

EFEK VARIASI PUTARAN MOTOR TERHADAP SIFAT MEKANIK Cp Ti DALAM PROSES WIRE DRAWING DENGAN PELUMASAN GEMUK

Juli Arsad¹⁾ Iqbal²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, ²⁾Universitas Bung Hatta (UBH)
Jl. Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Padang, Sumatera Barat 25143
Email : juliarsad07@gmail.com¹⁾ Email : iqbalbatuah@bunghatta.ac.id²⁾

Abstrak

Kawat titanium bisa digunakan di berbagai industri, sepertiomotif, biomedis, petrokimia, perikanan, hal ini karena karakteristiknya yang luar biasa, dan juga sifat mekaniknya yang sangat baik seperti kekuatan spesifik yang tinggi, ringan, ketahanan korosi yang baik, serta biokompatibilitas yang sangat baik, dan lain-lain. Pada penelitian ini, akan di lakukan pengujian yang bertujuan untuk menganalisa Pengaruh Efek Variasi Putaran Motor Terhadap Sifat Mekanik Cp Ti Dalam Proses *Wire Drawing* Dengan Pelumasan Gemuk. Untuk itu perlu dilakukan Uji *Wire Drawing*, dan Uji Kekerasan pada Uji *Wire Drawing* menggunakan variasi kecepatan karena merupakan salah satu parameter pengujian yang mungkin akan berpengaruh pada hasil spesimen yang telah di uji sehingga memiliki daya guna yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan teknologi dan menjadi material alternatif sebagai pengganti kawat baja yang digunakan pada bidang ortodontik.

Dapat disimpulkan dari pengujian yang telah dilakukan yaitu semakin tinggi kecepatan penarikan kawat melalui *Wire Drawing* maka sifat mekanik dari kawat Cp Ti akan meningkat dari segi kekuatan, kekakuan dan kekerasan lalu keuletan kawat berkurang.

Kata kunci: Cp Ti, Variasi Putaran, *Wire Drawing*.

Abstract

Titanium wire can be used in various industries, such as automotive biomedical, petrochemical, fisheries, this is because of its outstanding characteristics, as well as excellent mechanical properties such as high specific strength, light weight, good corrosion resistance, and excellent biocompatibility, and others. In this study, a test will be carried out which aims to analyze the Effect of Variations in Motor Rotation on the Mechanical Properties of Cp Ti in the Wire Drawing Process with Grease Lubrication. For this reason, it is necessary to carry out a Wire Drawing Test, and a Hardness Test on 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 that can be utilized for technology development and become alternative materials as an alternative material. substitute for steel wires used in orthodontics.

It can be concluded from the tests that have been carried out, namely the higher the speed of wire drawing through Wire Drawing, the mechanical properties of the Cp Ti wire will increase in terms of strength, stiffness and hardness and then the ductility of the wire will decrease.

Keywords: Cp Ti, *Wire Round Variation*, *Wire Drawing*.

PENDAHULUAN

Kawat titanium bisa digunakan di berbagai industri, seperti automotif biomedis, petrokimia, perikanan, hal ini karena karakteristiknya yang luar biasa, dan juga sifat mekaniknya yang sangat baik seperti kekuatan tinggi, ringan, ketahanan korosi yang baik, serta biokompatibilitas yang sangat baik, dan lain-lain. Namun, tidak seperti banyak kawat logam lainnya, pembuatan kawat titanium biasanya dilakukan pada suhu tinggi, karena kemampuan kerja dinginnya terdegradasi oleh rasio tegangan luluh terhadap kekuatan tarik yang tinggi dan fenomena pengerasan regangan. (Shen Liu, dkk 2020).

Titanium adalah sejenis logam yang memiliki sifat reaktif yang tinggi; secara pasif telah siap untuk membentuk lapisan pelindung oksida yang menjadikannya resisten terhadap korosi. Sifat baik yang dimiliki titanium seperti: memiliki kekuatan tinggi, modulus elastisitas yang tinggi, dan kepadatan yang rendah serta ringan. Sifat fisis, biologis dan mekanik dari titanium baik untuk digunakan sebagai material kedokteran gigi. (Cut Yulia Fitriani dkk, 2019).

Banyak industri yang melakukan pengerolan logam (Pengerangan Logam), pengerolan logam atau baja akan mempengaruhi sifat mekanik yaitu regangan dan kuat tariknya, nilai persentase perubahan sifat keduanya belum banyak diketahui. *Wire drawing* mampu menunjukkan perubahan sifat tersebut dan parameter yang mempengaruhi adalah sudut *dies*, temperatur sampel dan jenis logam yang ditarik. (I Komang, 2008).

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*).

Teknologi yang digunakan dalam proses pembuatan kawat menggunakan Teknologi Metal Forming dengan proses *Wire Drawing*. Proses *wire drawing* merupakan proses pembentukan logam dimana suatu logam direduksi penampangnya dengan cara menarik logam disalah satu ujungnya dengan menggunakan peralatan tarik. (Aswidi, 2008).

Proses penarikan kawat dalam cetakan atau *dies* yang dapat mengurangi luas penampang atau mengubah bentuknya dan ini disebut penarikan kawat, halus hasil penarikan kawat biasanya digunakan pada kabel listrik atau dalam ban mobil. Sementara itu, kawat kasar yang dihasilkan oleh penarikan kawat dapat digunakan dalam pembuatan goncangan atau kait pada kondisi pembuatan dingin. Gesekan yang terjadi antara kawat dan cetakan menyebabkan penurunan permukaan kawat. Dalam proses penarikan kawat ini, penting untuk menggunakan pelumas antara kawat dan cetakan *dies* dengan tujuan susunan untuk mengurangi gesekan atau terjadi dan ini dapat mengurangi kualitas permukaan kawat. (Essam K. dkk, 2020).

Beberapa parameter dalam proses *wire drawing* yang telah diteliti memberikan pengaruh yang cukup kuat terhadap sifat mekanik kawat hasil *drawing* antara lain, gaya *drawing*, desain cetakan, persentase dan rasio reduksi, kecepatan *drawing*, komposisi dan karakteristik bahan, pelumasan dan proses treatment sebelum *drawing*. Penelitian tentang optimasi sudut cetakan pernah dilakukan dengan simulasi melalui bantuan *software ANSYS*. Penelitian tersebut menemukan bahwa gaya dan tegangan *drawing* akan menurun seiring dengan semakin besarnya sudut cetakan *wire drawing*, namun gaya dan tegangan *drawing* tersebut akan kembali meningkat ketika sudut cetakan tersebut terus diperbesar. (Nugroho, 2017).

Persentase reduksi pada proses *wire drawing* berpengaruh terhadap beberapa sifat mekanik kawat hasil *drawing*. Semakin besar

persentase reduksi pada suatu proses *wire drawing* maka waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan proses tersebut akan semakin cepat. Adanya variasi persentase reduksi akan menyebabkan perbedaan pada kawat hasil *drawing*. Peningkatan daerah yang mengalami deformasi ini diduga akan menyebabkan perbedaan pada sifat-sifat mekanik kawat hasil proses *drawing* (Edi setiyawan ,2008).

Pada penelitian ini, akan di lakukan pengujian yang bertujuan untuk menganalisa Efek Variasi Putaran Motor Terhadap Sifat Mekanik Cp Ti Pada Proses *Wire Drawing* Dengan Pelumasan Gemuk, untuk itu perlu dilakukan Uji *Wire Drawing*, dan Uji Kekerasan yang di miliki suatu kawat titanium sehingga memiliki daya guna yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan teknologi dan menjadi material alternatif untuk pengganti kawat baja yang digunakan pada bidang ortodontik.

TINJAUAN PUSTAKA

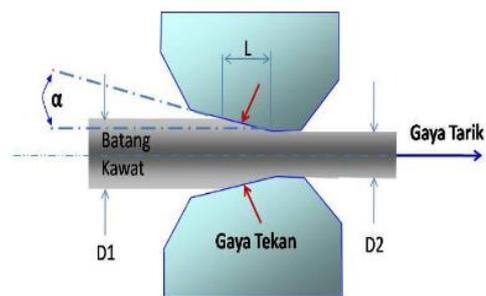
Titanium merupakan salah satu komponen kimia dalam tabel intermiten yang memiliki simbol Ti dan bilangan nuklir 22. Komponen kimia titanium dapat berupa sejenis logam bergerak yang ringan, padat, berkilau, dan aman terhadap erosi (karat). Titanium ditemukan di *Cornwall*, yaitu wilayah Kerajaan Britania Raya pada tahun 1791 oleh William Gregor dan dinamai oleh Martin Heinrich Klaproth dari nama dewa pada mitologi Yunani, yaitu Titan. Dua sifat yang berguna pada titanium seperti ketahanan pada korosi atau karat pada titanium, yang lebih tinggi daripada aluminium dan baja, dan rasio kekuatannya yang paling tinggi di antara semua logam lain. Pada kondisi murni, titanium sama kuat dengan beberapa baja, namun lebih ringan, bobot nya lebih ringan hingga 40% daripada bobot baja, dan dengan bobot 60% lebih berat dari bobot aluminium. Selain itu juga titanium memiliki ketahanan terhadap suhu tinggi. Ketika suhu kerja melebihi 150 ° C, titanium diperlukan karena aluminium akan kehilangan

kualitasnya sama sekali. Aluminium mencakup proporsi kekuatan-ke-berat yang lebih rendah dari pada aluminium, sehingga komponen yang terbuat dari titanium membutuhkan lebih sedikit ruang dari pada aluminium. (edi,2017).

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 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*) *wire drawing*. 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:

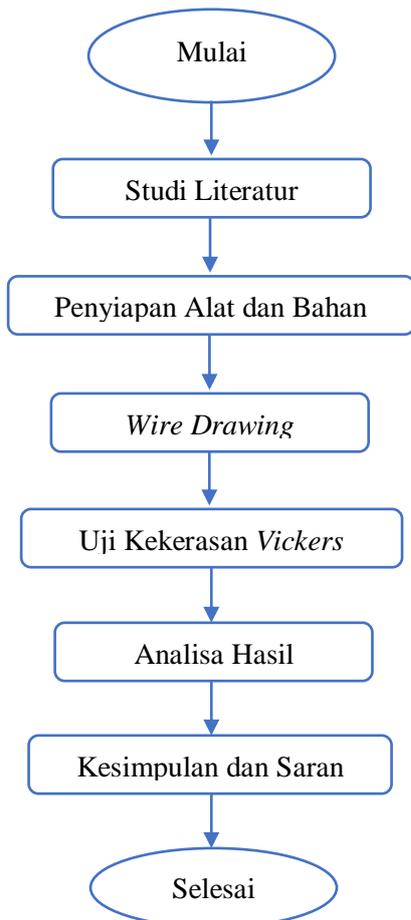
- Gaya penarikan
- Desain cetakan *Dies* (Gesekan & kemiringan sudut *dies*)
- Persentase dan rasio reduksi
- Kecepatan penarikan

- e. Komposisi dan karakteristik bahan
- f. Pelumasan
- g. Proses *treatment* sebelum penarikan.

Pelumasan Penarikan Kawat:

- a. Gemuk

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 kesumber 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*

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

No	Putaran	R1 (m)	L ₀ (m)	L ₁ (m)	t (s)	V (m/s)
1	Low	0,85	0,63	0,675	6,12	0,102
2	Middle	0,85	0,63	0,68	3,70	0,170
3	High	0,85	0,63	0,68	3,40	0,185

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

No	Putaran	R2 (m)	L _o (m)	L ₁ (m)	t (s)	V (m/s)
1	Low	0,895	0,675	0,73	6,26	0,107
2	Middle	0,9	0,68	0,725	3,96	0,171
3	High	0,9	0,68	0,73	3,55	0,191

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

No	Putaran	R3 (m)	L _o (m)	L ₁ (m)	t (s)	V (m/s)
1	Low	0,745	0,525	0,55	4,21	0,124
2	Middle	0,945	0,725	0,77	4,48	0,161
3	High	0,89	0,67	0,72	3,40	0,197

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

No	Putaran	R4 (m)	L _o (m)	L ₁ (m)	t (s)	V (m/s)
1	Low	0,77	0,55	0,59	4,00	0,137
2	Middle	0,93	0,71	0,775	4,99	0,177
3	High	0,77	0,55	0,6	3,05	0,219

Tabel 6. Data Hasil Reduksi 5 dengan Kawat 3,1 mm dan Dies 3,0 mm

No	Putaran	R5 (m)	L _o (m)	L ₁ (m)	t (s)	V (m/s)
1	Low	0,642	0,422	0,477	3,00	0,140
2	Middle	0,995	0,775	0,85	4,57	0,182
3	High	0,82	0,6	0,69	3,25	0,184

Untuk Mendapatkan nilai (v) maka dapat di rumuskan:

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

Dimana:

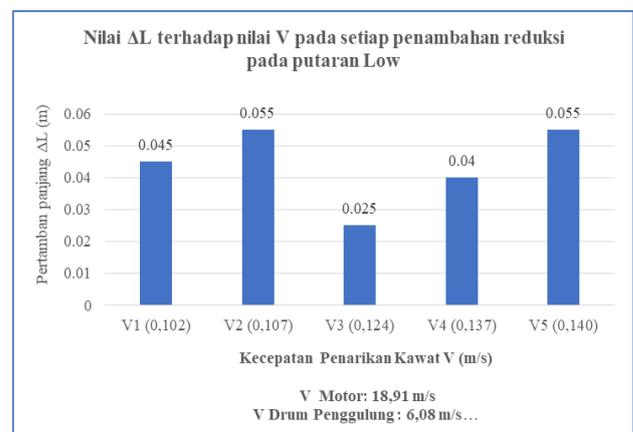
V = Kecepatan Penarikan Kawat Cp Ti (m/s)

L_o = Panjang Awal Kawat Cp Ti (mm)

t = Waktu (s)

Tabel 7. Nilai ΔL terhadap nilai V pada setiap penambahan reduksi pada putaran Low

Reduksi	Pertambahan panjang ΔL (m)	Kecepatan V (m/s)
1	0,045	0,102
2	0,055	0,107
3	0,025	0,124
4	0,04	0,137
5	0,055	0,140



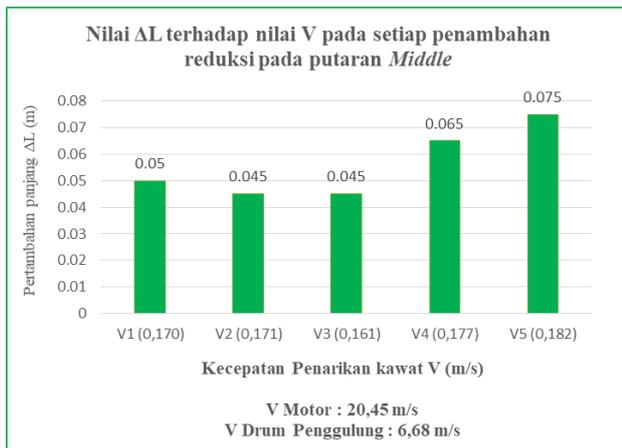
Gambar 4. Nilai ΔL terhadap nilai V pada setiap penambahan reduksi pada putaran Low

Keterangan :

Nilai ΔL pada kawat Cp Ti terhadap nilai V Pada setiap penambahan reduksi pada putaran Low. Saat Reduksi 1 adalah pertambahan panjang 0,045 m dan memiliki nilai kecepatan 0,102 m/s. Saat Reduksi 2 adalah pertambahan panjang 0,055 m dan memiliki nilai kecepatan 0,107 m/s. Saat Reduksi 3 adalah pertambahan panjang 0,025 m dan memiliki nilai kecepatan 0,124 m/s. Saat Reduksi 4 adalah pertambahan panjang 0,04 m dan memiliki nilai kecepatan 0,137 m/s. Saat Reduksi 5 adalah pertambahan panjang 0,055 m dan memiliki nilai kecepatan 14,06 m/s.

Tabel 8. Nilai ΔL terhadap nilai V pada setiap penambahan reduksi pada putaran Middle

Reduksi	Pertambahan panjang ΔL (m)	Kecepatan V (m/s)
1	0,05	0,170
2	0,045	0,171
3	0,045	0,161
4	0,065	0,177
5	0,075	0,182



Gambar 5. Nilai ΔL terhadap nilai V pada setiap penambahan reduksi pada putaran *Middle*

Keterangan :

Nilai ΔL pada kawat Cp Ti terhadap nilai V Pada setiap penambahan reduksi pada putaran *Middle*. Saat Reduksi 1 adalah pertambahan panjang 0,05 m dan memiliki nilai kecepatan 0,170 m/s. Saat Reduksi 2 adalah pertambahan panjang 0,045 m dan memiliki nilai kecepatan 0,171 m/s. Saat Reduksi 3 adalah pertambahan panjang 0,045 m dan memiliki nilai kecepatan 0,161 m/s. Saat Reduksi 4 adalah pertambahan panjang 0,065 m dan memiliki nilai kecepatan 0,177 m/s. Saat Reduksi 5 adalah pertambahan panjang 0,075 m dan memiliki nilai kecepatan 0,182 m/s.

Tabel 9. Nilai ΔL terhadap nilai V pada setiap penambahan reduksi pada putaran High

Reduksi	Pertambahan panjang ΔL (cm)	Kecepatan V (m/s)
1	0,05	0,185
2	0,05	0,191
3	0,05	0,197
4	0,05	0,219
5	0,09	0,184



Gambar 6. Nilai ΔL terhadap nilai V pada setiap penambahan reduksi pada putaran *High*

Keterangan :

Nilai ΔL pada kawat Cp Ti terhadap nilai V Pada setiap penambahan reduksi pada putaran *High*. Saat Reduksi 1 adalah pertambahan panjang 0,05 m dan memiliki nilai kecepatan 0,185 m/s. Saat Reduksi 2 adalah pertambahan panjang 0,05 m dan memiliki nilai kecepatan 0,191 m/s. Saat Reduksi 3 adalah pertambahan panjang 0,05 cm dan memiliki nilai kecepatan 0,197 m/s. Saat Reduksi 4 adalah pertambahan panjang 0,05 m dan memiliki nilai kecepatan 0,219 m/s. Saat Reduksi 5 adalah pertambahan panjang 0,09 m dan memiliki nilai kecepatan 0,184 m/s.

Tabel 10. Nilai perbandingan ΔL dan nilai V variasi putaran motor terhadap *Low, Middle, High*

Reduksi	Pertambahan panjang ΔL (m)			Kecepatan V (m/s)		
	Low	Middle	High	Low	Middle	High
1	0,045	0,05	0,05	0,102	0,170	0,185
2	0,055	0,045	0,05	0,107	0,171	0,191
3	0,025	0,045	0,05	0,124	0,161	0,197
4	0,04	0,065	0,05	0,137	0,177	0,219
5	0,055	0,075	0,09	0,140	0,182	0,184

➤ Untuk Mendapatkan nilai (ϵ) maka dapat di rumuskan :

$$\epsilon = \frac{L1 - Lo}{Lo} \times 100\%$$

Dimana:

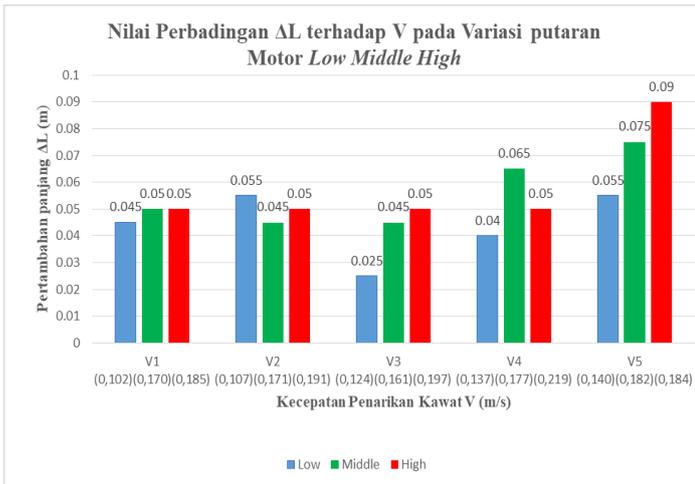
ϵ = Regangan sampel (*Elongation*)(%)

L1 = Panjang Akhir Kawat Cp Ti (mm)

Lo = Panjang awal Kawat Cp Ti (mm)

Tabel 11. Perbandingan nilai Reduksi (%) terhadap nilai regangan ϵ (%) pada Putaran Motor *Low, Middle, High*

Reduksi	Reduksi (%)			Nilai regangan ϵ (%)		
	Low	Middle	High	Low	Middle	High
1	2,9	2,9	2,9	7,14	7,93	7,93
2	3	3	3	8,14	6,61	7,53
3	3,1	3,1	3,1	4,76	6,20	7,46
4	3,2	3,2	3,2	7,27	9,15	9,09
5	3,3	3,3	3,3	13,03	9,67	15

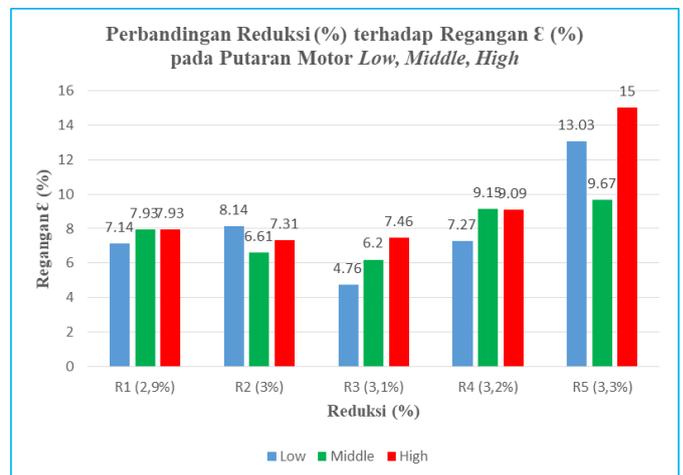


Gambar 7. Nilai Perbandingan ΔL terhadap nilai V pada Variasi Putaran Motor *Low, Middle, High*

Keterangan :

Nilai Perbandingan ΔL terhadap nilai V pada Variasi putaran Motor. Pada grafik *Low, Middle, High* ini dapat kita simpulkan semakin bertambahnya reduksi pada R1,R2,R3,R4,R5 atau bertukarnya kecepatan penarikan putaran motor *Low, Middle, High* maka terjadinya pertambahan panjang pada kawat Cp Ti Setiap penambahan reduksi Akibat dari penarikan kawat maka sifat mekanik kawat kekuatan, kekakuan, dan kekerasan meningkat dan keuletan kawat berkurang.

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*.



Gambar 8. Perbandingan Reduksi (%) terhadap Regangan ϵ (%) Pada Putaran Motor *Low, Middle, High*

Keterangan:

Perbandingan nilai reduksi (%) dengan nilai regangan ϵ (%)

- Saat Reduksi 1. Nilai Regangan *Low* (7,14%) memiliki nilai reduksi 2,9% Nilai Regangan *Middle* (174,3%) memiliki nilai reduksi (2,9%), Nilai Regangan *High* (7,93%) memiliki nilai reduksi (2,9%).
- Saat Reduksi 2. Nilai Regangan *Low* (7,14%) memiliki nilai reduksi 3% Nilai Regangan *Middle* (174,3%) memiliki nilai reduksi (3%), Nilai Regangan *High* (7,93%) memiliki nilai reduksi (3%).
- Saat Reduksi 3. Nilai Regangan *Low* (7,14%) memiliki nilai reduksi 3,1% Nilai Regangan *Middle* (174,3%) memiliki nilai reduksi (3,1%), Nilai Regangan *High* (7,93%) memiliki nilai reduksi (3,1%).
- Saat Reduksi 4. Nilai Regangan *Low* (7,14%) memiliki nilai reduksi (3,2%) Nilai Regangan *Middle* (174,3%) memiliki nilai reduksi (3,2%), Nilai Regangan *High* (7,93%) memiliki nilai reduksi (3,2%).
- Saat Reduksi 5. Nilai Regangan *Low* (7,14%) memiliki nilai reduksi 3,3% Nilai Regangan *Middle* (174,3%) memiliki nilai reduksi (3,3%), Nilai Regangan *High* (7,93%) memiliki nilai reduksi (3,3%).

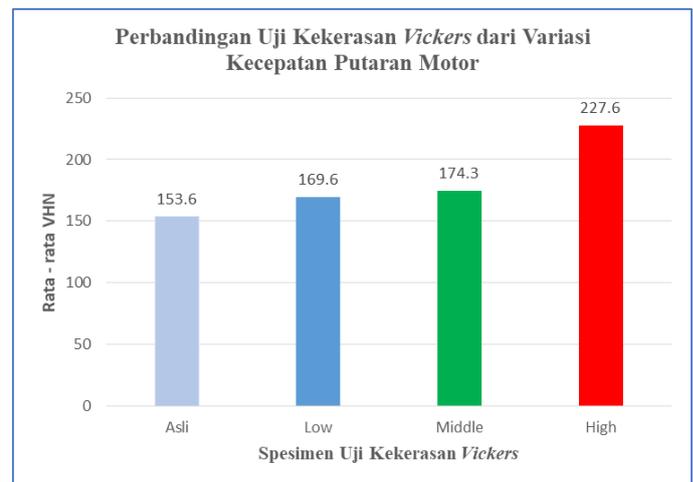
Dapat di simpulkan dari grafik perbandingan reduksi (%) dengan regangan ϵ (%) semakin bertambah regangan maka semakin meningkat nilai reduksi (%) dalam proses *wire drawing*.

Tabel 12. Data Hasil Uji Kekerasan *Vickers*

Spesimen	Titik Pengujian	L 1 (μm)	L 2 (μm)	VHN	Rata-rata VHN
1 Asli	1	91,43	91,43	146	153,6
	2	112,84	112,84	154	
	3	93,31	104,99	161	
2 (<i>Low</i>)	1	109,53	104,17	162	169,6
	2	106,39	99,27	175	
	3	106,56	101,36	172	
3 (<i>Middle</i>)	1	105,52	105,52	166	174,3
	2	103,96	103,96	172	
	3	106,12	106,12	185	
4 (<i>High</i>)	1	93,16	84,50	235	227,6
	2	93,31	94,57	210	
	3	82,89	93,67	238	

Tabel 13. Perbandingan Uji Kekerasan *Vickers* dari Variasi Kecepatan putaran Motor

Variasi Kecepatan putaran Motor	Rata-rata VHN
Asli	153,6
<i>Low</i>	169,6
<i>Middle</i>	185,3
<i>High</i>	227,6



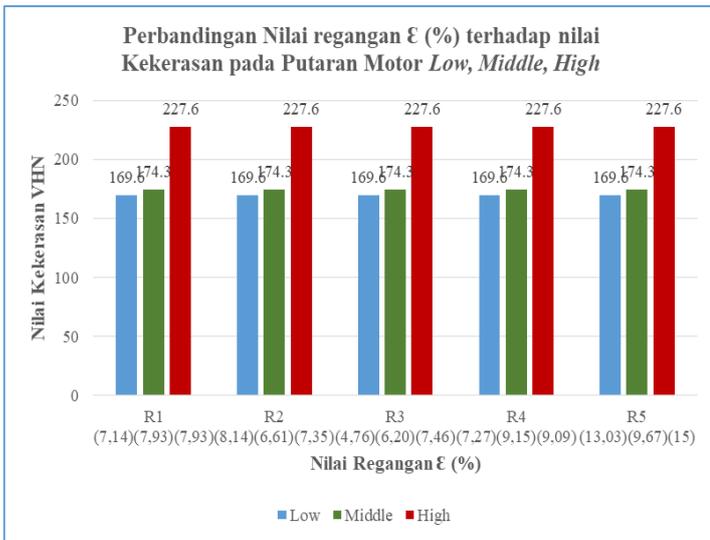
Gambar 9. Perbandingan Uji Kekerasan *Vickers* dari Variasi Kecepatan Putaran Motor

Keterangan:

Grafik di atas merupakan nilai perbandingan uji kekerasan *Vickers* dari kecepatan putaran motor menunjukkan bahwa spesimen biasa menunjukkan bahwa VHN 153,6 yang paling rendah Spesimen *Low* di dapatkan rata-rata VHN 169,6, untuk Spesimen *Middle* didapatkan rata-rata VHN 174,3 dan Spesimen *High* didapatkan rata-rata VHN 227,6 tingkat kekerasan yang paling tinggi sehingga dapat di simpulan bahwa semakin bertambahnya kecepatan putaran pada motor maka semakin meningkatnya kekerasan pada kawat Cp Ti yang telah di Uji Kekerasan *Vickers*.

Tabel 14. Perbandingan nilai regangan ϵ (%) dengan nilai Kekerasan

Reduksi	Nilai regangan ϵ (%)			Nilai Kekerasan VHN		
	Low	Middle	High	Low	Middle	High
1	7,14	7,93	7,93	169,6	174,3	227,6
2	8,14	6,61	7,53	169,6	174,3	227,6
3	4,76	6,20	7,46	169,6	174,3	227,6
4	7,27	9,15	9,09	169,6	174,3	227,6
5	13,03	9,67	15	169,6	174,3	227,6



Gambar 10. Perbandingan nilai Regangan ϵ (%) dengan nilai Kekerasan Terhadap Putaran Motor Low, Middle, High

Keterangan:

Perbandingan nilai regangan ϵ (%) terhadap nilai kekerasan

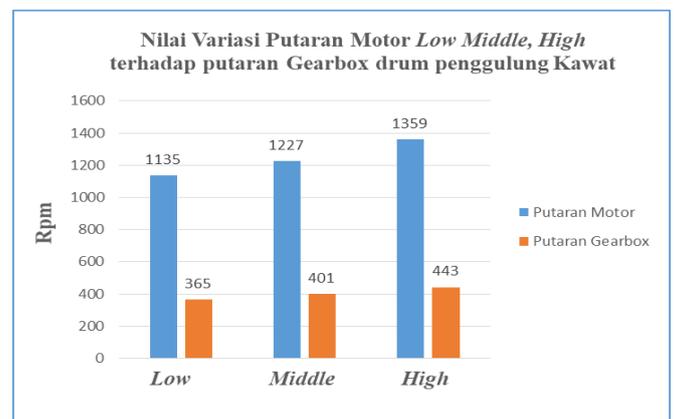
1. Saat Reduksi 1. Nilai Regangan *Low* (7,14%) memiliki nilai kekerasan 169,6, Nilai Regangan *Middle* (7,93%) memiliki nilai kekerasan (174,3), Nilai Regangan *High* (7,93%) memiliki nilai kekerasan (227,6).
2. Saat Reduksi 2. Nilai Regangan *Low* (8,18%) memiliki nilai kekerasan 169,6, Nilai Regangan *Middle* (6,61%) memiliki nilai kekerasan (174,3), Nilai Regangan *High* (7,35%) memiliki nilai kekerasan (227,6).

3. Saat Reduksi 3. Nilai Regangan *Low* (4,76%) memiliki nilai kekerasan 169,6, Nilai Regangan *Middle* (6,20%) memiliki nilai kekerasan (174,3), Nilai Regangan *High* (7,46%) memiliki nilai kekerasan (227,6).
4. Saat Reduksi 4. Nilai Regangan *Low* (7,27%) memiliki nilai kekerasan 169,6, Nilai Regangan *Middle* (9,15%) memiliki nilai kekerasan (174,3), Nilai Regangan *High* (9,09%) memiliki nilai kekerasan (227,6).
5. Saat Reduksi 5. Nilai Regangan *Low* (13,03%) memiliki nilai kekerasan 169,6, Nilai Regangan *Middle* (13,06%) memiliki nilai kekerasan (174,3), Nilai Regangan *High* (15%) memiliki nilai kekerasan (227,6).

Dari grafik nilai kekerasan dengan nilai regangan dapat di simpulkan semakin bertambahnya reduksi regangan pada kawat Cp Ti dalam proses *Wire Drawing* maka semakin meningkat kekerasan pada kawat Cp Ti yang telah di uji kekerasan *Vickers*.

Tabel 15. Nilai Variasi Putaran Motor Low, Middle, High Terhadap Putaran Gearbox drum penggulung kawat

Nilai putaran pada Motor (rpm)			Nilai putaran pada Gearbox drum penggulung Kawat (rpm)		
Low	Middle	High	Low	Middle	High
1135	1227	1359	365	401	443



Gambar 11. Nilai Variasi Putaran Motor *Low*, *Middle*, *High* Terhadap Putaran Gearbox

Keterangan :

Nilai Variasi pada putaran motor *Low* 1135 rpm, memiliki kecepatan putaran pada gearbox drum penggulung kawat 365. Pada nilai variasi *Middle*. Pada putaran motor 1227 rpm, memiliki kecepatan putaran pada gearbox drum penggulung kawat 401 rpm. Pada nilai variasi *High* pada putaran motor 1359 rpm, memiliki kecepatan putaran pada gearbox drum penggulung kawat 443 rpm.

Sehingga dapat di simpulkan dari pengujian yang telah dilakukan kecepatan putaran motor dan kecepatan putaran Gearbox drum penggulung kawat mempengaruhi sifat mekanik pada kawat Cp Ti. Semakin tinggi kecepatan putaran motor dan kecepatan putaran Gerbox drum penggulung kawat, maka sifat mekanik kawat Cp Ti akan meningkat dari segi kekuatan, kekakuan dan kekerasan lalu keuletan kawat berkurang. Dan juga kecepatan putaran motor dan kecepatan putran Gearbox mempengaruhi waktu patah/putus. Semakin tinggi kecepatan putaran motor dan putaran Gearbox maka waktu patah/putusnya semakin cepat pada kawat Cp Ti, dalam proses *wire drawing*.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan variasi putaran motor, di dapatkan semakin bertambah reduksi, maka kawat Cp Ti semakin mengalami penambahan panjang baik pada variasi putaran *low*, *middle*, maupun *high*.
2. Berdasarkan uji kekerasan *vickers*, di dapatkan bahwa spesimen asli memiliki tingkat kekerasan kawat Cp Ti paling rendah, *low* lebih besar dari biasa, *middle* lebih besar dari *low*, dan *high* memiliki tingkat kekerasan yang paling tinggi.
3. Pada penelitian ini dapat di ambil kesimpulan dari pengujian yang telah dilakukan yaitu semakin tinggi kecepatan putaran motor terhadap penarikan kawat

melalui proses *Wire Drawing* maka sifat mekanik dari kawat Cp Ti akan meningkat dari segi kekuatan, kekakuan dan kekerasan lalu keuletan kawat berkurang, yang telah di uji kekerasan *vickers*.

4. Sehingga kawat Cp Ti merupakan material logam yang baik untuk kedokteran gigi, yaitu sebagai kawat dan implan gigi karena sifat biokompatibilitas yang baik secara fisik maupun mekanik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] **Anusavice K. Phillips** Science of Dental Materials. St. Louis: Elsevier; 2003.
- [2] **Asfarizal, Adri Jamil.** Pengaruh Variasi Sudut Dies Terhadap Penarikan Kawat Alumunium *Jurnal. Teknik Mesin* Vol.2, No. 1, Oktober 2012 : 41-48.
- [3] **Aziz Nur Eva.** Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Alumunium Paduan Al-Si-Cu Dengan Menggunakan Cetakan Pasir. *Skripsi.* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah. Surakarta.2012
- [4] **Cut Yulian Fitriani *, Awaluddin Wibawa** “Biokompatibilitas Material Titanium Implan Gigi ” *Received date:* October 7th, 2019; *reviewed date:* October 14th, 2018; *revised date:* November 8th, 2019; *accepted date:* November 12nd, 2019.
- [5] **Callister, William D. 2007.** *Material Science and Engineering.* USA : Jhon Willey & Son, Inc.
- [6] **Changsun Moon and Naksoo Kim.** *Analisis of Wire Drawing With Friction And Thermal Condition Obtained By Inverse Engineering.* *Jurnal. Journal of Mechanical Science And Technology* 26 (2012)

- 2903-2911.
- [7] **Chongqiu Yang, 2015.** “*Titanium wire drawing with longitudinal-torsional composite ultrasonic vibration.*” *Jurnal. School of Mechatronics Engineering, Harbin Institute of Technology, China.*
- [8] **Edi Setyawan.** Studi Eksperimen Proses Wire Drawing Kawat Tembaga Dengan Variasi Sudut Masuk Pada Die. *Skripsi.* Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2008.
- [9] **Essam K. Saied¹, Nora I. Elzeiny¹, Hammad T. Elmetwally¹ and Ayman A. Abd-Eltwab*¹** “*An Experimental Study of Lubricant Effect on Wire Drawing Process*” *International Journal of Advanced Science and Technology* Vol. 29, No. 1, (2020), pp. 560 – 568
- [10] **Fajar Nugroho.** Pengaruh Rapat Arus Dan Waktu Anodizing Terhadap Laju Keausan Permukaan Pada Aluminium Paduan AA 2024-T3. *Journal. Journal Foundry* Vol. 4 No. 1 April 2014 ISSN : 2087-2259.
- [11] **Firman, M, 2013:** *Analisis Kekuatan Tarik dan Kekasaran Kawat Tembaga Hasil Drawing akibat Variasi Persentase Reduksi,* *Jurnal Rotor,* Volume 6 Nomor 1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember (UNEJ) Jln. Kalimantan 37, Jember.
- [12] **Haris Budiman.** Analisis Penguji Tarik (Tensile Test) Pada Baja St37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. *Jurnal. Jurnal J-Ensitemc* : Vol 03/No. 01, November 2016
- [13] **I Komang Astana Widi.** Analisis Simulasi Pengaruh Sudut Cetakan Terhadap Gaya Dan Tegangan Pada Proses Penarikan Kawat Tembaga Menggunakan Program Ansys 8.0. *Jurnal. Jurnal Flywheel,* Volume 1, Nomor 2, Desember 2008
- [14] **Matheus Souisa, 2011:** *Analisis Modulus Elastisitas dan Angka Poisson Bahan Dengan Uji Tarik,* *Jurnal Berekeng* Vol. 5 No. 2 Hal. 9 – 14, Staf Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Pattimura Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon.
- [15] **M.Hasan Abdullah¹), Antoni²).** Optimasi perencanaan produksi *wire drawing* menggunakan *mixed integer linear programming* (studi kasus di pt. Sw) Volume XIX No.2, Maret 2019, p.09-22 Teknik Industri Universitas Wijaya Putra.
- [16] **Pratama, Arga. 2016.** “*Makalah Titanium dan Paduannya*”. <https://teknikkendaranringanotomotif.blogspot.cm/2016/06/makalahititaniumdanpaduannya.html>. Diakses Pada 16 November 2020 jam 12:00 WIB.
- [17] **Shen Liu , Xiaobiao Shan, Hengqiang Cao and Tao Xie. 2020.** “*Finite Element Analysis on Ultrasonic Drawing Process of Fine Titanium Wire*”
- [18] **California, San Diego, La Jolla,** Department of Applied Mechanics and Engineering Sciences, University of CA 92093-0416, U.S.A.