



Jurnal Artikel

Effect of Lubrication Variation on NiTi Wire Drawing Process at Middle Motor Speed in Metal Forming

Mhd. Wahdin Huzeir Batubara^{1*}, Iqbal²

¹Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta

²Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta

¹mhdwahdinbatubara@gmail.com, ²iqbalbatuah@bunghatta.co.id

*Corresponding author – Email : mhdwahdinbatubara@gmail.com

Abstrak

Background: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi pelumasan terhadap kawat NiTi pada proses wire drawing dengan putaran motor 1397 rpm. Pelumas yang digunakan adalah oli dan gemuk, yang berfungsi mengurangi gesekan serta meningkatkan kualitas hasil penarikan kawat. Metode penelitian meliputi pengujian wire drawing, uji tarik, uji kekerasan mikro Vickers, serta analisis struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan penarikan meningkat pada reduksi kecil, dengan nilai rata-rata 0,087 m/s untuk oli dan 0,069 m/s untuk gemuk. Nilai tegangan tarik maksimum kawat dengan oli mencapai 5145,14 N/mm² pada diameter 1,9 mm, sedangkan dengan gemuk hanya 1162,19 N/mm² pada diameter 2 mm. Regangan kawat dengan oli lebih tinggi (0,11%) dibanding gemuk (0,071%). Sebaliknya, kawat dengan gemuk memiliki modulus elastisitas (± 89.399 N/mm²) dan kekerasan mikro Vickers (337,6 HV) yang lebih tinggi dibanding oli (334,33 HV). Analisis struktur mikro menunjukkan bahwa pelumas mampu mengurangi cacat permukaan. Secara umum, oli lebih baik dalam meningkatkan kecepatan, regangan, dan kekuatan tarik, sementara gemuk unggul dalam menghasilkan kawat yang lebih keras dan kaku.

Kata kunci: Wire drawing; NiTi; pelumasan; oli; gemuk

Abstract

Background: This study aims to investigate the effect of lubrication variation of NiTi wire during the wire drawing process at a motor speed of 1397 rpm. The lubricants used were oil and grease, serving to reduce friction and improve the quality of the drawn wire. The research methods included wire drawing tests, tensile tests, micro-Vickers hardness tests, and microstructure analysis. The results show that drawing speed increased at lower reductions, with an average of 0.087 m/s for oil and 0.069 m/s for grease. The maximum tensile strength of the wire with oil reached 5145.14 N/mm² at 1.9 mm diameter, while with grease it was only 1162.19 N/mm² at 2 mm diameter. The wire drawn with oil exhibited higher elongation (0.11%) compared to grease (0.071%). Conversely, wire drawn with grease showed higher elastic modulus (± 89.399 N/mm²) and micro-Vickers hardness (337.6 HV) compared to oil (334.33 HV). Microstructural analysis revealed that lubrication reduced surface defects. Overall, oil provided better performance in terms of speed, elongation, and tensile strength, while grease produced harder and stiffer wire.

Keywords: Wire drawing; NiTi; lubrication; oil; grease



© 2020 by authors. Lisensi Jurnal Prosikal : Proses, Sistem, Energi, Mekanikal, Bung Hatta, Padang. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution ([CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)) license.

Pendahuluan

Proses wire drawing merupakan salah satu metode pembentukan logam yang banyak digunakan dalam industri. Pada penelitian ini, fokus diarahkan pada kawat NiTi dengan variasi pelumasan menggunakan oli dan gemuk. Latar belakang penelitian ini adalah kebutuhan untuk memahami bagaimana jenis pelumas memengaruhi sifat mekanik kawat setelah proses wire drawing, seperti kekuatan tarik, kekerasan, regangan, dan struktur mikro. Penelitian-

penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kondisi pelumasan berperan penting dalam mengurangi gesekan dan mencegah cacat permukaan (Asfarizal, 2012; Singh et al., 2017).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium CNC Teknik Mesin Universitas Bung Hatta. Jenis penelitian adalah eksperimental dengan variasi pelumasan pada proses wire drawing kawat NiTi

dengan putaran motor 1397 rpm. Bahan yang digunakan berupa kawat NiTi berdiameter 2,2 mm yang direduksi hingga 1,9 mm. Pelumas yang diuji adalah oli (Prima XP SAE 20W-50) dan gemuk (Castrol).

Alat uji yang digunakan meliputi: 1) mesin wire drawing dengan motor listrik Matsutomo 1.5 HP/1420 r/min, 2) mesin uji tarik HT-2404 dengan kapasitas 20 kN, 3) alat uji kekerasan mikro Vickers, dan 4) mikroskop metalurgi untuk analisis struktur mikro.

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahap: a) preparasi spesimen dengan diameter awal 2,2 mm, b) proses wire drawing dengan reduksi bertahap, c) uji tarik untuk mendapatkan tegangan maksimum, regangan, dan modulus elastisitas, d) uji kekerasan mikro Vickers sesuai standar ASTM E384, dan e) analisis struktur mikro untuk melihat cacat permukaan.

Hasil Pembahasan

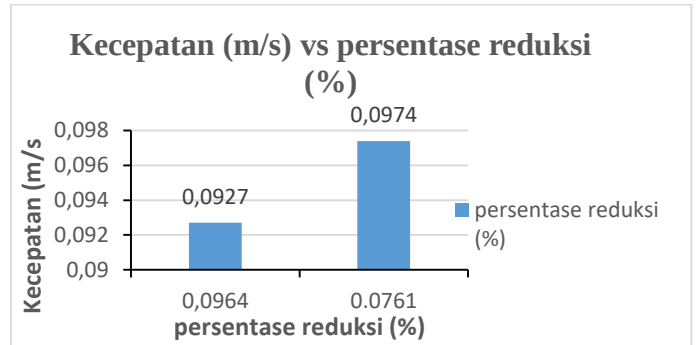
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelumasan berpengaruh signifikan terhadap kecepatan penarikan, tegangan tarik maksimum, regangan, modulus elastisitas, dan kekerasan kawat NiTi.

Kecepatan Penarikan Kawat

Rata-rata kecepatan penarikan kawat dengan oli adalah 0,087 m/s, lebih tinggi dibanding gemuk yaitu 0,069 m/s. Hal ini disebabkan lapisan oli yang lebih tipis sehingga gesekan lebih kecil. Grafik hubungan kecepatan dan persentase reduksi menunjukkan kecenderungan bahwa semakin kecil reduksi, semakin tinggi kecepatan.

Tabel 1 Data Hasil Uji Wire Drawing

No	Putaran motor	pelumasan	D. awal (mm)	D.akhir (mm)	L. awal(cm)	L. akhir(cm)	ΔL (cm)	t (s)	Vmasuk (m/s)
1	1397 rpm	oli	2,2	1,9	75	78	3	9	0,087
2	1397 rpm	Gemuk	2,2	2	75	76	1	11	0,069



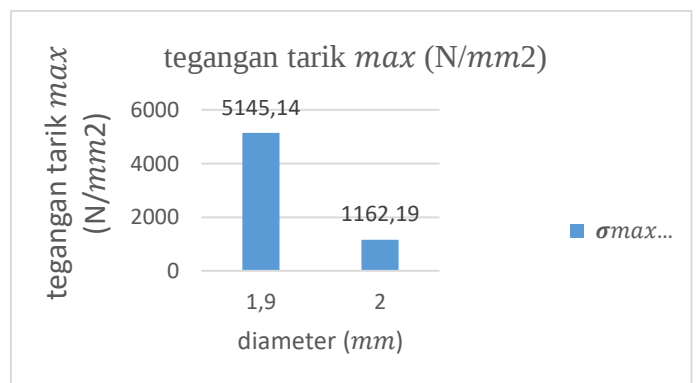
Gamabar 1 Grafik Perbandingan Kecepatan wire Drawing

Uji Tarik

Nilai tegangan tarik maksimum kawat dengan pelumas oli mencapai 5145,14 N/mm² pada diameter 1,9 mm. Sementara itu, dengan pelumas gemuk, Gtegangan maksimum hanya 1162,19 N/mm² pada diameter 2 mm. Hal ini menunjukkan bahwa oli lebih efektif meningkatkan kekuatan tarik. Regangan dengan oli juga lebih tinggi (0,11%) dibanding gemuk (0,071%).

Tabel 2 Data Hasil Uji Tarik

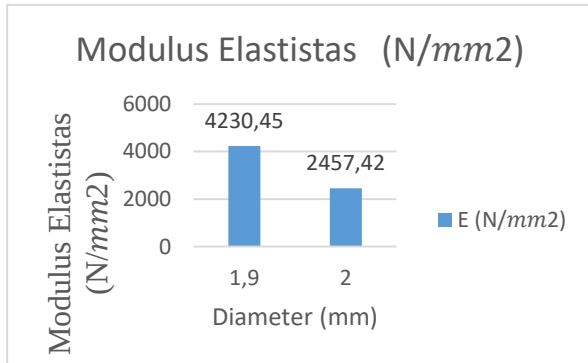
No	Putaran motor	D (mm)	A (mm ²)	L. awal (cm)	L. akhir (cm)	ΔL (cm)	F_{max} (N)	σ_{max}	ϵ (%)	E (N/mm ²)
1	1397	1,9	2,843	26	29	3	1461,22	5145,14	0,11	1162,19
2		2	3,14	28	30	1	3649,28	1162,19	0,071	89399,23



Gambar 2 Grafik Perbandingan Uji Tarik Maksimum

Modulus Elastisitas

Hasil pengujian menunjukkan bahwa modulus elastisitas kawat dengan gemuk lebih tinggi (± 89.399 N/mm²) dibanding oli. Hal ini mengindikasikan kawat dengan gemuk lebih kaku, sementara kawat dengan oli lebih ulet.



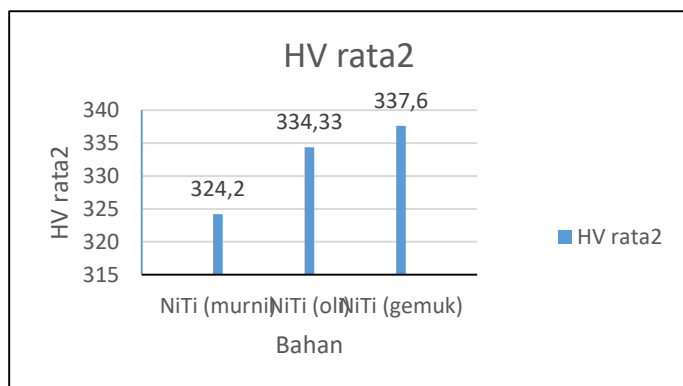
Gambar 3 grafik perbandingan Modulus Elastis

Uji Kekerasan *Mikro Vickers*

Nilai rata-rata kekerasan mikro Vickers untuk kawat tanpa pelumas adalah 324,20 HV. Dengan oli meningkat menjadi 334,33 HV, dan dengan gemuk lebih tinggi lagi yaitu 337,60 HV. Kenaikan nilai HV pada gemuk menunjukkan bahwa viskositas tinggi gemuk memberikan perlindungan lebih kuat pada permukaan kawat.

Tabel 3 Kekerasan *Micro Vickers*

No.	Bahan / kode bahan	Titik uji	Beban Load (gf)	D1 (μm)	D2 (μm)	HV	HV rata2
1	NiTi (murni)	1	2000	107,85	107,60	319,6	324,20
		2	2000	106,91	106,83	324,7	
		3	2000	106,56	106,01	328,3	
2	NiTi (oli)	1	2000	105,58	105,39	333,3	334,33
		2	2000	105,59	104,92	334,8	
		3	2000	105,40	105,07	334,9	
3	NiTi (gemuk)	1	2000	104,70	105,25	338,8	337,60
		2	2000	104,84	105,03	336,6	
		3	2000	104,23	105,46	337,4	



Gambar 4 grafik perbandinagn uji kekerasan *Micro Vickers*

Analisis Struktur Mikro

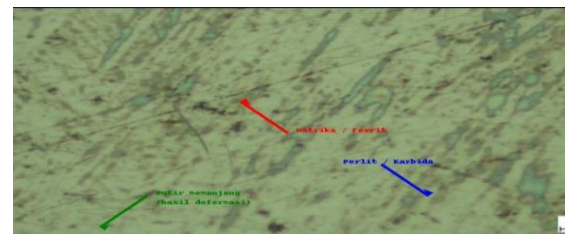
Analisis struktur mikro menunjukkan bahwa kawat tanpa pelumas memiliki cacat permukaan lebih

banyak berupa goresan kasar dan micro-crack. Dengan oli, cacat berkurang dan deformasi lebih merata. Dengan gemuk, lapisan pelindung lebih tebal sehingga permukaan kawat lebih halus dan deformasi plastis terkonsentrasi di bagian dalam.



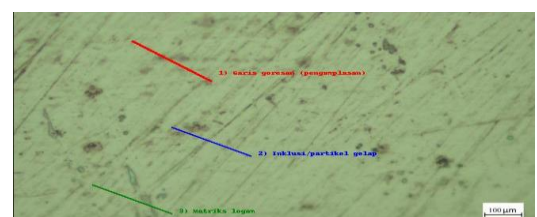
Gambar 1 struktur mikro dengan perbesaran 100 X dengan pelumasan oli

Permukaan logam pada gambar masih memperlihatkan pola garis lurus yang teratur, yang kemungkinan besar merupakan sisa dari proses pengamplasan atau pemolesan selama tahap persiapan sampel. Hal ini menunjukkan bahwa preparasi belum maksimal, sehingga detail struktur mikro seperti batas butir dan fasa belum dapat diamati dengan jelas



Gambar 2 Struktur Mikro Dengan Perbesaran 100x Dengan Pelumasan Gemuk

Citra struktur mikro logam ini masih menunjukkan adanya pola garis sejajar, yang kemungkinan berasal dari proses pengamplasan atau pemolesan selama tahap persiapan sampel. Hal ini menandakan bahwa tahapan preparasi permukaan belum optimal, sehingga struktur internal logam seperti batas butir atau fasa belum tampak secara jelas



Gambar 3 Struktur Mikro Dengan Perbesaran 100x Tanpa Pelumasan

Pengamatan mikroskopis pembesaran 50× pada kawat NiTi hasil wire drawing tanpa pelumasan menunjukkan permukaan dengan goresan kasar dan padat yang searah dengan proses penarikan. Tidak adanya pelumasan menyebabkan peningkatan gesekan, sehingga terbentuk pola aus yang lebih jelas dan kerusakan permukaan mikro yang lebih signifikan dibandingkan kondisi dengan pelumasan.

Hal ini mengindikasikan bahwa pelumas berperan penting dalam meminimalkan keausan, menjaga kualitas permukaan, dan mengurangi potensi cacat pada kawat NiTi selama proses wire drawing.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan:

1. Pelumas berpengaruh terhadap sifat mekanik kawat NiTi pada proses wire drawing dengan putaran motor 1397 rpm.
2. Oli lebih unggul dalam meningkatkan kecepatan penarikan, regangan, dan tegangan tarik maksimum.
3. Gemuk menghasilkan kawat dengan modulus elastisitas dan kekerasan lebih tinggi, sehingga lebih kaku dan keras.
4. Analisis struktur mikro menunjukkan bahwa pelumas mampu mengurangi cacat permukaan dibanding tanpa pelumasan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bung Hatta, khususnya Laboratorium CNC Teknik Mesin, yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama penelitian ini berlangsung.

References

- Asfarizal. (2012). Pengaruh Variasi Sudut Dies Terhadap Penarikan Kawat Aluminium. Jurnal Teknik Mesin.
- Singh, A. K., Goel, S., & Gupta, K. (2017). Analysis of wire drawing process with respect to wire material properties. Materials Today: Proceedings, 4(2), 2275–2284.
- Pirro, D. (2001). Lubrication Fundamentals. CRC Press.
- Aranzabe, E., et al. (2006). Tribological behavior of lubricants in metal forming. Journal of Materials Processing Technology.
- Firman, M., et al. (2013). Analisa Proses Penarikan Kawat. Jurnal Rekayasa Mesin.
- Joseph, K. (1995). Tungsten carbide dies in wire drawing. Journal of Materials Engineering.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2023). Manufacturing Engineering and Technology. Pearson.
- Kumar, S. (2004). Titanium alloys: classification and applications. Metallurgical Review.
- Yuliyanto. (2017). Pengaruh parameter EDM sinking terhadap kekerasan permukaan NiTi. Jurnal Teknik Mesin.
- Rauf, F. A., et al. (2018). Mechanical characterization of NiTi alloys. Journal of Materials Science.