

Pengaruh Penambahan Logam Ni pada Proses Pemaduan Logam Al Terhadap Sifat Fisis dan Sifat Mekanik

Mohamad Sjahmanto

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
Jl. Surya Kencana No. 1 Pamulang, Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia

Email: dosen01538@unpam.ac.id

Masuk : 27 September 2018

Direvisi : 30 November 2018

Disetujui : 8 Januari 2019

Abstrak: Paduan Al-Ni dibuat melalui proses metalurgi serbuk dengan menggunakan komposisi (dalam % berat) 98% Al- 2% Ni, 97 % Al-3%Ni, 95% Al-5 % Ni dan 95 % Al-8% Ni. Kedua bahan baku ditimbang sesuai dengan komposisi kemudian dicampur dan digiling menggunakan *High Energy Milling* (HEM) selama 30 menit. Campuran serbuk kemudian dicetak membentuk pelet berdiameter 18 mm dan ketinggian 36 mm menggunakan mesin hidraulik dengan gaya sebesar 10 tonf. Pelet yang dihasilkan selanjutnya dilakukan proses *sintering* menggunakan tungku vakum dengan suhu *sintering* 650°C dan waktu penahanan selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan karakterisasi yang meliputi pengukuran *bulk density*, kekerasan dan kuat tekan, dan analisa struktur kristal menggunakan XRD. Hasil pengujian diperoleh bahwa penambahan Ni dari 5 % dan 8 % dapat memberikan peningkatan yang signifikan terhadap nilai densitas, kekerasan dan kuat tekan. Peningkatan ini disebabkan terbentuknya fasa AlNi, dimana berdasarkan hasil pengujian XRD untuk sampel dengan 2 % Ni hanya terbentuk fasa Al, sedangkan sampel dengan 5 % dan 8 % Ni diperoleh fasa dominan fasa Al dan fasa minor adalah fasa AlNi.

Kata kunci : Logam Al, logam Ni, metalurgi serbuk, *sintering*, kekerasan, fasa AlNi.

Abstract: Al-Ni alloys are made through a powder metallurgical process using a composition (in wt%) of 98% Al-2% Ni, 97% Al-3% Ni, 95% Al-5% Ni and 95% Al-8% Ni. Both raw materials are weighed according to the composition then mixed and ground using *High Energy Milling* (HEM) for 30 minutes. Then the powder mixture is molded to form a pellet with a diameter of 18 mm and a height of 36 mm using a hydraulic machine with a force of 10 tonf. Furthermore, the pellet produced was sintered using a vacuum furnace with a sintering temperature of 650°C and holding time for 1 hour. Furthermore, characterizations were carried out which included measurements of bulk density, hardness and compressive strength, besides analyzing the crystal structure using XRD. The test results obtained that the addition of Ni of 5% and 8% can provide a significant increase in the value of density, hardness and compressive strength. This increase was due to the formation of the AlNi phase, which based on the XRD test results for samples with 2% Ni only formed the Al phase, while samples with 5% and 8% Ni obtained the dominant phase Al and the minor phase was the AlNi phase.

Keywords : Metal Al, Metal Ni, powder metallurgy, *sintering*, hardness, AlNi phase

PENDAHULUAN

Metal non ferrous yang banyak digunakan sebagai komponen permesinan, otomotif ataupun dibidang konstruksi adalah logam Al [1]. Material Al murni memiliki sifat utama yaitu material yang sangat ulet, ringan dan tahan korosi. Akan tetapi kekurangan dari material Al murni adalah kekuatannya rendah dan ketahanan terhadap panas cukup rendah [2]. Untuk mengatasi sifat mekanis logam Al murni yang jelek maka digunakan material paduan Al. Tujuan dilakukan pemaduan (*alloying*) antara lain untuk meningkatkan kekuatan mekanik, menstabilkan kekentalan pada saat pengecoran dan meningkatkan ketahanan panas [3]. Proses pemaduan logam Al dapat dilakukan dengan menambahkan beberapa bahan tambahan misalnya: Mg, Si, Ti, Ni, Alumina, Zirkonia dan lain-lain [3,4]. Penggunaan jenis aditif sangat tergantung aplikasi produk paduan Al. Dalam penelitian bahan penambah yang digunakan adalah Ni. Hal ini karena logam Ni memiliki titik lebur yang lebih tinggi dibandingkan dengan logam Al murni dan memiliki tingkat keuletan yang tinggi, maka dengan melakukan proses pemaduan logam Al-Ni diharapkan akan dapat memberikan peningkatan sifat mekanik/kekerasan dan meningkatkan

ketahanan panas. Material paduan Al-Ni banyak digunakan sebagai komponen turbin gas (*turbin blade*) atau komponen motor dan alat-alat kesehatan [5,6]. N.A. Belov telah melakukan penelitian pemaduan Al dengan 6 % Ni, ternyata dapat meningkatkan kuat tarik sampai 60 % dan paduan yang dihasilkan diperkuat dengan adanya pembentukan partikel Al_3Ni [6]. Begitu pula Tugiman dkk. melaporkan bahwa Al yang di padukan dengan logam Zn mampu meningkatkan kekuatan tarik hingga 10-20% [7]. Paduan Al dapat diproduksi melalui beberapa metode antara lain melalui metoda pengecoran dan metoda metalurgi serbuk. Pada penelitian ini akan dibuat paduan Al melalui metoda metalurgi serbuk. Kelebihan dari metalurgi serbuk antara lain mampu membentuk produk-produk yang memiliki bentuk yang kompleks dan prosesnya jauh lebih cepat untuk produksi massal.

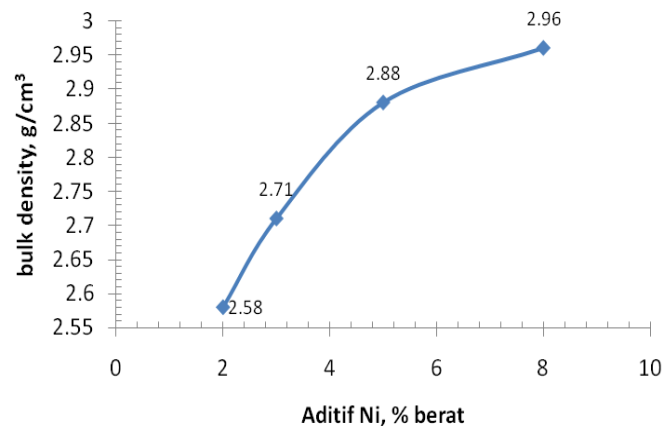
Penelitian ini dilakukan untuk membuat paduan Al dengan 2%, 3%, 5% dan 8% berat Ni dan dibuat melalui teknik metalurgi serbuk dan di-*sintering* pada suhu 650 °C. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aditif Ni terhadap densitas, kekerasan dan kuat tekan dari paduan Al-Ni.

METODOLOGI

Bahan baku untuk pembuatan paduan Al-Ni adalah serbuk logam Al (*Merck*) dan serbuk logam Ni (*Merck*), Komposisi sampel paduan (dalam % berat) yang dibuat meliputi 98% Al-2% Ni, 97% Al-3%Ni, 95% Al-5 % Ni dan 95% Al-8% Ni. Kedua bahan baku ditimbang sesuai dengan komposisi kemudian dicampur dan di giling menggunakan *High Energy Milling (HEM)* selama 30 menit. Lamanya waktu milling tentunya akan mempengaruhi ukuran butiran, tetapi dalam penelitian ini dibatasi sampai pada waktu milling 30 menit. Kemudian campuran serbuk dicetak membentuk pelet berdiameter 18 mm dan ketinggian 36mm menggunakan mesin hidrolik dengan gaya sebesar 10 tonf. Selanjutnya pelet yang dihasilkan dilakukan proses *sintering* menggunakan tungku *vacuum* dengan suhu *sintering* 650°C dan waktu penahanan selama 1 jam. Penerapan waktu penahanan sangat tergantung dari ukuran sampel yang di-*sintering*, dalam hal ini ukuran sampel yang relatif kecil (18 x 36 mm) maka asumsi penggunaan waktu penahanan satu jam dianggap cukup merata distribusi suhu sampai ke bagian dalam sampel. Selanjutnya sampel yang telah di-*sintering* dilakukan pengukuran densitas menggunakan metoda archimedes, dilakukan pengukuran kekerasan dengan menggunakan *Vickers Hardnes Tester* dan dilakukan pengukuran XRD.

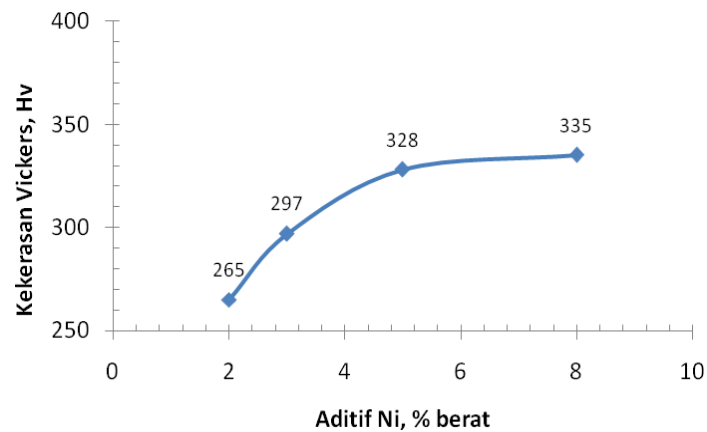
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran nilai bulk densitas dari sampel yang telah di-*sintering* diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva hubungan *bulk* densitas sebagai fungsi persentase aditif Ni dari sampel yang telah di-*sintering* 650°C

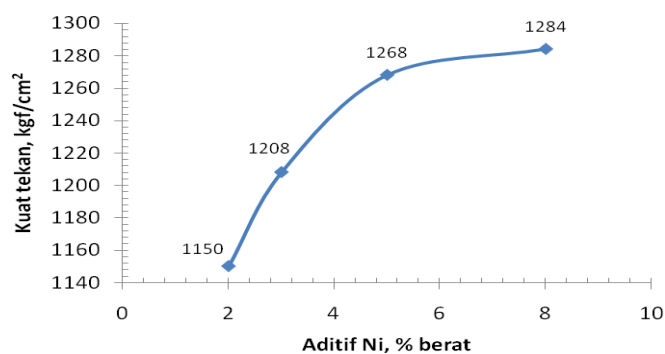
Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai *bulk* densitas cenderung meningkat dengan semakin banyaknya penambahan aditif Ni. Dengan adanya penambahan aditif 2% Ni terlihat nilai *bulk* densitas nya masih rendah yaitu 2,58 g/cm³ dan masih lebih rendah dari nilai densitas Al murni (2,7 g/cm³) [4]. Sementara itu, dengan penambahan aditif yang lebih besar hingga 8% Ni, nilai bulk densitasnya meningkat yaitu mencapai nilai maksimum sebesar 2,96 g/cm³. Peningkatan nilai densitas dikarenakan adanya perbedaan densitas Al dan Ni, dimana densitas Ni murni sekitar 3,2 g/cm³.



Gambar 2. Kurva hubungan kekerasan vickers sebagai fungsi persentase aditif Ni dari sampel yang telah disintering 650 °C

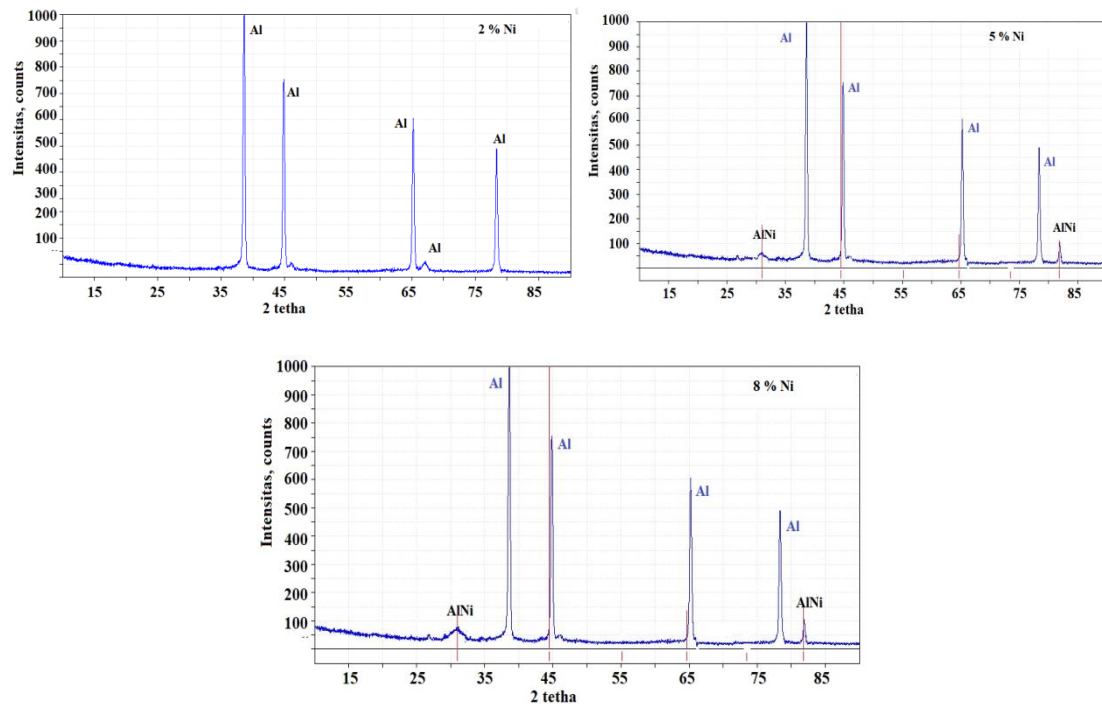
Hasil pengujian kekerasan vickers diperlihatkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai kekerasan vickers cenderung meningkat dengan naiknya penambahan logam Ni, nilai terendah diperoleh kekerasan 265 Hv dan nilai tertinggi sebesar 325 HV. Hasil yang diperoleh bila dibandingkan dengan nilai kekerasan Al murni (260 Hv) terjadi peningkatan yang signifikan dengan bahan logam Ni 5% dan 8% berat [4].

Hasil pengujian sifat mekanik melalui pengujian kuat tekan diperlihatkan pada Gambar 3. Nilai kuat tekan juga cenderung meningkat dengan naiknya penambahan logam Ni dari 2% sampai 8%. Nilai kuat tekan yang terendah diperoleh pada sampel dengan 2% Ni yaitu sebesar 1150 kgf/cm² dan nilai tertinggi diperoleh pada sampel dengan aditif 8% berat Ni yaitu sebesar 3284 kgf/cm². Sementara itu kuat tekan Al murni (tanpa Ni) adalah sebesar 750 kgf/cm². Hal ini menunjukkan bahwa proses pemaduan Al dengan Ni memberikan peningkatan kuat tekan mencapai hampir 45%. Peningkatan nilai densitas maupun kekerasan dari paduan sistem Al-Ni cukup signifikan pada sampel dengan kandungan Ni sekitar 5% dan 8% berat, pada komposisi ini terbentuk fasa baru AlNi seperti diperlihatkan pada hasil XRD.



Gambar 3. Kurva hubungan kuat tekan sebagai fungsi persentase aditif Ni dari sampel yang telah disintering 650°C

Hasil analisa XRD dari sampel yang telah di-sintering 650°C dengan aditif 2%, 5% dan 8% Ni diperlihatkan pada Gambar 4. Berdasarkan hasil analisa XRD menunjukkan bahwa sampel dengan aditif 2% Ni hanya terlihat fasa Al sebagai fasa tunggal, hal ini yang menyebabkan nilai densitas, kekerasan dan kuat tekan masih mendekati dengan nilai pada Al murni. Logam Ni belum bereaksi dengan logam Al pada saat proses sintering. Sedangkan pada sampel dengan aditif 5% dan 8% Ni terlihat dua fasa yaitu fasa dominan fasa Al dan fasa minor nya adalah fasa AlNi. Dengan terbentuknya fasa AlNi menyebabkan terjadinya peningkatan nilai densitas, kekerasan dan kuat tekannya, karena AlNi tergolong material keramik dan masuk golongan material keras non oxide ceramic, dimana material AlNi memiliki bulk density = 3,66g/cm³, kuat tekan = 2100 kgf/cm² dan kekerasan yang tinggi yaitu = 1100 Hv [8].



Gambar 4. Pola difraksi sinar dari sampel dengan aditif 2%, 5% dan 8% Ni

KESIMPULAN

Telah dapat dibuat logam paduan Al-Ni melalui proses metallurgi serbuk dengan aditif 2%-8% Ni dan suhu *sintering* 650 °C, dimana dengan pemaduan logam Ni 5% dan 8% berat pada Al diperoleh struktur kristal fasa Al dan fasa AlNi. Proses pemaduan logam Al dengan logam Ni dapat meningkatkan sifat fisis (densitas) dan sifat mekanik (kekerasan dan kuat tekan). Nilai tertinggi densitas adalah 2,96 g/cm³, kekerasan tertinggi 335 Hv dan kuat tekan tertinggi 1284 g/cm² pada sampel dengan aditif 8% berat Ni.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Davis J R 2001 *Alloying: Understanding the Basics* Ohio: ASM International Materials Park
- [2] Singla M, Singh L and Chawla V 2009 *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering* **8**(10) 813
- [3] Vijayakumar S, Soundarrajan M, Palanisamy P dan Pasupathi K 2016 *International Journal of Material Science and Engineering* **2**(6) 1
- [4] Anzip A dan Suhariyanto 2006 *Jurnal Teknik Mesin* **8**(2) 64
- [5] Ilbagi A, Khatibi P D, Henein H, Lengsdorf R dan Herlach D M 2011 *Journal of Physics: Conference Series* **327** 012010
- [6] Belov N A, Alabin A N dan Eskin D G 2004 *Scripta Materialia* **50** 89
- [7] Tugiman, Suprianto dan Sihombing K S 2013 *Jurnal Dinamis* **1**(13)
- [8] [www accuratus.com_Aluminum nItride/properties](http://www accuratus.com_Aluminum_nItride/properties)