

Analisis Kekuatan Tarik dan Elongasi Kawat Tembaga Hasil Proses Drawing Akibat Variasi Persentase Reduksi Dies

Adam Izzuddin ^{1*}, Estu Prayogi ¹

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

* Corresponding author: adamizzuddin@gmail.com

Abstrak. Proses *wire drawing* adalah proses pengerjaan dingin yang dilakukan untuk mengurangi luas penampang kawat. Setiap kawat hasil dari proses *drawing* akan berbeda-beda tergantung dari parameter proses *drawing* yang dilakukan. Persentase reduksi pada *dies* menyebabkan perbedaan kualitas dan karakteristik dari kawat hasil dari proses *drawing*, antara lain nilai kekuatan tarik dan elongasi pada kawat. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk membandingkan nilai kekuatan tarik dan elongasi kawat tembaga dari hasil proses *drawing* dengan kawat tembaga sebelum dilakukan proses *drawing*. Spesimen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kawat tembaga dengan nilai persentase kemurnian sebesar 99,9 % dan diameter 2,3 mm dan akan dibuat menjadi kawat dengan ukuran diameter 0,5 mm, 0,8 mm, 1,05 mm, dan persentase reduksi *dies* akhir yang digunakan dari setiap ketiganya adalah 10,08 %, 21,39 %, dan 16,64%. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa nilai kekuatan tarik tembaga mengalami kenaikan dari 26,21 kg/mm² menjadi 42,072 kg/mm² pada persentase reduksi 10,08%, dari 26,25 kg/mm² menjadi 42,538 kg/mm² pada persentase reduksi 16,64%, dan kenaikan terbesar terjadi pada persentase 21,39% dari 26,26 kg/mm² menjadi 42,9616 kg/mm². Sedangkan untuk nilai elongasi pada kawat tembaga mengalami penurunan dari 32,8% menjadi 2,16% pada persentase reduksi 10,08%, dari 32,8 % menjadi 1,84% pada persentase 16,64% dan penurunan elongasi terbanyak terjadi pada persentase reduksi 21,39% yaitu dari 32,4 % menjadi 0,88 % .

Kata kunci— *Wire drawing, tembaga, reduksi, kekuatan tarik, elongasi*

1. Pendahuluan

Penarikan kawat (kawat *drawing*) merupakan proses penarikan sebuah batang logam panjang dengan diameter tertentu yang dilewatkan melalui sebuah lubang cetakan (*dies*). Dalam proses tersebut ada beberapa parameter yang telah diteliti memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik dari sebuah kawat hasil proses *drawing*. Parameter tersebut antara lain, gaya *drawing*, desain cetakan, persentase dan rasio reduksi, kecepatan *drawing*, komposisi dan karakteristik bahan, pelumasan dan proses treatment sebelum proses *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 [1]. Sementara pada pengujian langsung didapat hasil bahwa, semakin besar sudut cetakan yang digunakan pada proses *wire drawing*, akan memperkecil tegangan tarik yang dibutuhkan untuk melakukan proses *drawing* [2]. Pengaruh sudut cetakan terhadap efisiensi pengerjaan adalah penggunaan sudut cetakan *wire drawing* yang semakin besar, akan memperbesar produksi hasil *wire drawing* dan juga memperbesar jumlah kerusakan dalam produksi tersebut [3].

Kecepatan *drawing* pada proses *wire drawing* juga berpengaruh terhadap sifat mekanik kawat hasil *drawing*. Peningkatan kecepatan *drawing* berbanding lurus dengan peningkatan kekuatan tarik kawat hasil *drawing* [4]. Persentase reduksi pada proses *wire drawing* berpengaruh terhadap beberapa sifat mekanik kawat hasil *drawing*. Semakin besar persentase pengurangan luas kawat tembaga, akan menyebabkan perubahan struktur mikro yang semakin pipih, tanpa ada perubahan fasa dan menyebabkan nilai kekerasan kawat tersebut juga akan semakin besar [5]. Peningkatan persentase reduksi pada proses *wire drawing* kawat NiTi juga akan memperkecil angka kekasarannya dan akan memperbesar tegangan *drawing* yang dibutuhkan untuk melakukan proses *drawing* [6].

Adanya variasi persentase reduksi akan menyebabkan perbedaan pada kawat hasil *drawing*. Peningkatan nilai persentase reduksi akan menyebabkan bagian kawat yang terdeformasi akan semakin besar. Peningkatan daerah yang mengalami deformasi ini diduga akan menyebabkan perbedaan pada sifat-sifat mekanik kawat tembaga hasil proses *drawing*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi persentase reduksi terhadap nilai kekuatan tarik dan kekasaran kawat tembaga hasil penarikan.

2. Metode Penelitian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan sistem uji tarik dengan menggunakan standar ASTM E8. ASTM E8 menjelaskan uji tarik logam seperti baja atau logam paduan. Tes ini menentukan sifat mekanik yang penting seperti kekuatan yield, kekuatan tarik utama, perpanjangan, dan pengurangan daerah.

Peralatan uji

Mesin kuat tarik untuk metal (Zwick kapasitas 20 s/d 5000 kg), Micrometer, Penggaris Spidol artline 70

Persiapan uji

Kawat tembaga yang digunakan pada penelitian kali ini memiliki komposisi kimia sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi Kimia Tembaga

Impurity (Part per Milion / ppm)										Cu (%)
Fe	Pb	Sn	Ni	Bi	As	Sb	Ag	Te	Se	
Max.10	Max.5	Max.5	Max.10	Max.1	Max.5	Max.4	Max.25	Max.1	Max.2	Min. 99,90

Contoh bahan uji dipotong ± 300 mm, dan diberi tanda pada kedua ujungnya masing-masing 50 mm, sehingga didapatkan jarak uji di tengah 250 mm

Pengukuran diameter dilakukan minimum 4 titik yang berbeda

Hitung luas penampang uji dengan formula sesuai dengan bentuknya [10].



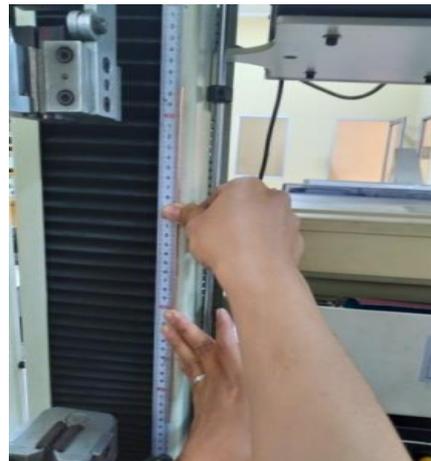
Gambar 1 Pengukuran Diameter

Cara uji

Bahan uji yang sudah dipersiapkan dijepit pada kedua ujungnya, sepanjang 250 mm dengan penjepit (grip) mesin kuat tarik. Kemudian ditarik hingga putus dengan kecepatan antara 50-70 mm/menit, disesuaikan dengan ukuran bahan uji [11].



Gambar 2 Proses Uji Tarik



Gambar 3 Proses Pengukuran Elongasi

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini digunakan tiga buah final *dies* dengan diameter *dies* yang berbeda-beda. Adapun ukuran setiap final *dies* tersebut adalah 0,55 mm; 0,86 mm; 1,05 mm. dengan kawat tembaga yang ditarik berdiameter 2,3 mm. Berikut adalah susunan *dies* yang digunakan

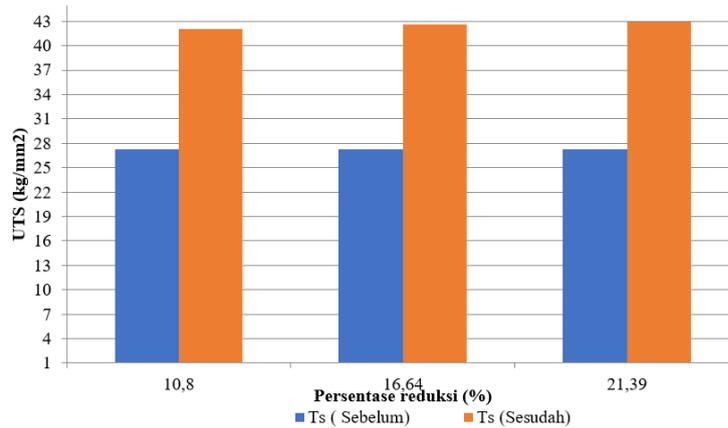
Tabel 2. Reduksi Dies

Final Die	D1(mm)	D0 (mm)	Persentase reduksi (%)
Die 0,5	0,58	0,55	10,08
Die 0,86	0,97	0,86	21,39
Die1,05	1,15	1,05	16,64

Hasil uji tarik kawat tembaga

Tabel 3. Rata-rata hasil perhitungan uji tarik

Final Die	Persentase reduksi (%)	Ts (sebelum)	Ts (sesudah)
Die 0,5	10,08	27,34 kg/mm ²	42,072 kg/mm ²
Die 0,86	21,39	27,34 kg/mm ²	42,9616 kg/mm ²
Die1,05	16,64	27,34kg/mm ²	42,538 kg/mm ²

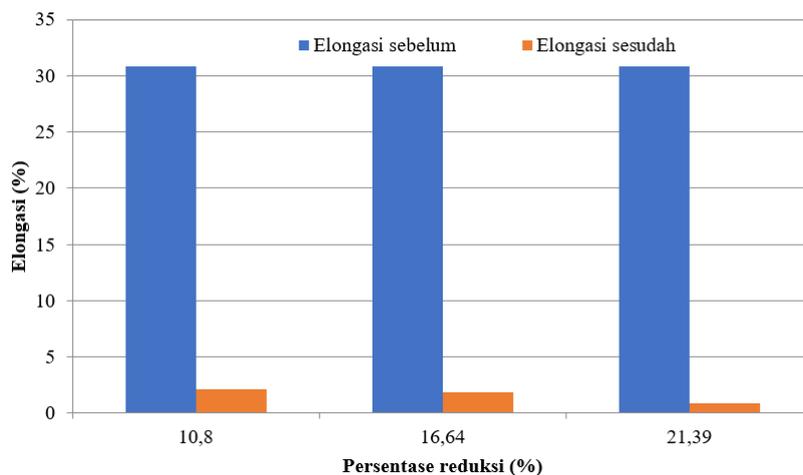


Gambar 4. grafik peningkatan kekuatan tarik kawat tembaga hasil pengujian

Hasil perhitungan elongasi kawat tembaga

Tabel 4. Rata-rata hasil perhitungan nilai elongasi

Final Die	Persentase reduksi (%)	Elongasi (sebelum)	Elongasi (sesudah)
Die 0,5	10,08	30,8%	2,16 %
Die 0,86	21,39	30,8%	0,88%
Die1,05	16,64	30,8%	1,84%



Gambar 5 Grafik penurunan nilai elongasi kawat tembaga hasil pengujian

Pembahasan

Deformasi yang terjadi pada proses *wire drawing* ini disebabkan oleh gaya tekan cetakan yang di terima kawat tembaga sebagai gaya reaksi terhadap gaya tarik yang digunakan untuk menarik kawat melewati cetakan. Gaya yang diterima oleh kawat tembaga untuk mendeformasi kawat tersebut, menyebabkan terjadinya pergeseran atom-atom searah dengan gaya tekan cetakan pada kawat tembaga.

Deformasi ini menyebabkan panjang dari kawat tembaga menjadi lebih panjang dan diameter hasil proses *drawing* menjadi lebih kecil. Ketika gaya yang diterima oleh kawat tembaga lebih besar dari pada tegangan luluhnya, maka atom yang sudah bergeser akan sangat sulit untuk kembali ke posisi semula, sehingga akan menyebabkan terjadinya deformasi plastis. Artinya, deformasi plastis akan tercapai apabila tegangan dan regangan secara bersamaan melampaui kekutan luluhnya [5].

Dari hasil pengujian sampel kawat hasil proses *drawing* diketahui sifat keuletan dari kawat tembaga berubah menjadi lebih getas (*brittle*). Hal ini bisa dilihat dari nilai elongasi yang dihasilkan dari proses uji tarik dimana nilai elongasi dari kawat tembaga hasil proses *drawing* kurang dari 5% yang sebelumnya nilai elongasi pada kawat tembaga diatas 5%. Variasi persentase reduksi *dies* juga mempengaruhi sifat mekanis dari kawat tembaga hasil proses *drawing*. Dari hasil pengujian didapatkan semakin besar nilai persentase reduksi sebuah *dies* maka nilai kekuatan tarik dari hasil kawat tembaga akan semakin meningkat sedangkan untuk nilai elongasi pada kawat tembaga akan semakin menurun.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahawa pada proses *wire drawing* menyebabkan kenaikan nilai kekuatan tarik dan penurunan nilai elongasi pada kawat tembaga hasil proses *wire drawing*. selain itu sifat keuletan dari kawat tembaga berubah menjadi lebih getas (*brittle*). Variasi persentase reduksi *dies* mempengaruhi sifat mekanis dari kawat tembaga hasil proses *drawing*. Dari hasil pengujian didapatkan semakin besar nilai persentase reduksi sebuah *dies* maka nilai kekuatan tarik dari hasil kawat tembaga akan semakin meningkat sedangkan untuk nilai elongasi pada kawat tembaga akan semakin menurun.

5. Referensi

- [1] ardi nugroho, "analisa *wire drawing* pada proses penarikan kawat tembaga menggunakan simulasi software ansys 8.0," feb. 2008..
- [2] N. Noonai, A. Khantachawana, P. Kaewtathip, and J. Kajornchaiyakul, "Influences of Reduction Ratio on Mechanical Properties and Transformation Temperature of NiTi Drawn Wires," 2011.
- [3] V. Tittel, M. Zelenay, and E. Kudelas, "EFFECT OF DRAWING ANGLE SIZE OF A DIE ON WIRE DRAWING AND BUNCHING PROCESS," 2012.
- [4] M. Suliga, "The influence of the high *drawing speed* on mechanical-technological properties of high carbon steel wires," *Arch. Metall. Mater.*, vol. 56, no. 3, pp. 823-828, 2011, doi: 10.2478/v10172-011-0091-z.
- [5] M. D. H. A. B. Mohammad Firman, "Analisis Kekuatan Tarik dan Kekasaran Kawat Tembaga Hasil *Drawing* akibat Variasi Persentase Reduksi," 2013.
- [6] E. M. Rubio, A. M. Camacho, L. Sevilla, and M. A. Sebastián, "Calculation of the forward tension in *drawing* processes," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 162-163, no. SPEC. ISS., pp. 551-557, 2005, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2005.02.122.
- [7] T. Surdia and S. Saito, "Pengetahuan Bahan Teknik," 1985.
- [8] N. Hasbullah, "Pengetahuan Umum PROSES DRAWING MACHINE," 2019.
- [9] A. Purna Irawan, "Diktat Elemen Mesin," 2009.
- [10] W. D. Callister *et al.*, *Materials science and engineering: an introduction*. wiley, 2021.,
- [11] ASTM E8, "ASTM E8/E8M standard test methods for tension testing of metallic materials 1," *Annu. B. ASTM Stand.* 4, no. C, pp. 1-27, 2010, doi: 10.1520/E0008.