

SKRIPSI

**PENGARUH KONSENTRASI NANOPARTIKEL
MXENE TERHADAP KEAUSAN PAHAT DAN
KEKASARAN PERMUKAAN BAJA KARBON
MENENGAH ST 45 PADA *MINIMUM QUANTITY*
LUBRICATION (MQL)**

Oleh:

DEGI HIDAYAT

NIM.2210911009



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KONSENTRASI NANOPARTIKEL MXENE TERHADAP
KEAUSAN PAHAT DAN KEKASARAN PERMUKAAN BAJA KARBON
MENENGAH ST 45 PADA *MINIMUM QUANTITY LUBRICATION*
(MQL)

Oleh:

DEGI HIDAYAT

NIM. 2210911009

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Penguji pada tanggal 27 Juli 2026

Penguji 1

Penguji 2

HENDERY DAHLAN, Ph.D.

ISKANDAR R S.T, M.T

NIP. 197405161999031000

NIP. 197007091995121001

Menyetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. DEDISON GASNI, Ph.D.

ISMET HARI MULYADI, Ph.D.

NIP. 196801313 1994031003

NIP. 198810232020122002

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik Mesin

Ketua Prodi S1 Teknik Mesin

Prof. Dr. Eng. Meifal Rusli

Dr. Eng. Ilhamdi

NIP. 197505272000031002

NIP. 198203232006041004

ABSTRACT

Conventional machining of medium carbon steel St 45 generates high friction and temperature, which accelerate tool wear and reduce surface quality. minimum quantity lubrication (MQL) has emerged as an environmentally friendly alternative; however, its cooling efficiency and tribofilm formation on hard materials remain limited. This study aims to investigate the effect of varying MXene nanoparticle concentrations (0.25%, 0.35%, and 0.45%) in a water-based MQL system on tool wear, surface roughness, and chip characteristics during the turning of medium-carbon steel St 45.

This experimental study was conducted using a Krisbow KW 15-907 conventional lathe equipped with a CNMA 120404 carbide insert. The cooling medium consisted of deionized water with dispersed MXene powder, prepared using a magnetic stirrer and an ultrasonic bath, with Dromus fluid used as a control. Cutting-edge wear (VB) was measured using a stereo optical microscope, while surface roughness (Ra) was measured using a Mitutoyo Surface Roughness Tester SJ-301. The one-way ANOVA results showed that MXene concentration had a significant effect on tool wear (VB, $p = 4.05 \times 10^{-5}$), with the lowest tool wear observed at a concentration of 0.35%, which performed better than the 0.25%, 0.45%, and Dromus control conditions. MXene concentration did not have a statistically significant effect on surface roughness (Ra, $p = 0.203$), although the 0.35% concentration still produced the lowest Ra value. The chips produced at 0.35% MXene concentration were short, uniform spirals, indicating more stable lubrication, whereas the 0.45% concentration increased the fluid viscosity. Overall, a 0.35% MXene concentration provided the best coolant performance in reducing tool wear and improving chip characteristics.

Keywords: MXene, MQL (Minimum Quantity Lubrication), Tool Wear, Surface Roughness, Medium Carbon Steel St 45.

ABSTRAK

Proses pemesinan konvensional pada baja karbon menengah St 45 menghasilkan gesekan dan temperatur tinggi yang mempercepat keausan pahat serta menurunkan kualitas permukaan. Metode *minimum quantity lubrication* (MQL) menjadi alternatif ramah lingkungan, namun masih terbatas dalam efisiensi pendinginan dan pembentukan *tribofilm* pada material keras. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi konsentrasi nanopartikel MXene (0,25%; 0,35%; 0,45%) dalam sistem MQL berbasis air terhadap keausan pahat, kekasaran permukaan, dan karakteristik geram pada pembubutan baja karbon menengah St 45.

Penelitian eksperimental ini menggunakan mesin bubut konvensional Krisbow KW 15-907 dengan pahat *insert* karbida CNMA 120404. Media pendingin berbasis *deionized water* dan serbuk MXene didispersikan menggunakan *magnetic stirrer* dan *ultrasonic bath*, dengan cairan Dromus sebagai kontrol. Keausan tepi pahat (VB) diukur dengan mikroskop optik stereo, dan kekasaran permukaan (Ra) diukur dengan Mitutoyo Surface Roughness Tester SJ-301.

Hasil ANOVA satu arah menunjukkan konsentrasi MXene berpengaruh signifikan terhadap keausan pahat (VB, $p = 4,05 \times 10^{-5}$), dengan keausan terendah pada 0,35%, lebih baik dari 0,25%, 0,45%, dan kontrol Dromus. Konsentrasi MXene tidak berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan (Ra, $p = 0,203$), meski 0,35% tetap memberikan Ra terendah. Geram pada 0,35% berbentuk spiral pendek dan seragam, menandakan pelumasan lebih stabil, sedangkan 0,45% meningkatkan viskositas fluida. Secara keseluruhan, konsentrasi MXene 0,35% memberikan performa coolant terbaik dalam menekan keausan pahat dan memperbaiki karakteristik geram.

Kata kunci: MXene, MQL (*Minimum Quantity Lubrication*), Keausan Pahat, Kekasaran Permukaan, Baja Karbon Menengah St 45