadi akibat gesekan dan membuangnya ke lingkungan sekitar. Hal ini menyebabkan biaya operasional tinggi, karena *coolant* berbasis minyak menyumbang 30–45% dari total biaya pemesinan. Meskipun umum digunakan, *coolant* berbasis minyak memiliki kelemahan berupa pendinginan kurang efektif, stabilitas oksidasi rendah, biodegradabilitas rendah (Siskayanti et al., (2017)), serta berdampak negatif pada kesehatan operator (iritasi kulit, gangguan pernapasan) (NIOSH (1998)) dan lingkungan (pencemaran air tanah dan ekosistem) (Jayal et al (2010)). Sebagai alternatif pengganti *coolant* berbasis minyak sudah mulai dikembangkan *coolant* berbasis air (*water based lubricant*). Salah satu metode yang digunakan agar *coolant* tidak terpakai dalam jumlah yang banyak adalah dengan menggunakan sistem *Minimum Quantity Lubricant (MQL)*.

Metode *Minimum Quantity Lubricant (MQL)* digunakan pada pengujian *pin-on-disk* dengan menyuplai pelumas dalam jumlah sangat sedikit langsung ke area kontak gesek melalui *nozzle* konvergen. Dibanding *flood cooling* dan pemesinan kering, *MQL* lebih ramah lingkungan, hemat biaya, serta efektif dalam pelumasan dan pendinginan (Kumar et al., (2020)). Penelitian menunjukkan *MQL* mampu menurunkan kekasaran permukaan hingga 24%, mengurangi keausan pahat lebih dari 34%, menekan konsumsi energi sekitar 5%, serta memperpanjang umur pahat dan meningkatkan kualitas permukaan hasil pemesinan (Camli et al., (2022)).

Water based lubricant memiliki keunggulan dibanding *coolant* berbasis minyak (Tang et al., (2021)) yaitu lebih efektif dalam pendinginan, tidak beracun, ramah lingkungan (Rahman et al., (2021)), dan mampu mengurangi gesekan serta keausan. Namun pelumas ini masih memiliki keterbatasan antara lain stabilitas termal rendah, risiko korosi, penggumpalan, serta kemampuan pelumasan yang

terbatas (Rahmadiawan et al., (2023). Untuk mengatasi kelemahan tersebut, diperlukan penambahan zat aditif agar performanya lebih optimal. Beberapa zat aditif yang digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya adalah *MXene* dan *CMC*. *MXene* merupakan material berbasis karbida dan nitrida logam, memiliki konduktivitas termal sangat tinggi (>100 W/mK dalam bentuk bulk) sehingga potensial sebagai aditif pada *Water-Based Lubricant*. Struktur berlapisnya memungkinkan penyebaran panas efisien dan mengurangi keausan. Penelitian menunjukkan *MXene* memiliki performa unggul dibanding aditif konvensional, dengan koefisien gesek sangat rendah ($0,0067 \pm 0,0017$ pada Ti_3C_2), termasuk kategori super lubricity dan jauh lebih rendah dibanding substrat silikon (Huang et al., (2021)). *Water based lubricant* memiliki viskositas yang rendah sehingga perlu ditambahkan aditif seperti Carboxymethyl Cellulose (*CMC*) sebagai *thickening agent* ramah lingkungan (Rahman et al. (2021)). *CMC* meningkatkan viskositas, stabilitas, dan sifat reologi pelumas, serta membantu membentuk lapisan pelumas lebih tebal dan seragam. Penelitian menunjukkan kombinasi *MXene* dan *CMC* meningkatkan viskositas hingga 46% dan konduktivitas termal hingga 52% (Rahmadiawan et al., (2023)), meskipun *MXene* masih berisiko mengalami aglomerasi sehingga memerlukan tambahan surfaktan.

Untuk menjaga stabilitas *water based lubricant* dan mencegah penggumpalan, surfaktan *non-ionik* seperti *Span 60* (*sorbitan monostearate*) dapat ditambahkan. Hal ini dibuktikan oleh Savrik et al., (2021) dimana penambahan *Span 60* mampu meningkatkan kestabilan campuran dan efisiensi pelumasan dengan mengurangi diameter bekas keausan hingga 61,8%. Pada tesis ini akan dilakukan penelitian mengenai peran dari surfaktan *Span 60* dalam mencegah aglomerasi pada *water based lubricant* dan zat aditif yang ditambahkan Mxene terhadap sifat fisik dan tribologinya. Sebagai pembanding dari hasil pengujian digunakan Bromus yang merupakan *coolant* yang biasa digunakan pada proses permesinan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh penambahan zat aditif *MXene* dan *CMC* pada *water based lubricant* dan *surfactant* *Span 60* untuk mencegah aglomerasi terhadap sifat fisik dan tribologi dari cairan pelumas pada proses permesinan?.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh penambahan zat aditif *MXene dan CMC pada water based lubricant (WBL)* dan penambahan *Span 60* dalam mencegah terjadinya aglomerasi terhadap sifat fisik dan tribologi dari pelumas pada proses permesinan.

1.4 Manfaat

1. Mendapatkan komparasi antara *conventional cutting fluid* dengan *Water-Based Lubricant* setelah ditambahkan *MXene, CMC*, dan *Span 60*
2. Mendapatkan informasi tentang sifat fisik dan sifat tribologi dari masing-masing pelumas (*coolant*) yang digunakan dalam penelitian
3. Mengembangkan teknologi *Water-Based Lubricant* yang efektif dalam menjaga temperatur operasional mesin dan meningkatkan efisiensi termal.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sifat fisik yang akan diamati dalam penelitian adalah viskositas, konduktivitas termal dan *pour point*
2. Sifat tribologi yang akan diamati adalah koefisien gesek (*CoF*), laju keausan pin dan disk serta *scar* (*scar width, scar depth* dan *scar surface roughness*).
3. Komposisi zat aditif yang digunakan yaitu *MXene* (0,35%wt, *CMC* ((0,35%wt dan *Span 60* (0,70% wt).
4. Ukuran partikel dari *MXene, CMC*, dan *Span 60* dianggap seragam
5. Bahan dasar (*base*) yang digunakan untuk *water based lubricant* adalah *deionized water*
6. *Conventional cutting fluid* yang digunakan bermerek Dromus yang diproduksi oleh Shell
7. Penelitian sifat tribologi dilakukan dengan alat uji *pin-on-disk*
8. Penelitian dilakukan pada temperatur kamar dan peningkatan temperatur akibat gesekan diabaikan
9. Kekasaran permukaan dari pin dan disk di anggap sama/seragam
10. Pengujian dilakukan menggunakan sistem pelumasan *MQL* (Minimum Quantity *Lubricant* dengan debit 480 ml/jam.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri atas 5 BAB. BAB I yaitu Pendahuluan yang akan memaparkan tentang latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Teori-teori dan konsep yang mendukung penelitian akan diuraikan dalam BAB II yaitu Tinjauan Pustaka. BAB III yaitu Metodologi akan menjelaskan metode penelitian, serta alat, bahan, dan prosedur yang digunakan. BAB IV yaitu Hasil dan Pembahasan akan menyajikan hasil penelitian beserta analisisnya. Sedangkan kesimpulan penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya akan dijelaskan dalam BAB V yaitu Penutup.

