

**PENGARUH PENAMBAHAN GRAFIT TERHADAP UJI MEKANIS
ALUMINIUM DARI LIMBAH PISTON BEKAS**

Aditya Putra Lusianto¹, Bambang Junipitoyo², Linda Winiasri³
^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No. 73, Surabaya 60236

Email: adhedandy@gmail.com

Abstrak

Penggunaan aluminium cukup berkembang pesat pada industri otomotif terlebih pada industri pesawat terbang. Hal ini menimbulkan berbagai upaya untuk meningkatkan sifat aluminium diantaranya dengan dilakukan daur ulang limbah aluminium dan menambahkan campuran non logam yang akan menghasilkan *metal matriks komposit* melalui senyawa penguat berbahan grafit. Penelitian ini memiliki tujuan untuk melihat perubahan sifat mekanis aluminium yang ditambahkan penguat grafit.

Bahan penelitian aluminium dengan penguat yang diperoleh dari peleburan aluminium dari limbah piston bekas dan ditambahkan partikel grafit sebanyak 0%, 2%, 4% dari berat total aluminium yang dilebur. Setelah dilakukan pengecoran hasil peleburan aluminium grafit di cetak pada cetakan logam selanjutnya dibentuk menjadi spesimen uji mekanis. Kemudian bahan di *heat treatment* dengan suhu yang bervariasi diantaranya 150°C, 200°C, dan 250°C pada waktu *aging* selama 60 menit, 90 menit, dan 120 menit setelah itu didinginkan dengan memakai air. Pengujian Kekerasan Vickers dilakukan dengan proses pemotongan benda uji dengan ukuran panjang 30 mm, lebar 30 mm dan tebal 10 mm selanjutnya permukaan spesimen dihaluskan. Pengujian kekuatan impak dengan spesimen uji berukuran panjang 55 mm, lebar 10 mm dan tebal 10 mm, dalam takikan 2 mm, jari-jari 0,25 mm serta sudut takikan 45°.

Hasil dari penelitian ini nilai kekerasan tertinggi didapatkan nilai sebesar 50,82 HV 5/10 dengan variasi grafit sebesar 4% dengan perlakuan panas pada suhu 250°C selama waktu tahan 120 menit. Pada pengujian impak hasil ketangguhan impak tertinggi terjadi pada paduan 4% grafit dengan perlakuan panas pada suhu 250°C dengan nilai impak sebesar 5,39 Joule/mm².

Kata Kunci: Aluminium, Grafit, Kekerasan, Vickers.

Abstract

The use of aluminum is growing rapidly in the automotive industry, especially in the aircraft industry. This has led to various efforts to improve the properties of aluminum, including recycling aluminum waste and adding a non-metal mixture that will produce a metal matrix composite through reinforcing compounds made from graphite. The aim of this research is to see the changes in the mechanical properties of aluminum which is added with graphite reinforcement.

The research material is aluminum with reinforcement obtained from aluminum smelting from used piston waste and added graphite particles as much as 0%, 2%, 4% of the total weight of the aluminum that is melted. After casting, the results of the aluminum graphite smelting are printed on a metal mold and then formed into a mechanical test specimen. Then the material is heat treated with varying temperatures including 150°C, 200°C, and 250°C at the aging time for 60 minutes, 90 minutes, and 120 minutes after which it is cooled using water. Vickers Hardness Testing is done by cutting the test object with a length of 30 mm, a width of 30 mm and a thickness of 10 mm then the surface of the specimen is smoothed. Impact strength testing with the dimensions of the

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

test specimen measuring 55 mm long, 10 mm wide and 10 mm thick, in a 2 mm notch, 0.25 mm in radius, 45° notch angle.

The results of this study obtained the highest hardness value of 50.82 HV 5/10 with a graphite variation of 4% with heat treatment at a temperature of 250°C and a holding time of 120 minutes. In the impact test, the highest impact toughness results occurred in a 4% graphite alloy by heat treatment at a temperature of 250°C with an impact value of 5.39 Joule/mm².

Keywords: Aluminium, Graphite, Hardness, Vickers.

PENDAHULUAN

Aluminium ialah logam *non ferrous* dimana pada kehidupan banyak yang memanfaatkannya seperti perabotan rumah tangga, peralatan kelistrikan, komponen otomotif dan lain sebagainya. [1] Penggunaan *aluminium alloy* terus mengalami peningkatan tiap harinya. Hal ini bisa dilihat berdasarkan pemanfaatan *aluminium alloy* yang berada pada posisi kedua dibawah pemakaian *iron* dan *steel*, dan pada kategori logam *non ferrous* berada pada posisi kesatu. Penggunaan aluminium pada industri pesawat terbang sangat berkembang pesat terutama untuk bahan pembuatan *skin* pesawat. Agar berkurangnya penggunaan aluminium tersebut maka perlu proses pemanfaatan ulang aluminium terlebih limbah piston bekas. [2]

Peningkatan kualitas *aluminium alloy* biasanya dilaksanakan melalui metode di *heat treatment*. Cara lain agar bertambahnya kualitas *aluminium alloy* diantaranya dengan diberikan paduan non logam yang membentuk *metal matriks composit* dengan penambahan grafit sebagai partikel penguat. Kegunaan grafit pada *aluminium alloy* mampu membuat material menjadi lebih kuat dan lebih halus. Grafit juga dapat memengaruhi tingkat kekerasan dan ketangguhan dari *aluminium alloy*. Grafit ialah demorfiesme dari intan, akan tetapi mempunyai nilai kekerasan yang sedikit. Grafit sulit terbakar tetapi juga mudah

melarut pada lelehan logam. [1]

Dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian penambahan grafit pada hasil peleburan aluminium dari limbah piston dengan menggunakan metode penelitian kualitatif-kuantitatif dengan jenis pengujian uji kekerasan *Vickers*, uji impact dan pengamatan struktur mikro. Pada pengujian ini akan menghasilkan data angka dan gambar sesuai dengan jenis pengujian yang telah ditetapkan. Dengan penambahan grafit pada material peleburan aluminium dari limbah piston, diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanis pada campuran tersebut dibandingkan dengan tanpa menggunakan penambahan grafit.

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh **Budiyono (2012)** meneliti tentang peningkatan sifat mekanis aluminium bekas yang didaur ulang melalui inokulasi unsur tembaga. Pada penelitian ini bahan dicairkan dengan suhu 725°C, kemudian dicetak. Penelitian menggunakan beberapa jenis pengujian, yaitu uji kekerasan, uji tensile dan uji impact dengan mesin uji yang sudah sesuai standard ASTM sesuai mesin yang digunakan. [3]

Suryanto, Aminudin, Widiyanti (2011) meneliti tentang pengaruh penambahan grafit terhadap kekerasan dan ketangguhan Aluminium cor. Penelitian ini menggunakan variasi campuran grafit sebesar 1.5%, 3% dan 4.5% dari berat total. Penelitian ini diuji dengan pengujian

kekerasan dan ketangguhan yang menghasilkan bahwa nilai kekerasan campuran meningkat maksimum sampai dengan 4.5% grafit, sedangkan nilai ketangguhan mengalami penurunan sampai dengan 4.5% grafit. [1]

Sidharta, Haryono, Devara (2018) meneliti tentang *properties of aluminium graphite composite prepared by stir casting*. Penelitian ini menggunakan metode *stir casting* pada suhu 850°C pada campuran grafit. Penelitian ini diuji dengan metode pengujian, diantaranya fluiditas, kekerasan dan impak. Penelitian ini menghasilkan tingkat fluiditas komposit grafit aluminium menurun seiring dengan peningkatan jumlah campuran grafit. Nilai kekerasan cenderung meningkat seiring dengan peningkatan jumlah grafit, namun menurun setelah penambahan grafit 6%. Nilai impak menurun seiring dengan peningkatan campuran grafit yang diberikan. [4]

METODE

Eksperimen

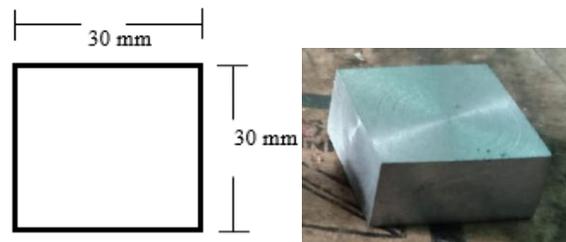
Model uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium hasil pengecoran limbah piston dengan modifikasi penambahan grafit 2% dan 4%, yang kemudian diberikan perlakuan *heat treatment* dengan suhu 150°C, 200°C, dan 250°C dalam waktu tahan 60, 90 dan 120 menit dan dilanjutkan proses pendinginan/*quenching* dengan media air.

Tabel 1. Tabel Eksperimen

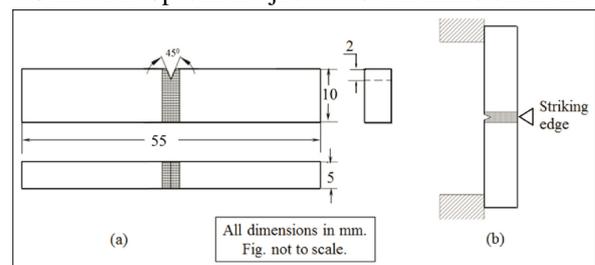
Input			Output
Temperature °C	Holding time (menit)	Quenching	Pengujian
150 °C	60	Air	- Uji <i>Vickers</i>
	90		- Uji impak
	120		- Mikrostruktur
200 °C	60	Air	- Uji <i>Vickers</i>
	90		- Uji impak
	120		- Mikrostruktur
250 °C	60	Air	- Uji <i>Vickers</i>
	90		- Uji impak
	120		- Mikrostruktur

Simulasi Penelitian

Eksperimen penelitian ini dilakukan dengan metode kualitatif-kuantitatif yang mana metode kualitatif dihasilkan dari gambar visual struktur mikro spesimen, sedangkan metode kuantitatif dihasilkan dari nilai hasil pengujian uji kekerasan *Vickers* dan uji impak. Untuk hasil nilai pengujian kekerasan akan otomatis muncul dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada mesinnya, sedangkan untuk pengujian impak dilakukan penghitungan manual menggunakan ketentuan rumus yang ada. Berikut merupakan gambar geometri spesimen yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya Gambar 1 untuk spesimen uji *Vickers* dan mikro struktur dan gambar 2 merupakan konfigurasi spesimen uji impak.



Gambar 1. Spesimen uji *Vickers* dan mikro struktur.



Gambar 2. Konfigurasi spesimen uji impak.

Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 3 model, diantaranya hasil cor tanpa penambahan grafit, dengan penambahan grafit 2% dan 4%. Penelitian ini dilakukan dengan diawali proses pengecoran, dilanjutkan dengan penambahan grafit sesuai dengan konfigurasi penambahan yang sudah ditetapkan sebelumnya, kemudian dicetak dan diberikan perlakuan *heat treatment*

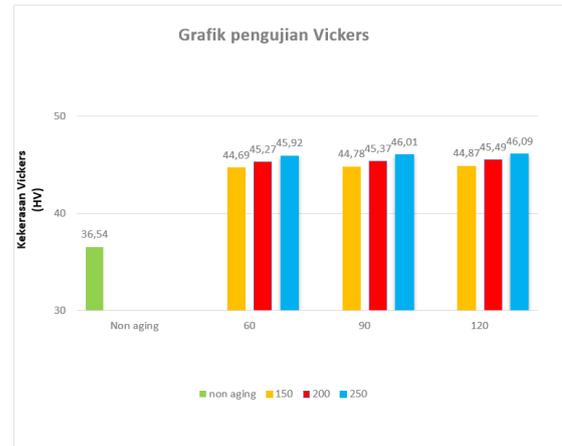
selanjutnya didinginkan atau *quenching* dengan media air kemudian yang terakhir dilakukan perlakuan *natural aging* dengan suhu ruangan. Setelah itu dilakukan proses pengujian kekerasan, ketangguhan dan struktur mikro. Dilakukan analisis untuk dapat menarik kesimpulan dari hasil pengujian pada setiap variasi yang diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kekerasan Vickers

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Variasi Grafit (%)	Suhu (°C)	Variasi waktu Heat Treatment (menit)	d1 (mm)	d2 (mm)	Kekerasan Vickers (HV)
Tanpa Aging			0,5037	0,5036	36,54
0	150	60	0,5018	0,5019	36,82
		90	0,5012	0,5014	36,89
		120	0,5007	0,5008	36,97
0	200	60	0,4978	0,4978	37,41
		90	0,4972	0,4973	37,49
		120	0,4966	0,4965	37,61
0	250	60	0,4939	0,4939	38,01
		90	0,4934	0,4933	38,10
		120	0,4929	0,4930	38,16
2	150	60	0,4459	0,4458	46,63
		90	0,4453	0,4454	46,72
		120	0,4448	0,4450	46,82
2	200	60	0,4423	0,4423	47,39
		90	0,4418	0,4417	47,51
		120	0,4412	0,4414	47,61
2	250	60	0,4388	0,4387	48,18
		90	0,4384	0,4384	48,25
		120	0,4378	0,4379	48,34
4	150	60	0,4279	0,4281	50,63
		90	0,4274	0,4276	50,73
		120	0,4270	0,4271	50,82
4	200	60	0,4264	0,4263	51,01
		90	0,4260	0,4260	51,10
		120	0,4254	0,4354	51,22
4	250	60	0,4241	0,4241	51,56
		90	0,4237	0,4236	51,67
		120	0,4233	0,4233	51,75



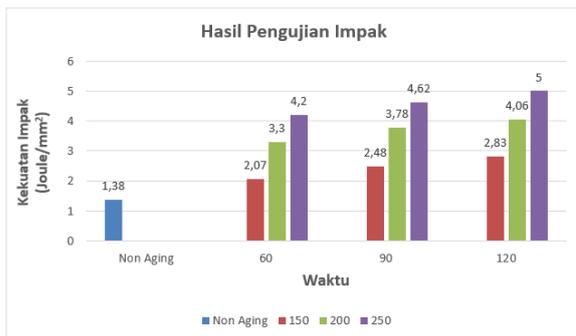
Gambar 3. Grafik Pengujian vickers

Data pada tabel 2 dan gambar 3 merupakan hasil uji kekerasan pada spesimen uji sebelum proses *aging* dan dengan proses *aging* pada suhu 150°C, 200°C, dan 250°C selama 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Pengujian kekerasan dilaksanakan dengan proses pengujian kekerasan Vickers pada spesimen dengan beban 5 kgf pada 10 detik dan indenter sudut 136°. Dari hasil tersebut diketahui untuk nilai tertinggi pada variasi grafit 4% pada suhu 250°C pada waktu tahan 120 menit yaitu 51,75 HV 5/10. Pada nilai kekerasan Vickers terendah terjadi pada variasi grafit 0% di suhu 150°C melalui waktu tahan 60 menit yaitu 36,82 HV 5/10.

Hasil Pengujian Impak

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Impak

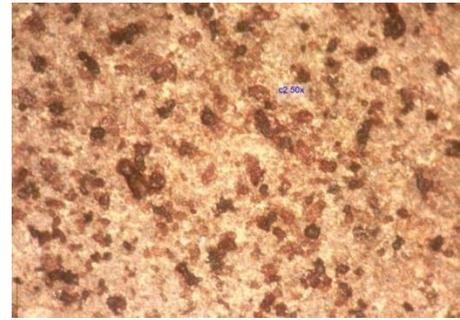
Variasi Paduan Grafit (%)	Suhu	Variasi waktu Heat Treatment (menit)	Sudut β (°)	A (mm ²)	E (Joule)	Kekuatan Impak (Joule/mm ²)
0	150	60	125	80	144,45	1,76
		90	122	80	178,27	2,15
		120	120	80	201,42	2,45
0	200	60	117	80	237,12	2,84
		90	113	80	286,15	3,53
		120	111	80	311,15	3,82
0	250	60	109	80	336,64	4,11
		90	107	80	362,35	4,50
		120	103	80	414,62	5,09
2	150	60	122	80	178,27	2,15
		90	120	80	201,42	2,45
		120	117	80	237,12	2,84
2	200	60	113	80	286,15	3,53
		90	111	80	311,15	3,82
		120	109	80	336,64	4,11
2	250	60	110	80	325,41	3,98
		90	108	80	349,54	4,26
		120	107	80	362,35	4,51
4	150	60	121	80	198,34	2,30
		90	117	80	237,12	2,84
		120	115	80	261,53	3,19
4	200	60	113	80	286,15	3,53
		90	110	80	325,41	3,98
		120	108	80	347,54	4,26
4	250	60	107	80	362,35	4,50
		90	103	80	414,62	5,09
		120	101	80	441,11	5,39



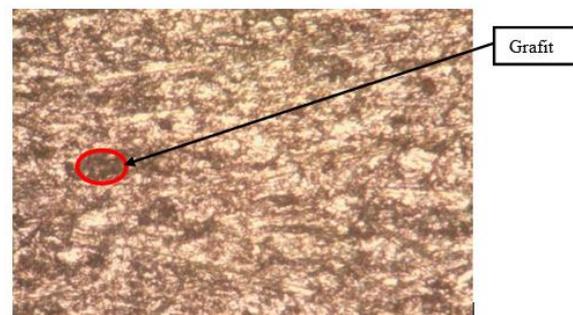
Gambar 4. Grafik Pengujian Impak

Data pada tabel 3 dan gambar 4 merupakan hasil uji impak pada spesimen uji dengan menggunakan berat pendulum 131,7 kgm dengan jarak titik berat pendulum ke sudut putar sebelum 60 cm dengan sudut awal sebesar 140°. Dari hasil data tersebut dihasilkan nilai ketangguhan impak paling besar terjadi pada spesimen campuran grafit 4% pada suhu 250 derajat celcius dengan waktu tahan 120 menit sebesar 5,39 Joule/mm², sedangkan nilai ketangguhan impak paling rendah yaitu pada spesimen tanpa penambahan grafit pada suhu *heat treatment* suhu 150 derajat celcius dengan waktu tahan 60 menit sebesar 1,76 Joule/mm².

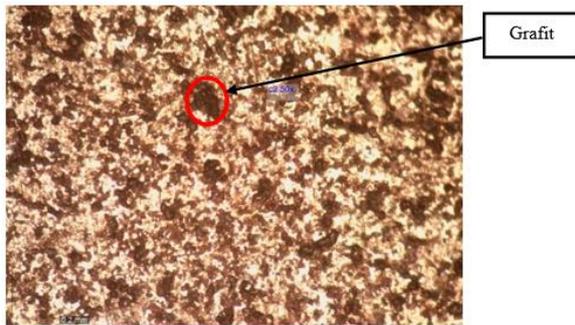
Pengamatan Struktur Mikro



Gambar 5. Struktur Mikro Spesimen tanpa grafit
 Gambar 5 merupakan gambar spesimen tanpa grafit yang menunjukkan partikel limbah aluminium dari limbah piston. Pada spesimen ini terlihat memiliki struktur warna yang lebih cerah, karena tidak ada kandungan grafit di dalamnya. Butiran berwarna gelap pada spesimen ini merupakan presipitat dari hasil proses peleburan yang dilakukan pada limbah piston bekas.



Gambar 6. Struktur Mikro Spesimen 2% grafit
 Gambar 6 merupakan gambar spesimen dengan penambahan penguat grafit sebesar 2%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa partikel grafit berbentuk bulatan hitam bebas tak beraturan, yang membuat kontur warna spesimen terlihat lebih gelap. Partikel grafit terlihat lebih merata pada spesimen aluminium ini dibandingkan pada spesimen tanpa penguat grafit, yang mana struktur ini akan memberikan pengaruh terhadap sifat mekanis material.



Gambar 7. Struktur Mikro Spesimen 4% grafit

Gambar 7 merupakan gambar spesimen dengan penambahan penguat grafit sebesar 4%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa partikel grafit berbentuk bulatan hitam bebas tak beraturan, yang membuat kontur warna spesimen terlihat lebih gelap dari spesimen dengan grafit 2%. Partikel grafit terlihat lebih merata dan lebih pekat pada spesimen aluminium ini dibandingkan pada spesimen lainnya, yang mana struktur ini akan memberikan pengaruh terhadap sifat mekanis material.

Dari ketiga sample yang diamati dihasilkan bahwa peleburan piston bekas dengan campuran grafit menunjukkan semakin banyak kandungan grafit maka mikrostrukturnya lebih banyak warna hitam grafit bebas yang terbentuk dan akan mempengaruhi nilai kekerasan dan kekuatan impak dari material tersebut.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil analisis hasil visualisasi simulasi penelitian yang telah dilakukan pada masing-masing benda uji dalam penelitian ini, diantaranya:

1. Dari hasil uji kekerasan Aluminium alloy hasil peleburan piston bekas dengan grafit 4% di *heat treatment* pada suhu 250 °C dan waktu tahan

120 menit dan *diquenching* menggunakan air mendapatkan nilai kekerasan *Vickers* tertinggi pada pengujian ini, yaitu sebesar 51,75 HV 5/10.

2. Dari hasil uji impak didapatkan hasil bahwa nilai ketangguhan impak tertinggi dari penambahan penguat grafit sebesar 4% dengan di *heat treatment* pada suhu 250°C dengan nilai 5,39 Joule/mm².
3. Dari hasil pengamatan struktur mikro pada *aluminum alloy* hasil peleburan piston bekas dengan campuran grafit menunjukkan semakin banyak kandungan grafit maka mikrostrukturnya lebih banyak warna hitam grafit bebas yang terbentuk dan akan mempengaruhi hasil uji kekerasan dan uji impak.

Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti memiliki beberapa evaluasi yang perlu disampaikan, diantaranya:

1. Pengambilan data sebaiknya menggunakan alat uji yang sudah dikalibrasi sesuai dengan *standard* yang berlaku.
2. Untuk mendapatkan data hasil pengujian yang lebih akurat maka dilakukan pengujian ulang.
3. Diharapkan pengujian selanjutnya dapat menambahkan variasi paduan penguat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryanto, Ismail. Pengaruh Penambahan Grafit Pada Aluminium Cor Terhadap Keausan. Jurnal Teknik Seminar Nasional Teknik Mesin Universitas Petra. 2011; 1(1): 1-2.
- [2] Caesarti. Pengaruh Aging Dan Cladding Pada Paduan Aluminium 2024 Terhadap

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021
ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

Sifat Mekanik, Konduktivitas Listrik Dan Ketahanan Korosi Untuk Aplikasi Skin Wing Pesawat. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya; 2018.

- [3] Budiyono. Peningkatan Sifat Mekanis Aluminium Bekas Yang Didaur Ulang Melalui Inokulasi Unsur Tembaga. *Jurnal Sainteknologi UNNES*. 2012; 10(1): 1.
- [4] Sidharta, Haryono, Devara. *Properties Of Aluminium Graphite Composite Prepared By Stir Casting*. AIP Conference Proceedings. 2018; 1983(1): 1.