

Analisa Temperatur Pemotongan Pada Pembubutan AISI 304 Menggunakan Cairan Pendingin *Virgin Coconut Oil* (VCO) Dengan Metode *Minimum Quantity Lubrication* (MQL)

Made Aksamanika Putra, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, dan I Gusti Komang Dwijana

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Dalam pemrosesan logam umumnya digunakan cairan pendingin yang berasal dari minyak bumi. Namun, penggunaan cairan pendingin dari minyak bumi memiliki dampak buruk terhadap lingkungan, seperti pencemaran tanah dan air, serta berpotensi menyebabkan masalah kesehatan seperti iritasi kulit, gangguan pernafasan, dan bahkan penyakit kanker. Oleh karena itu, beberapa metode telah dikembangkan untuk mengurangi penggunaan minyak bumi sebagai cairan pendingin dan mengurangi limbah yang dihasilkan. Salah satu alternatif cairan pendingin yang dapat digunakan adalah minyak nabati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penggunaan minyak nabati khususnya *Virgin Coconut Oil* (VCO) dengan metode *Minimum Quantity Lubrication* (MQL) sebagai cairan pendingin dalam proses pembubutan pada logam AISI 304. Proses pembubutan dilakukan dengan menggunakan mata potong carbide insert tipe DCMT070204, penelitian ini melibatkan tiga variasi kedalaman potong, yaitu 0,30mm, 0,60mm, dan 0,90mm. Spesimen yang digunakan memiliki diameter 1 inci dengan panjang 150mm, dan proses pembubutan dilakukan sepanjang 100mm dengan melakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk setiap variasi kedalaman potong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan cairan pendingin *Virgin Coconut Oil* (VCO) dengan metode *Minimum Quantity Lubrication* (MQL) efektif dalam mendinginkan mata potong dan mencegah terjadinya overheating pada alat potong. Rata-rata temperatur pembubutan menggunakan cairan pendingin ini ditemukan lebih rendah sebesar 5,5%.

Kata Kunci: Proses pembubutan, cairan pendingin, system MQL

Abstract

In metal processing coolant fluids derived from petroleum are commonly used. However, the use of petroleum-based coolant fluids has detrimental effects on the environment, such as soil and water pollution, as well as potential health problems like skin irritation, respiratory disorders, and even cancer. Therefore, several methods have been developed to reduce the use of petroleum-based coolant fluids and minimize the resulting waste. One alternative coolant fluid that can be used is vegetable oil. The objective of this research is to evaluate the use of vegetable oil, particularly *Virgin Coconut Oil* (VCO), with the *Minimum Quantity Lubrication* (MQL) method as a coolant fluid in the turning process of AISI 304 metal. The turning process is performed using carbide insert cutting tools of the DCMT070204 type. This study involves three variations of cutting depths, namely 0.30mm, 0.60mm, and 0.90mm. Specimens with a diameter of 1 inch and a length of 150mm are used, and the turning process is conducted along a 100mm length with three repetitions for each cutting depth variation. The research results indicate that the use of *Virgin Coconut Oil* (VCO) as a coolant fluid with the *Minimum Quantity Lubrication* (MQL) method effectively cools down the cutting tools and prevents overheating. The average turning temperature using this coolant fluid was found to be 5.5% lower.

Keywords: Turning process, coolant, MQL system.

1. Pendahuluan

Dalam pemotongan logam umumnya operator juga menambahkan cairan pendingin atau biasa disebut *Metal Working Fluid* (MWF) untuk mengurangi gesekan, gram bekas pemotongan, menjaga suhu pemotongan, meningkatkan hasil pemotongan dan memberikan perlindungan terhadap karat [1].

Umumnya cairan pendingin berasal dari minyak bumi, namun cairan pendingin dari minyak bumi tidak ramah lingkungan juga memiliki dampak buruk seperti pencemaran tanah, pencemaran air serta memiliki dampak tidak baik bagi operator, operator mesin yang terpapar cairan pendingin yang berasal dari minyak bumi

dapat berpotensi menimbulkan penyakit seperti iritasi pada kulit, gangguan pernafasan hingga penyakit kanker, cairan pendingin yang berasal dari minyak bumi sulit terurai bahkan tidak dapat terurai dimana 50% cairan pendingin yang berasal dari minyak bumi merusak lingkungan akibat tumpahan atau kecelakaan.

Selain faktor keamanan terhadap lingkungan dan kesehatan, faktor ekonomi juga menjadi kelemahan cairan pendingin konvensional dimana perusahaan otomotif di Jerman menyatakan bahwa 7-17% biaya operasional cairan pendingin konvensional lebih besar dibandingkan biaya operasional yang menghabiskan biaya berkisar 2-4%, peningkatan biaya tersebut terjadi akibat peralatan extra untuk pengolahan, transportasi dan juga biaya penyaringan cairan pendingin yang telah digunakan.

Beberapa metode pendinginan dilakukan untuk dapat mengurangi penggunaan minyak bumi sebagai cairan pendingin dan juga mengurangi limbah dari cairan pendingin yang dihasilkan. *Minimum Quantity Lubrication (MQL)* atau *Small Quantity Lubrication (SQL)* merupakan salah satu metode yang dipertimbangkan untuk meningkatkan efektifitas cairan pendingin dan juga sekaligus mengurangi penggunaan minyak bumi sebagai cairan pendingin, dimana sejumlah cairan pendingin disemprotkan pada daerah pemotongan dengan bantuan udara bertekanan berkisar 10-100ml/jam [2].

Beberapa alternatif ditinjau sebagai cairan pendingin dimana minyak nabati menjadi salah satu alternatif cairan pendingin, pada pembubutan Inconel718 dengan Teknik MQL dengan minyak kelapa sawit dan zaitun dengan menambahkan zat aditif AI2HA13 menunjukkan minyak sawit lebih cocok mengurangi suhu pemotongan dan keausan mata potong [3], pembubutan AISI 1040 dengan minyak kelapa dan canola dimana minyak kelapa menghasilkan suhu pemotongan lebih baik [4].

Penggunaan minyak nabati dan *Minimum Quantity Lubrication (MQL)* dirasa sangat berpotensi sebagai alternatif cairan pendingin saat proses pemotongan logam, penelitian ini bertujuan mengetahui penggunaan VCO (*Virgin Coconut Oil*) dengan

metode *Minimum Quantity Lubrication (MQL)* sebagai cairan pendingin terhadap temperatur pemotongan pada pembubutan AISI304.

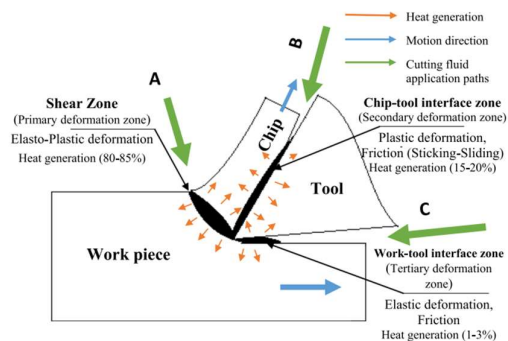
2. Dasar Teori

2.1. Minyak Nabati

Minyak nabati adalah minyak yang ramah lingkungan, terbaharukan terutama minyak yang tidak dapat dikonsumsi. Minyak nabati dibagi menjadi yang dapat dikonsumsi dan tidak dapat dikonsumsi, minyak nabati memiliki sifat pelumas yang baik dan terdiri dari trigliserida dengan rantai asam lemak yang panjang yang memberikan lapisan pelumas yang dapat mengurangi gesekan dan temperatur pemotongan [2].

2.2. Suhu Pemotongan

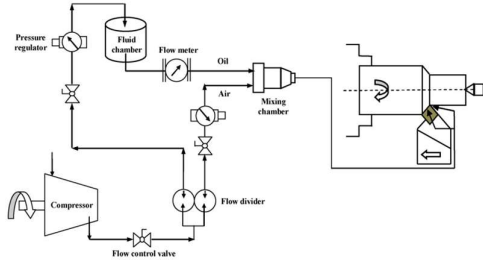
Dalam proses pemotongan logam panas berlebih dihasilkan akibat gesekan pada zona pemotongan. Menurut prinsip pemotongan logam, terdapat tiga zona deformasi yang mengalami pembentukan panas selama proses tersebut. Ketiga zona tersebut adalah zona deformasi primer, zona deformasi sekunder, dan zona deformasi tersier. Zona geser atau zona deformasi primer dianggap sebagai sumber utama panas yang dihasilkan selama proses pememesinan, area ini terletak di sekitar tepi mata potong dan melintang dari sambungan chip hingga permukaan benda kerja. Panas yang dihasilkan dalam zona geser kemudian mengalir melalui mekanisme perpindahan panas konveksi ke dalam chip bekas pemotongan dan mata potong yang digunakan [5].



Gambar 1. Proses terjadinya panas pada saat proses pemotongan logam

2.3. Minimum Quantity Lubrication (MQL)

Sistem (*Minimum Quantity Lubrication*), atau pelumasan hampir kering, dimana penggunaan jumlah cairan pendingin sangat sedikit dalam pemotongan logam. Dalam teknik ini, sejumlah kecil cairan pendingin yang digunakan, berkisar antara 10 hingga 100 ml per jam, berbeda dengan metode pelumasan banjir atau konvensional yang menggunakan cairan pendingin berkisar 30.000-60.000 ml/jam [2].



Gambar 2. Skema sistem cara kerja metode pendinginan MQL

3. Metode penelitian

Pengujian dilakukan dengan melakukan proses pembubutan pada material AISI 304 menggunakan sistem *Minimum Quantity Lubrication* (MQL) dan cairan pendingin *Virgin Coconut Oil* (VCO), proses pembubutan akan dilakukan sepanjang 100mm dimana setiap variasi kedalaman potong akan dilakukan pengulangan proses pembubut sebanyak 3 kali untuk mendapat nilai rata-rata setiap spesimen, adapun kondisi pemotongan dijelaskan lebih lanjut dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Pemotongan proses pembubutan.

Kondisi Pemotongan	Deskripsi
Mesin	Mesin opti-trun TU2807
Spesimen	AISI 304
Dimensi spesimen	(Ø25.4mm - 150 mm)
Mata potong	DCMT 070204
Pemegang alat	SDJCR 1210D07
Kedalaman potong	0.30mm, 0.60mm, 0.90mm
Kecepatan spindel	500rpm
Gerak makan	100m/min
Cairan pendingin	Kering dan VCO

3.2. Alat

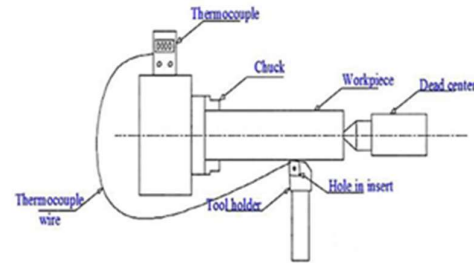
Untuk menunjang penelitian alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Sistem *Minimum Quantity Lubrication* (MQL) yang digunakan dengan tipe HYCNC-3000 dan kompresor dengan kapasitas tekanan 8bar.



Gambar 4. Sistem Minimum Quantity Lubrication (MQL)

2. *Termocouple* digunakan sebagai pengukur suhu pemotongan pada proses pembubutan.

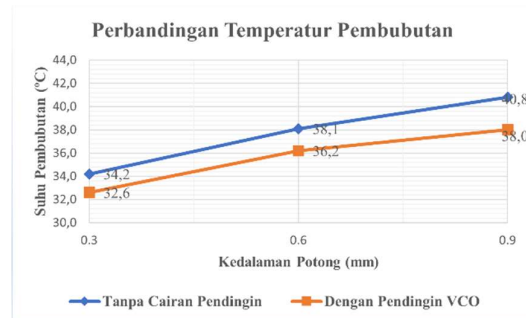


Gambar 5. Skema Pemasangan Sensor Termocouple

3.3. Bahan

Bahan pada penelitian ini adalah AISI304, mata potong karbida DCMT070204 buatan Mitsubishi, dan *Virgin Coconut Oil* (VCO) sebagai cairan pendingin.

4. Pembahasan



Gambar 4. Grafik perbandingan temperatur pemotongan dengan menggunakan pendingin VCO dan tanpa cairan pendingin.

Gambar 4 menunjukkan perbandingan pengaruh kedalaman potong terhadap temperatur selama proses pembubutan dengan menggunakan cairan pendingin virgin coconut oil (VCO) dibandingkan tanpa menggunakan cairan pendingin, dimana terlihat bahwa temperatur pemotongan tanpa menggunakan cairan pendingin cenderung lebih besar dibandingkan dengan menggunakan cairan pendingin virgin coconut oil (VCO) yang lebih rendah, hal ini menunjukkan bahwa penggabungan metode minimum quantity lubrication (MQL) dengan cairan pendingin virgin coconut oil (VCO) mampu menjadi media pendingin yang baik untuk mendinginkan pahat pada zona pemotongan dan mencegah overheating pada alat potong selama proses pemotong.

5. Kesimpulan

Dari pengujian dilakukan penggunaan cairan pendingin Virgin Coconut Oil (VCO) menggabungkan *Minimum Quantity Lubrication* (MQL) mampu memberikan pelumas sekaligus mendinginkan mata potong pada zona pemotongan dan mencegah overheating pada alat potong, dimana rata-rata temperatur pembubutan ditemukan 5,5% lebih rendah dibandingkan tanpa menggunakan cairan pendingin.

6. Daftar Pustaka

- [1] A. Sharma and R. Kumar, “**Potential use of minimum quantity lubrication (MQL) in machining of biocompatible materials using environment friendly cutting fluids: An overview,**” in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2021, pp. 5315–5319. doi: 10.1016/j.matpr.2021.01.904.
- [2] M. H. S. Elmunafi, N. Mohd Yusof, and D. Kurniawan, “**Effect of cutting speed and feed in turning hardened stainless steel using coated carbide cutting tool under minimum quantity lubrication using castor oil,**” *Advances in Mechanical Engineering*, vol. 7, no. 8, pp. 1–7, Aug. 2015, doi: 10.1177/1687814015600666.
- [3] J. J. Teo, E. U. Olugu, S. P. Yeap, A. M. Abdelrhman, and O. C. Aja, “**Turning of Inconel 718 using Nano-Particle based vegetable oils,**” in *Materials Today: Proceedings*,

Elsevier Ltd, 2020, pp. 866–870. doi: 10.1016/j.matpr.2021.02.480.

- [4] V. P. Krishna, S. Mahith, and S. Kumar, “**Influence of Green Nanocutting Fluids on Machining Performance Using Minimum Quantity Lubrication Technique,**” 2019. [Online]. Available: www.sciencedirect.com/www.materials.today.com/proceedings
- [5] M. B. N. Shaikh and M. Ali, “**Turning of steels under various cooling and lubrication techniques: A review of literature, sustainability aspects, and future scope,**” *Engineering Research Express*, vol. 3, no. 4, Dec. 2021, doi: 10.1088/2631-8695/ac2e10.

	Made Aksamanika Putra mahasiswa S1 Teknik Mesin di Universitas Udayana tahun 2019, dengan topik penelitian mengenai penggunaan minyak nabati sebagai cairan pendingin.
Bidang penelitian berkaitan dengan rekayasa manufaktur, dan material	