

# STUDI EKSPERIMENTAL SIFAT MEKANIS NiTi AKIBAT PROSES WIRE DRAWING PADA KECEPATAN PUTARAN RENDAH TERHADAP VARIASI PELUMAS

Muhamad Varhan<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 : [muhammadfarhanbta13@gmail.com](mailto:muhammadfarhanbta13@gmail.com)<sup>1)</sup> Email : [iqbalbatuah@bunghatta.ac.id](mailto:iqbalbatuah@bunghatta.ac.id)<sup>2)</sup>

## **Abstract**

Penggunaan titanium dalam industri terus berkembang karena sifat mekaniknya yang sangat baik, termasuk kekuatan spesifik yang tinggi, ketangguhan patah yang sangat baik, dan ketahanan korosi yang baik. Pada penelitian ini, akan di lakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis NiTi akibat proses wire drawing pada kecepatan putaran rendah terhadap variasi pelumas. Untuk itu perlu dilakukan analisis komposisi, Wire Drawing dan Uji Kekerasan yang di miliki suatu kawat NiTi sehingga memiliki daya guna yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan teknologi dan menjadi material alternatif.

**Kata kunci:** NiTi, Variasi Pelumas, Wire Drawing.

## **Abstract**

*The use of titanium in industry continues to grow because of its excellent mechanical properties, including high specific strength, excellent fracture toughness, and good corrosion resistance. In this study, a test will be carried out which aims to determine the mechanical properties of NiTi due to the wire drawing process at low rotational speeds on variations in lubricants. For this reason, it is necessary to analyze the composition, Wire Drawing and Hardness Test of a NiTi wire so that it has usability that can be utilized for technology development and becomes an alternative material.*

**Keywords:** NiTi, Lubricant Variations, Wire Drawing.

---

## **PENDAHULUAN**

Penggunaan titanium dalam industri terus berkembang karena sifat mekaniknya yang sangat baik, termasuk kekuatan spesifik yang tinggi, ketangguhan patah yang sangat baik, dan ketahanan korosi yang baik. Pembuatan komponen titanium dengan proses pemesinan konvensional sulit dan mahal. Itu kemampuan mesin titanium dan paduannya umumnya buruk karena beberapa sifat yang melekat pada material. Misalnya, titanium dan paduannya memiliki termal yang rendah konduktivitas, yang meningkatkan suhu pada

antarmuka alat/benda kerja dan menciptakan panas yang lebih besar konsentrasi pada ujung tombak alat. Ini mengakibatkan kegagalan alat yang cepat atau penurunan produktivitas karena kecepatan potong yang lebih lambat diperlukan untuk mengatasi masalah pembangkit panas. (Fude Wang.2012)

Aktivitas kimia yang tinggi titanium dan paduannya juga memiliki kecenderungan untuk menyebabkan adhesi ke alat pemotong selama pemesinan, yang menyebabkan chipping dan kegagalan alat prematur. Selain itu, produksi titanium dan paduannya mahal jika dibandingkan dengan banyak logam lain

karena: kompleksitas proses ekstraksi dan pemurnian. Pemanfaatan material yang buruk oleh pemrosesan konvensional proses lebih lanjut menyebabkan biaya tinggi. Dengan lanjutan kebutuhan untuk mengurangi biaya pembuatan titanium komponen paduan, lebih banyak minat telah condong ke metode manufaktur non konvensional, seperti aditif pembuatan. (Fude Wang.2012)

Penarikan kawat pada dasarnya adalah pembentukan sebuah logam, yang memungkinkan produsen untuk menghasilkan produk akhir yang hampir bersih hanya dengan satu lintasan, dibandingkan dengan beberapa melewati yang dibutuhkan oleh proses penarikan tradisional. Di masa lalu 40 tahun, sejak karya awal Weiss dan Kot 1, banyak peneliti berteori tentang kemungkinan manfaat yang terkait dengan menggambar tanpa kematian yang sukses. Manfaat ini termasuk penghapusan die dan pelumasan yang mahal serta gaya gesekan yang tinggi pada antarmuka alat/mati. Manfaat lain yang mungkin termasuk pengurangan jumlah lintasan yang diperlukan untuk menghasilkan bagian yang sama jika dibandingkan dengan penarikan konvensional. Dengan konvensional penarikan, diameter kawat dikurangi dengan menariknya melalui mati berbentuk kerucut. Sebaliknya, penarikan kawat dieless menggunakan kombinasi pemanasan, peregangan, dan pendinginan untuk memanipulasi pengurangan lokal sementara pada tegangan aliran yang terkait dengan fase pemanasan. (M.D.Naughton.2009)

Diameter kawat dapat dikontrol dan dipertahankan dengan mengatur kecepatan kawat saat masuk dan meninggalkan zona deformasi masuk dan keluar hubungan aksial. Secara teori, proses menggambar kawat dieless tampak sederhana dan dapat dicapai; namun, proses saling ketergantungan yang rumit seperti suhu, regangan, dan kontrol kecepatan telah menyebabkan kegagalan komersial. (M.D Naughton.2009)

Pada penelitian ini, akan dilakukan

pengujian yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis NiTi akibat proses wire drawing pada kecepatan putaran rendah terhadap variasi pelumas. Untuk itu perlu dilakukan analisis komposisi, Wire Drawing dan Uji Kekerasan yang dimiliki suatu kawat NiTi sehingga memiliki daya guna yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan teknologi dan menjadi material alternatif.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Paduan NiTi**

Paduan titanium banyak digunakan dalam industri kedirgantaraan, kimia, dan medis karena kekuatannya yang tinggi dan korosi yang sangat baik resistensi salah satunya paduan NiTi. Paduan Niti merupakan perpaduan logam Ni (Nikel) dengan logam Ti (Titanium). Paduan ini terdiri dari 2 Fasa, yaitu fasa padatan dan fasa berpori. Kedua jenis fasa NiTi ini memiliki sifat-sifat yang hampir sama, hanya saja jenis paduan NiTi berpori memiliki biokompatibilitas yang bagus terhadap jaringan tubuh dan memiliki struktur pori yang sesuai untuk implant dan transport cairan tubuh. Selain itu paduan NiTi berpori merupakan paduan yang aman untuk digunakan sebagai implan, Oleh karena itu paduan NiTi berpori ini banyak digunakan sebagai bio material yang diaplikasikan dalam bidang biomedis,.

Titanium murni dan paduan titanium sekarang yang paling banyak bahan logam yang menarik untuk aplikasi biomedis. Ti-6Al-4V telah menjadi paduan titanium biomedis utama untuk waktu yang lama. Jenis paduan baru seperti Ti-6Al-7Nb dan Ti-5Al-2.5Fe telah, Namun, baru-baru ini dikembangkan karena masalah toksisitas elemen dalam paduan Ti-6Al-4V dan pengembangan kinerja yang diperlukan dari paduan. Paduan titanium biomedis dengan jauh lebih besar biokompatibilitas telah diusulkan dan saat ini sedang dikembangkan. Mereka terutama tipe b paduan yang terdiri dari unsur-unsur tidak beracun. tipe b paduan memiliki biokompatibilitas yang lebih besar karena modulusnya jauh lebih sedikit daripada paduan tipe

a+b seperti Ti-6Al-4V dan seterusnya. Mereka juga bisa mendapatkan keseimbangan kekuatan dan ketangguhan yang lebih besar dibandingkan dengan paduan tipe a+b. (Mitsuo Niinomi,1998)

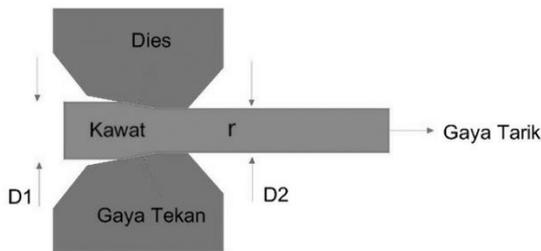
➤ **Karakteristik NiTi**

Karakteristik material berpori khususnya paduan NiTi untuk keperluan biomedis memiliki porositas sebesar 30-70%, ukuran pori diatas 100nm (>100um) yang sesuai dengan syarat optimum ukuran pori untuk implant yaitu 50-300um dan harus memiliki kemampuan ikatan yang baik antara material implant dengan pori (Itin et al, 1994)

**2.2 Penarikan Kawat (Wire Drawing)**

➤ **Penarikan Kawat**

Penarikan kawat adalah proses pembentukan logam untuk mereduksi diameter material dengan cara melakukan penarikan melalui sebuah lubang cetakan (*dies*) maka gesekan akan terjadi antara permukaan luar batang logam yang ditarik (kawat) dan permukaan dalam lubang cetakan (*dies*) *wiredrawing*. Akibat dari penarikan kawat maka sifat mekanik kawat (kekuatan, kekakuan, dan kekerasan) meningkat dan keuletan kawat berkurang.



**Gambar 1.** Proses Penarikan Kawat

a. Tujuan utama dari penarikan kawat adalah untuk mengecilkan diameter batang kawat, wire rod. Batang Kawat berdiameter D1 direduksi dengan memberi gaya tarik melalui cetakan menjadi kawat berdiameter D2. Sehingga terjadi reduksi area atau pengurangan

luas penampang .Gaya penarikan

**2.3 Pelumasan (Lubricant)**

1. Gemuk

Pelumasan Gemuk adalah pelumas konsisten yang dibuat dari oli dasar dan pengental yang dipilih secara khusus. Untuk meningkatkan sifat tertentu, aditif ditambahkan ke dalam gemuk pelumas. Gemuk pelumas adalah elemen struktural, terutama jika digunakan sebagai pelumas dengan masa pakai lama untuk pelumasan seumur hidup.

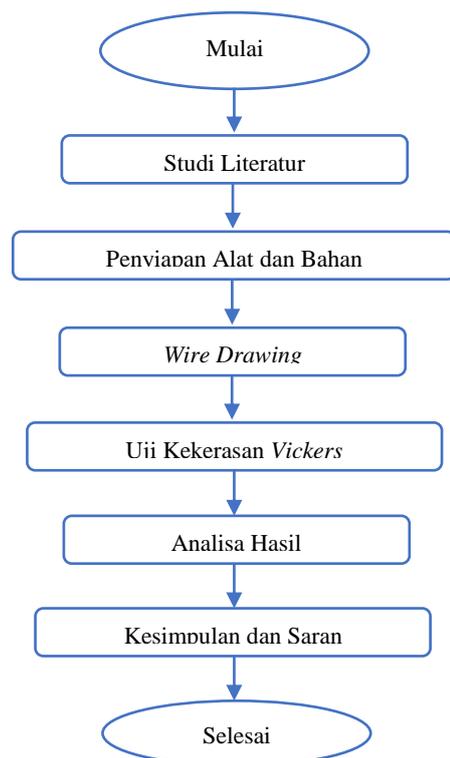
2. Minyak Goreng

Minyak kelapa sawit/palm oil, dibuat secara pemurnian multi proses yang menghasilkan minyak dengan warna kuning alami karena beta-karoten.

3. Oli

Pelumas berfungsi sebagai lapisan pelindung yang memisahkan dua permukaan yang berhubungan. Umumnya pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah oli

**METODOLOGI 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 dan cetakan (*dies*).



Gambar 3. Alat Penarikan Kawat

### Proses Pengerjaan Wire Drawing

1. Siapkan kawat Titanium dengan diameter 3,5 mm.
2. Kurangi diameter bagian ujung kawat sampai mencapai bentuk tirus dengan cara gerinda ujung kawat hingga bisa masuk kelubang 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 di tentukan
7. Hidupkan mesin *Wire Drawing*
8. Amati proses penarikan sampai penarikan kawat selesai.
9. Catat waktu yang diperlukan untuk penarikan kawat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Reduksi pada Proses Wire Drawing

## 1 Reduksi Pada Proses Wire Drawing

Tabel 1. Data Hasil Reduksi 1 dengan Kawat 2,2 mm dan Dies 2,0 mm

No	Pelumas	R1 (cm)	L <sub>o</sub> (cm)	L <sub>1</sub> (cm)	t (s)	TH (s)	V (cm/s)
1	Gemok	130	108	125	6,46	11,24	16,71
2	Oli	130	108	129	6,74	19,20	16,02
3	Minyak Goreng	130	108	128	6,98	20,01	15,47

Tabel 2 Data Hasil Reduksi 2 dengan Kawat 2,0 mm dan Dies 1,8 mm

No	Pelumas	R1 (cm)	L <sub>o</sub> (cm)	L <sub>1</sub> (cm)	t (s)	TH (s)	V (cm/s)
1	Gemok	109	87	109	5,97	15,20	14,57
2	Oli	111	89	110	6,11	16,44	14,56
3	Minyak Goreng	87	65	73	4,27	23,10	15,22

Untuk Mendapatkan nilai (v) maka dapat di rumuskan:

$$V = L_0/t \quad (1)$$

Dimana:

V = Kecepatan Penarikan Kawat Cp Ti (m/s)

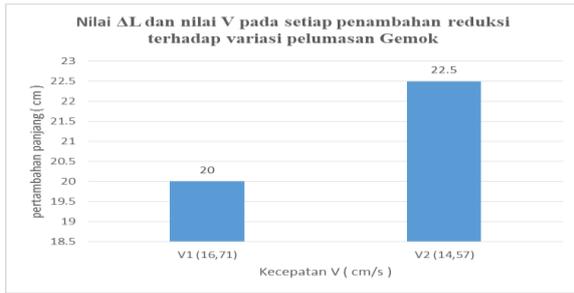
L<sub>o</sub> = Panjang Awal Kawat Cp Ti (mm)

t = Waktu (s)

Tabel 3 Nilai ΔL dan nilai V pada setiap penambahan reduksi pada variasi pelumas

Reduksi	Kecepatan V (cm/s)	Pertambahan panjang ΔL (cm)
1	16,71	20
2	14,57	22,5

Gemok



**Gambar 4.** Nilai  $\Delta L$  dan nilai V pada setiap penambahan reduksi terhadap variasi pelumasan Gemok

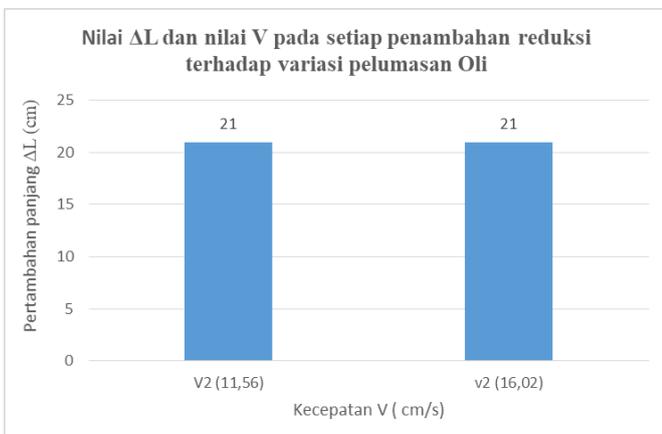
Keterangan :

Nilai  $\Delta L$  pada kawat NiTi dan nilai V Pada setiap penambahan reduksi terhadap variasi pelumas gemok Saat Reduksi 1 adalah pertambahan panjang 20 cm dan memiliki nilai kecepatan 16,71 cm/s. Saat Reduksi 2 adalah

Reduksi	Kecepatan V (cm/s)	Pertambahan panjang $\Delta L$ (cm)
1	11,56	21
2	16,02	21

pertambahan panjang 22,5 cm dan memiliki nilai kecepatan 14,57 cm/s.

**Tabel 4** Nilai  $\Delta L$  dan nilai V pada setiap penambahan reduksi pada variasi pelumasan Oli



**Gambar 5** Nilai  $\Delta L$  dan nilai V pada setiap penambahan reduksi terhadap variasi pelumasan Oli

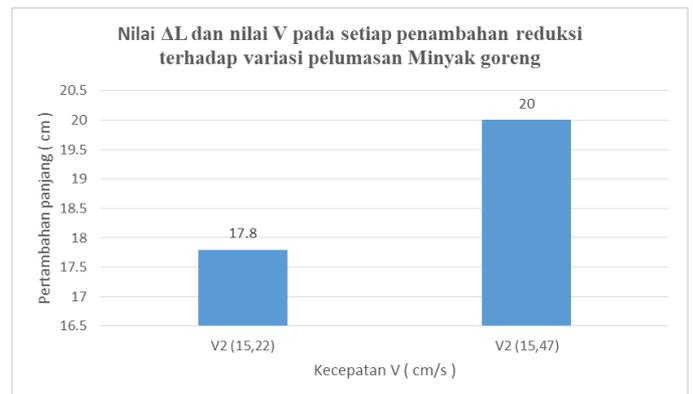
Keterangan :

Nilai  $\Delta L$  pada kawat NiTi dan nilai V

Reduksi	Kecepatan V (cm/s)	Pertambahan panjang $\Delta L$ (cm)
1	15,22	17,8
2	15,47	20

Pada setiap penambahan reduksi terhadap variasi pelumas Oli Saat Reduksi 1 adalah pertambahan panjang 21 cm dan memiliki nilai kecepatan 11,56 cm/s. Saat Reduksi 2 adalah pertambahan panjang 21 cm dan memiliki nilai kecepatan 16,02 cm/s.

**Tabel 5** Nilai  $\Delta L$  dan nilai V pada setiap penambahan reduksi pada variasi pelumasan Minyak Goreng



**Gambar 6** Nilai  $\Delta L$  dan nilai V pada setiap penambahan reduksi terhadap variasi pelumasan Minyak Goreng

Keterangan :

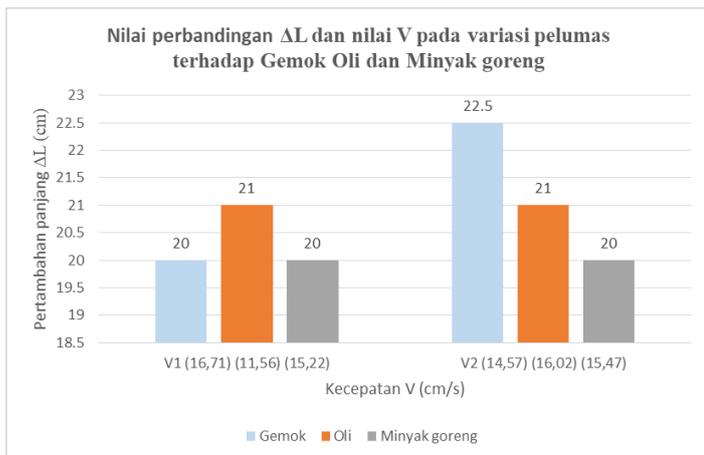
Nilai  $\Delta L$  pada kawat NiTi dan nilai V

Reduksi	Kecepatan V (cm/s)			Pertambahan panjang $\Delta L$ (cm)		
	Gomok	Oli	M. Goreng	Gomok	Oli	M. Goreng
1	16,71	11,56	15,22	20	21	20
2	14,57	16,02	15,47	22,5	21	20

Pada setiap penambahan reduksi terhadap

variasi pelumas Minyak Goreng Saat Reduksi 1 adalah pertambahan panjang 17,8 cm dan memiliki nilai kecepatan 15,22 cm/s. Saat Reduksi 2 adalah pertambahan panjang 20 cm dan memiliki nilai kecepatan 15,45 cm/s.

**Tabel 6** Nilai perbandingan  $\Delta L$  dan nilai V pada variasi pelumasan terhadap Gemok Oli dan Minyak Goreng



**Gambar 7** Nilai perbandingan  $\Delta L$  dan nilai V pada variasi pelumasan terhadap Gemok Oli dan Minyak Goreng

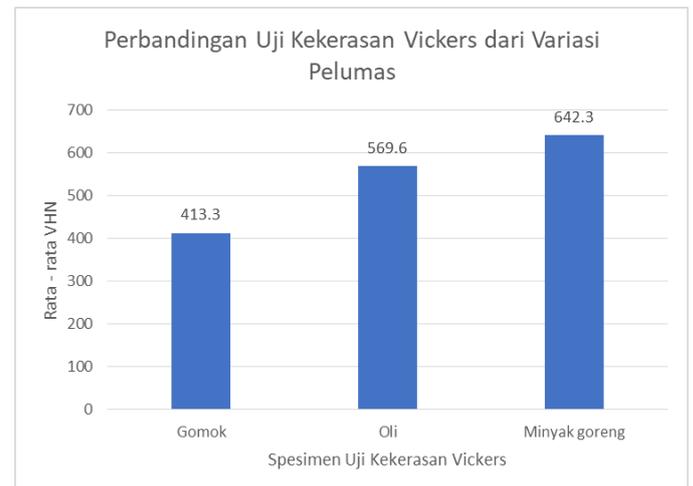
Keterangan :

Nilai Perbandingan  $\Delta L$  dan nilai V pada pelumas. Pada grafik Gemok, Oli, Minyak goreng ini dapat kita simpulkan semakin bertambahnya reduksi pada R1,R2 maka terjadinya pertambahan panjang pada kawat NiTi Setiap penambahan reduksi.

Pada grafik mengalami penurunan di karenakan ketika melakukan pengujian sering mengalami putus saat mereduksi atau gagal dalam melakukan penarikan. Oleh sebab itu dilakukan secara berulang – ulang supaya terjadinya reduksi pada pengujian *wire drawing*.

**Tabel 7** Perbandingan Uji Kekerasan Vickers dari Variasi pelumas

Variasi Pelumas	Rata-rata VHN
Gemok	413,3
Oli	569,6
Minyak goreng	642,3



**Gambar 8** Perbandingan Uji Kekerasan Vickers dari Variasi pelumas

Keterangan:

Dilihat pada grafik diatas untuk Spesimen Gemok di dapatkan rata-rata VHN 413,3 untuk Spesimen Oli didapatkan rata-rata VHN 569,6 dan Spesimen Minyak Goreng didapatkan rata-rata VHN 642,3 sehingga dapat di kesimpulan kekerasan yang tertinggi berada pada minyak goreng pada kawat NiTi yang telah di Uji Kekerasan Vickers.

## KESIMPULAN

- Berdasarkan pengujian dan pengolahan data yang diperoleh dapat ditarik beberapa kesimpulan:
- Reduksi 1 dengan Diameter Kawat 2,2mm dan Dies 2,0mm pada pelumasan gemok dengan Panjang kawat 1,30m dan waktu 6,46s diperoleh nilai kecepatan 0,167 m/s, dan pelumasan oli dengan Panjang kawat 1,30m dan waktu 6,74s diperoleh nilai kecepatan 0,160 m/s, dan pelumasan minyak goreng Panjang kawat 1,30m dan

waktu 6,98s diperoleh nilai kecepatan 0,154 m/s.

3. Reduksi 2 dengan Diameter Kawat 2,0mm dan Dies 1,8mm pada pelumasan gemok dengan Panjang kawat 1,09m dan waktu 5,97s diperoleh nilai kecepatan 0,145 m/s, dan pelumasan oli dengan Panjang kawat 1,11m dan waktu 6,11s diperoleh nilai kecepatan 0,145 m/s, dan pelumasan minyak goreng Panjang kawat 0,87m dan waktu 4,27s diperoleh nilai kecepatan 0,152 m/s. Besarnya kecepatan rata-rata penarikan kawat NiTi Saat Reduksi 1 adalah 0,160 m/s, besarnya kecepatan rata-rata penarikan kawat NiTi Saat Reduksi 2 adalah 0,147 m/s, Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa parameter penarikan dari pelumasan memberikan pengaruh terhadap kecepatan penarikan Kawat NiTi. Semakin ditambahkan reduksi pada kawat, maka semakin cepat waktu yang diperlukan pada setiap peningkatan reduksi.

Pada pengujian Kekerasan Vickers didapatkan kesimpulan bahwa pada Sampel 1(Gemok) didapatkan rata-rata VHN 413,3, Pada Sampel 2(Oli) didapatkan rata-rata VHN 569,6, dan Sampel 3(Minyak Goreng) didapatkan rata-rata VHN 642,3 sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa parameter pelumasan untuk penarikan kawat sangat berpengaruh untuk permukaan kawat yang dimana permukaan kawat dengan pelumasan minyak goreng dengan rata-rata VHN yang lebih tinggi dari yang lainnya.

Dapat disimpulkan dari pengujian yang telah dilakukan yaitu parameter pelumasan Wire Drawing sangat berpengaruh karena sifat mekanis dari kawat NiTi akan meningkat dari segi kekuatan, kekakuan dan kekerasan lalu keuletan kawat berkurang.

## DAFTAR PUSTAKA

- A Pramanik. 2019.** “*Understanding the wire electrical discharge machining of Ti6Al4V alloy*”. School of Civil and Mechanical Engineering, Curtin University, Bentley, WA, Australia.
- Akhil Bhardwaj. 2021.** “*Evolution of microstructure and mechanical properties of Ti6Al4V alloy by multiple passes of constrained groove pressing at elevated temperature*”. Department of Mechanical Engineering, BITS Pilani Hyderabad Campus, Hyderabad, Telangana, 500078, India.
- Erhard Brandl. 2011.** “*Mechanical Properties of Additive Manufactured Ti-6Al-4V Using Wire and Powder Based Processes*”. EADS Innovation Works, Metallic Technologies & Surface Engineering, 81663 Munich, Germany.
- Fude Wang. 2012.** “*Microstructure and Mechanical Properties of Wire and Arc Additive Manufactured Ti-6Al-4V*” The Minerals, Metals & Materials Society and ASM International 2012
- I Komang Astana Widi.** “*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, Desember 2008
- J. Kawalko. 2019.** “*The effect of strain path changes on texture evolution and deformation behavior of Ti6Al4V subjected to accumulative angular drawing*”. AGH University of Science and Technology, Academic Centre for Materials and Nanotechnology, Al. A. Mickiewicza 30, 30-059, Krakow, Poland
- Joong-Ki Hwang. 2020.** “*Fracture behavior of twinning-induced plasticity steel during wire drawing*” School of

Mechanical Engineering,  
Tongmyong University, Busan  
48520, Republic of Korea.

**M. D. Naughton. 2009.** *“An Experimental Approach to Continuous Dieless Wire Drawing (Variant A) Using ELI Ti-6Al-4V Alloy”*. Department of Manufacturing and Operations Engineering, University of Limerick, Limerick, Ireland.

**Mitsuo Niinomi. 1998.** *“Mechanical properties of biomedical titanium alloys”*. Department of Production Systems Engineering, Toyohashi University of Technology, 1-1 Hibarigaoka, Tempaku-cho, Toyohashi 441, Japan Poka-Ambon.