

**ANALISA PENGARUH REDUKSI KAWAT Ti6Al4V-ELI PADA PROSES  
WIRE DRAWING DENGAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR TINGGI  
TERHADAP VARIASI PELUMASAN**

Ahmad Dayu<sup>1)</sup> Iqbal<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, <sup>2)</sup>Universitas Bung Hatta (UBH)

Jl. Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Padang, Sumatera Barat 25143

Email : [ahmad060302@gmail.com](mailto:ahmad060302@gmail.com)<sup>1)</sup> Email : [iqbalbatuah@bunghatta.ac.id](mailto:iqbalbatuah@bunghatta.ac.id)<sup>2)</sup>

**Abstrak**

Ti-6Al-4V ELI Titanium alloy (juga dikenal sebagai Ti 6-4 ELI dan Grade 23) adalah varian interstisial ekstra rendah dari Ti 6AL-4V, memungkinkannya untuk penggunaan umum di ruang biomedis. Kombinasi bobot rendah, daya tahan, dan ketahanan korosi menjadikan 6Al-4V ELI logam yang sempurna untuk perangkat medis dan implan. Ti 6Al-4V ELI terutama berbasis titanium, dengan aluminium dan vanadium sebagai sifat kimia utama lainnya. Pengaruh Variasi Pelumasan dengan menggunakan metode penarikan kecepatan konstan Terhadap Sifat Mekanis Kawat Titanium Dalam Proses *Wire Drawing* Untuk itu perlu dilakukan Uji *Wire Drawing*, dan Uji Kekerasan. Pada Uji *Wire Drawing* menggunakan tiga pelumasan yaitu oli, gomok dan minyak goreng karena merupakan salah satu parameter pengujian yang mungkin akan berpengaruh pada hasil spesimen yang telah diuji sehingga memiliki daya guna yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan teknologi dan menjadi material alternatif sebagai pengganti kawat baja yang digunakan pada bidang ortodonti. Jadi setelah melakukan penarikan wire drawing dengan menggunakan pelumas sangat mempengaruhi terhadap kecepatan penarikan dan juga berpengaruh kepada sifat mekanis dari kawat Ti6Al4V-ELI akan meningkat dari segi kekuatan ,kekakuan dan kekerasan lalu keuletan kawat berkurang.

**Kata kunci:** *Wire Drawing*, Ti6Al4V-ELI, Uji kekerasan vickers, Variasi Pelumasan.

### ***Abstract***

*Ti-6Al-4V ELI Titanium alloy (also known as Ti 6-4 ELI and Grade 23) is an extra-low interstitial variant of Ti 6AL-4V, enabling it for general use in biomedical spaces. The combination of low weight, durability and corrosion resistance makes 6Al-4V ELI the perfect metal for medical devices and implants. Ti 6Al-4V ELI is primarily titanium based, with aluminum and vanadium as other major chemical properties. The Effect of Lubrication Variations using the constant speed drawing method on the Mechanical Properties of Titanium Wire in the Wire Drawing Process For this reason, it is necessary to carry out a Wire Drawing Test, and a Hardness Test. The Wire Drawing Test uses three lubricants, namely oil, grease and cooking oil because it is one of the test parameters that might affect the results of the specimens that have been tested so that they have usability that can be used for technology development and become alternative materials as a substitute for steel wire used. in the field of orthodontics. So after pulling the wire using a lubricant, it greatly affects the speed of withdrawal and also affects the mechanical properties of the Ti6Al4V-ELI wire, which will increase in terms of strength, stiffness and hardness and then decrease ductility. Keywords: Wire Drawing, Pure Titanium, Mechanical Properties, Lubrication Variations.*

**Keywords:** Wire Drawing, Ti6Al4V-ELI, Vickers hardness test, Lubrication variation.

## PENDAHULUAN

Perkembangan pada berbagai bidang sangat mempengaruhi kehidupan sehari-hari manusia melalui perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi pada zaman ini. Ia juga memberi dampak yang sangat besar terhadap berbagai bidang. Kawat atau istilah lainnya *wire* pada umumnya banyak digunakan dalam dunia industry pada masa ini. Kawat sangatlah penting keberadaannya dalam dunia industry, dikarenakan ia sering digunakan dalam berbagai bidang diantaranya adalah seperti : konstruksi bangunan, jaringan listrik, bidang permesinan, elektronika, telekomunikasi dan lain-lain lagi. Oleh itu, di dalam dunia industry kawat tidak boleh dipisahkan keberadaannya (I Komang, 2008).

Penggunaan kawat dengan diameter yang besar adalah sangat penting karena bisa mendapatkan kawat yang kuat dan tidak patah atau putus. Tentulah cara ini tidak begitu efisien karena ia akan memakan banyak kawat-kawat sewaktu dalam proses produksi dilakukan. Oleh karena itu, para produsen lebih memilih untuk menggunakan proses

penarikan kawat (*wire drawing*). Penarikan kawat (*wire drawing*) dilakukan dengan cara menarik sebuah batang logam yang panjang dan diameter tertentu yang dimasukkan kedalam sebuah lubang cetakan (*dies*) yang lebih kecil (I Komang, 2008).

Titanium adalah salah satu logam yang paling berlimpah di planet ini, titanium ini diposisikan keempat umumnya melimpah di bumi setelah aluminium, besi, dan magnesium. selain itu, titanium juga merupakan salah satu komponen terbesar ke-9 (menetapkan 0,63% dari penutup dunia).

Titanium Ditemukan pada tahun 1791 di Inggris oleh Pendeta William Gregor, yang bernama *ilmenit*. Komponen ini ditemukan kembali beberapa saat kemudian oleh Ilmuwan Jerman Heinrich Klaporth sebagai rutil. Logam titanium tidak pernah diamati sendirian, esensinya terkait 100% dari waktu ke waktu dengan mineral yang berbeda seperti rutil, *ilmenit*, *leucosene*, *anatase*, *brookite*, *perovskite*, dan *sphene* yang ditemukan di titanat dan beberapa mineral besi. Titanium juga ditemukan di batu bara, puing-puing, tanaman, dan dalam tubuh manusia (Carp et al., 2004).

Pada penelitian ini, akan dilakukan eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi pelumas terhadap reduksi kawat Ti6Al4V dalam proses wire drawing dengan kecepatan putaran motor wire drawing tinggi.

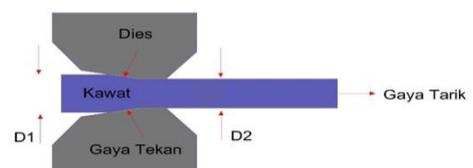
### TINJAUAN PUSTAKA

Ti-6Al-4V ELI Titanium alloy (juga dikenal sebagai Ti 6-4 ELI dan Grade 23) adalah varian interstisial ekstra rendah dari Ti 6Al-4V, memungkinkannya untuk penggunaan umum di ruang biomedis. Kombinasi bobot rendah, daya tahan, dan ketahanan korosi menjadikan 6Al-4V ELI logam yang sempurna untuk perangkat medis dan implan. Ti 6Al-4V ELI terutama berbasis titanium, dengan aluminium dan vanadium sebagai sifat kimia utama lainnya. Spesifikasi standar untuk Grade 23 termasuk AMS 4907, AMS 4930, Mil-T 9047 dan banyak lagi.

**Tabel 1.** modulus elastisitas dan poisson ratio alloy titanium

Material	Modulus of elasticity		Poisson's ratio
	GPa	10 <sup>6</sup> psi	
Titanium alloys			
Commercially pure:	103	14.6	0.34
Alloy Ti-5Al-2.5Sn:	110	16	0.34
Alloy Ti-6Al-4V:	114	16.5	0.34

Proses wire drawing adalah salah satu proses manufaktur yang paling sederhana. Prinsip dasar proses wire drawing adalah dengan cara mengurangi luas penampang awal kawat menjadi lebih kecil dengan bantuan dies. Besarnya reduksi atau pengurangan luas penampang pada setiap proses wire drawing sangat beragam, hal tersebut sangat bergantung pada kebutuhan terhadap hasil akhir kawat yang diinginkan serta parameter pengerjaannya. Semakin besar persentase reduksi pada suatu proses wire drawing maka waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan proses tersebut akan semakin cepat (Firman, 2013).



**Gambar 1.** Proses Penarikan Kawat.

## Parameter Yang digunakan

### Luas penampang kawat

$$A = \frac{\pi}{4} \times D_0^2$$

Keterangan :

A = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

D<sub>0</sub> = Diameter Awal (mm)

### Reduksi Kawat

$$r = 1 - \left( \frac{D_1}{D_0} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

r = Reduksi kawat

D<sub>1</sub> = Diameter akhir kawat (mm)

D<sub>0</sub> = Diameter awal kawat (mm)

### Proses Perhitungan Kecepatan

#### Kawat

$$V = \frac{L_0}{t}$$

keterangan :

V = Kecepatan Kawat Ti6Al4V  
(cm/s)

L<sub>0</sub> = Panjang Awal Kawat  
Ti6Al4V (cm)

t = Waktu (s)

## Perhitungan Regangan (*Elongation*)

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

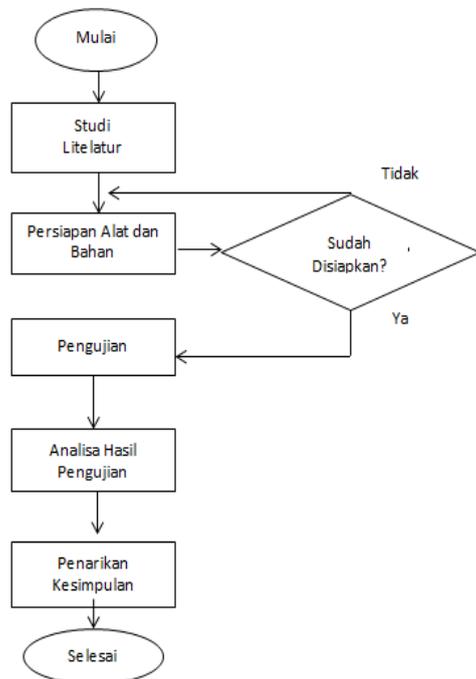
Keterangan:

ε = Regangan sampel (Elongation)(%)

L<sub>1</sub> = Panjang Akhir Kawat Ti6Al4V-  
ELI (mm)

L<sub>0</sub> = Panjang awal Kawat Ti6Al4V  
(mm)

## METODE PENELITIAN



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini menggambarkan proses pelaksanaan selama penelitian dilakukan. Mesin penarikan kawat tersebut terdiri dari rangka, motor AC, gear box, drum penarik kawat, panel, inverter vsd (*variable speed drive*), thermostat, oli pelumas, gemuk pelumas dan cetakan (*dies*).

## Proses Pengerjaan Wire

### Drawing

1. Siapkan kawat Titanium dengan diameter 2,00 mm.
2. Kurangi diameter bagian ujung kawat sampai mencapai bentuk tirus dengan cara gerinda ujung kawat hingga bisa masuk ke lubang cetakan.
3. Masukkan kawat pada lubang cetakan dan tarik kawat Titanium hingga mencapai drum penarik.
4. Jepitkan kawat titanium pada lubang drum penarik.
5. Hubungkan mesin *wire drawing* ke sumber energi listrik.
6. Sebelum mesin dihidupkan atur kecepatan penarikan kawat sesuai *variable* kecepatan yang ditentukan.
7. Hidupkan Mesin *Wire drawing*.
8. Amati proses penarikan sampai penarikan kawat selesai.
9. Catat waktu penarikan kawat.



**Gambar 3.** Alat Penarikan Kawat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

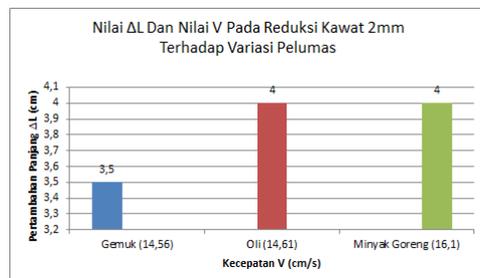
### Reduksi pada penarikan kawat

**Tabel 2.** Wire Drawing Reduksi 1 dengan Kawat 2,0 mm dan Dies 1,8 mm

No	Pelumas	R <sub>1</sub> (cm)	L <sub>0</sub> (cm)	L <sub>1</sub> (cm)	T (s)	PH (s)	V (cm/s)	ΔL (cm)
1	Gemuk	82	60	63,5	4,12	30	14,56	3,5
2	Oli	80	58	62	3,6	30	16,1	4
3	Minyak Goreng	79	57	61	3,9	30	14,61	4

**Tabel 3.** Wire Drawing Reduksi 1 dengan Kawat 1,8 mm dan Dies 1,6 mm

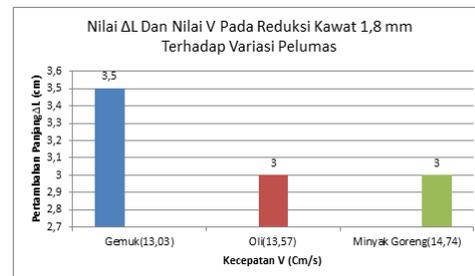
No	Pelumas	R <sub>1</sub> (cm)	L <sub>0</sub> (cm)	L <sub>1</sub> (cm)	T (s)	PH (s)	V (cm/s)	ΔL (cm)
1	Gemuk	80	58	61,5	4,45	30	13,03	3,5
2	Oli	79,5	57,5	60,5	3,9	30	14,74	3
3	Minyak Goreng	79	57	60	4,2	30	13,57	3



**Grafik 1.** Nilai ΔL Dan Nilai V Pada Reduksi Kawat 2 mm Terhadap Variasi Pelumas Gemuk, Oli, Dan Minyak Goreng

Nilai ΔL pada kawat Ti6AL4V-ELI dan nilai V pada setiap penambahan reduksi terhadap variasi pelumas. Pada pelumas gemuk terjadi penambahan panjang sebanyak 3,5cm dan memiliki nilai kecepatan 14,56 cm/s. Pada pelumas oli terjadi penambahan sebanyak 4 cm dan memiliki nilai kecepatan 14,61 cm/s. Pada pelumas minyak goreng terjadi

pertambahan panjang sebanyak 4cm dan memiliki nilai kecepatan 16,1 cm/s.



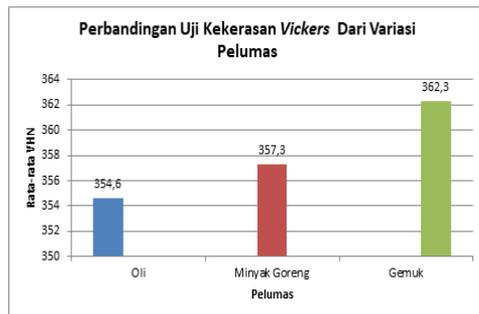
**Grafik 2.** Nilai ΔL Dan Nilai V Pada Reduksi kawat 1,8 mm Terhadap Variasi Pelumas Gemuk, Oli, Dan Minyak Goreng

Nilai ΔL pada kawat Ti6AL4V-ELI dan nilai V pada setiap penambahan reduksi terhadap variasi pelumas. Pada pelumas gemuk terjadi penambahan panjang sebanyak 3,5cm dan memiliki nilai kecepatan 13,03 cm/s. Pada pelumas oli terjadi penambahan sebanyak 3 cm dan memiliki nilai kecepatan 13,57 cm/s. Pada pelumas minyak goreng terjadi penambahan panjang sebanyak 3cm dan memiliki nilai kecepatan 14,71 cm/s.

### Uji Kekerasan Pada Kawat Ti6Al4V-ELI

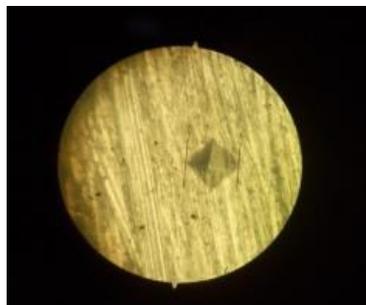
**Tabel 4** Uji Kekerasan Pada Kawat Titanium

Spesimen	Titik Pengujian	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	VHN	Rata-rata VHN
Oli	1	73,44	74,2	352	354,6
	2	72,33	73,21	358	
	3	72,64	73,97	354	
Minyak Goreng	1	73,23	75,37	356	357,3
	2	74,54	76,88	357	
	3	71,54	73,55	359	
Gemuk	1	73,53	74,04	361	362,3
	2	72,42	73,61	364	
	3	71,88	73,84	362	

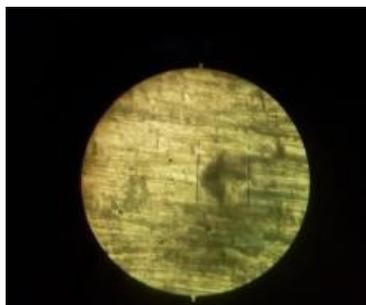


**Grafik 3.** Perbandingan Uji Kekerasan Vickers Dari Variasi Pelumas.

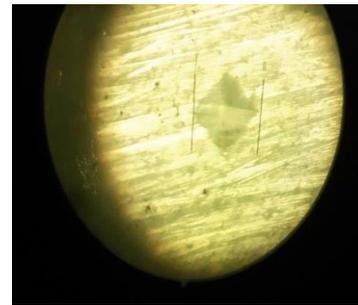
Dari Grafik Diatas dapat diketahui bahwa nilai uji kekerasan Vickers pada pelumas oli didapatkan nilai 354,6 , selanjutnya pada pelumas minyak goreng diperoleh nilai 357,3, dan pada pelumas gemuk diperoleh nilai kekerasan 362,3 .



**Gambar 4.** Jejak Hasil Uji Kekerasan Vickers Menggunakan Pelumas Gemuk



**Gambar 5.** Jejak Hasil Uji Kekerasan Vickers Menggunakan Pelumas Oli



**Gambar 6.** Jejak Hasil Uji Kekerasan Vickers Menggunakan Pelumas Minyak Goreng

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan pengolahan data yang diperoleh dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Reduksi 1 dengan Diameter Kawat 2 mm dan Dies 1,8 mm pada variasi pelumasan gemuk dengan panjang 60cm dan waktu 4,12 s diperoleh nilai kecepatan 14,56cm/s. Pelumasan oli dengan panjang 58 dan waktu 3,6 s maka di peroleh kecepatan 16,1cm/s, Dan pelumas minyak goreng dengan panjang 57 cm dan waktu 3,9 s diperoleh kecepatan 14,61 cm/s.
2. Reduksi 2 dengan Diameter Kawat 1,8 mm dan Dies 1,6 mm pada variasi pelumasan gemuk dengan panjang 58cm dan waktu 4,45 s diperoleh nilai kecepatan 13,03cm/s. Pelumasan oli dengan panjang 57,5cm dan waktu 3,9 s maka di peroleh kecepatan 14,74cm/s, Dan pelumas minyak goreng dengan panjang 57 cm dan

waktu 4,2 s diperoleh kecepatan 13,57 cm/s.

3. Sifat mekanik kawat Ti6Al4V-Eli hasil penarikan kawat atau *wire drawing* dengan menggunakan pelumas oli memiliki kekerasan VHN 354,6, sedangkan menggunakan pelumas gemuk VHN 357,3 dan pelumas minyak goreng VHN 362,3.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba, 2022. "Mesin Gerinda Tangan: Fungsi, Bagian, Dan Penggunaan" <https://cilacapklik.com/2022/02/mesingerindatangan.html>, diakses pada 19 Februari 2022 pukul 08.00.
- Ardra. 2016. "Rancangan Reduksi Pada Penarikan Kawat, Wire Drawing". <https://ardra.biz/topik/pengertianprosespenarikan-kawat-wire-drawin/>.
- Asfarizal. 2012, Pengaruh Variasi Sudut Dies Terhadap Penarikan Kawat Aluminium. *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 2, No. 1, 41-48.
- Carp, O., Huisman, C. L., & Reller, A. (2004). *Photoinduced reactivity of titanium dioxide*. 32, 33–177. <https://doi.org/10.1016/j.progsolidstchem.2004.08.001>
- Darmanto, 2011, Mengenal Pelumas Pada Mesin, Jurnal Momentum, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Da Rocha, S. S., Adabo, G. L., Henriques, G. E. P., & Nóbilo, M. A. D. A. (2006). Vickers hardness of cast commercially pure titanium and Ti-6Al-4V alloy submitted to heat treatments. *Brazilian Dental Journal*, 17(2), 126–129.
- Devis, Joseph R. 1995, : *Tool Material (Asm Speciality Handbook)*. Ohio : ASM International
- I Komang Widi. 2008, Analisis Simulasi Pengaruh Sudut Cetakan Terhadap Gaya Dan Tegangan Pada Proses Penarikan Kawat Tembaga Menggunakan Program Ansys 8.0. *Jurnal Flywheel*, Volume 1, Nomor 2.

- Martin, V., & Affi, J. (2014). *Karakteristik Mekanik dan Struktur Mikro Kawat Titanium sebagai Fungsi Tingkat Deformasi untuk Aplikasi Restorasi Gigi. Snttm Xiii*, 15–16.
- M. Bahar Fitrianto, 2015. Pengujian Koefisien Gesek Permukaan Plat Baja St 37 Pada Bidang Miring Terhadap Viskositas Pelumas Dan Kekerasan Permukaan. *Jurnal. Momentum*, Vol. 11, No. 1, Hal. 13-18
- Mohammad Firman, Mahros Darsin, Hari Arbiantara B, 2013. Analisis Kekuatan Tarik dan Kekasaran Kawat Tembaga Hasil Drawing akibat Variasi Persentase Reduksi, *Jurnal ROTOR*, Volume 6 Nomor 1
- Pratiwi, Ernisa, 2012. “*Stopwatch*”, <http://ernisa-pratiwi.blogspot.com/2012/03/Stopwatch.html>
- Putri Arifiani dan Erwin Siregar, 2016. Karakteristik kawat TMA (titanium molybdenum alloy) dan penggunaannya dalam perawatan ortodonti, *MKGK.* ; 2(3): 163-171
- Vassimon, Rua Leda, 2000. “Modulus of elasticity and Poisson's coefficient of non-ferrous metals”.<https://sonelastic.com/en/fundamentals/tables-of-materials-properties/nonferrousmetals.htm>. Diakses pada 9 November 2021 pukul 14.25.

