

## Studi Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Komposit Paduan Serbuk AL+SN Berpenguat Resin

Muhammad Halim Asiri  
Mechanical Engineering Department,  
Universitas Muslim Indonesia 9023, Makassar, Indonesia.  
[muhammadhalim.asiri@umi.ac.id](mailto:muhammadhalim.asiri@umi.ac.id)

### ABSTRAK

Komposit merupakan salah satu bahan alternatif yang banyak digunakan untuk menggantikan bahan-bahan konvensional yang dari segi kuantitas dan kualitasnya semakin menurun. Salah satu dari bahan konvensional tersebut adalah aluminium (Al) dan timah (Sn) yang selama ini dikenal sebagai bahan yang mempunyai sifat fisika ringan, plastis, dan tahan terhadap korosi dengan memanfaatkan sistem proses pembuatan komposit serbuk metalurgi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan dan struktur mikro pada analisis paduan komposit serbuk logam Al+Sn berpenguat campuran resin. Metode penelitian yang dilakukan menggunakan metode *Brinell* merupakan metode pengukuran kekerasan suatu bahan yang paling banyak dilakukan. Hasil analisis pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis unsur yang terbentuk yaitu unsur Al+Sn berwarna kekuning-kuningan unsur Sn berwarna putih mengkilap dan terdapat porositas, sehingga didapatkan perbandingan nilai kekerasan rata-rata yang berbeda pada masing-masing spesimen. Spesimen dengan komposisi Al 50% - Sn 50% nilai kekerasan rata-rata sebesar 51,67 N/mm<sup>2</sup>, komposisi Al 60% - Sn 40% nilai kekerasan rata-rata sebesar 55,86 N/mm<sup>2</sup>, komposisi Al 70% - Sn 30% nilai kekerasan rata-rata sebesar 64,69 N/mm<sup>2</sup>, komposisi Al 80% - Sn 20% nilai kekerasan rata-rata sebesar 68,01 N/mm<sup>2</sup>, komposisi Al 90% - Sn 10% nilai kekerasan rata-rata sebesar 64,77 N/mm<sup>2</sup>. Dari hasil paduan yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin besar presentase kandungan aluminium (Al) pada paduan timah (Sn) maka nilai kekerasan yang dihasilkan semakin meningkat,

**Kata kunci:** berpenguat resin, uji kekerasan, struktur mikro.

### PENDAHULUAN

Komposit adalah gabungan material yang terdiri dari dua atau lebih komponen material penyusun, baik secara mikro ataupun secara makro yang berbeda bentuk dan komposisi kimianya. Komposit sekarang sedang terus dikembangkan sebagai material teknik dengan penggunaan yang luas, misalnya untuk pesawat terbang, kendaraan bermotor dan peralatan lain yang membutuhkan peralatan yang ringan tetapi sangat kuat. Pembentukan komposit dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satu cara

pembentukan komposit matrik logam adalah dengan metode metalurgi serbuk. Logam yang paling umum digunakan dalam serbuk metal adalah besi, aluminium, tembaga, timah, nikel titanium, dan logam tahan panas (Toto rusianto, 2005)

Komposit merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan untuk menggantikan bahan-bahan konvensional yang dari segi kuantitas dan kualitasnya semakin menurun. Salah satu dari bahan konvensional tersebut adalah aluminium (Al) dan timah (Sn) yang selama ini dikenal sebagai bahan yang mempunyai sifat fisika

ringan, plastis, dan tahanterhadap korosi. Bahan serbuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk timah (Sn) dan serbuk aluminium (Al). Kedua logam tersebut memiliki karakteristik yang berbeda sehingga dapat dilakukan penggabungan dan pengamatan struktur mikro, dan pengujian kekerasan pada setiap spesimen hasil dari proses metalurgi.

## KAJIAN LITERATUR

Komposit merupakan revolusi terbesar dalam dunia ilmu material. Karena bahan komposit telah menunjukkan kelasnya sebagai pesaing bahan konvensional lainnya. Bahan komposit dapat dibuat sehingga mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sama dengan baja, namun lebih ringan hingga 70 %. Sangatlah sederhana, bahwa sebuah komposit adalah bahan yang dicampurkan dua atau lebih tahap yang berbeda. Oleh karena itu komposit bersifat heterogen. Komposit adalah material yang satu tahap berlaku sebagai sebuah penguatan terhadap kedua. Tahap kedua disebut matriks. Tantangannya adalah untuk mengkombinasikan serbuk dan matriks ke bentuk material yang paling efisien untuk penerapan yang dimaksudkan atau diinginkan. Logam yang biasa dijadikan serbuk dalam proses metalurgi serbuk antara lain baja, aluminium dan timah. Bahan serbuk logam yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran antara serbuk aluminium (Al) dan timah (Sn). (Fahad Aziz dkk, 2006). Metal Matrix Composites adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matrik logam. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah Continuous Filamen MMC yang digunakan dalam aplikasi *aerospace*. Matriks Pada MMC meliputi :

- a. Mempunyai keuletan yang tinggi
- b. Mempunyai titik lebur yang rendah

- c. Mempunyai densitas yang rendah  
Contoh : Aluminium beserta paduannya, Titanium beserta paduannya, Magnesium beserta paduannya.

Aluminium merupakan material mineral yang melimpah di permukaan bumi, yaitu sekitar 7,6 %. Dengan jumlah sebesar itu, aluminium merupakan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon, serta merupakan unsur logam yang paling melimpah. Komposit Matrik Aluminium (Aluminium Matrix Composites-AMCs) adalah jenis komposit yang paling banyak diminati karena Aluminium memiliki kelebihan antara lain berat jenis yang rendah, kemampuan penguatan melalui presipitasi, ketahanan korosi, konduktivitas termal dan elektrik yang tinggi, serta kapasitas redaman tinggi. (Mustika dkk, 2011)

Timah adalah unsur kimia yang memiliki simbol Sn dan nomor atom 50, timah terbentuk oleh 9 isotop yang stabil. Timah merupakan logam berwarna putih keperakan dengan kekerasan yang rendah, mempunyai sifat konduktivitas panas dan listrik yang tinggi, relatif lunak, tahan karat dan memiliki titik leleh yang rendah. Di alam timah tidak ditemukan dan diperoleh dalam unsur bebasnya akan tetapi diperoleh dalam bentuk oksidanya berupa SnO<sub>2</sub> dengan kandungan timah 78%. Timah merupakan mineral yang lebih cenderung kepada sifat logam, dapat ditempa dan ditarik, tahan pengaruh udara, bereaksi dengan asam kuat dengan membentuk asam stannat H<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub>. (Wati, 2014). Bahan resin komposit terdiri dari tiga komponen utama. Tiga komponen utama dari resin komposit adalah partikel pengisi (filler), resin matriks, dan coupling agent. Partikel pengisi merupakan penentu sifat mekanis dari resin komposit. Penentu sifat fisik dari resin komposit adalah matriks resin. Coupling agent adalah bahan untuk memberikan ikatan antar partikel

pengisi. Resin polyester tak jenuh atau sering disebut polyester merupakan matrik dari komposit, Resin ini termasuk juga dalam resin termoset.

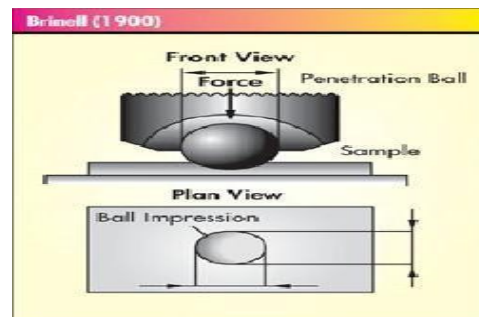
Pada polimer termoset resin cair diubah menjadi padatan yang keras dan getas yang terbentuk oleh ikatan silang kimiawi yang membentuk rantai polimer yang kuat. (Manggala, S. Y. 2021). Pengujian kekerasan logam adalah untuk mengetahui seberapa besar tingkat kekerasan yang dimiliki oleh suatu logam. Tingkat kekerasan logam didasarkan pada standar satuan yang baku. Satuan baku yang disepakati dan diakui oleh standar industri ada tiga metode pengujian kekerasan yaitu: penekanan, goresan dan dinamik. Pengujian mikro adalah suatu pengujian mengenai struktur bahan melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metalografi. Dengan pengujian mikro struktur, kita dapat mengamati bentuk dan ukuran kristal logam, kerusakan logam akibat proses deformasi, proses perlakuan panas, dan perbedaan komposisi. Untuk melakukan pengujian mikro, maka diperlukan proses metalografi. Proses metalografi bertujuan untuk melihat struktur mikro suatu bahan. Pengamatan metalografi dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Metalografi makro, yaitu penelitian struktur logam dengan pembesaran 100 kali.
- b. Metalografi mikro, yaitu penelitian struktur logam dengan pembesaran 1000 kali.

#### METODE PENELITIAN

Pengujian kekerasan dengan metode Brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (*identor*) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (*spesimen*). Idealnya, pengujian Brinell diperuntukan untuk material

yang memiliki permukaan yang kasar dengan uji kekuatan berkisar 500- 3000 kgf. Identor (Bola baja) biasanya telah dikeraskan dan diplating ataupun terbuat dari bahan Karbida Tungsten.



Gambar 1. Pengujian brinell

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Proses Uji Kekerasan Perbandingan Hasil Pengujian

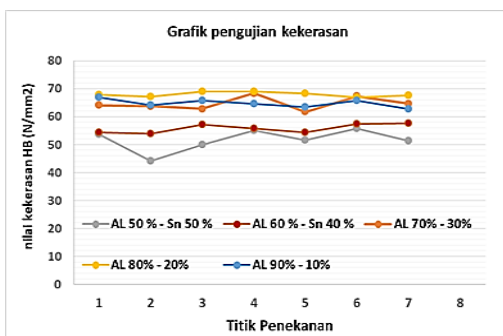
Berdasarkan gambar 2. hasil pengujian kekerasan, paduan aluminium (Al) dan timah (Sn) pada komposisi paduan Al 50% - Sn 50% , Al 60% - Sn 40% , Al 70% - Sn 30%, Al 80% - Sn 20%, dan Al 90% - Sn 10% memiliki nilai kekerasan yang berbeda-beda, pada tabel pengujian kekerasan diatas terdapat tujuh titik penekanan dan diperoleh nilai kekerasan yang bervariasi. Namun untuk mendapatkan nilai kekerasan rata-rata dari ke tujuh titik penekanan tersebut ialah dengan mengakulasi semua data dan mengambil nilai rata-rata dari komposisi Al 50% - Sn 50% nilai kekerasan rata-rata sebesar 51,67 N/mm<sup>2</sup>, komposisi Al 60% - Sn 40% nilai kekerasan rata-rata sebesar 55,86 N/mm<sup>2</sup>, komposisi Al 70% - Sn 30% nilai kekerasan rata-rata sebesar 64,69 N/mm<sup>2</sup>, komposisi Al 80% - Sn 20% nilai kekerasan rata-rata sebesar 68,01 N/mm<sup>2</sup>, komposisi Al 90% - Sn 10% nilai kekerasan rata-rata sebesar 64,77 N/mm<sup>2</sup> Hal ini di anggap telah mewakili nilai kekerasan secara umum material yang telah di uji.

Titik penekanan	Beban (N)	Nilai kekerasan HB (N/mm <sup>2</sup> )				
		AL 50% - Sn 50%	AL 60% - Sn 40%	AL 70% - Sn 30%	AL 80% - Sn 20%	AL 90% - Sn 10%
1	613	53,8	54,4	64,1	67,8	67
2		44,1	54	63,7	67,1	64,1
3		50	57,2	62,8	69,1	65,7
4		55	55,8	68,4	69,1	64,7
5		51,7	54,4	61,8	68,4	63,5
6		55,8	57,5	67,3	67	65,7
7		51,3	57,7	64,7	67,6	62,7
Nilai kekerasan rata-rata Z		51,67	55,86	64,69	68,01	64,77

Gambar 2. Perbandingan hasil pengujian kekerasan bahan paduan serbuk Aluminium (Al) - timah (Sn) berpenguat resin

### Grafik Pengujian Kekerasan

Dari grafik di atas dapat dilihat perubahan kekerasan yang signifikan terdapat Dibeberapa titik penekanan, dari komposisi aluminium (Al) 50% dan timah (Sn) 50% memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 51.67 N/mm<sup>2</sup>, pada komposisi aluminium (Al) 60% dan timah (Sn) 40% memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 55.86 N/mm<sup>2</sup>, komposisi aluminium (Al) 70% dan timah (Sn) 30% memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 64.69 N/mm<sup>2</sup>, komposisi aluminium (Al) 80% dan timah (Sn) 20% memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 68.01 N/mm<sup>2</sup>, dan pada komposisi aluminium (Al) 90% dan timah (Sn) 10% memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 65.7 N/mm<sup>2</sup>.



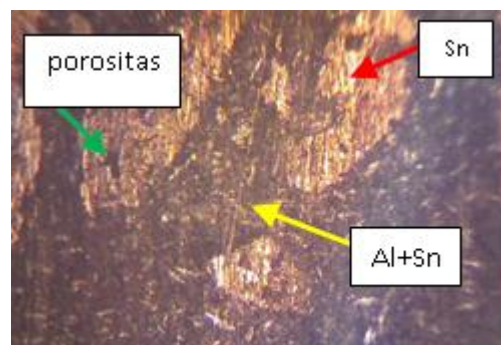
Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan (brinell)

### Pengujian Struktur Mikro

#### Analisa Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium- timah (Al 50% - Sn50%)

Dari hasil pengamatan struktur mikro pada (gambar 4) dengan pembesaran 200X menunjukkan bahwa terdapat cacat

porositas dan ada dua jenis unsur yang terbentuk pada material paduan aluminium dan timah unsur (Al+Sn) berwarna kekuning-kuningan berbentuk butiran halus, dan unsur (Sn) berwarna putimengkilap, yang terbentuk dari kedua unsur aluminium (Al) dan timah (Sn) seimbang pada saat proses maduanya, sehingga dapat disimpulkan untuk kekerasan pada material tdk terlalukeras dan sifarnya getas.



Gambar 4. Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium-timah (Al 50% - Sn50%)

#### Analisa Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium- timah (Al 60% - Sn40%)

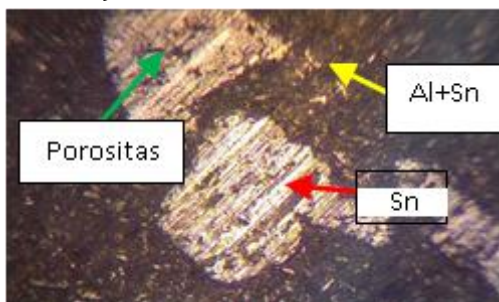
Dari hasil pengamatan struktur mikro pada (gambar 5.) dengan pembesaran 200X menunjukkan bahwa terdapat cacat porositas dan ada dua jenis unsur yang terbentuk pada material paduan aluminium dan timah, unsur (Al+Sn) berwarna kekuning-kuningan berbentuk butiran halus, dan unsur (Sn) berwarna puti mengkilap, Namun unsur (Al) lebih banyak dari unsur (Sn), akan tetapi pada pengamatan unsur (Sn) hampir seimbang dikarenakan unsur tersebut sudah larut atau mengendap kebawah dapat disimpulkan untuk kekerasan pada material memiliki peningkatan pada kekerasannya.



Gambar 5. Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium-timah (Al 60% - Sn 40%)

### Analisa Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium- timah (Al 70% - Sn 30%)

Dari hasil pengamatan struktur mikro pada (gambar 6.) dengan pembesaran 200X menunjukkan bahwa terdapat cacat porositas dan ada dua jenis unsur yang terbentuk pada material paduan aluminium dan timah, unsur (Al+Sn) berwarna kekuning-kuningan berbentuk butiran halus, dan unsur (Sn) berwarna putih mengkilap, Namun unsur (Al) lebih banyak dari unsur (Sn), akan tetapi pada pengamatan unsur (Sn) hampir seimbang dikarenakan unsur tersebut sudah larut atau mengendap kebawah dan dapat disimpulkan bahwa untuk kekerasan pada material memiliki peningkatan pada kekerasannya.

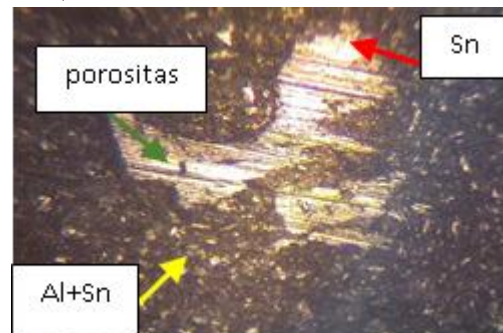


Gambar 6. Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium-timah (Al 70% - Sn 30%)

### Analisa Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium- timah (Al 80% - Sn 20%)

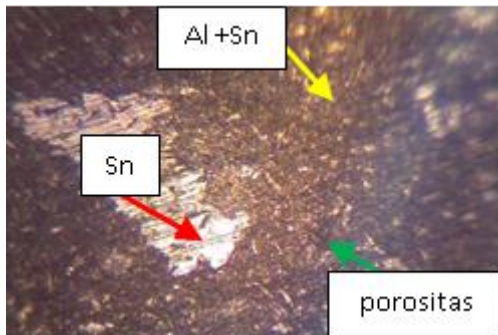
Dari hasil pengamatan struktur mikro pada (gambar 7.) dengan pembesaran 200X menunjukkan bahwa terdapat cacat porositas dan ada dua jenis unsur yang

terbentuk pada material paduan aluminium dan timah, unsur (Al+Sn) berwarna kekuning-kuningan berbentuk butiran halus, dan unsur (Sn) berwarna putimengkilap, dimana perbandingan unsur (Al) lebih bnyak dibandingkan dengan unsur (Sn), unsur (Sn) yang terbentuk, kelihatan lebih sedikit dibandingkan dengan unsur (Al) yang mengikat pada paduan aluminium dan timah Shingga dapat disimpulkan bahwa untuk kekerasan pada material mengalami peningkatan Analisa Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium- timah (Al 90% - Sn 10%).



Gambar 7. Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium-timah (Al 80% - Sn 20%)

Dari hasil pengamatan struktur mikro pada (gambar 8.) dengan pembesaran 200 X menunjukkan bahwa terdapat cacat porositas dan ada dua jenis unsur yang terbentuk pada material paduan aluminium dan timah yaitu (Al+Sn) berwarna kekuning-kuningan berbentuk butiran halus, dan unsur (Sn) berwarna putih mengkilap. dimana perbandingan unsur (Al) lebih bnyak dibandingkan unsur (Sn), unsur (Sn) yang terbentuk, kelihatan lebih sedikit dibandingkan dengan unsur (Al) yang mengikat pada paduan aluminium dan timah Sn sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk kekerasan pada material mengalami peningkatan.



Gambar 8. Struktur Mikro Bahan Paduan Serbuk Aluminium-timah (Al 90% - Sn 10%)

### KESIMPULAN

Dari analisa data yang meliputi pengujian kekerasan dan pengamatan struktur mikro dari bahan paduan aluminium (Al) dan timah (Sn) maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Dari hasil pengujian kekerasan brinell untuk bahan dengan paduan aluminium (Al) 50% dan timah (Sn) 50% didapatkan nilai rata-rata sebesar 51,7 BHN dan memiliki nilai kekerasan paling terendah. Bahan dengan aluminium (Al) 70% dan timah (Sn) 30% didapatkan nilai rata-rata sebesar 64,69 BHN memiliki nilai kekerasan yang hampir sama dengan paduan aluminium (Al) 90% dan timah (Sn) 10% didapatkan nilai rata-rata sebesar 64,77 BHN. Nilai kekerasan bahan dengan paduan aluminium (Al) 80% dan timah (Sn) 20% didapatkan nilai rata-rata sebesar 68,01 BHN lebih tinggi dibandingkan dengan perbandingan spesimen lainnya. Dilihat dari hasil pengujian struktur mikro hasil coran perbandingan aluminium (Al) 50% dan timah (Sn) 50% memiliki diameter butir unsur (Sn) lebih besar, dan untuk coran aluminium (Al) 90% dan timah (Sn) 10% mempunyai diameter butir unsur (Sn) lebih kecil. Semakin besar diameter butir unsur (Sn), maka kekerasan material semakin rendah dan bersifat lunak, sedangkan

semakin kecil diameter butir unsur (Sn) maka kekerasan material semakin tinggi kekerasannya dan bersifat getas.

### REFERENSI

- [1] Aziz, F., & Sidiq, M. F. (2016). STUDY SIFAT MEKANIK KOMPOSIT Matrik POLYESTER YANG DIPERKUAT SERAT POHON TIMAH DAN SERBUK TIMAH. *Engineering: Jurnal Bidang Teknik*, 7(1). Mustika.
- [2] T., Soegiyono, B., & Jujur, I. N. N. (2015). PEMBUATAN KOMPOSIT AC8A/SiC PDENGAN METODE HOT PRESS METALURGI SERBUK. *Metalurgi*, 26(3), 161-168
- [3] Nugroho, A. W. (2014). Pengembangan Material Porous Aluminum Menggunakan Teknik Metalurgi Serbuk dengan Space Holder Paduan Pb-Sn.
- [4] Setyana, L. D., & Rusianto, T. (2015). Pengaruh Kadar TiO<sub>2</sub> Terhadap Kekuatan Bending Komposit Serbuk Al/TiO<sub>2</sub>. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), pp-28.
- [5] Supriyanto, A., Krisna, S. A., & Hermawan, M. V. (2022). EKSPERIMEN VARIASI UKURAN BUTIR DAN TEKANAN KOMPAKSI CAMPURAN Al-Si TERHADAP DENSITAS DAN POROSITAS METODE METALURGI SERBUK. *Teknika*, 7(3), 108-115.
- [6] Suwanda, T., Rahman, M. B. N., & Ramdani, D. F. (2018). Perbandingan Kekerasan dan Kekuatan Tekan Paduan Cu-Sn 6% Hasil Proses Metalurgi Serbuk dan Sand Casting. *Semesta Teknika*, 11(2), 191-198.
- [7] Wahyuni, N., & Adnan, M. (2016). Ketahanan Aus dan Kekerasan Komposit Matrik Aluminium (AMCS) Paduan Aluminium Al-Si Ditambah Penguat SiC dengan Metode STIR Casting. *Politeknik Negeri Ujung Pandang*.