

## Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas dan Sabut Kelapa dengan Polyester Bening 108

Muhammad<sup>1\*</sup>, Reza Putra<sup>1</sup>, Nurul Islami<sup>1</sup>, T. Hafli<sup>2</sup>, Abdul Malik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Material, Universitas Malikussaleh, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Indonesia

\*Corresponding Author: muhammad.tm@unimal.ac.id

**ABSTRACT** – The goal of this study is to determine the effect of the matrix-to-filler ratio on the characteristic value of composites made from pineapple leaf fiber and coco fiber using clear polyester resin 108 as a matrix. The composite printing process involves combining 70% resin and 5% pineapple fiber: 15% pineapple fiber, 25% coconut fiber: 15% coconut fiber, 25% pineapple fiber, and 5% coconut fiber with 1% catalyst. The Hand-Lay Up method is used to create composites. Tensile strength testing mechanical properties are based on standards (ASTM D-3039). The tensile strength of 25% pineapple leaf fiber is the highest in this percentage variation: 5% coconut fiber with an average value of 44.88 MPa, 3.37% tensile strain, while pineapple leaf fiber 5% has the lowest tensile strength value: 25% coconut fiber with a 25.26 MPa average and a 2.54% tensile strain. According to the findings, the composite of 25% pineapple leaf fiber: 5% coconut fiber immersed in NaOH is suitable for use as an alternative tensile material.

**ABSTRAK** – Penelitian tentang pembuatan komposit berbahan baku serat daun nanas, dan serat sabut kelapa menggunakan resin polyester bening 108 sebagai matrik untuk menentukan pengaruh perbandingan matrik dengan filler terhadap nilai karakteristik komposit. Pencetakan komposit dilakukan dengan mencampurkan resin 70% dan 5% serat nanas : 25% serat sabut kelapa, 15% serat nanas : 15% serat sabut kelapa, 25% serat nanas: 5% serat sabut kelapa, dengan penambahan katalis 1%. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode Hand-Lay Up. Sifat mekanik pengujian kuat tarik berdasarkan standar (ASTM D-3039). Hasil penelitian dari variasi persentase tersebut yang memiliki kekuatan tarik tertinggi pada serat daun nanas 25% : sabut kelapa 5% dengan nilai rata-rata sebesar 44,88 MPa, regangan tarik 3,37%, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada serat daun nanas 5% : sabut kelapa 25% dengan nilai rata-rata sebesar 25,26 MPa, regangan tarik 2,54%. Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa komposit dengan variasi serat daun nanas 25% : sabut kelapa 5% dengan perendaman NaOH layak digunakan sebagai material tensile alternatif.

**Keywords:** coconut fiber, pineapple leaf fiber, hand-lay up, polyester

### 1 Pendahuluan

Dalam dunia yang modern ini penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan dalam dunia industri manufaktur. Penggunaan material komposit yang ramah lingkungan dan bisa didaur ulang, merupakan tuntutan teknologi saat ini. Salah satunya

material komposit yang diharapkan di dunia industri yaitu material komposit dengan material pengisi (filler). Pada dasarnya material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk unit mikroskopik, yang membentuk bermacam-macam kombinasi sifat atau gabungan antara serat dan matrik. Saat ini bahan komposit yang diperkuat dengan

serat merupakan bahan teknik yang banyak digunakan karena kekuatan dan kekakuan spesifik yang jauh di atas bahan teknik pada umumnya, dan sifatnya dapat didesain mendekati kebutuhan (Jones, 1975).

(Khanif, 2016), meneliti tentang pengaruh perbandingan volume serat sabut kelapa dengan matrik polyester terhadap kekuatan mekanis material komposit. Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada pengujian tarik, kekuatan tarik mengalami kenaikan dari fraksi volume serat 30% ke 40% dan dari 40% ke 50%, dimana kekuatan tarik terbesar

terjadi pada fraksi volume serat 30% yaitu sebesar 18,6 N/mm<sup>2</sup>, itu diakibatkan pada proses pengepresan spesimen kurang merata dan kurang menyatu antara serat dan resin. Pada pengujian impak, harga impak mengalami penurunan dari 30% ke 50%, dimana harga impact terbesar dihasilkan pada komposisi serat sabut kelapa 50% yaitu sebesar 0,0186 J/mm<sup>2</sup>.

Dari penelitian yang dilakukan (Mujiyono dan Didik, 2009) diperoleh bahwa serat daun nanas memiliki kekuatan tarik hampir dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan fiber glass, yaitu 42,23 kg/mm<sup>2</sup> untuk serat nanas dan 21,65 kg/mm<sup>2</sup> untuk fiber glass. Dengan demikian serat daun nanas memiliki potensi sebagai pengisi dalam pembuatan komposit.

Walaupun telah banyak penelitian yang menunjukkan performa serat daun nanas dan serat sabut kelapa, namun belum terdapat hasil yang menunjukkan kombinasi pada kedua bahan pengisi tersebut [13]. Dengan demikian diperlukan kajian pembuatan komposit berpenguat serat daun nanas dan sabut kelapa dengan resin Polyester bening 108 menggunakan metode Hand lay up. Pengujian yang dilakukan uji tarik untuk mengetahui kekuatan tarik dengan standar ASTM D-3039.

## 2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen kuantitatif yang memaparkan secara jelas hasil eksperimen di laboratorium terhadap sejumlah benda uji, kemudian analisis data dengan menggunakan metode statistika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat daun nanas dan sabut kelapa dengan resin Polyester bening 108.

### 2.1. Perhitungan Komposit

Pada proses pengelasan atau penyambungan aluminium dan tembaga ini memiliki beberapa tahapan diantaranya sebagai berikut:

Menghitung volume cetakan dengan asumsi:

Volume cetakan = Volume komposit total

$$V_{\text{cet}} = V_{\text{komp}}$$

Maka, volume komposit:

$$\begin{aligned} V_{\text{komp}} &= 25 \text{ cm} \times 12,5 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm} \\ &= 156,25 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Menghitung volume serat:

$$\begin{aligned} \text{Volume serat } (V_s) &= 30\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{30}{100} \times 156,25 \text{ cm}^3 = \\ &= 46,87 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Massa jenis serat daun nanas :

$$\rho = \frac{m}{v}; \text{ dengan massa jenis serat } (\rho) = 0,324 \text{ gr/cm}^3$$

Maka, massa serat ( $m_s$ ):

$$\begin{aligned} m_s &= \rho \times V_s \\ &= 0,324 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times 93,75 \text{ cm}^3 \\ &= 15,18 \text{ gr} \end{aligned}$$

Massa jenis serat sabut kelapa :

$$\rho = \frac{m}{v}; \text{ dengan massa jenis serat } (\rho) = 0,435 \text{ gr/cm}^3$$

Maka, massa serat ( $m_s$ ):

$$\begin{aligned} m_s &= \rho \times V_s \\ &= 0,435 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times 93,75 \text{ cm}^3 \\ &= 20,39 \text{ gr} \end{aligned}$$

Menghitung volume resin :

$$\begin{aligned} \text{Volume matrik } (V_m) &= 69\% \times V_{\text{komposit}} \\ &= \frac{69}{100} \times 156,25 \text{ cm}^3 \\ &= 107,81 \text{ cm}^3 \\ &= 107,81 \text{ ml} \end{aligned}$$

Menghitung volume Katalis :

$$\begin{aligned} \text{Volume matrik } (V_m) &= 1\% \times V_{\text{komposit}} \\ &= \frac{1}{100} \times 156,25 \text{ cm}^3 \\ &= 1,56 \text{ cm}^3 \\ &= 1,56 \text{ ml} \end{aligned}$$

### 2.2. Persiapan Benda Uji

Bentuk dan ukuran sesuai dengan standar ASTM D-3039, yaitu standar pengujian uji tarik seperti Gambar 1. Serat daun nanas dan sabut kelapa dibersihkan untuk menghilangkan kotoran dengan menggunakan air biasa yang selanjutnya Serat dijemur disinari matahari selama 3-4 jam untuk memastikan kadar air yang rendah pada kedua filler komposit tersebut. Tahapan selanjutnya Serat daun nanas dan sabut kelapa direndam dengan NaOH

yang dilarutkan di air sebanyak 5% selama 2 jam untuk menghilangkan kotoran dan kandungan lilin pada serat yang dapat mengurangi tingkat perekatan terhadap matriks komposit.

Serat daun nenas dan sabut kelapa dicuci kembali menggunakan air bersih untuk menghilangkan larutan NaOH. Serat dijemur disinari matahari selama 3-4 jam hingga kering. Penimbangan serat nenas dan sabut kelapa menggunakan timbangan digital, sesuai jumlah serat yang dibutuhkan untuk mendapatkan setiap variasi komposit yang direncanakan sebagai benda uji yang sesuai standar ASTM D-3039.

Material komposit 3 tahapan diatas sudah terpenuhi, pada proses pengelasan meliputi pemutaran spesimen uji sehingga timbul panas dari gesekan kedua permukaannya. Panas yang timbul dari temperatur kamar hingga temperatur pengelasan, kemudian spesimen diberikan gaya tekan diasumsikan tetap (konstan) agar terjadinya penyambungan kedua material las. Mesin las kemudian dimatikan, dan dilakukan pendinginan spesimen di udara sehingga mencapai temperatur kamar.

### 2.1. Pembuatan Spesimen

Material yang akan disambung dengan las gesek adalah aluminium (Al) dan tembaga (Cu). Langkah-langkah pembuatan specimen adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan material pengelasan gesek
2. Memotong aluminium dan tembaga dengan panjang 80 mm
3. Membuat diameter tusuk (*shock*) pada spesimen tembaga dengan cara dibubut untuk panjang 10 mm dan diameter 9 mm dibagian ujung/permukaan kontak.
4. Mengamplas permukaan kontak dengan kekasaran #100 #800 #1500

Gambar 1 berikut ini adalah tampak material sebelum dilakukan pengelasan

Gambar 1. Spesimen Pengelasan

### 2.3. Proses Pengelasan

Langkah-langkah pengelasan gesek yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memasang aluminium pada cekam *head stock* (berotasi) dan tembaga pada *tail stock* (tidak berotasi, tetapi bergerak linear).
2. Mendekatkan tembaga pada aluminium agar terjadi pertemuan kontak antara tembaga dan

aluminium. Lalu mengunci *tail stock*.

3. Mengatur putaran sesuai dengan parameter yang ditentukan yaitu 1230, 1500, 2500 rpm.
4. Menyalakan mesin bubut
5. Memulai proses pengelasan dengan waktu kontak selama 5 menit.
6. Setelah mencapai waktu yang telah ditetapkan, lalu memberikan gaya dorong sepanjang kurang lebih 20 mm secara konstan.
7. Mematikan mesin lalu memberi sedikit tekanan. Pengelasan selesai.

Gambar 2 di bawah ini adalah gambar pada saat pengelasan berlangsung.



Gambar 2. Proses Pengelasan

## 3. Analisa dan Pembahasan

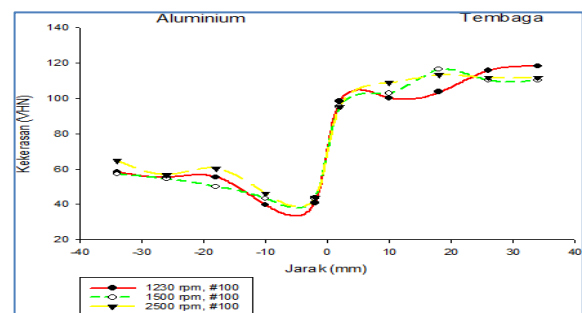
Pada Gambar 3 di bawah ini adalah hasil dari proses pengelasan gesek antara aluminium dengan tembaga:



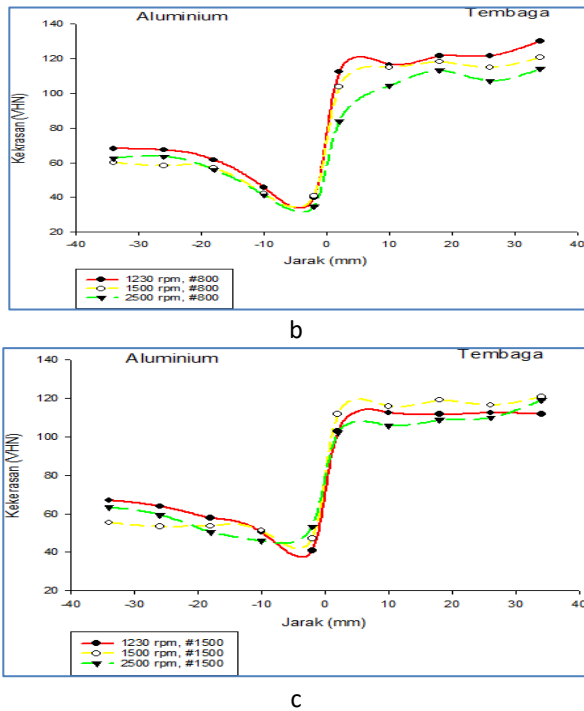
Gambar 3. Hasil Pengelasan

### 3.1. Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Metalurgi CRM, PT. Krakatau Steel, menggunakan mesin uji kekerasan *Vickers Hardness Testing Machine* dengan indenter pyramid intan dan beban sebesar 5 kgf atau 49,03 N, dengan standard JIS Z 2244:2009. Pengambilan data kekerasan dilakukan di 10 titik per-spesimen yang jaraknya sudah ditentukan.



a



**Gambar 4.** Grafik hubungan antara kekerasan terhadap kecepatan putar las gesek a) 1230 RPM b) 1500 RPM dan c) 2500 RPM

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada material aluminium dan tembaga menunjukkan di daerah yang semakin mendekati *Welding Zone* semakin menurun secara signifikan daripada bagian *base material*. Hal ini disebabkan oleh variasi parameter kecepatan dan kekasaran permukaan yang berbeda, pada hal ini kecepatan putar yang paling memengaruhi dalam perubahan nilai kekerasan terhadap kedua material.

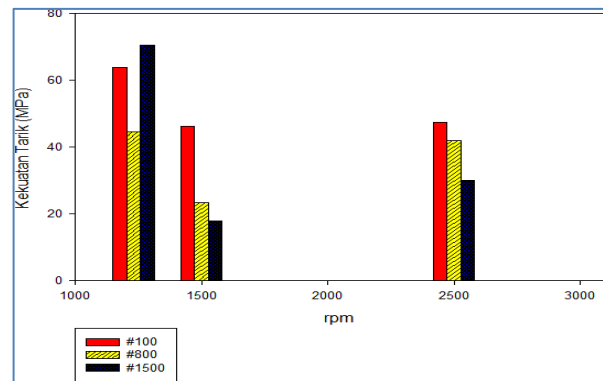
Pada kecepatan putar 1230, jika dirata-ratakan mendapatkan nilai 54,2VHN pada Aluminium, dan 112,7HVN Tembaga. Kecepatan 1500 mendapatkan nilai 51,1HVN pada aluminium dan 112,8 HVN pada Tembaga. Kecepatan 2500 mendapatkan nilai rata-rata 53,5HVN pada Aluminium dan 107,6 pada Tembaga. Jika dilihat pada data yang telah didapatkan, nilai kekerasan dari variasi 1230 rpm adalah yang paling tinggi.

Jika dilihat pada variasi kekasaran permukaan, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut: nilai kekerasan pada Aluminium rata-rata kekasaran permukaan #100 adalah 51,27 HVN, kekasaran 800 53,28 HVN, dan kekasaran #1500 54,18 HVN. Sedangkan pada material tembaga, nilai kekerasan pada variabel kekasaran permukaan #100 adalah 107,54 HVN, kekasaran #800 113,26 HVN, kekasaran #1500 112,17 HVN. Maka nilai kekerasan yang paling tinggi adalah pada variasi kekasaran permukaan #1500 untuk material Aluminium dan kekasaran permukaan #800 untuk material Tembaga.

### 3.2. Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laoratorium Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dengan

menggunakan standard ASTM E-8. Berikut ini adalah grafik uji tarik yang telah dilakukan pada 9 spesimen uji yang telah dibuat



**Gambar 5.** Grafik hubungan antara kekuatan tarik terhadap kecepatan putar las gesek

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan, didapatkan nilai kuat tarik pada variasi kecepatan putar 1230 rpm jika dirata-ratakan nilainya adalah 6,08 kg/mm<sup>2</sup> atau 59,6 MPa. Untuk variasi kecepatan putar 1500 rpm nilai rata-ratanya adalah 2,98 kg/mm<sup>2</sup> atau 29,2 MPa. Variasi kecepatan 2500 rpm nilai rata-ratanya adalah 4,1 kg/mm<sup>2</sup> atau 39,8 MPa. Untuk variasi kekasaran permukaan, kekasaran #100 mendapatkan nilai tertinggi, yang jika dirata-ratakan yaitu 5,36 kg/mm<sup>2</sup> atau 52,48 MPa.

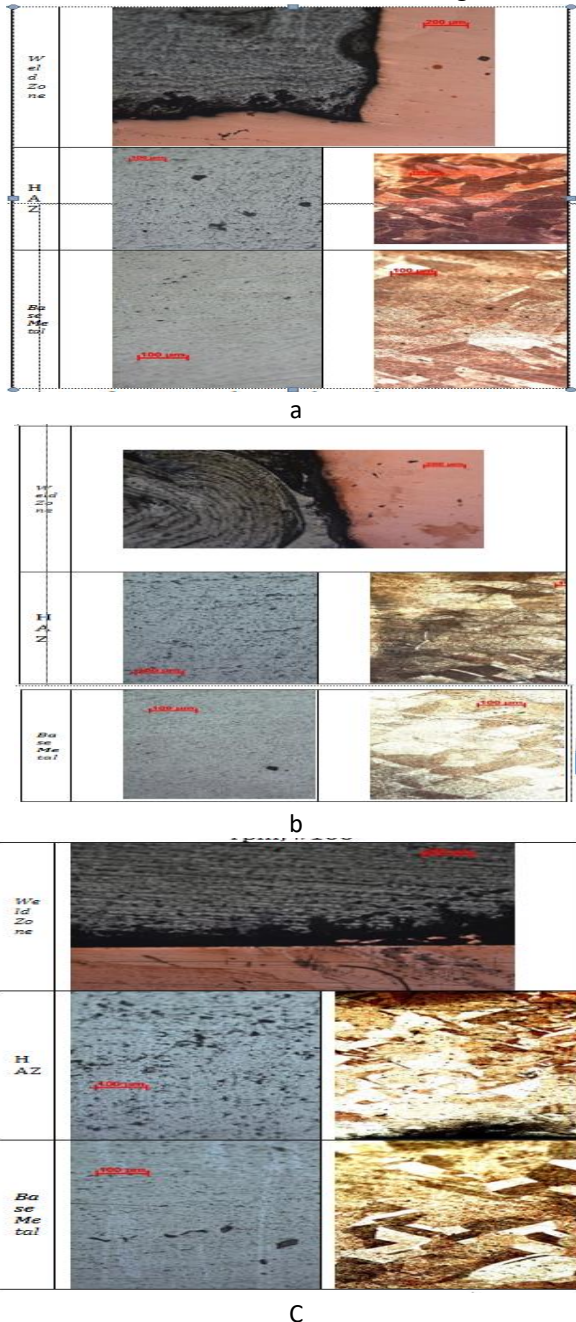
Sehingga, hasil pengujian tarik yang paling maksimal adalah dengan variasi kecepatan putar 1230 rpm dan kekasaran permukaan #100. Jika dikaitkan dengan struktur makro atau secara visual, sambungan pada kecepatan putar 1230 rpm memiliki paling sedikit cacat atau rongga. Jarak antar *interface* pun yang paling rapat adalah pada variasi kecepatan 1230 rpm. Sehingga memiliki nilai kuat tarik paling tinggi.

Hasil pengujian kekerasan pun menunjukkan bahwa kekerasan pada kecepatan 1230 rpm lebih tinggi daripada variasi kecepatan putar yang lainnya, yaitu hasil yang paling mendekati kekerasan pada bagian *base metal*. Menyebabkan material lebih merekat karena sifatnya belum terlalu berubah karena masih mirip dengan *base metal*-nya. Lalu jika dilihat dari struktur mikronya, kecepatan 1230 rpm menghasilkan struktur yang halus dan rapat dibandingkan dengan variasi kecepatan putar lainnya. Struktur mikro pada variasi 1500 & 2500 rpm terlihat lebih menyebar dan besar. Hal ini pula menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi pada variasi 1230 rpm.

### 3.3. Pengamatan Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan di Laboratorium Metalografi R&D PT. Krakatau Steel. Dengan menggunakan Mikroskop Optik perbesaran 50x dan 100x pada bagian sambungan, HAZ, dan *Base Material*.

Larutan etsa yang digunakan adalah *Keller's Reagent* untuk Aluminium dan  $\text{FeCl}_3$  untuk Tembaga.

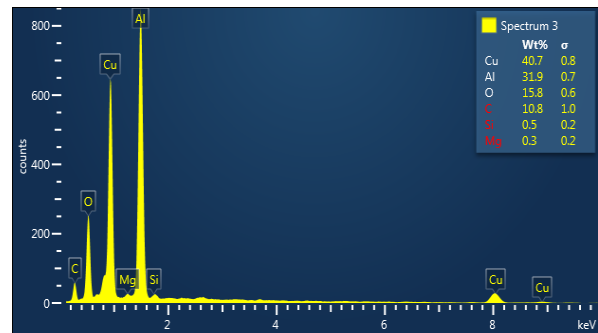


**Gambar 6.** Hasil pengamatan struktur mikro mikroskop perbesaran 1000x a) 1230 b) 1500 dan c) 2500 RPM

Pada hasil pengamatan struktur mikro yang telah dilakukan, bagian hitam pada Aluminium adalah  $\text{Mg}_2\text{Si}$ . Pada variasi 1230 rpm butiran hitam terlihat lebih rapat dan halus dibandingkan dengan variasi 1500 dan 2500 rpm. Untuk bagian Tembaga, butiran terlihat semakin kecil dan cenderung menyebar pada bagian yang dekat sambungan, tidak terlalu terlihat perbedaan yang terjadi di setiap variabelnya. Hal ini menyebabkan kekuatan tarik yang paling tinggi dialami oleh variasi kecepatan 1230 rpm dengan nilai sebagai berikut. 6,08 kg/mm<sup>2</sup> atau 59,6 MPa dan untuk variasi kekasaran permukaan nilai yang paling tinggi adalah pada variasi kekasaran

permukaan #100 dengan nilai 5,36 kg/mm<sup>2</sup> atau 52,48 MPa. Dan untuk pengujian kekerasan nilai kekerasan paling tinggi adalah pada variasi kecepatan putar 1230 rpm yaitu dengan nilai 54,15 HVN untuk Aluminium, dan 112,73 HVN untuk Tembaga.

Agar dapat melihat lebih jelas daerah sambungan las, dilakukan pengujian SEM-EDS untuk mengetahui unsur apa saja yang terdapat di sambungan, dan bagaimana campuran yang terjadi terhadap kedua material. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 12 dan 13 berikut:



**Gambar 7.** Presentase kandungan unsur pada sabungan

Pada bagian sambungan, kandungan unsur yang terdapat adalah Cu 17,13% atom dan Al 31,62 % atom. Hal ini dikarenakan saat pengelasan Al lebih cepat meleleh daripada Cu, jadi kandungan yang lebih banyak adalah unsur Al. Terdapat pula kandungan yang dihasilkan selain Al dan Cu yaitu Si, Mg, C dan O. Dengan Si 0,47 % atom, Mg 0,37 % atom, C 24,06% atom dan O 26,34% atom.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah diolah, dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik yang didapatkan oleh sambungan las Al-Cu dengan menggunakan variasi kecepatan putar cenderung menurun seiring bertambahnya kecepatan putar. Pada pengujian kekerasan terlihat pula nilai kekerasan yang semakin mendekati bagian yang dilas semakin menurun. Nilai kekerasan yang paling tinggi jika dirata-ratakan didapatkan pada variasi kecepatan putar 1230 rpm yaitu 54,15 HVN untuk aluminium dan 112,73 HVN untuk tembaga, dan pada variasi kekasaran permukaan, nilai kekerasan yang didapatkan perbedaannya tidak terlalu signifikan dilihat pada hasil dari ketiga variasi kekasaran yang digunakan. Namun nilai kekasaran permukaan yang paling tinggi didapatkan pada variasi kekasaran permukaan dengan menggunakan amplas *grade* #1500 yaitu 54,18 HVN untuk aluminium dan 112,1 HVN untuk tembaga.

Untuk pengamatan struktur mikro, dapat disimpulkan seperti berikut ini. Pada bagian aluminium, butir hitam yang terlihat adalah  $\text{Mg}_2\text{Si}$ , dari *Base Metal* – HAZ butir hitam semakin lebar dan lebih banyak. Pada variasi kecepatan 1230 rpm struktur lebih rapat dan

halus dibandingkan dengan hasil dari variasi kecepatan 1500 dan 2500 rpm. Sedangkan untuk bagian tembaga, dari *Base Metal* – HAZ butiran mengecil dan cenderung menyebar. Untuk pengujian SEM EDS yang bertujuan untuk mengetahui unsur apa saja yang terdapat pada hasil pengelasan Al-Cu, hasilnya adalah kandungan unsur yang terdapat pada sambungan las adalah Cu 17,13% atom, Al 31,62% atom, Si 0,47 % atom, Mg 0,37 % atom, C 24,06% atom dan O 26,34% atom.

## 5. Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Kepada pihak-pihak yang sdh membantu terselenggaranya penelitian ini (laboratorium Jurusan Teknik Mesin Untirta, Lab. Material dan Metalurgy LIPI, Lab. Manufaktur dan bahan BLK Serang) dan kepada seluruh pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan ini. Salam hangat dari penulis.

## References

- [1] ASM Handbook, *Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special- Purpose Materials*, ASM International, Vol 2, 1992
- [2] Groover, M. P., *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, 4th Edition, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2010.
- [3] Metals Handbook Vol. 7, 1972, *Atlas of Microstructures of Industrial Alloys, 8th Edition*.
- [4] Robert, W. M., *Principles of Welding*, Troy, New York: WILEY-VCH.
- [5] Prabowo, I. Sukmana, & Y. Burhanuddin, *Las Gesek (Friction Welding) Logam Tidak Sejenis (Dissimilar Metals) Magnesium AZ-31 Terhadap Aluminum AL-13*. 2017.
- [6] D. W. Kurniawan, & T. Nanda, , *Teknologi Sediaan Farmasi*, Purwokerto: Laboratorium Farmasetika Unsoed. 2012
- [7] M. Ahzabuddin, *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Terhadap Temperatur dan Tensile Strength pada Friction Welding dengan Material High- Density Polyethylen*,. 2017,
- [8] P. Haryanto, *Pengaruh Gaya Tekan, Kecepatan Putar, Dan Waktu Kontak Pada Pengelasan Gesek Baja ST60 Terhadap Kualitas Sambungan Las*, 2011,
- [9] P. Haryanto, A. Purnomo, & Carli, *Analisis Kekuatan Tarik pada Sambungan Aluminium dan Tembaga yang Disambung dengan Las Gesek untuk Konektor Elektrikal*. , 2018,
- [10] R. B. S. Majanasastra, *Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Hasil Proses Hydroforming pada Material Tembaga (Cu) C84800 dan Aluminium Al 6063*, 2016,.
- [11] V. D. Milasinovic, R. Radovanovic, M. D. Milasinovic, B. R. Gligorijevic, *Effects of Friction-Welding Parameters on The Morphological Properties of An Al/Cu Bimetallic Joint* , 2016
- [12] Y. S. Irawan, R. Soenoko, & H. Purnomo, *Effect of Surface Roughness and Chamfer Angle on Tensile Strength of Round Aluminum A6061 Produced by Continuous Drive Friction Welding*. 2016
- [13] Putra, R., Muhammad, M., Hafli, T., Islami, N., & Nugraha, M. (2022). *Analysis of the Mechanical Properties of Teak Sawdust-Reinforced Composite Boards Affected by the Alkalization Process*. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, 2(4), 11-18.