

Pemanfaatan serat silicon carbon dan partikel alumina pada matrik aluminium untuk meningkatkan sifat mekanis material komposit

Ketut Suarsana

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Pemanfaatan penguat material komposit berbasis serat dan juga partikel pada pembuatan bahan komposit sekarang ini sangat potensial untuk dikembangkan dan diteliti. Beragam sumber serat dan juga penguat dalam bentuk partikel bisa didapat dari serat alami dari tumbuh-tumbuhan dan juga serat yang sudah dikenakan perlakuan sebelumnya. Indonesia memiliki potensi sumber alam yang sangat potensial terutama sebagai sumber serat dari tumbuhan juga berupa logam aluminium (bauxite) dari fosil. Bahan ini dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan masyarakat industri sebagai bahan dasar pembuatan komposit bermatrik Aluminium dan sebagai penguat berupa serat maupun partikel alumina. Metode pembuatan Aluminum Matrix Composite (AMC) dengan proses metalurgi serbuk pada gaya tekan/kompaksi 2,5 ton menggunakan alat press hidrolik, waktu penahanan 15 menit, serta proses perlakuan pada variasi komposisi berat (%wt). Variasi komposisi penguat serat Silicon Carbon (SiC) dan Al_2O_3 (alumina) pada matrik Aluminium adalah : 30% SiC + 0% Al_2O_3 , 27% SiC + 3% Al_2O_3 , 24% SiC + 6% Al_2O_3 dan 21% SiC + 9% Al_2O_3 dengan matrik 70% Al, pada kondisi tempertaur 500°C, 550°C dan 600°C. Setelah material komposit terbentuk, diuji untuk mengetahui sifat mekanik akibat pengaruh variasi komposisi antara matrik dan penguatan pada komposit. Uji karakteristik dilakukan di laboratorium untuk mengetahui sifat kekuatan dan kekerasan material komposit. Selanjutnya dicari hubungan antara sifat masing-masing komposisi penguat serat SiC dan Al_2O_3 pembentuk komposit yang dibuat untuk mengetahui manfaat dari penguat serat dan partikel alumina.

Kata Kunci: Sifat kekuatan, kekerasan, serat SiC dan Al_2O_3

Abstract

Utilization reinforcement fiber-based composite material and particles in the manufacture of composite materials now have potential to be developed and researched. Various sources of fiber and reinforcement in particle form can be obtained from natural fibers from plants and fiber that has been subjected to a previous treatment. Indonesia has the potential of natural resources potential, especially as fiber from plant sources also include metals aluminum (bauxite) from fossils. This material can be used for the needs of the industry as the manufacture of composite base Aluminium and as a reinforcement in the form of fibers or particles of alumina. The method of making Aluminum Matrix Composites (AMC) with a powder metallurgy process at the compression force / compaction 2.5 tons using a hydraulic press equipment, holding time 15 minutes, and the treatment process in the variation of the composition by weight (%wt). Variations in the composition of the fiber reinforcement Silicon Carbon (SiC) and Al_2O_3 (alumina) on a matrix Aluminium is: 30% SiC + 0% Al_2O_3 , 27% SiC + 3% Al_2O_3 , 24% SiC + 6% Al_2O_3 and 21% SiC + 9% Al_2O_3 with a matrix of 70% Al, on condition tempertaur 500°C, 550°C and 600°C. After the composite material is formed, tested for mechanical properties due to the influence of variations in composition between matrix and reinforcement in composites. Characteristics test performed in the laboratory to knowing strength and hardness properties of composite materials. Furthermore sought the relationship between the nature of each composition fiber reinforcement and an Al_2O_3 forming SiC composites made to know the benefits of reinforcing fibers and particles of alumina.

Keywords: Strength, hardness, SiC fibers and Al_2O_3

1. Pendahuluan

Penguat berperan sebagai efek penguatan terhadap komposit. Penguat bersifat kurang ulet, tetapi rigid dan lebih kuat, karena modulus elastisitasnya lebih tinggi dari pada matriks. *Aluminium Matrix Composite* (AMC) memiliki keunggulan dalam kekuatan dan ketahanan terhadap gesek begitu juga memiliki keuntungan dan kerugian. Keuntungannya adalah konduktifitas panas yang baik, penghantar listrik yang baik, tahan terhadap tegangan geser dan tahan terhadap temperatur tinggi sedangkan kerugiannya yaitu biaya mahal dan porositas yang tinggi. Komposit partikulat termasuk komposit isotropik karena partikel penguatnya tersebar merata pada matrik, sehingga distribusi penguatannya sama kesegala arah. Komposit partikulat pada umumnya keuletan (ductility) dan ketangguhannya (*failure toughness*) menurun dengan semakin tingginya fraksi volume penguatnya [1]. Pada proses sintering merupakan pemadatan dari

sekumpulan serbuk pada suhu tinggi mendekati titik leburnya, hingga terjadi perubahan struktur mikro, perubahan yang terjadi dapat berupa pengurangan jumlah dan ukuran pori, pertumbuhan butir (*grain growth*), peningkatan densitas, dan penyusutan (*shrinkage*) [2]. Dalam proses perlakuan panas terjadi gaya tarik-menarik antar molekul atau atom yang menyebabkan terjadinya bentuk padatan dengan massa yang koheren dari komposit yang dihasilkan. Beberapa variabel yang dapat mempercepat proses sintering yaitu : ukuran partikel, atmosfer, energi permukaan yang tinggi. Sintering menyebabkan pergerakan atom yang mengeliminasi energi permukaan. Energi permukaan per unit volume berbanding terbalik dengan diameter partikel. Jadi partikel yang kecil mempunyai energi yang lebih besar sehingga proses sintering lebih cepat dibandingkan dengan partikel ukuran besar. Seluruhnya energi permukaan yang dibutuhkan tersedia sebagai gaya

*Korespondensi: Tel./Fax.: 62 361 703321
E-mail: ktsuarsana@yahoo.com

penggerak untuk sintering. Dalam proses pembuatan komposit menggunakan metode metalurgi serbuk meliputi pencampuran, penekanan dan sintering. Sintering merupakan teknik untuk memproduksi material dengan densitas yang terkontrol dengan aplikasi panas. Selain itu sintering dapat mendesain kontrol mikrostruktural yaitu kontrol ukuran butir (*grain size*), densitas pasca sintering (*sinter density*), ukuran dan distribusi fase lain termasuk pori [3]. Dari penelitian yang telah dilakukan, kekuatan bakalan pada material komposit dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti ukuran dan bentuk partikel, rasio ukuran partikel, besarnya kompaksi fraksi volume penguat dan porositas [4]. Zainuri dalam penelitiannya menyatakan bahwa penambahan fraksi volume SiC yang kecil pada komposit Al+SiC akan meningkatkan kekuatan. Sebaliknya apabila ditingkatkan lebih besar lagi akan menurunkan kekuatannya [5]. Komposisi berat (%wt) penguat dapat mempengaruhi sifat fisik dan sifat mekanik komposit. Komposit Al/(SiC+Al₂O₃p) merupakan komposit isotropic dengan efek penguatannya kesegala arah/acak. Efek variabel komposisi berat (%wt) penguat yang berbeda tentunya akan memberikan penguatan yang berbeda pula pada material komposit.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan Alat

Pada penelitian ini bahan matrik yang digunakan adalah Aluminium fine powder p.a Merck dengan kemurnian diatas 90% ($\geq 90\%$). Sebagai bahan penguat berbentuk serat digunakan SiC whisker komersial diameter ($d \approx 0.5 \mu\text{m}$), panjang ($l \approx 40 \mu\text{m}$), densitas ($\rho = 3.2 \text{ gr/cm}^3$) dan berbentuk partikel Al₂O₃, densitas ($\rho = 3,8 \text{ gr/cm}^3$). Larutan Ethanol 96% (CH₃COOH) digunakan sebagai media pencampur. Komposisi persen berat campuran bahan komposit seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Presentase Massa Matriks Al dan Penguat (SiC+Al₂O₃p)

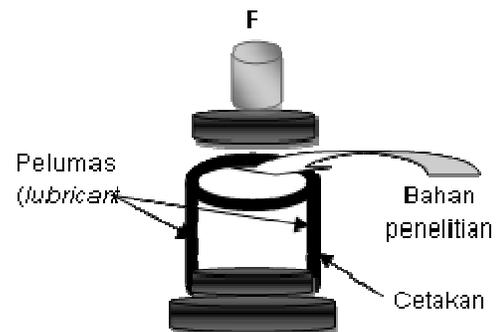
Al Fine Powder	Komposisi	
	SiC	Al ₂ O ₃
70%	30%	0%
	27%	3%
	24%	6%
	21%	9%

Penguat SiC dipadukan dengan Al₂O₃ dengan proses pencampuran basah menggunakan larutan ethanol sebanyak 5 ml untuk setiap kali proses dan diaduk dengan alat magnetik stirrer hingga tercampur keseluruhan. Kemudian Aluminium fine powder dan penguat (SiC+Al₂O₃) dengan komposisi tertentu dimasukkan dalam breaker glass. Komposisi persen berat (%wt) penguat (SiC+Al₂O₃) masing-masing adalah (30%, 27%, 24% dan 21% SiC dengan 0%, 3%, 6% dan 9% Al₂O₃) pada matrik 70%Al. Proses pengadukan dilakukan dalam gelas breaker dengan larutan ethanol, menggunakan pengaduk magnetic stirrer pada suhu 50°C. Selanjutnya proses pengadukan terus dilakukan ± 30 menit sampai larutan ethanol menguap habis sehingga senyawa Al matriks

serbuk halus dan penguat (SiC+Al₂O₃p) dapat tercampur secara homogen. Perbandingan volume antara bahan komposit terhadap larutan ethanol adalah 1:2. Setelah tercampur kemudian dikeringkan di dalam oven selama 1 jam pada temperatur 200°C sampai kering sempurna.

2.2. Metode Penekanan/Cetak Tekan

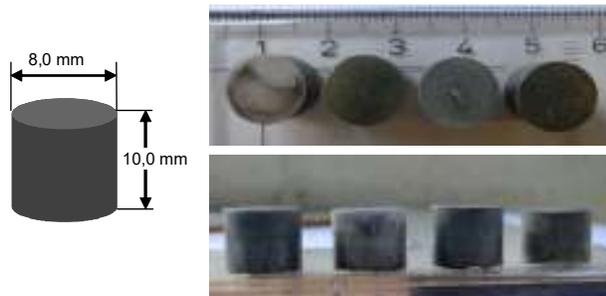
Proses penekanan merupakan salah satu cara untuk memadatkan serbuk menjadi bentuk bakalan bahan. Penekanan dari serbuk berfungsi untuk konsolidasi dari serbuk kedalam bentuk yang diinginkan, memperoleh dimensi yang presisi sesuai dengan yang diinginkan, untuk memperoleh tingkat dan tipe porositas yang diinginkan serta agar material tidak mudah hancur, apabila dipindahkan selama proses. Pada proses penekanan, gaya gesek yang terjadi antara partikel serbuk yang digunakan dengan partikel dinding cetakan dapat mengakibatkan perbedaan kerapatan di daerah tengah dan dipinggir cetakan. Untuk menghindari hal tersebut, maka menggunakan pelumas (*lubricant*). Pelumas yang digunakan harus memiliki sifat tidak reaktif terhadap serbuk yang digunakan dan memiliki titik leleh rendah, sehingga lubricant dapat menguap pada presintering. Pemberian pelumas pada proses penekanan, dapat menggunakan Internal lubricant, yaitu pelumas dicampur dengan serbuk yang akan ditekan atau dengan Die wall lubricant yaitu pelumas diberikan pada dinding cetakan.



Gambar 1. Ilustrasi mekanisme penekanan / cetak tekan

Pembuatan sampel uji dilakukan dengan cara tekan pada cetakan yang telah disediakan dan menggunakan alat hydraulic press. Sebelum sampel

dimasukkan kedalam cetakan, dinding cetakan terlebih dahulu dilapisi/dioles dengan pelumas agar mempermudah proses tekan, mereduksi gesekan dan menghindari bahan komposit melekat pada dinding cetakan. Penambahan jumlah bahan pelumas sebesar 1% berat dari jumlah total bahan komposit. Campuran bahan komposit *Al fine powder* dan penguat ($\text{SiC}+\text{Al}_2\text{O}_3\text{p}$) dimasukkan ke dalam cetakan. Gaya tekan diberikan pada cetakan sebesar 2,5 ton. Proses tekan ditahan selama 15 menit untuk memperoleh spesimen dengan kekuatan dan tekanan merata kesegala arah. Sampel dibuat dalam bentuk silindris dengan volume $\pm 50 \text{ mm}^3$ dimana diameter 8 mm dan tinggi 10 mm. Pada gambar 1 dapat dilihat proses pembuatan spesimen hasil proses tekan dan gambar 2 spesimen uji dari hasil kompaksi.



Gambar 2. Spesimen uji hasil kompaksi

2.3. Penentuan Kekerasan (Vickers Hardness Test)

Kekerasan material komposit $\text{Al}/(\text{SiC}+\text{Al}_2\text{O}_3\text{p})$ diuji dengan menggunakan Microhardness Tester (Matsuzawa, tipe MXT-50), dan pengujiannya mengacu pada standar ASTM E 18-02 (Dowling, E.N., 1999). Prosedur uji kekerasan adalah sebagai berikut:

- Permukaan benda uji terlebih dahulu dipoles hingga rata dan halus dengan menggunakan alat poles.
- Amplas yang digunakan mulai dari ukuran kasar sampai yang paling halus. Permukaan yang baik dan halus akan memantulkan cahaya seperti cermin, karena prinsip pengamatannya berdasarkan pemantulan cahaya.
- Tempatkan sampel pada holdernya, atur beban dan seting waktu indentasinya 20 detik. Pada pengujian beban yang diberikan sebesar 5 kg.
- Setelah penekanan, amati indentasi yang dihasilkan, seperti diamond dengan mengatur fokusnya hingga bentuk yang diamati cukup jelas.
- Ukur panjang masing-masing diagonal dari hasil penekanan tersebut, yang dapat langsung dibaca pada monitor microhardness tester, lakukan minimal 3 kali pengulangan untuk setiap sampel yang diuji.

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan bahan terhadap penetrasi atau terhadap deformasi dari permukaan bahan. Ada tiga tipe pengujian terhadap ketahanan, yaitu: cara identasi, pantulan, dan goresan (scratch). Untuk pengujian bahan dengan cara identasi biasanya menggunakan Brinell, Rockwell dan Vickers. Pengujian kekerasan dengan

menggunakan Vickers hardness, Umumnya menggunakan alat micro hardness tester yang terbuat dari intan (diamond) dan berbentuk pyramid. Sudut antara permukaan pyramid adalah $\alpha = 136^\circ$.

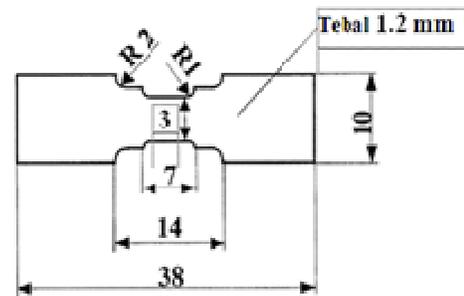
Metode pengukuran kekerasan dilakukan dengan uji Vickers, dengan mengacu pada standar ASTM (E 92-82, 2003), angka kekerasan Vickers dengan persamaan 1.

$$HV = 1,8544 \frac{P}{d^2} \quad (1)$$

dengan HV = Kekerasan, P = Beban, d = diagonal.

2.4. Penentuan Kekuatan Tarik

Nilai kekuatan tarik material komposit $\text{Al}+(\text{SiC}+\text{Al}_2\text{O}_3)$, diuji dengan menggunakan alat uji tarik: "Analog Force gauge NK-10", prosedur pengujian dan bentuk spesimen diunjukkan pada gambar 3 [4].



Gambar 3 Bentuk dan ukuran spesimen uji kekuatan tarik

Bentuk sampel pada daerah uji adalah pelat dengan lebar 3 mm dan tebal 1,2 mm. Prosedur pengujian kekuatan tarik adalah sebagai berikut :

- Sampel berbentuk pelat diukur tebal dan lebarnya, minimal dilakukan tiga kali pengulangan, kemudian jepitkan sampel pada dudukan yang telah tersedia.
- Atur alat ukur pertambahan panjang dan pembebanan yang di supply pada material, untuk menggerakkan penggerak kearah atas maupun bawah. Sebelum pengujian berlangsung, alat ukur terlebih dahulu disetting dengan jarum penunjuk tepat pada angka nol.
- Kemudian tempatkan sampel tepat berada di tengah pada posisi pemberian gaya, dan berikan pertambahan panjang arahkan positif.
- Apabila sampel telah putus, pertambahan panjang kearah positif berhenti. Catat besarnya gaya yang ditampilkan pada panel alat ukur, material komposit $\text{Al}+(\text{SiC}+\text{Al}_2\text{O}_3)$ tersebut terputus.
- Dari data yang ada diplot dalam bentuk grafik hubungan antara stress dan strain.

2.5. Langkah-Langkah Penelitian

Pada awal rancangan penelitian dimulai dengan pemilihan bahan komposit yang terdiri dari *Al fine powder*, Silicon Carbon (SiC) dan alumina partikel ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{p}$). Paduan bahan komposit dibuat dari bahan matrik Aluminium dan dibuat dari campuran ($\text{SiC}+\text{Al}_2\text{O}_3\text{p}$). Masing-masing bahan komposit dicampur sesuai dengan komposisi yang diteliti dan dengan alat magnetic stirrer pada temperatur 50°C lama pencampuran 60 menit diaduk sampai campuran

merata. Variasi komposisi penguat serat Silicon Carbon (SiC) dan Al_2O_3 (alumina) pada matrik Aluminium adalah : 30%SiC+0% Al_2O_3 , 27%SiC+3% Al_2O_3 p, 24%SiC+6% Al_2O_3 p dan 21%SiC+9% Al_2O_3 p dengan matrik 70% Al. Pada proses pencampuran ditambahkan larutan ethanol (C_2H_5OH) untuk mempermudah terbentuknya campuran yang homogen. Setelah ethanol menguap, serbuk dalam keadaan tercampur dimasukan didalam dapur pemanas untuk dikeringkan pada suhu $100^\circ C$ selama 1 jam. Kemudian serbuk dikeluarkan dari dapur pemanas dan dimasukkan dalam cetakan yang telah tersedia. Tekanan pada cetakan dilakukan dengan gaya 2,5 ton, ditahan selama 15 menit, kemudian dikeluarkan dari cetakan didapat material sesuai dengan cetakan bentuk yang diinginkan. Selanjutnya pada spesimen dikenakan proses perlakuan. Proses perlakuan dengan menggunakan tungku listrik tabung Fluidized Bed tanpa tekan pada kondisi gas argon, yang dapat dikontrol suhunya. Selama proses pemanasan berlangsung gas argon dialirkan ke dalam tungku untuk menghindari terjadinya proses oksidasi terhadap specimen. Setelah proses perlakuan dilakukan pada tempertaur $500^\circ C$, $550^\circ C$ dan $600^\circ C$, specimen dikeluarkan dari tunggu listrik. Selanjutnya masing-masing specimen diuji karakteristik yaitu porositas, kekerasan, kekuatan tarik dan struktur mikro dari komposit Al/(SiC+ Al_2O_3 p).

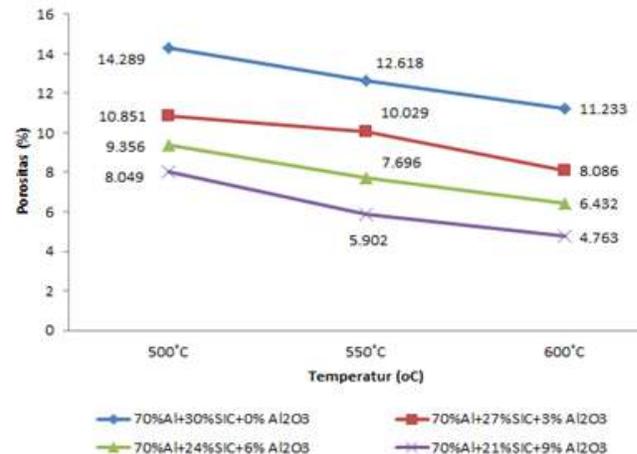
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh perlakuan temperatur pada penguat SiC dan Al_2O_3 p terhadap porositas Aluminium Matrix Composite (AMC)

Porositas pada komposit yang dibuat dengan menggunakan proses metalurgi serbuk pada umumnya cenderung lebih tinggi dibandingkan metalurgi pengecoran cair. Hal ini disebabkan karena sepanjang tahapan proses metalurgi serbuk terdapat kemungkinan adanya udara atau lubrican yang terjebak diantara partikel serbuk seperti misalnya saat penimbangan serbuk, pencampuran, dan saat kompaksi. Porositas dapat terjadi akibat terjebaknya lubrican, gas dan terjadinya proses perlakuan partikel yang tidak terjadi secara sempurna. Porositas juga merupakan pusat konsentrasi tegangan eksternal yang dapat menurunkan kemampuan material dalam menahan beban eksternal. Hasil pengujian porositas ditampilkan pada gambar 4.

Pada penelitian ini dengan peningkatan temperatur pada penambahan penguat gabungan antara SiC dan Al_2O_3 pada masing-masing komposisi aluminium matrik menyebabkan penurunan porositas. Penurunan porositas mungkin berhubungan dengan terjadinya kerapatan yang terbentuk dalam komposit, dimana penguatan menurunkan persentase porositas di setiap penambahan persentase berat Al_2O_3 p tersebut. Penurunan porositas disebabkan oleh Al_2O_3 yang dalam bentuk partikel bubuk. Selain itu, ukuran partikel Al_2O_3 lebih kecil daripada partikel matriks dan mungkin dapat masuk sendiri dengan mudah ke dalam rongga antara partikel matriks. Sedangkan SiCw dalam bentuk serat tunggal diperpanjang dengan mudah untuk membentuk pori-pori, sehingga semakin tinggi tingkat SiCw, porositas meningkat. Jadi penguat Al_2O_3 p lebih memungkinkan mengurangi pembentukan

pori-pori. Hasil pengujian dari penelitian yang dilakukan juga menunjukkan bahwa penurunan porositas terjadi kepadatan, dimana porositas terendah terjadi pada temperatur $600^\circ C$ (p) = 4,763% pada komposisi 70%Al dengan penguat 21% SiC dan 9% Alumina dan tertinggi porositas (p) = 14,289% pada komposisi 70% Al dengan penguat 30%SiC dan 0% Al_2O_3 p temperatur $500^\circ C$.



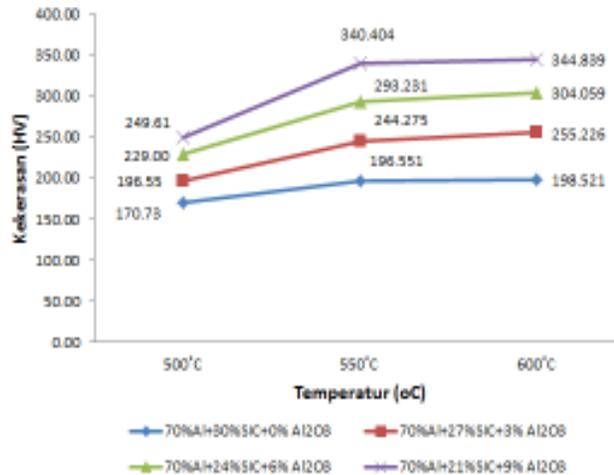
Gambar 4. Grafik hubungan temperatur pada penguat SiC dan Al_2O_3 p terhadap porositas Aluminium Matrix Composite (AMC)

3.2 Pengaruh temperatur perlakuan pada komposisi penguat SiCw dan Al_2O_3 p terhadap Kekerasan Aluminium Matrix Composite (AMC)

Hipotesa penelitian menyatakan peningkatan perlakuan komposisi persentase berat (%wt) pada komposit Al/(SiC+ Al_2O_3 p), menjadikan semakin meningkat sifat mekanik (kekerasan) dari komposit. Pada penelitian ini untuk setiap komposisi matrik dan peningkatan persentase berat penguat Al_2O_3 p sendiri, menyebabkan peningkatan kekerasan komposit. Hal ini terjadi karena partikel Al_2O_3 p yang memiliki ukuran lebih kecil daripada matriks aluminium itu sendiri, memungkinkan mereka untuk menyebar secara merata. Partikel Al_2O_3 itu sendiri mempunyai nilai kekerasan lebih tinggi dari aluminium matrik, bila ditingkatkan penambahan Al_2O_3 p sehingga menyebabkan kekerasan meningkat [7]. Selanjutnya, setiap pengurangan SiC dari gabungan penguatan (SiC+ Al_2O_3 p) juga menyebabkan peningkatan kekerasan. Ini bisa terjadi karena serat SiC acak, lebih kecil dari partikel serbuk aluminium matriks dan kekerasannya tinggi. Dengan orientasi serat acak dari SiC dapat meningkatkan pembentukan jumlah pori-pori pada komposit.

Umumnya setiap penambahan penguatan pada aluminium matriks menyebabkan peningkatan kekerasan komposit. Dalam hal ini, efek penambahan Al_2O_3 p sendiri berdampak pada kekerasan komposit. Pada gambar 5 ditampilkan pula data pengaruh temperatur pada komposisi persentase berat penguat SiCw dan Al_2O_3 p dengan aluminium matrik terhadap kekerasan komposit. Nilai kekerasan terendah komposit penguat (SiC+ Al_2O_3 p) pada temperatur $500^\circ C$ dengan 0% berat Al_2O_3 p dan 30% SiC sebagai penguat adalah 179,73 HVN .

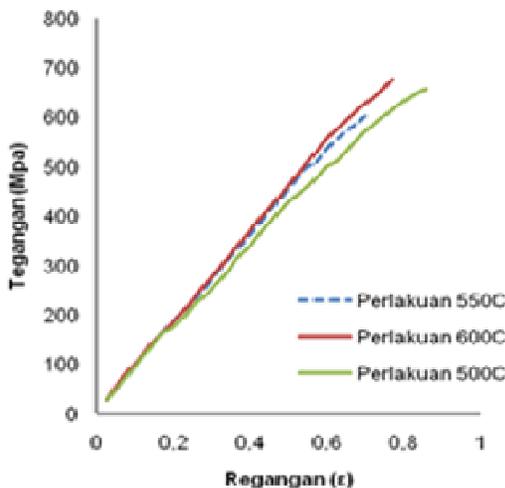
Pada temperatur 600°C dengan 9% berat Al_2O_3 dan 21% SiC sebagai penguat nilai kekerasan tertinggi 344,839 HVN. Kekerasan meningkat karena serat SiC ukuran diameter yang kecil, lebih kecil dari aluminium matriks bubuk dan serat mempunyai kekerasan yang tinggi. Hal ini juga terjadi karena peningkatan temperatur menyebabkan kerapatan partikel terbentuk.



Gambar 5. Grafik hubungan temperatur pada penguat SiC dan Al_2O_3 terhadap kekerasan Aluminium Matrix Composite (AMC)

3.3. Hasil Kekuatan tarik material komposit Al/(SiC+ Al_2O_3)

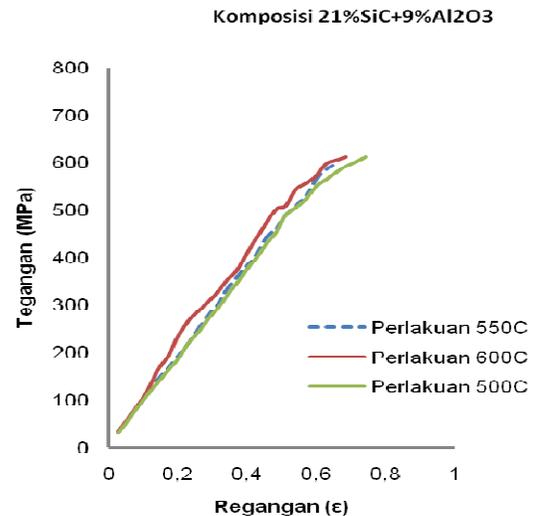
Pada gambar 5 dan gambar 6, berturut turut hubungan antara tegangan dan regangan ditunjukkan pada komposisi 30%SiC+0% Al_2O_3 dan 21%SiC+9% Al_2O_3 pada Matrik Aluminium 70%.



Gambar 5. Hubungan antara Tegangan dan Regangan dengan komposisi 30%SiC + 0% Al_2O_3

Hasil penelitian menunjukkan pada perlakuan temperatur 500°C, kekuatan lebih rendah dari temperatur 550°C dan juga pada 600°C pada setiap komposisi dari matrik dengan penguatnya. Kekuatan tarik adalah 766,192 MPa, 857,50 MPa dan 877,791 MPa. Secara umum dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa disetiap peningkatan temperatur, tegangan

tarik terlihat meningkat, begitu juga pada peningkatan komposisi Alumina terlihat tegangan tarik terjadi peningkatan. Dalam penelitian Zainuri [5] menyatakan bahwa penambahan fraksi volume SiC yang kecil pada komposit Al/SiC akan meningkatkan kekuatan bakalnya, sebaliknya apabila ditingkatkan lebih besar lagi akan menurunkan kekuatannya. Berdasarkan konsep tersebut diperlukan penentuan jumlah fraksi volume penguat yang tepat agar diperoleh nilai kekuatan bakalan yang maksimum.



Gambar 6. Hubungan antara Tegangan dan Regangan dengan komposisi 21%SiC + 9% Al_2O_3

4. Simpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kekerasan komposit Al/(SiC+ Al_2O_3) dipengaruhi oleh komposisi persen berat (%wt), dengan penambahan penguat Alumina dan peningkatan temperatur pada komposit, kekerasan meningkat dikarenakan ikatan antarmuka dari masing-masing variasi komposisi saling mengikat atau memberikan penguatan. Porositas memberikan karakteristik yang baik apabila pori-pori berkurang atau semakin kecil jumlah pori-pori yang terjadi pada komposit dan sifat kekerasan juga meningkat. Kekuatan komposit semakin meningkat pada peningkatan temperatur dari 500°C, 550°C dan 600°C. Namun dengan meningkat persen berat Al_2O_3 yang berupa partikel akan timbul jumlah porositas yang menurun sehingga kerapatan meningkat dan juga kekerasan meningkat dari 179,73 HVN pada 500°C dan 344,839 HVN pada 600°C. Sifat kekerasan komposit rendah dengan meningkatnya porositas. Pada komposit ini sifat kekerasan berbanding terbalik dengan peningkatan penambahan penguat SiC. Jadi pada komposit Al/(SiCw+ Al_2O_3) yang bermatrik Al diperkuat SiCw dan Alumina, efek komposisi bahan dan temperatur perlakuan berpengaruh terhadap karakteristik bahan komposit.

Ucapan Trima Kasih

Terimakasih kepada Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kepala Laboratorium Metalurgi Institut Teknologi Malang (ITN), Kepala Lab. SEM Universitas Negeri Malang (UM).

Daftar Pustaka

- [1] Quan, G. C., Conlon, K. T., & Wilkinson, D. S.. *Investigation Of Whisker Orientation in SiC Whisker-Reinforced Alumina Composites Using Neutron Diffraction*. Journal of the European Ceramic Society, doi: 10.1016/j. jeurceramsoc. 02.043, 27, 389-396,2006.
- [2] Widyastuti, Eddy S Siradj, Dedi Priadi, dan Anne Zulfia, *Kompaktibilitas Komposit Al/Al₂O₃ dengan Variabel Waktu Tahan Sintering*, MAKARA, SAINS, VOLUME 12, NO. 2, 113-119, 2008.
- [3] Lim, D., Park, D., Han, B., Kan, T., & Jang, H. *Temperature Effects on The Tribological Behavior of Alumina Reinforced With Unidirectionally Oriented Sic Whiskers*. Science, 251, 1452-1458, 2001.
- [4] Davidson, A. A comparison of aluminum - based metal-matrix composites reinforced with coated and uncoated particulate silicon carbide. *Composites Science and Technology*, 60(6), 865-869. doi : 10.1016/S0266-3538(99) 00151-7. 2000.
- [5] Zainuri, M., Siradj, E. S., Priadi, D., Zulfia, A, *Pengaruh Pelapisan Permukaan Partikel SiC dengan Oksida Metal terhadap Modulus Elastisitas Komposit Al /SiC*. *Metallurgi, Matrix*, 12(2), 126-133, 2008.
- [6] L. Froyen, B. Verlinden, *Aluminum Matrix Composites Materials*. Talat 1402. Belgium. European Aluminum Associations (EAA), 1994.
- [7] Suarsana K, Rudy S, A Suprpto, Anindito P, P Wijaya Sunu, *Pengaruh Komposisi Penguat SiC Wisker dan Al₂O₃ pada Aluminium Matrix Composite (AMC) terhadap Kekerasan Setelah Proses Sintering*. *Prosiding Konfferensi Nasional Perhotelan, Universitas Udayana Bali, Nomor 1. Volume 3. ISSN 2338 – 414X , , 2015.*