

EVALUASI BESAR BUTIR TERHADAP SIFAT MEKANIS CuZn70/30 SETELAH MENGALAMI DEFORMASI MELALUI CANAI DINGIN

Riyan Sanjaya¹⁾ dan Eddy S. Siradj²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Jakarta

²⁾ Departemen Material dan Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta

e-mail: nyongs88@Hotmail.com

Abstract: *The research was conducted because of the many industries that use CuZn 70/30 as a raw material in industrialization. CuZn 70/30 was studied to obtain the strong mechanical properties of brass. Research CuZn 70/30 was evaluated using a process of heating of about $615^{\circ} \pm 5^{\circ}C$ and then held for 90 minutes. The next process is the process of cold rolling by using a variety of reduction and then tested by using a Vickers hardness testing, tensile testing, observation of the microstructure. The result of this research is a fine microstructure (below $10 \mu m$), hardness (HV 211.67). Tensile test also conducted to get how much resistance CuZn 70/30 to resist the pull. The cold rolling process causing the decrease the mechanical properties and also increase the plastic properties of the brass.*

Keywords: *brass, heat treatment, mechanical properties and microstructure*

PENDAHULUAN

Industri kuningan pada saat ini merupakan salah satu industri yang sangat menunjang dalam sektor ekonomi Indonesia. Kuningan merupakan paduan antara tembaga (Cu) dengan seng (Zn) yang banyak digunakan sebagai kebutuhan dibidang industri dalam membuat komponen-komponen meliputi pekerjaan arsitekturat, pipa kondensor, keran, inti radiator, pegas mur-baut dan lain-lain.

Perkembangan jaman yang begitu pesat hari ke hari, menuntut semakin meningkatnya sifat material, baik mekanik maupun fisiknya. Pada berbagai aplikasi, material-material kini harus dapat beradaptasi dengan permintaan konsumen yang semakin tinggi. Material logam, contohnya, dituntut untuk memiliki kekuatan yang besar namun juga harus memiliki keuletan dan ketangguhan yang tinggi. Untuk memenuhi tuntutan jaman itu, bermacam penelitian dilakukan untuk mendapatkan sifat mekanik material logam yang lebih baik. Bererapa proses seperti *Heat Treatment* atau perlakuan panas semakin dikembangkan untuk mendapat kekuatan dan ketangguhan secara bersamaan. Selain itu salah satu usaha peningkatan sifat mekanik juga dilakukan dengan cara mendapatkan superplastisitas material.

Superplastisitas adalah proses difusi terkontrol yang terjadi pada temperatur tinggi dalam material dimana ukuran butir mencapai $1-10 \mu m$. Material yang memiliki butir halus akan memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan material dengan butir kasar. Deformasi pada material, dalam skala mikro, merupakan perubahan bentuk akibat adanya pergerakan atom-atom yang berakhir pada permukaan. Material dengan butir yang lebih halus, pergerakan atomnya akan lebih cepat berhenti akibat sulitnya pergerakan atom oleh karena banyaknya batas butir. Semakin banyak batas butir, energi yang diperlukan untuk melewatinya akan semakin besar sehingga dibutuhkan lebih banyak tenaga untuk mendeformasi material tersebut, atau dengan kata lain material tersebut semakin keras. Dengan adanya penghalusan butir juga akan menurunkan rasio berat terhadap kekuatan, yang akan berguna dalam aplikasi kuningan tersebut.

Pada penelitian ini berjudul Studi Sifat Mekanis Kuningan dengan Kadar CuZn 70/30. Dengan proses *cold rolling* dengan derajat reduksi yang besar merupakan bahan baku pembuatan selongsong peluru yang akan diproduksi di dalam negeri. Dalam penelitian saya ini dilakukan produksi didalam negeri. Dalam penelitian ini dilakukan penganilan pada pelat kuningan, proses rolling, uji struktur mikro, uji tarik, dan uji kekerasan. Bagaimana karakteristik struktur mikro dan pengujian sifat mekanis pada saat proses *cold rolling* serta melihat pengaruh ukuran butir terhadap sifat mekanik?

Dalam topik yang akan dibahas ini, dilakukan pembatasan masalah antara lain: Proses penganilan dengan suhu $615^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ dengan waktu 90 menit, Proses *cold rolling*, uji kekerasan dengan metode *vickers*, pengamatan metalografi, dan uji tarik. Setelah proses *cold rolling* akan

dilihat pengaruh mikro struktur dan sifat mekanis. Dalam penelitian ini akan terlihat berapa besar pengaruh reduksi dan regangan pada *cold rolling*. Melihat struktur mikro dari setiap tahapan proses yang berkaitan dengan ukuran butir. Untuk mengetahui kekerasan sebelum dan sesudah *cold rolling*.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dilakukan untuk menentukan tujuan dari penelitian, menentukan prosedur penelitian, melakukan pengujian dan analisa hasil pengujian. Tahapan penelitian tersebut disusun agar penelitian berjalan secara sistematis. Langkah-langkah untuk penelitian ini adalah seperti diagram alir dibawah ini. Setelah pengujian dilakukan maka akan didapatkan data-data yang akan dianalisa lebih lanjut.

Diagram alir proses penelitian dimulai dengan persiapan sampel kuningan yang dipotong dengan ukuran (h x w x l : 7 x 9 x 80 mm). Kemudian dilakukan proses anil dengan temperatur $615^0 \pm 5^0\text{C}$. Setelah itu dilakukan pengerolan dan dilanjutkan dengan metalografi, pengujian kekerasan dengan metode *Vickers*, dan uji tarik. Tahap berikut dilakukan pembahasan dan analisa dari pengujian yang dilakukan. Tahap akhir ialah pembuatan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengerolan beberapa sampel pelat kuningan CuZn 70/30 dengan ketebalan awal yang sama diperoleh hasil seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1 – 4.

Tabel 1. Data hasil pengerolan pelat dengan 6 kali pas

	Jumlah pas	h_0 (mm)	h_1 (mm)	Besar reduksi	
				(%)	ϵ
Sampel 14		7			
	1	7	5,49	21,57	0,24
	2	7	4,43	36,71	0,45
	3	7	3,56	49,14	0,67
	4	7	2,54	63,71	1,01
	5	7	1,83	73,85	1,34
	6	7	1,53	78,14	1,52

Tabel 2. Data hasil pengerolan pelat dengan 5 kali pas

	Jumlah pas	h_0 (mm)	h_1 (mm)	Besar reduksi	
				(%)	ϵ
Sampel 4		7			
	1	7	5,51	21,28	0,23
	2	7	4,38	37,42	0,46
	3	7	3,12	55,42	0,80
	4	7	2,16	69,14	1,17
	5	7	1,49	78,71	1,54

Setelah proses pengerolan dilakukan preparasi sampel untuk dilakukan metalografi untuk mendapatkan foto struktur mikro dan uji kekerasan *vickers*. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan besar reduksi atau regangan.

Setelah metalografi foto struktur mikro dilakukan uji kekerasan *Vickers* dengan masing-masing 3 titik untuk setiap kondisi regangan (reduksi). Dari foto struktur mikro dan pengujian

Vickers dilakukan pengukuran butir rata-rata pada Tabel 5 dapat dilihat hasil uji kekerasan dan butir rata-rata pada berbagai kondisi regangan (reduksi).

Tabel 3. Data hasil pengerolan pelat dengan 4 kali pas

	Jumlah pas	h_0 (mm)	h_1 (mm)	Reduksi (%)	ϵ	HV
		7				
Sampel 30	1	7	5	16,66	0,18	
	2	7	4,01	33,16	0,40	
	3	7	2,76	54	0,77	211,33
	4	7	2,43	59,5	0,90	194

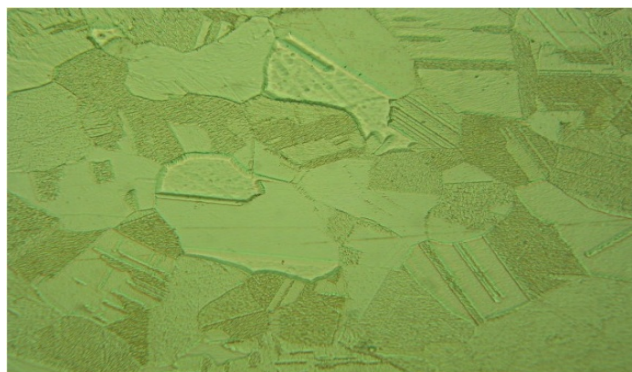
Tabel 4. Data hasil pengerolan pelat dengan 4 kali pas

	Jumlah pas	h_0 (mm)	h_1 (mm)	Reduksi (%)	ϵ	HV
		7				
Sampel 29	1	7	5,3	24,28	0,27	
	2	7	4,2	40	0,51	
	3	7	2,73	61	0,94	199
	4	7	1,27	81,78	1,70	211,67

Tabel 5. Hasil dari pengujian kekerasan Vickers dan besar butir struktur mikro

Sampel	Reduksi (%)	ϵ	HV	Diameter butir (μm)
Awal	0	0	77	30
Sampel 4	37,43	0,47	168,67	10,3
	69,14	1,18	194,33	8,66
	78,71	1,55	204	5,49
Sampel 14	36,71	0,46	181,33	6,23
	63,71	1,01	196	5,51
	78,14	1,52	216,67	4,56
Sampel 29	61,00	0,94	199	6,35
	81,79	1,70	211,67	3,84
Sampel 30	54,00	0,78	194	7,02
	59,50	0,90	211,33	3,92

Berikut ini adalah gambar dari struktur mikro hasil dari proses metalografi dengan perbesaran 500 μm .



Gambar 1. Foto struktur mikro setelah mengalami proses anil dengan perbesaran 500 kali.



(a). sampel 4.1 ($\epsilon = 0,46$)



(b). sampel 4.2 ($\epsilon = 1,17$)



(c). sampel 4.3 ($\epsilon = 1,54$)



(d). sampel 14.1 ($\epsilon = 0,45$)



(e). sampel 14.2 ($\epsilon = 1,01$)



(f). sampel 14.3 ($\epsilon = 1,52$)



(g). sampel 29.1 ($\epsilon = 0,9$)



(d). sampel 29.2 ($\epsilon = 1,70$)

Gambar 2. Foto struktur mikro sampel dengan perbesaran 500 kali



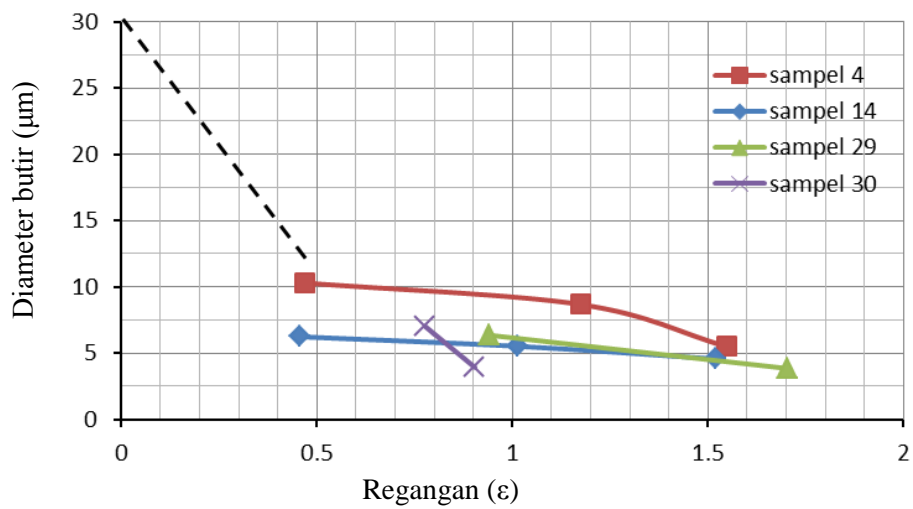
(c). sampel 30.1 ($\epsilon = 0,77$)



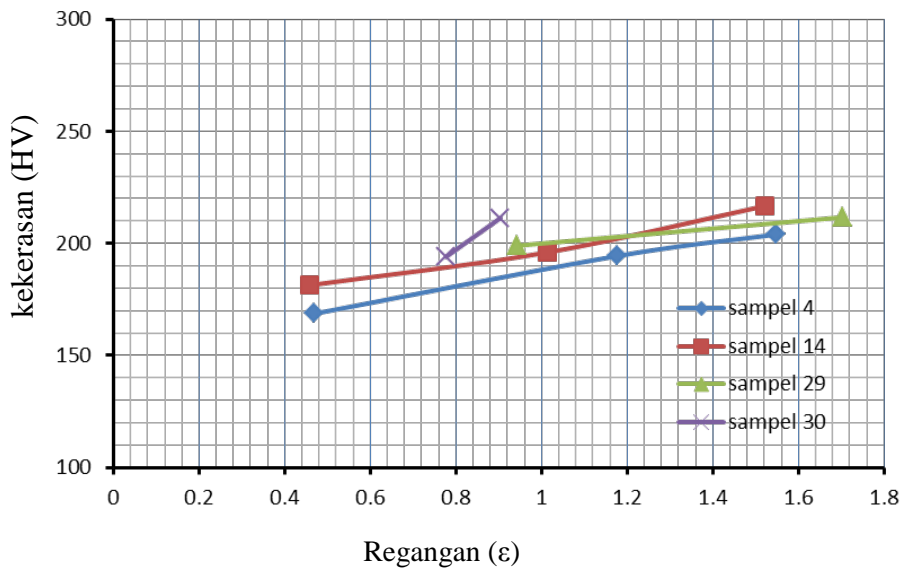
(d). sampel 30.2 ($\epsilon = 0,90$)

Lanjutan Gambar 2. Foto struktur mikro sampel dengan perbesaran 500 kali

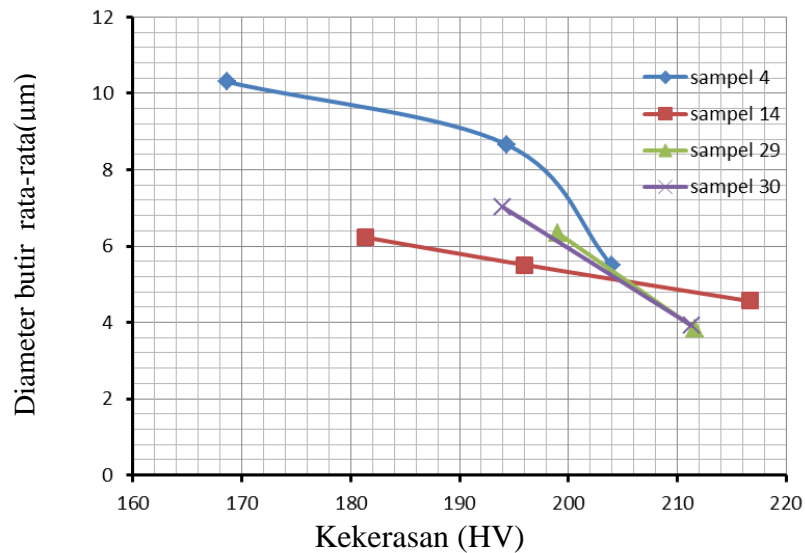
Berikut ini adalah grafik hubungan antara regangan terhadap diameter butir.



Gambar 3. Grafik hubungan antara regangan deformasi dengan butir besar rata - rata



Gambar 4. Hubungan antara regangan dengan kekerasan *Vickers*

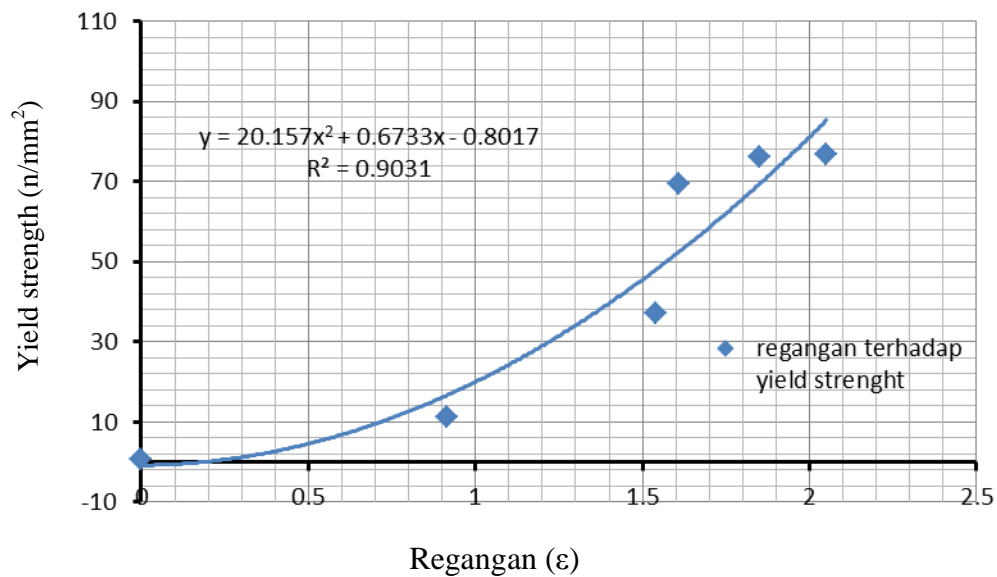


Gambar 5. Grafik hubungan antara kekerasan *Vickers* dengan diameter butir rata-rata

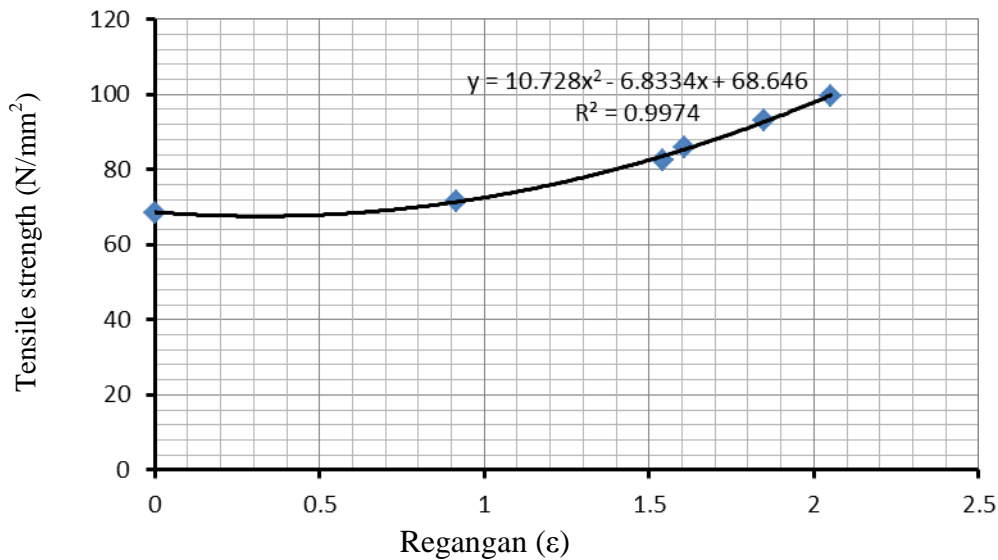
Setelah proses pengerolan, pengujian kekerasan, dan metalografi dilakukan maka dilanjutkan dengan pengujian tarik dengan *standard ASTM-A370*.

Tabel 6. Hasil uji tarik

ϵ	h_0 (mm)	D (mm)	L_0 (mm)	A_0 (mm ²)	yield strength (N/mm ²)	tensile strength (N/mm ²)
1,8	1,1	6,4	45	49,5	76,3	93,14
2,1	0,9	6,4	45,4	40,86	76,82	99,63
1,6	1,4	6,5	46	64,4	69,3	86,06
1,54	1,5	6,4	45	67,5	37,06	82,47
0,9	2,8	6,5	44	123,2	11,14	71,66
0	7	12,5	57	399	32,45	78,67



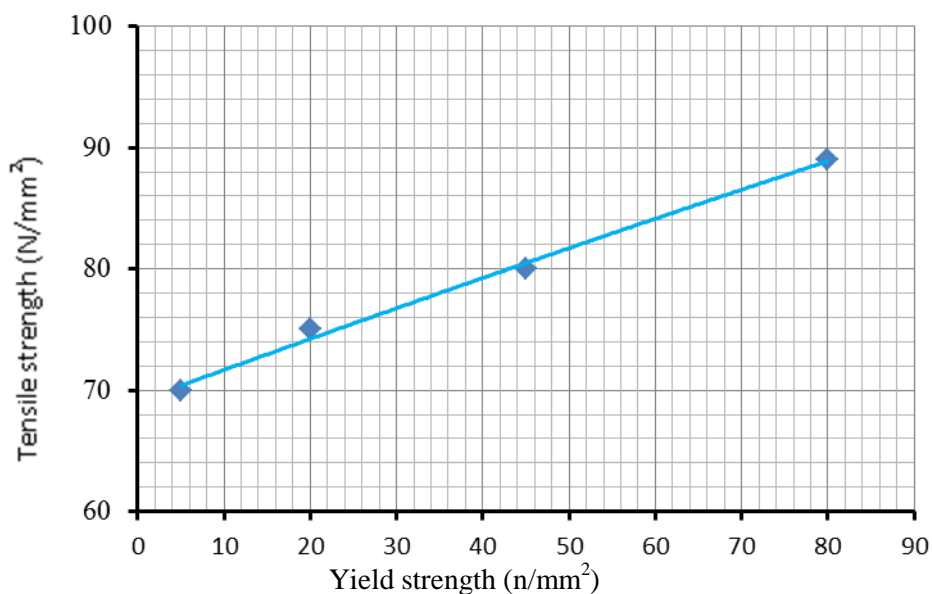
Gambar 6. Grafik hubungan antara regangan deformasi dengan *yield strength*



Gambar 7. Grafik hubungan antara regangan deformasi dengan tensile strength

Tabel 7. Regangan deformasi, *yield strength* dan *tensile strength*

ϵ	<i>Yield strength</i> (N/mm ²)	<i>Tensile strength</i> (N/mm ²)
0,5	5	70
1	20	75
1,5	45	80
2	80	89



Gambar 8. Grafik hubungan antara *yield strength* dengan *tensile strength*

Kuningan yang digunakan pada percobaan ini adalah CuZn 70/30 yang memiliki komposisi kimia, sebelum di rol material tersebut dianil pada suhu $615^0 \pm 5^0\text{C}$ dan ditahan selama 90 menit. Dari proses anil tersebut diperoleh kekerasa rata-rata sebesar 77 HV dengan ukuran diameter butir rata-rata 30 μm (pada Gambar 1 dapat dilihat struktur mikro kuningan setelah dianil).

Selanjutnya pelat kuningan dari ketelabalan awal 7 mm dirol dingin dengan berbagai reduksi total atau dengan berbagai ketebalan akhir yang berbeda. Pada Gambar 3 dapat dilihat hubungan antara regangan akibat dirol dengan besar butir rata-rata dimana pada Gambar 3 terlihat bahwa

semakin besar regangan mengakibatkan besar butir yang semakin halus. Sedangkan pada Gambar 4 dapat dilihat hubungan antara regangan dengan kekerasan dimana semakin besar regangan maka kekerasannya akan semakin meningkat kemudian pada Gambar 5 dan 6 dapat dilihat grafik hubungan antara regangan dengan *yield strength* dan *tensile strength*.

Dari percobaan W. Ozgowicz dapat juga dilihat bahwa semakin besar regangan makin kecil ukuran butir, namun percobaan W. Ozgowicz mengamati setelah proses anil pada masing-masing reduksi. Dari hubungan antara regangan dengan *tensile strength* dapat dibuat persamaan $\sigma_{\text{uts}} = 302,5 \times \epsilon^{2,35}$.

KESIMPULAN

Pengerolan dari kuningan CuZn70/30 setelah mengalami proses anil pada suhu $610^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ mengakibatkan peningkatan sifat mekanik dan sifat plastis. Pengerolan dingin dari kuningan CuZn 70/30 mengakibatkan meningkatnya kekerasan 211,67 HV. Pengerolan dingin dari kuningan CuZn 70/30 menghasilkan struktur mikro yang halus yang rata-rata kurang dari 10 μm . Pengerolan dari kuningan CuZn 70/30 menaikkan tingkat keuletan dari kuningan tersebut. Hubungan antara tensile strength dan regangan deformasi untuk CuZn 70/30, secara empiris dapat ditulis $\sigma_{\text{uts}} = 302,5 \times \epsilon^{2,35}$. Hubungan antara tensile strength dan yield strength deformasi untuk CuZn 70/30 secara empiris dapat ditulis $\sigma_{\text{uts}} = 50 + 18,5 \sigma_y^{0,05}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. <http://pwatlas.mt.umist.ac.uk/internetmicroscope/components/plug/wire-fixing-screw/phase.html>
- [2]. <http://www.alatuji.com/article/detail/3/what-is-hardness-test-uji-kekerasan-#.T-hmhrU0PGA>
- [3]. <http://www.infometrik.com/2009/09/mengenal-uji-tarik-dan-sifat-sifat-mekanik-logam/>
- [4]. Valiev Rz, islamgaliev RK, alexndrov IV. Bulk Nanostructured Materials From Severe Plastic Deformation. Progress in material science 45.2000
- [5]. Dierter, G.E., Mechanical Metallurgy. SI metric edition, Mcgraw-hill, ISBN 0-07-100406-b.1988.
- [6]. ASTM, The Handbook of Standardization; the American Society for testing and material, ASTM Internasional.
- [7]. Jeffries, Z., Kline, A. H., and Zimmer, E. B., "The Determination of the Average Grain Size in Metals, *Transactions*, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, Vol 54, 1917, pp. 594–607.
- [8]. W. Ozgowicz, E. Kalinowska-Ozgowicz, B. Grzegorzcyk, The microstructure and mechanical properties of the alloy CuZn30 after recrystallization annealing, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 29/2 .PP.123-136. 2008