

PENGARUH VARIASI KECEPATAN PENARIKAN TERHADAP SIFAT MEKANIS KAWAT TITANIUM DALAM PROSES WIRE DRAWING DENGAN Pengerjaan DINGIN

Iqbal ¹⁾ Hanafy Heryu ²⁾

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta (UBH)

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

Email : iqbalbatuah@bunghatta.ac.id¹⁾ Email : hanafyheryu7@gmail.com²⁾

Abstrak

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 menganalisa Pengaruh Variasi Kecepatan Penarikan Terhadap Sifat Mekanis Kawat Titanium Dalam Proses *Wire Drawing* Dengan Pengerjaan Dingin Untuk itu perlu dilakukan Uji *Wire Drawing*, Uji Kekerasan dan Uji Metalografi dan pada Uji *Wire Drawing* menggunakan variasi kecepatan 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. Dapat disimpulkan dari pengujian yang telah dilakukan yaitu semakin rendah kecepatan penarikan kawat melalui *Wire Drawing* maka sifat mekanis dari kawat titanium murni akan meningkat dari segi kekuatan, kekakuan dan kekerasan lalu keuletan kawat berkurang.

Kata kunci: Penarikan Kawat, Titanium Murni, Variasi Kecepatan.

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. Titanium Wire in Wire Drawing Process with Cold Working For this reason, it is necessary to carry out a Wire Drawing Test, Hardness Test and Metallographic Test and the Wire Drawing Test using speed variations 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 which can be used for technology development and as an alternative material to replace steel wire used in orthodontics. It can be concluded from the tests that have been carried out, namely the lower the speed of wire drawing through Wire Drawing, the mechanical properties of pure titanium wire will increase in terms of strength, stiffness and hardness, then the ductility of the wire will decrease.

Keywords: *Wire Drawing, Pure Titanium, Speed Variations.*

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.

Kawat ortodontik yang digunakan dalam fase alignment dan leveling telah mengalami evolusi besar akhir-akhir ini tahun. Kabel nikel-titanium (NiTi) disajikan dengan sangat baik penekanan karena sifat superelastisitasnya dan membentuk memori, yang membuat penggunaannya tepat untuk tahap awal perawatan ortodontik. Dengan pengembangan metalurgi, kabel NiTi dengan peningkatan properti telah dikembangkan. Untuk pergerakan gigi yang terkontrol, ringan dan terus menerus kekuatan telah ditunjukkan. Untuk mencapai kekuatan tingkat yang cocok untuk fase penyelarasan dan perataan, perlu diketahui karakteristik gaya-defleksi dari kabel. Saat ini, dengan akses ke teknologi, dimungkinkan untuk mengukur gaya yang dilepaskan oleh berbagai jenis kawat. [5]

Penarikan kawat adalah proses pembentukan logam berfungsi mereduksi

diameter material dengan cara melakukan penarikan melalui sebuah lubang cetakan (*dies*) akibatnya akan terjadi gesekan antara permukaan luar batang logam yang ditarik kawat dan bagian permukaan dalam lubang cetakan (*dies*).

Pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian yang bertujuan untuk menganalisa Pengaruh Variasi Kecepatan Penarikan Terhadap Sifat Mekanis Kawat Titanium Dalam Proses *Wire Drawing* Dengan Pengerjaan Dingin Untuk itu perlu dilakukan Uji *Wire Drawing*, Uji Kekerasan dan Uji Metalografi dan pada Uji *Wire Drawing* menggunakan variasi kecepatan 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.

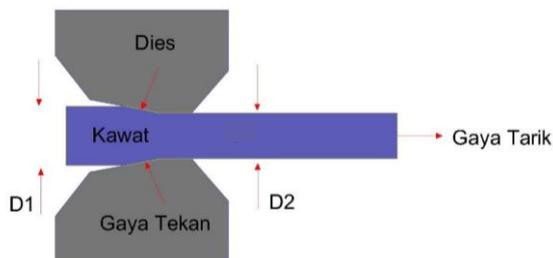
TINJAUAN PUSTAKA

Titanium adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang mempunyai simbol Ti serta no atom 22. Ditemukannya Titanium di Cornwall, Kerajaan Britania Raya pada tahun 1791 oleh William Gregor serta dinamai oleh Martin Heinrich Klaproth dari mitologi Yunani Titan. Elemen ini terdapat di antara deposit-deposit bermacam mineral, antara lain rutil serta ilmenit, yang banyak ada pada kerak bumi serta litosfer, dan nyaris seluruh makhluk hidup, batuan, air, serta tanah. Logam ini diekstrak dari bijih mineralnya lewat proses Kroll ataupun proses Hunter. Senyawanya yang sangat universal, titanium dioksida, merupakan fotokatalisator universal serta digunakan dalam pembuatan melamin putih.

Tabel 1. Sifat Mekanik Titanium Murni

Properties	Metric	Imperial
Tensile strength	220 MPa	31900 psi
Modulus of elasticity	116 GPa	16800 ksi
Shear modulus	43.0 GPa	6240 ksi
Hardness, Brinell	70	70
Hardness, Vickers	60	60
Elongation at Break	54%	54%
Poissons Ratio	0.34	0.34

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

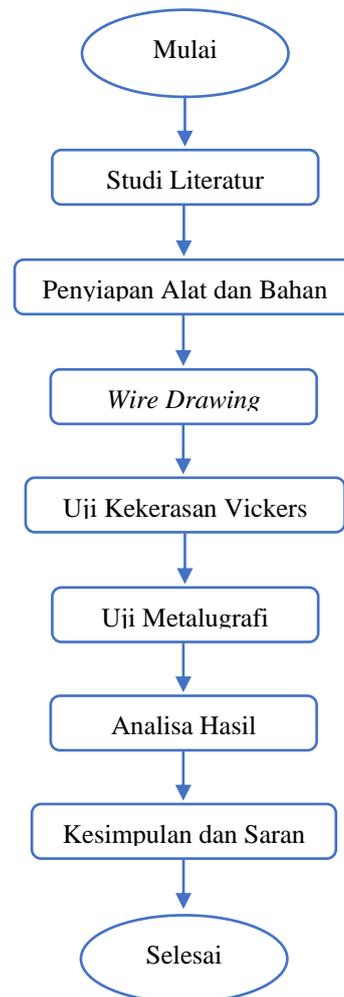
Beberapa parameter dalam proses *wire drawing* yang telah diteliti memberikan pengaruh yang cukup kuat terhadap sifat-mekanik kawat hasil *drawing* antara lain:

- Gaya penarikan
- Desain cetakan *Dies* (Gesekan & kemiringan sudut *dies*)
- Persentase dan rasio reduksi
- Kecepatan penarikan
- Komposisi dan karakteristik bahan
- Pelumasan
- Proses *treatment* sebelum penarikan.

Pelumasan Penarikan Kawat:

- High strength materials*
 - Cu or Sn Surface Coating
 - Sulfates or oxolates
- Wet Drawing*
 - Oil or Grease
 - Mulsifiable oil
- Dry drawing*
 - Soap

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 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 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 variabel kecepatan yang ditentukan.
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

Tabel 2. Data Hasil Reduksi 1 dengan Kawat 3,5 mm dan Dies 3,4 mm

No	Kecepatan	R1 (cm)	L ₀ (cm)	L ₁ (cm)	t (s)	V (cm/s)
1	Low	85	62,5	68	5,12	12,20

2	Middle	83,5	61	66,5	3,6	16,94
3	High	85	62,5	68	3,0	20,83

Tabel 3. Data Hasil Reduksi 2 dengan Kawat 3,4 mm dan Dies 3,3 mm

No	Kecepatan	R2 (cm)	L ₀ (cm)	L ₁ (cm)	t (s)	V (cm/s)
1	Low	86,5	64,5	71,5	5,64	11,43
2	Middle	86,5	66,5	69,5	4,05	16,41
3	High	90	68	73	3,98	17,08

Tabel 4. Data Hasil Reduksi 3 dengan Kawat 3,3 mm dan Dies 3,2 mm

No	Kecepatan	R3 (cm)	L ₀ (cm)	L ₁ (cm)	t (s)	V (cm/s)
1	Low	91,5	71,5	80	6,09	11,98
2	Middle	87	63	72,5	3,70	17,02
3	High	92,5	73	75,5	4,35	16,78

Untuk Mendapatkan nilai (v) maka dapat di rumuskan:

$$V = \frac{L_0}{t} \quad (1)$$

Dimana:

V = Kecepatan Kawat

Titanium Murni (m/s)

L₀ = Panjang Awal Kawat Titanium Murni (mm)

t = Waktu (s)



Grafik 1. Perbandingan Kecepatan rata-rata dari Reduksi

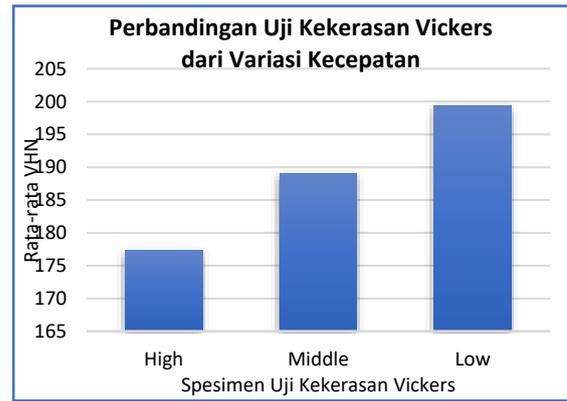
Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa parameter penarikan memberikan pengaruh terhadap kecepatan penarikan Kawat Titanium Murni. Semakin ditambahnya reduksi pada kawat, maka semakin cepat waktu yang diperlukan pada setiap peningkatan reduksi.

Uji Kekerasan pada Kawat Titanium Murni

Tabel 5. Data hasil Uji Kekerasan Vickers

Spesimen	Titik Pengujian	L 1 (µm)	L 2 (µm)	VH N	Rata-rata VH N
1	1	99.41	99.41	188	177,3
	2	96.15	110.09	174	
	3	106.08	102.83	170	
2	1	97.66	100.21	189	189,0
	2	103.49	97.4	184	
	3	98.65	96.65	194	
3	1	95.69	93.7	207	199,3
	2	105.32	100.96	174	
	3	90.91	93.85	217	

Uji Kekerasan dengan standar acuan metode uji ASTM E92 dilakukan setelah kawat mengalami reduksi dari hasil proses *wire drawing* dilihat pada Tabel 4. yaitu untuk Spesimen 1 yaitu dengan kecepatan penarikan High, Spesimen 2 dengan kecepatan penarikan Middle dan Spesimen 3 dengan kecepatan penarikan Low.



Grafik 2. Perbandingan Uji Kekerasan Vickers dari Variasi Kecepatan

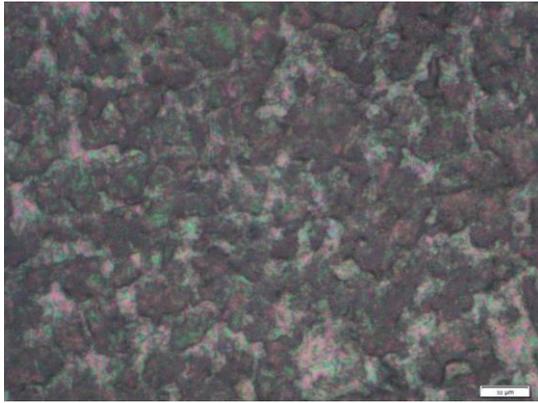
Dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin di tinggi kecepatan penarikan maka semakin lunak permukaan yang telah di Uji Kekerasan Vickers

Uji Metalografi pada Kawat Titanium Murni

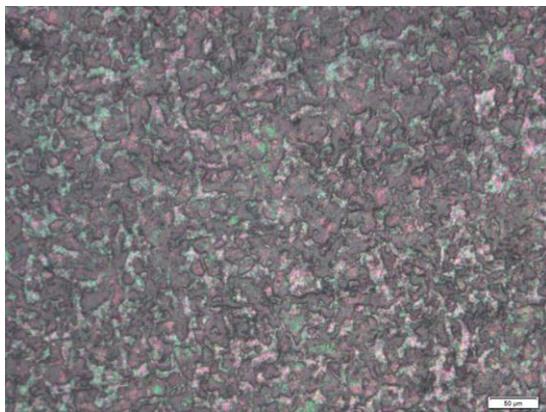
Optical microscope (OM) pada titanium murni yang melalui proses *Wire Drawing* dan Uji Kekerasan Vickers yang dilihat pada 50 µm (50 micrometer) dengan perbesaran 50x.



Gambar 4. Hasil Uji Metalografi spesimen *Wire Drawing High*



Gambar 5. Hasil Uji Metalografi spesimen *Wire Drawing Middle*



Gambar 6. Hasil Uji Metalografi spesimen *Wire Drawing Low*

KESIMPULAN DAN SARAN

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

1. Dapat disimpulkan bahwa parameter penarikan memberikan pengaruh terhadap kecepatan penarikan Kawat Titanium Murni. Semakin ditambahnya reduksi pada kawat, maka semakin cepat waktu yang diperlukan pada setiap peningkatan reduksi.
2. Pada pengujian Kekerasan Vickers didapatkan kesimpulan bahwa pada Sampel 1(*High*) didapatkan rata-rata VHN 177,3, Pada Sampel 2(*Middle*) didapatkan rata-rata VHN 189,0, dan Sampel 3(*Low*) didapatkan rata-rata

VHN 199,3 sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin di tinggi kecepatan penarikan maka semakin lunak permukaan yang telah di Uji Kekerasan Vickers

3. Pada pengujian Metalografi didapatkan hasil foto menggunakan *optical microscope (OM)* yang dilihat pada 50 μm (50 micrometer). Yang sebelumnya telah dilakukan pengujian *Wire Drawing* dan Uji Kekerasan Vickers dilihat perubahan bentuk permukaan yaitu semakin tinggi kecepatan penarikan maka semakin renggang susunan atom permukaannya.

Dapat disimpulkan dari pengujian yang telah dilakukan yaitu semakin rendah kecepatan penarikan kawat melalui *Wire Drawing* maka sifat mekanis dari kawat titanium murni akan meningkat dari segi kekuatan, kekakuan dan kekerasan lalu keuletan kawat berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asfarizal. 2012. “*Pengaruh Variasi Sudut Dies Terhadap Penarikan Kawat Aluminium*”. Jurnal. Teknik Mesin Vol.2, No. 1, Institut Teknologi, Padang.
- [2] Chongqiu Yang. 2015. “*Titanium wire drawing with longitudinal-torsional composite ultrasonic vibration*. Jurnal. School of Mechatronics Engineering, Harbin Institute of Technology, China.
- [3] 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

- [4] 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
- [5] Rodrigo Hitoshi Higa. 2017. "*Force level of small diameter nickel titanium orthodontic wires ligated with different methods*". Jurnal Department of Orthodontics, Bauru Dental School, University of São Paulo, Alameda Octávio Pinheiro Brisolla 9-75, Bauru, SP 17012-901, Brazil
- [6] Shen Liu. 2018. "*Experimental Study on Fine Titanium Wire Drawing with Two Ultrasonically Oscillating Dies*". Jurnal School of Mechatronics Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China
- [7] S.Nemat-Nasser. 1999. "*Mechanical Properties and Deformation Mechanisms of A Commercially Pure Titanium*". Jurnal Center of Excellence for Advanced Materials, Department of Applied Mechanics and Engineering Sciences, University of California, San Diego, La Jolla, CA 92093-0416, U.S.A.