

PENGARUH VARIASI KECEPATAN PENARIKAN KAWAT TERHADAP SIFAT MEKANIK KAWAT Ti-6Al-4V DALAM PROSES PEMBENTUKAN LOGAM MELALUI WIRE DRAWING

Ridho Ivangga¹

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : ridhoivangga@gmail.com

Iqbal²

²Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : iqbalbatuah@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengaruh variasi kecepatan penarikan kawat terhadap sifat mekanik kawat titanium paduan Ti-6Al-4V melalui proses wire drawing dengan pelumasan grease viskositas 150 cSt. Proses wire drawing dilakukan menggunakan dua variasi kecepatan putaran motor, yaitu 1044 rpm dan 1350 rpm. Pengujian yang dilakukan meliputi uji tarik, uji kekerasan Micro-Vickers, dan analisis struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan penarikan memberikan perubahan signifikan pada sifat mekanik kawat. Pada kecepatan 1044 rpm diperoleh tegangan tarik maksimum 1044 N/mm², regangan 0,119%, dan modulus elastisitas 8379,57 N/mm², sedangkan pada 1350 rpm nilai tegangan tarik meningkat menjadi 1350 N/mm² dengan regangan 0,118% dan modulus elastisitas 8298,89 N/mm². Uji kekerasan menunjukkan nilai rata-rata HV sebesar 326,73 pada 1044 rpm, lebih tinggi dibandingkan 303,30 pada 1350 rpm. Analisis struktur mikro memperlihatkan perubahan orientasi butir fase α dan distribusi fase β yang semakin homogen akibat deformasi plastis. Dengan demikian, variasi kecepatan penarikan memengaruhi sifat mekanik kawat Ti-6Al-4V, di mana kecepatan lebih rendah cenderung meningkatkan kekerasan, sedangkan kecepatan lebih tinggi meningkatkan kekuatan tarik.

Kata kunci: Wire drawing, Ti-6Al-4V, kecepatan penarikan, sifat mekanik, struktur mikro.

PENDAHULUAN

Industri manufaktur logam memiliki peran penting dalam mendukung perkembangan teknologi dan infrastruktur. Salah satu material yang banyak digunakan adalah paduan titanium Ti-6Al-4V karena sifat mekaniknya yang unggul, seperti kekuatan tinggi dan ketahanan korosi. Untuk menghasilkan komponen dengan dimensi dan kualitas sesuai kebutuhan, proses pembentukan logam menjadi faktor krusial, salah satunya adalah wire drawing, yaitu metode penarikan kawat melalui dies untuk mengurugidiameter sekaligus meningkatkan sifat mekanik

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan menggunakan kawat Ti-6Al-4V berdiameter awal 2,1 mm dengan pelumasan grease viskositas 150 cSt. Proses wire drawing dikerjakan pada mesin penarik kawat dengan dua variasi kecepatan putaran motor, yaitu 1044 rpm dan 1350 rpm. Sampel hasil proses kemudian diuji melalui tiga metode: (1) uji tarik menggunakan Universal Testing Machine HT-2404 untuk menentukan tegangan tarik maksimum, regangan, dan modulus elastisitas; (2) uji kekerasan Micro-Vickers untuk mengetahui nilai rata-rata kekerasan kawat; serta (3) analisis struktur mikro menggunakan mikroskop optik setelah preparasi grinding, polishing, dan etching dengan larutan Kroll's reagent.

HASIL DAN PEMBAHASAN

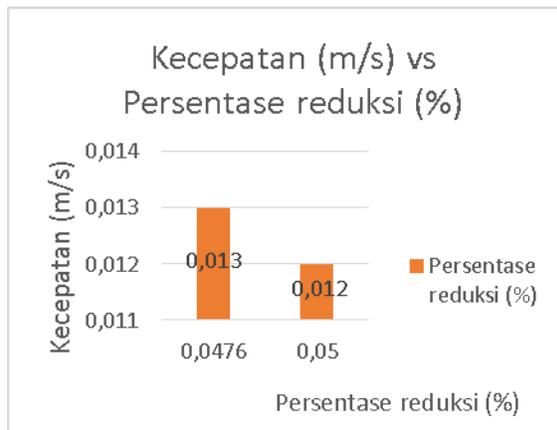
Hasil dari pengujian dengan alat wire drawing maka didapat tabel hasil pengujian seperti berikut :

Tabel 1. Data Hasil Uji Wire Drawing Kawat Ti-6Al-4V

NO	Putaran Motor (RPM)	D awal (mm)	D akhir (mm)	L_{awal} (cm)	L_{akhir} (cm)	ΔL (cm)	t (s)	V_{masuk} (m/s)
1	1044	2,1	2,0	65	70	1,5	6,3	0,012
2	1350	2,1	1,9	65	70	5	5,2	0,013

Tabel 2. Perbandingan kecepatan terhadap persentase reduksi pada putaran motor 1044 rpm dan 1350 rpm

Kecepatan (m/s)	Persentase reduksi (%)
0,013	0,0476
0,012	0,05

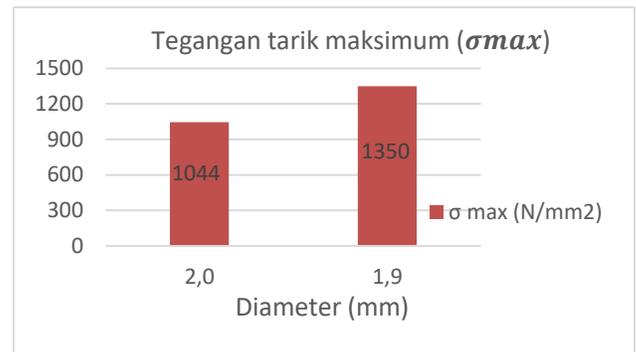


Grafik 1. Perbandingan Kecepatan (m/s) vs Persentase Reduksi (%)

Pada grafik 1. Dari grafik diatas dapat dikatakan bahwa dengan pengurangan kecepatan akan memperbesar nilai reduksi pada kawat Ti6Al4V dimana pada percobaan pertama nilai dengan kecepatan 0,013 rpm menghasilkan reduksi sebesar 0,0476 % namun pada percobaan dengan kecepatan 0,012 rpm reduksi yang dihasilkan mencapai 0,05 %

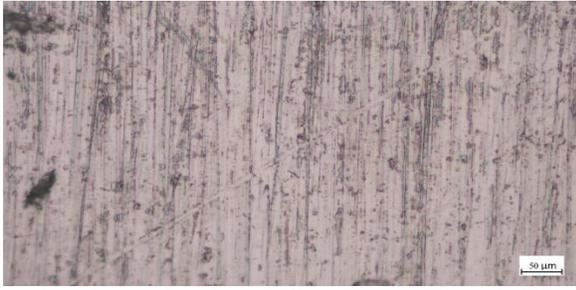
Tabel 3. Data Hasil Uji Tarik Kawat Ti-6Al-4V Tegangan Maksimum Uji Tarik

Putaran motor (rpm)	D (m)	σ_{max} (N/mm ²)
1044 rpm	2,0	997,17
1350 rpm	1,9	979,27



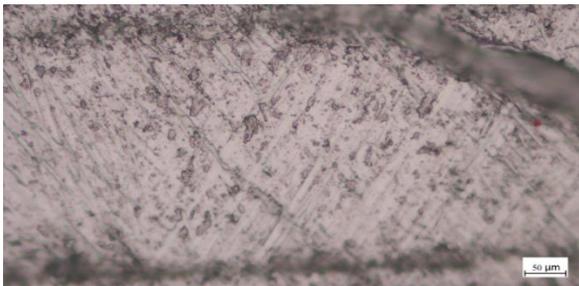
Grafik 2. Perbandingan Tegangan Tarik Maksimum

Dari table diatas dapat dijelaskan bahwa pengaruh perubahan kecepatan terhadap tegangan tarik maksimal dengan perubahan diameter jadi pada grafik dengan perubahan diameter terdapat perubahan tegangan maksimal dengan perolehan data dengan diameter 2,0mm memperoleh tegangan tarik maksimal 1044 N/mm². Sedangkan, dengan diameter 1,9 memperoleh tegangan maksimum 1350N/mm².



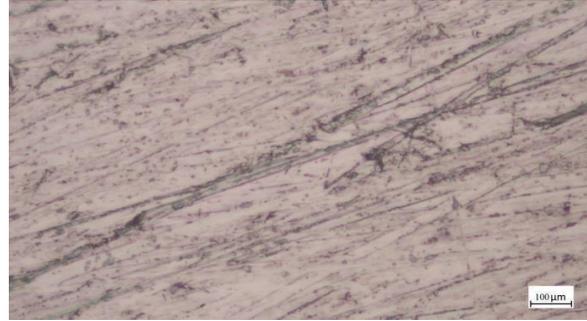
Gambar 1. Struktur Mikro Kawat Ti-6Al-4V Murni Menggunakan Lensa 50 mm

Gambar diatas menunjukkan mikrostruktur kawat Ti-6Al-4V setelah proses penarikan (wire drawing). Terlihat garis-garis sejajar yang menunjukkan arah tarikan kawat. Fase α (terlihat lebih terang) memanjang mengikuti arah deformasi, sedangkan fase β (lebih gelap) tersebar di sela-sela butir. Pola ini menandakan adanya deformasi plastis yang membuat kawat lebih kuat (kekuatan tarik meningkat) namun keuletannya berkurang..



Gambar 2. Struktur Mikro Kawat *Ti-6Al-4V Low* Menggunakan Lensa 50 mm

Gambar ini menunjukkan mikrostruktur kawat Ti-6Al-4V setelah proses penarikan (wire drawing). Terlihat pola garis-garis miring yang menandakan arah deformasi akibat tarikan. Fase α (lebih terang) tampak memanjang sesuai arah deformasi, sedangkan fase β (lebih gelap) tersebar di antara butir. Pola ini menunjukkan material mengalami perubahan bentuk plastis, sehingga kawat menjadi lebih kuat, tetapi sifat uletnya sedikit berkurang.



Gambar 3. Struktur Mikro Kawat *Ti-6Al-4V Middle* Menggunakan Lensa 50 mm

Garis-garis: Garis-garis halus ini adalah bekas dari proses pembuatan, seperti saat material digosok atau dipotong. **Bintik-bintik:** Bintik-bintik gelap yang tersebar adalah ketidaksempurnaan atau cacat. Ini bisa jadi kotoran (inklusi), lubang kecil (pori-pori), atau bagian lain dari material yang berbeda.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi kecepatan putaran motor pada proses wire drawing berpengaruh terhadap sifat mekanik kawat Ti-6Al-4V. Kawat diameter 1,9 mm pada kecepatan 1350 rpm memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 1082,36 N/mm², sedangkan kawat diameter 2,0 mm pada kecepatan 1044 rpm memiliki kekerasan tertinggi sebesar 326,73 HV. Selain itu, kecepatan 1044 rpm menghasilkan struktur mikro yang lebih rapat dan teratur, sedangkan kecepatan 1350 rpm cenderung menimbulkan deformasi berlebih yang dapat menurunkan kekerasan material

DAFTAR PUSTAKA

Boyer, H. E., & Briggs, R. D. (2004). Titanium and Titanium Alloys. ASM International.

Longhitano, G. A., et al. (2018). Mechanical behavior of Ti-6Al-4V under deformation processes. Journal of Materials Engineering.

Kalpakjian, S., et al. (2023). Manufacturing Processes for Engineering Materials. Pearson.

Asfarizal, A., et al. (2012). Wire drawing process analysis for Ti alloys. Indonesian Journal of Mechanical Science.

Putra, A. R., et al. (2022). Effect of die geometry on Ti-6Al-4V wire drawing. International Journal of Advanced Manufacturing.