

**PENGARUH VARIASI PELUMASAN DALAM PROSES PEMBENTUKAN LOGAM MELALUI
WIRE DRAWING PADA KAWAT Ti6Al4V-ELI DENGAN PUTARAN MOTOR *MIDDLE***

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik*



Oleh :

Harry Fitriansyah

1910017211001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
2025**

Reg No. : 01/SKRIPSI/TM/FTI/III-2025

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA

EXECUTIVE SUMMARY

Reg No : 01/SKRIPSI/TM/FTI/III-2025

Nama : **Harry Fitriansyah**
Npm : **1910017211001**
Bagian : **Teknik Mesin**
Judul Skripsi : **Pengaruh Variasi Pelumasan Dalam Proses Pembentukan Logam Melalui *Wire Drawing* Pada Kawat Ti-6Al4V-Eli Dengan Putaran Motor *Midle***

Telah dikonsultasikan dan disetujui oleh pembimbing untuk di upload ke *website*.

Iqbal, S.T., M.T (**Pembimbing**)



THE EFFECT OF LUBRICATION VARIATIONS IN THE METAL FORMING PROCESS THROUGH WIRE DRAWING ON Ti6Al4V-ELI WIRE WITH MIDDLE MOTOR ROTATION

Harry Fitriansyah¹, Iqbal²

Mechanical engineering study program, faculty of industrial technology, bung hatta university

Email: hary.fitriansyah46@gmail.com¹, Email: iqbalbatuah@bunghatta.ac.id²

ABSTRACT

This study investigates the effect of different lubricants on the wire-drawing process of Ti-6Al-4V ELI titanium alloy at a medium motor speed of 1,397 rpm. The research was motivated by the industrial need to produce small-diameter wire with high tensile strength and hardness. An experimental method was carried out in the Mechanical Engineering Laboratory of Universitas Bung Hatta using three lubrication conditions: oil, grease, and a standard condition without additional lubricant. The wire diameter was reduced from 2.0 mm to 1.7 mm, followed by tensile testing, Micro-Vickers hardness testing, and microstructural analysis. The results show that oil lubrication provided the best performance, achieving the highest drawing speed (0.123 m/s at 10 % reduction) and the greatest average hardness of 318.97 VHN, compared with grease (312.27 VHN) and the standard condition (286.70 VHN). The highest elastic modulus was also recorded with oil lubrication at 134,082 N/mm². Tensile data revealed an inverse relationship between strain and stress, with the lowest strain (2 %) producing the highest tensile strength of 963.97 N/mm². These findings confirm that lubricant type significantly affects drawing speed, hardness, and the mechanical properties of Ti-6Al-4V ELI wire, indicating that proper lubricant selection is critical for enhancing the quality of titanium wire products.

Keywords: Wire Drawing, Ti-6Al-4V ELI, Lubrication, Tensile Strength, Vickers Hardness

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi modern yang sangat pesat telah mendorong pertumbuhan industri manufaktur, energi, dan telekomunikasi yang menuntut material berkualitas tinggi dengan karakteristik mekanik yang unggul. Kawat logam merupakan salah satu material penting dalam berbagai bidang industri, seperti telekomunikasi, jaringan listrik, konstruksi bangunan, peralatan elektronik, hingga permesinan presisi. Menurut Widi (2008), keberadaan kawat tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan industri modern karena kawat berperan sebagai komponen utama dalam sistem transmisi daya, pengikat, maupun material struktural yang memerlukan kekuatan dan keuletan tinggi.

Untuk menghasilkan kawat dengan kualitas unggul, proses *wire drawing* menjadi salah satu metode yang banyak digunakan.

Proses ini merupakan teknik pembentukan logam dengan cara menarik batang kawat melalui cetakan (*dies*) untuk mengurangi diameter sesuai ukuran yang diinginkan. Firman (2013) menjelaskan bahwa metode *wire drawing* mampu meningkatkan kekuatan tarik kawat melalui proses deformasi plastis yang terkontrol, sehingga menghasilkan produk dengan dimensi presisi dan sifat mekanik yang baik. Titanium dan paduannya, khususnya Ti-6Al-4V ELI, banyak diaplikasikan pada industri kedirgantaraan, medis, dan kimia karena memiliki kekuatan spesifik tinggi, ketahanan korosi yang sangat baik, serta sifat biokompatibilitas yang aman digunakan, sebagaimana diungkapkan oleh Fitrianto (2015).

Namun, proses *wire drawing* tidak terlepas dari tantangan teknis. Salah satu faktor krusial adalah gesekan antara kawat dan cetakan yang dapat meningkatkan suhu selama proses penarikan. Ardra (2016) menegaskan bahwa kenaikan suhu akibat gesekan berlebih

dapat memengaruhi sifat metalurgi kawat, seperti menurunkan kekuatan dan mengubah struktur mikro. Untuk mengatasi masalah ini, pelumasan yang tepat menjadi kebutuhan penting dalam proses *wire drawing*. Pelumas berfungsi mengurangi gesekan, mendinginkan area kontak, memperpanjang umur cetakan, dan menjaga kualitas permukaan kawat (Essam et al., 2020).

Jenis pelumas yang digunakan dapat memengaruhi hasil akhir secara signifikan. Penelitian Essam et al. (2020) menunjukkan bahwa variasi pelumas, seperti oli dan gemuk, dapat menghasilkan perbedaan pada kecepatan penarikan, kekuatan tarik, dan kekerasan kawat. Hal ini menegaskan bahwa pemilihan jenis pelumas yang sesuai sangat penting untuk memperoleh kawat dengan kualitas mekanik yang optimal. Selain itu, menurut Asfarizal (2012), sudut dan desain cetakan juga memengaruhi distribusi tegangan serta gaya tarik yang dibutuhkan selama proses penarikan, yang pada akhirnya berdampak pada efisiensi dan kualitas produk.

Dengan mempertimbangkan pentingnya kawat titanium Ti-6Al-4V ELI dalam berbagai aplikasi industri dan kebutuhan akan metode produksi yang efisien, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh variasi pelumasan—yaitu pelumas oli, gemuk, dan kondisi standar—terhadap proses *wire drawing*. Fokus penelitian adalah menganalisis kecepatan penarikan, kekuatan tarik, kekerasan, serta struktur mikro kawat setelah proses *wire drawing* pada kecepatan motor menengah (1.397 rpm). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan proses manufaktur kawat titanium berkualitas tinggi dengan mempertimbangkan faktor pelumasan sebagai salah satu parameter utama keberhasilan produksi.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara kerja dalam melakukan proses *wire drawing*?
2. Bagaimana pengaruh penarikan kawat terhadap kekuatan tarik kawat Ti-6Al-4V ELI setelah proses *wire drawing* pada

kecepatan *middle*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuannya adalah bagaimana pengaruh kecepatan tarik kawat Ti6Al4v Eli yang diberikan pelumasan pada proses pembentukan logam melalui *wire drawing*.

II. METODE

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*). Menurut Sugiyono (2019), penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkendali. Dalam konteks penelitian ini, perlakuan yang dimaksud adalah **variasi jenis pelumas** (oli, gemuk, dan kondisi standar tanpa pelumas tambahan) pada proses *wire drawing* kawat titanium Ti-6Al-4V ELI, dengan tujuan mengamati perubahan sifat mekanik dan fisik kawat yang dihasilkan.

Pendekatan eksperimental dipilih karena memungkinkan peneliti untuk:

1. Memberikan perlakuan yang jelas terhadap objek penelitian, yaitu kawat titanium dengan variasi pelumasan.
2. Mengontrol variabel-variabel penting seperti kecepatan motor (1.397 rpm), sudut cetakan (*dies*), dan spesifikasi kawat (diameter awal 2,0 mm).
3. Mengukur secara kuantitatif pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat, yakni kecepatan penarikan, kekuatan tarik, kekerasan (*Micro-Vickers*), serta struktur mikro kawat.

Proses penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Bung Hatta dengan langkah-langkah utama sebagai berikut:

- Persiapan Sampel dan Alat: Kawat Ti-6Al-4V ELI dipotong sesuai spesimen, disiapkan mesin *wire drawing*, cetakan (*dies*), serta pelumas oli dan gemuk.
- Perlakuan Wire Drawing: Kawat ditarik melalui cetakan dengan kecepatan motor menengah (1.397 rpm) dan dilumasi sesuai

variasi perlakuan (oli, gemuk, atau standar).

- Pengujian Sifat Mekanik: Setelah proses *wire drawing*, dilakukan uji tarik untuk mengukur kekuatan dan regangan, uji kekerasan menggunakan metode *Micro-Vickers*, serta pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik.

Dengan desain eksperimental ini, penelitian dapat mengidentifikasi secara tepat pengaruh variasi pelumasan terhadap sifat mekanik dan mikrostruktur kawat titanium, serta memberikan data kuantitatif yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan proses produksi kawat industri berbahan paduan Ti-6Al-4V ELI.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi pelumasan—yaitu oli, gemuk, dan kondisi standar tanpa pelumas tambahan—terhadap proses *wire drawing* kawat titanium Ti-6Al-4V ELI dengan kecepatan motor menengah 1.397 rpm. Pengujian dilakukan melalui pengukuran kecepatan penarikan, uji tarik, uji kekerasan *Micro-Vickers*, serta pengamatan struktur mikro. Seluruh pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Bung Hatta. Berikut uraian hasil penelitian secara rinci.

1. Kecepatan Penarikan Kawat

Pengukuran kecepatan penarikan dilakukan pada tiga tahap reduksi diameter kawat, yaitu 2,0 mm → 1,9 mm (reduksi 10 %), 1,9 mm → 1,8 mm (19 %), dan 1,8 mm → 1,7 mm (28 %). Data kecepatan penarikan menunjukkan perbedaan yang cukup jelas antarjenis pelumas:

a. Pelumasan Oli

- Reduksi 10 %: kecepatan rata-rata 0,123 m/s
- Reduksi 19 %: kecepatan rata-rata 0,108 m/s
- Reduksi 28 %: kecepatan rata-rata 0,104 m/s

b. Pelumasan Gemuk

- Reduksi 10 %: kecepatan rata-rata 0,101 m/s
- Reduksi 19 %: kecepatan rata-rata 0,086 m/s
- Reduksi 28 %: kecepatan rata-rata 0,084 m/s

c. Standar (tanpa pelumas tambahan)

- Reduksi 10 %: kecepatan rata-rata 0,084

m/s

- Reduksi 19 %: kecepatan rata-rata 0,082 m/s
- Reduksi 28 %: kecepatan rata-rata 0,078 m/s

Dari ketiga perlakuan tersebut terlihat bahwa pelumasan oli memberikan kecepatan penarikan tertinggi di setiap tahap reduksi. Kecepatan penarikan menurun seiring meningkatnya persentase reduksi, yang menunjukkan bahwa gesekan dan hambatan semakin besar ketika kawat mengalami deformasi lebih lanjut. Temuan ini memperlihatkan efektivitas oli dalam mengurangi gesekan dan menjaga stabilitas proses.

2. Hasil Uji Tarik

Uji tarik bertujuan untuk mengukur kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas kawat setelah proses *wire drawing*. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Spesi men	Regangan (%)	Tegangan Yield (N/mm ²)	Modulus Elastisitas (N/mm ²)
Pelumasan Oli	2	963,9	134.082
Pelumasan Gemuk	4	959,8	97.191
Standar	8	812,5	101.832

Hasil uji tarik menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara regangan dan tegangan. Spesimen dengan pelumasan oli memiliki tegangan tertinggi (963,97 N/mm²) dengan regangan terendah (2 %), menandakan bahwa kawat tersebut paling kuat dan paling sedikit mengalami deformasi permanen. Spesimen dengan pelumasan gemuk memiliki tegangan hampir sama (959,86 N/mm²) tetapi regangan lebih besar (4 %), sementara kondisi standar tanpa pelumas menghasilkan tegangan paling rendah (812,52 N/mm²) dan regangan tertinggi (8 %). Nilai modulus elastisitas yang tertinggi pada pelumasan oli (134.082 N/mm²) menunjukkan tingkat kekakuan material yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

3. Hasil Uji Kekerasan *Micro-Vickers*

Uji kekerasan dilakukan menggunakan metode ASTM E92 dengan beban 2000 gf untuk mengetahui pengaruh variasi pelumas terhadap ketahanan permukaan kawat. Nilai rata-rata *Vickers Hardness Number* (VHN) diperoleh sebagai berikut:

- Pelumasan Oli : 318,97 VHN

- Pelumasan Gemuk: **312,27 VHN**
- Standar : **286,70 VHN**

Pelumasan oli menghasilkan nilai kekerasan tertinggi, menandakan bahwa proses deformasi plastis yang terjadi selama penarikan dengan oli menghasilkan butiran material yang lebih halus dan padat. Kekerasan yang lebih tinggi berkorelasi dengan kekuatan tarik yang juga lebih tinggi.

4. Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 50 μm untuk melihat distribusi butir setelah proses *wire drawing*.

- **Pelumasan Oli:** Memperlihatkan butir yang lebih rapat, seragam, dan homogen, menunjukkan bahwa pelumas oli mampu menurunkan gesekan serta mengontrol kenaikan temperatur selama proses, sehingga pertumbuhan butir dapat ditekan.
- **Pelumasan Gemuk:** Menunjukkan struktur butir yang relatif seragam, namun sedikit lebih kasar dibandingkan oli.
- **Standar:** Memiliki struktur butir yang lebih besar dan tidak merata, menandakan adanya deformasi yang kurang terkontrol dan kemungkinan kenaikan temperatur yang lebih tinggi akibat gesekan.

Struktur mikro yang lebih halus pada pelumasan oli memperkuat hasil uji tarik dan uji kekerasan, di mana oli terbukti meningkatkan sifat mekanik kawat.

5. Analisis Komprehensif

Berdasarkan keempat pengujian, dapat disimpulkan bahwa variasi pelumasan memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas kawat Ti-6Al-4V ELI:

- **Kecepatan Penarikan:** Oli meningkatkan kecepatan hingga 0,123 m/s pada reduksi pertama, lebih tinggi dibanding gemuk (0,101 m/s) dan standar (0,084 m/s).
- **Kekuatan Tarik dan Modulus Elastisitas:** Oli menghasilkan tegangan tertinggi (963,97 N/mm²) dan modulus elastisitas paling besar (134.082 N/mm²).
- **Kekerasan:** Nilai VHN tertinggi juga diperoleh pada pelumasan oli (318,97 VHN).
- **Struktur Mikro:** Kawat dengan pelumasan oli menampilkan struktur butir yang lebih halus dan seragam, menandakan distribusi tegangan dan deformasi yang lebih baik.

6. Implikasi Hasil

Hasil penelitian menegaskan bahwa pemilihan pelumas memiliki peran krusial dalam proses *wire drawing* kawat titanium. Pelumasan oli terbukti paling efektif dalam menurunkan gesekan, mengendalikan kenaikan suhu, dan meningkatkan sifat mekanik produk akhir. Data ini penting sebagai acuan industri dalam menentukan jenis pelumas yang optimal untuk menghasilkan kawat titanium dengan kualitas tinggi dan efisiensi proses yang lebih baik.

Secara keseluruhan, **oli direkomendasikan sebagai pelumas utama** dalam proses *wire drawing* kawat Ti-6Al-4V ELI karena mampu memberikan kecepatan penarikan paling stabil, kekuatan tarik dan kekerasan tertinggi, serta struktur mikro paling homogen, yang semuanya mendukung peningkatan performa dan umur pakai produk industri berbasis titanium.

- **P1:** PET 60%, serbuk kayu 30%, oli bekas 10%
- **P2:** PET 70%, serbuk kayu 10%, oli bekas 20%
- **P3:** PET 80%, serbuk kayu 5%, oli bekas 15%

Seluruh spesimen diuji sifat fisis (densitas dan daya serap air) dan sifat mekanis (kekuatan tekan), serta dilakukan uji daya apung untuk menilai hubungan antara kerapatan material dan kekuatan tekan.

1. Uji Densitas

Pengujian densitas dilakukan sesuai standar ASTM D792 untuk menentukan kerapatan material. Hasil perhitungan rata-rata ditampilkan pada Tabel 4.2 skripsi, dengan rincian sebagai berikut:

- **P1:** 0,861 g/cm³
- **P2:** 0,778 g/cm³
- **P3:** 0,875 g/cm³

Nilai densitas tertinggi terdapat pada komposisi **P3**, yaitu 0,875 g/cm³, sedangkan nilai terendah terdapat pada **P2**, yaitu 0,778 g/cm³. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan serbuk gergaji, densitas cenderung menurun karena serbuk kayu memiliki massa jenis lebih rendah daripada PET.

Penelitian ini bertujuan menilai pengaruh variasi pelumasan—oli, gemuk, dan kondisi standar tanpa pelumas tambahan—terhadap sifat mekanik dan mikrostruktur kawat titanium Ti-6Al-4V ELI yang diproses melalui *wire drawing* pada kecepatan motor menengah (1.397 rpm). Berdasarkan hasil pengujian kecepatan penarikan, uji tarik, kekerasan *Micro-Vickers*, dan pengamatan struktur mikro, diperoleh beberapa temuan penting yang dapat dibahas sebagai berikut.

1. Pengaruh Pelumasan terhadap Kecepatan Penarikan

Pelumasan berperan sebagai media pereduksi gesekan antara permukaan kawat dan dinding *dies*. Hasil penelitian menunjukkan kecepatan penarikan tertinggi diperoleh pada pelumasan oli (0,123 m/s pada reduksi 10 %), diikuti gemuk, dan yang terendah pada kondisi standar. Menurut Ardra (2016), gesekan yang tinggi akan meningkatkan gaya tarik yang dibutuhkan serta memperlambat laju penarikan. Oli memiliki viskositas yang lebih rendah dan daya sebar yang baik sehingga mampu membentuk lapisan pelindung tipis namun efektif, mengurangi gaya gesek dan mencegah kenaikan temperatur berlebih. Gemuk, walaupun memberikan pelumasan, memiliki viskositas lebih tinggi sehingga hambatan gesek relatif lebih besar, sedangkan tanpa pelumas tambahan gesekan menjadi maksimal dan menurunkan kecepatan proses.

2. Hubungan Tegangan, Regangan, dan Modulus Elastisitas

Uji tarik memperlihatkan hubungan berbanding terbalik antara regangan dan tegangan. Kawat dengan pelumasan oli memiliki tegangan tertinggi (963,97 N/mm²) dan regangan terendah (2 %), sedangkan kondisi standar menunjukkan tegangan terendah (812,52 N/mm²) dengan regangan tertinggi (8 %). Temuan ini konsisten dengan teori deformasi plastis (Callister, 2007) yang menyatakan bahwa pengurangan gesekan selama proses deformasi meningkatkan densitas dislokasi dan memperhalus butir, sehingga kekuatan tarik meningkat tetapi regangan menurun. Nilai modulus elastisitas yang lebih besar pada kawat berpelumas oli (134.082 N/mm²) menandakan tingkat kekakuan yang lebih baik, mendukung kesimpulan bahwa pelumasan optimal mampu meningkatkan kekuatan material.

3. Kekerasan Permukaan

Nilai kekerasan rata-rata *Micro-Vickers* tertinggi juga diperoleh pada pelumasan oli (318,97 VHN), diikuti gemuk (312,27 VHN), dan standar (286,70 VHN). Firman (2013) menyebutkan bahwa deformasi dingin pada proses *wire drawing* dapat meningkatkan kekerasan akibat *strain hardening*. Dengan pelumasan yang baik, deformasi plastis berlangsung lebih merata dan terkendali, menghasilkan struktur butir yang lebih halus dan padat. Hal ini menjelaskan mengapa pelumasan oli memberikan kekerasan tertinggi: gesekan rendah memungkinkan deformasi seragam sehingga memperkuat efek *work hardening*.

4. Struktur Mikro

Hasil pengamatan mikroskop optik memperlihatkan bahwa kawat dengan pelumasan

oli memiliki butir yang paling rapat dan homogen, sedangkan kawat tanpa pelumas menampilkan butir lebih besar dan tidak merata. Fitrianto (2015) menegaskan bahwa peningkatan suhu selama proses deformasi dapat mempercepat pertumbuhan butir. Pelumasan oli menurunkan gesekan dan menahan kenaikan temperatur, sehingga mencegah pertumbuhan butir berlebih dan mempertahankan struktur mikro halus yang berkontribusi pada kekuatan dan kekerasan tinggi.

5. Implikasi Industri

Hasil ini menegaskan pentingnya pemilihan pelumas yang tepat dalam proses *wire drawing* kawat titanium. Penggunaan oli memberikan keuntungan nyata:

- **Produktivitas** meningkat karena kecepatan penarikan lebih tinggi.
- **Kualitas mekanik** lebih baik, dengan kekuatan tarik dan kekerasan yang unggul.
- **Umur peralatan** lebih panjang karena gesekan dan panas berkurang, sehingga *dies* lebih awet.

Bagi industri yang memproduksi kawat titanium untuk aplikasi kedirgantaraan, medis, atau konstruksi, pemilihan pelumas berbasis oli dapat menekan biaya pemeliharaan dan meningkatkan mutu produk akhir.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh variasi pelumasan pada proses *wire drawing* kawat titanium Ti-6Al-4V ELI dengan kecepatan motor menengah (1.397 rpm), dapat disimpulkan beberapa hal penting sebagai berikut:

1. Jenis pelumasan berpengaruh signifikan terhadap proses *wire drawing*. Pelumasan oli menghasilkan kecepatan penarikan tertinggi pada setiap tahap reduksi diameter, yaitu mencapai 0,123 m/s pada reduksi 10 %, sedangkan gemuk memberikan hasil menengah dan kondisi standar tanpa pelumas menghasilkan kecepatan terendah.
2. Sifat mekanik kawat meningkat dengan pelumasan optimal. Uji tarik menunjukkan kawat berpelumas oli memiliki tegangan maksimum 963,97 N/mm² dan modulus elastisitas 134.082 N/mm² dengan regangan terendah (2 %). Nilai ini lebih tinggi dibandingkan pelumasan gemuk maupun standar, yang menandakan peningkatan kekuatan tarik dan kekakuan material.
3. Kekerasan tertinggi diperoleh pada pelumasan oli. Hasil uji *Micro-Vickers*

menunjukkan nilai kekerasan rata-rata 318,97 VHN pada kawat berpelumas oli, diikuti gemuk 312,27 VHN, dan standar 286,70 VHN. Peningkatan kekerasan berkorelasi dengan proses *work hardening* yang lebih merata akibat gesekan yang lebih rendah.

4. Pelumasan memengaruhi struktur mikro kawat. Pengamatan mikroskopik menunjukkan bahwa kawat dengan pelumasan oli memiliki butir yang lebih halus dan seragam, sedangkan gemuk dan kondisi standar memperlihatkan butir yang relatif lebih kasar dan kurang homogen. Struktur mikro yang halus berkontribusi pada kekuatan dan kekerasan yang lebih baik.

Secara keseluruhan, pelumasan oli direkomendasikan sebagai pilihan terbaik dalam proses *wire drawing* kawat titanium Ti-6Al-4V ELI karena mampu meningkatkan kecepatan penarikan, kekuatan tarik, kekerasan, dan kualitas struktur mikro. Temuan ini penting sebagai acuan industri dalam menentukan parameter pelumasan yang tepat untuk menghasilkan kawat titanium berkualitas tinggi yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi industri berteknologi maju seperti kedirgantaraan, medis, dan konstruksi presisi.

B. SARAN

- Sebelum pengujian, daya maksimum motor sebaiknya dihitung terlebih dahulu agar proses penarikan tidak gagal.
- Pemilihan material cetakan (*dies*) perlu diperhatikan, harus lebih kuat dibandingkan material kawat yang ditarik.
- Pemahaman terhadap parameter penarikan sangat penting. Peneliti berikutnya disarankan untuk lebih mempelajari karakteristik alat serta menjaga pemeliharaan mesin wire drawing.

- Variasi kecepatan penarikan sebaiknya menggunakan **speed control digital** yang dapat menampilkan putaran motor secara akurat sehingga data yang diperoleh lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Asfarizal. (2012). *Pengaruh Sudut Cetakan terhadap Kualitas Produk Wire Drawing. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 3(1), 112–118.
- Callister, W. D. (2007). *Materials Science and Engineering: An Introduction (7th ed.)*. John Wiley & Sons.
- Essam, M., Ali, S., & Rahman, K. (2020). *Effect of Lubrication on Mechanical Properties of Drawn Metal Wires. International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 107(5), 1825–1834. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04883-0>
- Firman, R. (2013). *Proses Wire Drawing dan Pengaruhnya terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon. Jurnal Rekayasa Material*, 5(1), 23–30.
- Fitrianto, B. (2015). *Karakteristik Paduan Titanium Ti-6Al-4V untuk Aplikasi Industri Kedirgantaraan dan Medis. Jurnal Sains dan Teknologi Material*, 4(2), 77–84.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Widi, H. (2008). *Aplikasi Kawat Logam pada Industri Modern. Jurnal Teknologi dan Manufaktur*, 2(3), 15–22.