

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya

Pada saat melakukan penelitian, sangat diperlukan observasi sebagai referensi untuk mencari sumber yang berkaitan dengan judul yang diambil dalam penelitian. Berikut adalah beberapa referensi yang diambil dalam penelitian ini, yaitu :

No	Judul	Peneliti (Tahun)	Sumber	Kesimpulan
1.	Karakterisasi paduan Al-si pada piston dengan penambahan Ni dan partikel nano Al ₂ O ₃ .	Hashem,dkk, (2014)	Material and Metallurgical Engineering Dept.Faculty of Industrial Technology Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2014.	Semakin tinggi Ni maka struktur mikro yang terbentuk semakin banyak yang berarti semakin rapat.Kekuatantarik meningkatdengan penambahan 5%Ni. Penambahan Ni memberikan efek pengecilan matriks Al-Si dan meningkatkan <i>ductilty</i> dari paduan tersebut.
2	Memodifikasi Pengaruh Ni 38wt%Si pada Al 12 wt%Si alloy	Wu Uying dkk (2008)	Penelitian Wu Uying dkk	Penambahan Ni dan Si dapat merubah Si primer menjadi presipitate dalam Struktur Mikro Al 12wt%Si alloy.Penambahan Ni dan Si dapat
3	Penambahan Nikel Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan pada Besi Tuang Nodular 50	Sudarmanto (2016)	Sekolah Tinggi Teknik Adisutjipto Indonesia, Yogyakarta	Efek memodifikasi Ni 38wt%Si alloy membuat Al-Si meleleh.

Berbagai penelitian tentang kekerasan ini sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Ada banyak tinjauan pustaka yang melandasi munculnya gagasan untuk meneliti judul yang ditulis karena adanya dorongan untuk mencari metode baru pengujian kekerasan dan struktur mikro dalam pemanfaatan nikel sehingga dapat membantu dalam menyusun proposal penelitian ini. Ada banyak jurnal penelitian yang dilakukan tentang materi yang disajikan.

Penelitian Wu Uying dkk, (2008) tentang memodifikasi pengaruh Ni-38 wt.%Si pada Al-12 wt.%Si alloy. Penambahan Ni dan Si dapat merubah Si primer menjadi presipitate dalam struktur mikro Al-12wt.% Si alloy. penambahan Ni-38 wt.% Si yang menurunkan tingkat pendinginan dan pembentukan inti yang heterogen dari Al-12wt.% Si alloy. Efek modifikasi Ni-38 wt.% Si pada % Si alloy Al-12 wt.. Ni-38 wt.% Si alloy membuat Al-Si meleleh. Penambahan tersebut menurunkan melting point dan lebih mudah untuk si presipitat.

Hashem dkk, (2014) meneliti karakterisasi paduan Al-si pada piston dengan penambahan Ni dan partikel nano Al₂O₃. Penambahan Ni cenderung membentuk struktur mikro. Semakin tinggi Ni maka struktur mikro yang terbentuk semakin banyak yang berarti semakin rapat. Kekuatan tarik meningkat dengan penambahan 5 % Ni. Penambahan Ni memberikan efek pengecilan matriks Al-Si dan meningkatkan *ductilty* dari paduan tersebut.

Paduan aluminium scrap jenis ini menghasilkan keuntungan-keuntungan seperti sifat mampu cor yang baik, mudah dilakukan proses permesinan dan ketahanan terhadap korosi yang baik. Peningkatan mampu cor yang baik danmeningkatkan sifat mekanis dan meminimalisasi kegagalan pada komponen komponen mesin yang dihasilkan. paduan Aluminium scrap ini juga dapat ditambahkan unsur-unsur lain seperti Cu, Mg atau Ni (Mahle, 2012).

Studi ini meneliti pengaruh penambahan Ni pada paduan Aluminium Scrap. Penambahan nikel berfungsi untuk menaikkan sifat kekerasan pada paduan aluminium scrap yang diaplikasikan pada Propeller Perahu Motor. Penambahan Nikel memberikan ketahanan sifat mekanik pada temperatur tinggi. Studi ini menitik beratkan pada pengujian kekerasan sebagai alasan dalam penambahan Nikel pada paduan Aluminum scrap.

2.2 Aluminium

Aluminium adalah logam unsur kimia berlimpah yang secara luas digunakan di seluruh dunia untuk berbagai produk. Unsur ini memiliki nomor atom 13, dan diidentifikasi dengan simbol Al pada tabel periodik unsur. Aluminium juga memiliki ketahanan terhadap lingkungan yang korosif.

(Sumantri, 1999) menjelaskan bahwa Aluminium adalah logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi atmosferik, serta mempunyai konduktivitas listrik dan panas yang baik.

Aluminium memiliki keunggulan mudah dibentuk, dapat didaur ulang, dan tahan korosi. Selain kelebihan, Aluminium juga memiliki kekurangan yaitu lunak dan tidak kuat, tidak tahan terhadap beban berat, serta bukan konduktor listrik yang baik. Aluminium ini sering digunakan pada peralatan yang sering kita jumpai sehari-hari seperti : komponen mesin motor, velg, peralatan furniture, alat-alat rumah tangga, dan beberapa aksesoris/perhiasan.) .

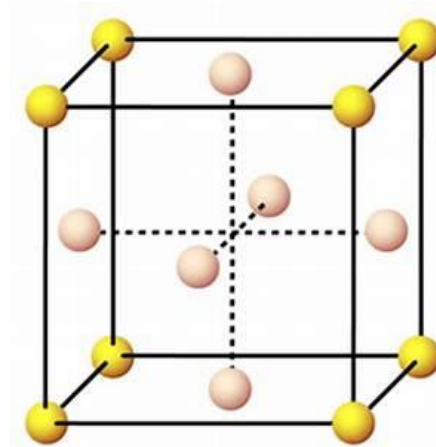


Gambar 2.1 Aluminium [Sumantri, 1999]

2.2.1 Sifat-Sifat Aluminium

Aluminium telah menjadi salah satu logam industri yang paling luas penggunaannya di dunia. Aluminium banyak digunakan di dalam semua sektor utama industri seperti angkutan, konstruksi, listrik, peti kemas dan kemasan, alat rumah tangga serta peralatan mekanis.

Aluminum mempunyai struktur Kristal *Face Centered Cubic*, dengan bilangan koordinasi 12 dan 4 atom di unit sel nya. Transformasi alotropik pada 870°K dan 350°K dikemukakan untuk menjelaskan diskontinuitas pada perubahan sifat, namun pada investigasi lebih lanjut pada logam yang lebih murni terbukti bahwa pada tekanan normal mulai temperatur 40K hingga temperatur lebur tidak ada transformasi alotropik.



Gambar 2.2 Struktur kristal Aluminum FCC [3]

Adapun sifat-sifat aluminum antara lain sebagai berikut (Leighou, 1953):

- a. Ringan, memiliki bobot sekitar 1/3 dari bobot besi dan baja, atau tembaga dan banyak digunakan dalam industri transportasi seperti angkutan udara.
- b. Tahan terhadap korosi, sifatnya durable sehingga baik dipakai untuk lingkungan yang dipengaruhi oleh unsur-unsur seperti air, udara, temperatur dan unsur-unsur kimia lainnya, baik di ruang angkasa atau bahkan sampai ke dasar laut.
- c. Kuat, aluminum memiliki sifat yang kuat terutama bila dipadu dengan logam lain. Digunakan untuk pembuatan komponen yang memerlukan kekuatan tinggi seperti: pesawat terbang, kapal laut, bejana tekan, kendaraan dan lain-lain.
- d. Mudah dibentuk, proses pengerjaan aluminum mudah dibentuk karena dapat disambung dengan logam/material lainnya dengan pengelasan, brazing,

solder, adhesive bonding, sambungan mekani, atau dengan teknik penyambungan lainnya.

- e. Konduktor listrik, aluminum dapat menghantarkan arus listrik dua kali lebih besar jika dibandingkan dengan tembaga. Karena aluminum tidak mahal dan ringan, maka aluminum sangat baik untuk kabel-kabel listrik overhead maupun bawah tanah.
- f. Konduktor panas, sifat ini sangat baik untuk penggunaan mesin-mesin/alat-alat pemindah panas sehingga dapat memberikan penghematan energy.
- g. Memantulkan sinar dan panas, aluminum dapat dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki kemampuan pantul yang tinggi yaitu sekitar 95% dibandingkan dengan kekuatan pantul sebuah cermin. Sifat pantul ini menjadikan aluminium sangat baik untuk peralatan penahan radiasi panas.
- h. Non magnetic, aluminum sangat baik untuk penggunaan pada peralatan elektronik, pemancar radio/TV dan lain lain.

Dan di ASM Handbook Volume 2 (1990) dijelaskan

sifat-sifat Aluminum sebagai berikut:

1. Sifat Termal

Temperatur lebur : 660,4°C

Temperatur didih : 2494°C

Pemuaian Termal:

Tabel 2.1 Koefisien Pemuaian Termal Aluminium [1]

Rentang Temperatur, °C	Koefisien Rata-Rata, $\mu\text{m}/\text{m.k}$
-200 hingga 20	18,0
-150 hingga 20	19,9
-100 hingga 20	21,0
-50 hingga 20	21,8
20 hingga 100	23,6
20 hingga 200	24,5
20 hingga 300	25,5
20 hingga 400	26,4
20 hingga 500	27,4

Konduktivitas termal : 247 W/m.K pada 25°C

90 W/m.K pada 660,4°C

2. Sifat Mekanik

Tabel 2.2 Sifat Mekanik Aluminium [2]

Kemurnian %	Kekuatan Tarik Yield, ±0,2%		Kekuatan Tarik		Pemanjangan Dalam 50 mm, %
	Mp a	ksi	MP a	Ks i	
99,99	10	1,4	45	6,5	50
99,8	20	2,4	60	8,7	45

2.2.2 Sistem Penamaan Aluminium

Paduan ini dibuat dengan metode pengecoran seperti biasanya, meliputi cetakan pasir, cetakan permanen, dan proses cetak gips. Kekuatan dari aluminium murni (99,5%) terlalu rendah untuk digunakan. Aluminium dapat diperkuat dengan memadukan tembaga (hingga 10%), silikon (hingga 14%), magnesium (hingga 10%), atau seng (hingga 20%). Sebagian besar paduan coran aluminium berisi satu atau lebih dari bahan tersebut sebagai unsur penguat. Dalam jumlah yang lebih kecil, unsur lain seperti kromium, titanium, nikel, sodium, dan timah dapat dipadukan untuk kebutuhan tertentu.

Aluminium dipakai sebagai paduan dari pada sebagai logam murni, sebab tidak kehilangan sifat ringan dan sifat-sifat mekanisnya dan mampu cornya diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah tembaga, silikon, magnesium, mangan, nikel, dan sebagainya yang dapat mengubah sifat-sifat paduan aluminium. Aluminium dan paduannya dipilih karena kekuatannya yang relatif baik, ketahanan terhadap korosi, *machinability* yang baik, mudah dicor, dan cukup ekonomis (Surdia, 2006).

Secara garis besarnya aluminium digolongkan atas 2 kelas yaitu kelas aluminium tempa (*wrought aluminum*) dan Aluminium tuang (*cast aluminium*). Kedua kelas tersebut disusun berdasarkan standar *Aluminum Association* (AA). Khusus untuk jenis aluminium tuang, system penamaan aluminium berdasarkan

standar AA dibagi lagi atas 8 kelas dimana kelas-kelas tersebut disusun berdasarkan unsur paduan utama yang digunakan. System tata nama ini menggunakan system 4 digit angka, seperti pada Tabel 2.4

Tabel 2.3 Klasifikasi Aluminum Tuang (*cast Aluminum*) sesuai standar AA

Kelas	Unsur paduan utama
1xx.x	Aluminium murni (99,00% atau lebih)
2xx.x	Al-Cu alloy
3xx.x	Al-Si-Cu dan atau Mg
4xx.x	Al-Si
5xx.x	Al-Mg
7xx.x	Al-Zn
8xx.x	Al-Sn
9xx.x	Al dengan unsur-unsur lain

Sand Casting antara lain (Surdia, 1999):

1. Paduan Aluminum-Tembaga

Kadar tembaga berkisar antara 4-10%. Unsur ini membuat paduan bersifat kuat dan keras. Paduan ini digunakan untuk pengecoran mesin, tempat poros engkol, ruang transmisi, dan lain-lain.

2. Paduan Aluminum-Silikon

Kadar Silikon hingga 5% dapat menaikkan karakteristik coran dan banyak menambah ketahanan korosi. Paduan ini digunakan untuk coran kebutuhan dalam air, pipa, alat masak, torak motor dan lain-lain.

3. Paduan Aluminum-Tembaga-Silikon

Unsur tembaga hingga 4% dan silikon hingga 3% dalam paduan ini memberikan kekuatan yang baik dan ketahanan korosi yang tinggi. Paduan ini digunakan dalam pengecoran yang membutuhkan tekanan yang ketat dan untuk bagian mesin mobil.

4. Paduan Aluminum-Magnesium

Kadar magnesium hingga 4% meningkatkan *machinability* dan ketahanan korosi, juga mengurangi berat komponen.

5. Paduan Aluminium-Tembaga-Magnesium-Nikel

Mengandung unsur Tembaga sekitar 3,5%, magnesium 1,5%, nikel 2%.

6. Paduan Aluminium-Mangan

Kadar mangan sekitar 1,5-2,5% memberikan sifat coran yang tahan kebocoran. Paduan tersebut digunakan pada tangki dan pipa.

Tabel 2.4 Standar Aluminium Forming [Yudy, 2008]

Kelas	Paduan	Sifat
1000	Al murni	Non Heat treatable
3000	Al-Mn	Non Heat treatable
4000	Al-Si	Non Heat treatable
5000	Al-Mg	Non Heat treatable
2000	Al-Cu	Heat treatable
6000	Al-Mg-Si	Heat treatable
7000	Al-Zn	Heat treatable

2.2.3 Struktur dan Sifat Coran Paduan Aluminium

Aluminium banyak dipakai sebagai logam paduan dari pada sebagai logam murni, sebab tidak kehilangan sifat ringan dan sifat mekanisnya dan mampu coranya diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah tembaga, silikon, magnesium, mangan, nikel, dan sebagainya, yang dapat mengubah sifat-sifat paduan Aluminium (Surdia, 2006).

1. Paduan Aluminium-tembaga, Aluminium-tembaga silikon

Paduan Aluminium-tembaga adalah paduan Aluminium yang mengandung tembaga 4,5%, memiliki sifat-sifat mekanik dan mampu mesin yang baik sedangkan mampu coranya agak jelek. Paduan Aluminium-tembaga silikon dibuat dengan menambah 4-5% silikon pada paduan Aluminium-tembaga untuk

memperbaiki mampu cornya, paduan ini disebut “lautal”, adalah salah satu dari paduan Aluminium yang terutama.

2. Paduan Aluminium-silikon, Aluminium-silikon magnesium

Paduan eutektik dari Aluminium dan silikon sekitar 2% disebut silumin yang memiliki mampu cor yang baik, sehingga terutama dipakai untuk bagian-bagian mesin biasa. Tetapi paduan yang biasa dicor mempunyai sifat mekanik yang buruk karena butir-butir silikon yang besar, sehingga ia dicor dengan tambahan natrium dan agitasi dari logam cair untuk membuat kristal halus dan memperbaiki sifat-sifat mekanik. Tapi cara ini tidak efektif untuk coran tebal.

3. Paduan Aluminium-magnesium

Paduan Aluminium yang mengandung magnesium sekitar 4% atau 10% mempunyai ketahanan korosi dan sifat-sifat mekanik yang baik. Ia mempunyai kekuatan tarik di atas 30 kgf/mm² dan perpanjangan di atas 12% setelah perlakuan panas. Paduan ini disebut hidronalium dan dipakai untuk bagian-bagian dari alat-alat industri kimia, kapal laut, kapal terbang, dan sebagainya, yang membutuhkan ketahanan korosi.

4. Paduan Aluminium tahan panas

Paduan Y ialah paduan Al-Cu-Ni-Mg yang kekuatannya tidak berubah sampai 200°C dan sangat tinggi walaupun pada temperatur 300°C, sehingga paduan ini dipergunakan untuk torak atau tutup silinder. Lo-Ex adalah paduan Al-Si-Cu-Ni-Mg, yang mempunyai koefisien muai rendah dan kekuatan panasnya tinggi, sehingga ia dipakai untuk torak dan sebagainya.

2.3 Nikel

Nikel merupakan logam serbaguna yang banyak dipakai di dunia industri. Nikel merupakan komponen penting untuk paduan *Stainless steel* (kebanyakan pada austenitic stainless steel dengan jumlah 8 – 10 % Ni). Logam ini banyak digunakan tergantung pada jenis paduannya. Biasanya nikel dalam pasaran mempunyai kemurnian 99.95%. dengan kadar tersebut dirasa cukup memuaskan, tetapi untuk sifat-sifat tertentu seperti *electrical resistivity*, sangat sensitive terhadap impurities pada solid solution (ASM *International*, 2000)

Nikel memiliki nomer atom 28 dengan berat masa 58,6394. Nikel memiliki struktur FCC (*Face-Centered Cubic*). Beberapa physical properties dan Mechanical Properties dari nikel yaitu (ASM *Interntional*,2000) :

Tabel *Physical Properties* Nikel [ASM,2000]

Struktur Kristal	FCC
Density	8,902 g/cm ³
Melting point	1453°C
Thermal expansion	13,3 $\mu\text{m/m K}$
Specific heat	0,471 kJ/kg K
Thermal conductivity	82,9 W/m
Electrical resistivity	68,44 n Ω m

Tabel 2.5 *Mechanical Properties* Nikel [ASM ,2000]

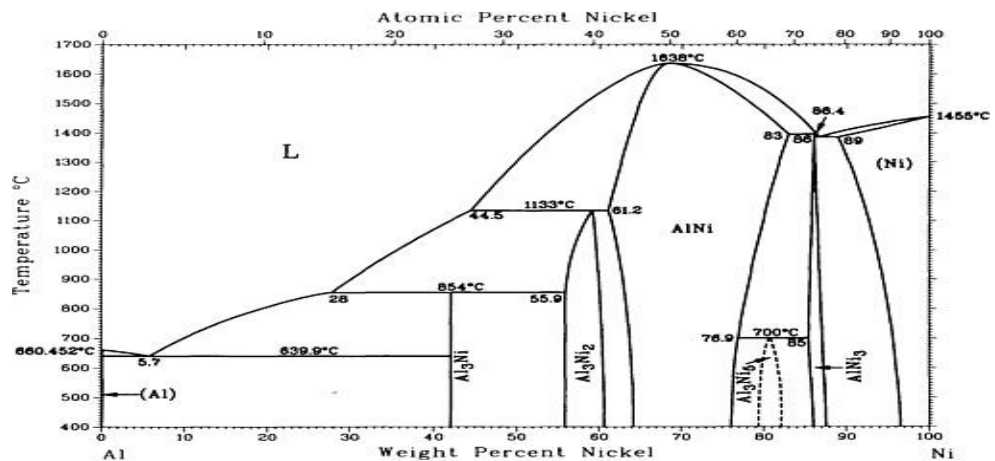
Tensile strength	317 MPa
Hardness	64 HV, 35 HRB
Modulus young	207 GPa
Modulus of shear	76 GPa

Sampai saat ini penggunaan nikel masih di dominasi pada stainless steel. Sebagai bahan paduan logam nikel menempati urutan ke-4 dengan 9,5 %. Data penggunaan nikel (ASM Handbook Vol.2, 1990)

Pengaruh penambahan Ni pada paduan Aluminum dapat menambah kekerasan dan ketahanan panas. Selain itu dapat memberikan ketahan korosi dan kekuatan mampur cor yang baik.

2.4 Paduan Aluminium-Nikel (Al-Ni)

Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan tarik Aluminium murni adalah 90 MPa, sedangkan Aluminium paduan memiliki kekuatan tarik berkisar hingga 600 MPa. Aluminium memiliki berat sekitar satu pertiga baja, mudah ditebuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (*drawing*), dan diekstrusi. Resistansi terhadap korosi terjadi akibat fenomena pasivasi, yaitu terbentuknya lapisan Aluminium Oksida ketika Aluminium terpapar dengan udara bebas.



Gambar 2.3 diagram fasa Al-Ni [ASM Metal,1990]

Dalam keadaan murni Aluminium terlalu lunak, terutama kekuatannya sangat rendah untuk dapat dipergunakan pada berbagai keperluan teknik. Dengan pepaduan ini dapat diperbaiki tetapi seringkali sifat tahan korosinya berkurang, demikian juga keuletannya. Nikel ditambahkan dengan tujuan untuk menambah ketahanan sifat mekanik pada temperatur tinggi dengan membentuk paduan Aluminiumnikel.

2.5 Pengecoran

Proses pengecoran adalah salah satu proses yang sederhana dan proses langsung untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. proses ini dibutuhkan cetakan yang diinginkan sesuai bentuk dan logam cair. pengecoran sudah

dari lama digunakan oleh manusia. pengecoran yang biasa dilakukan adalah penuangan logam cair ke cetakan pasir. Tujuan dari proses pengecoran ini adalah memproduksi produk yang digunakan manusia. Pada zaman modern ini pengecoran sudah banyak digunakan untuk memproduksi bagian-bagian dari mesin. (Karl, 2011).

Dalam berbagai hal benda-benda kerja yang dibentuk melalui proses pengecoran memiliki keunggulan baik sifat maupun efisiensinya pembentukannya, bahkan tidak dimiliki oleh bahan yang dibentuk dengan cara lain, misalnya pada besi/baja tempa, dimana benda-benda tuangan (hasil pengecoran) sifat- sifatnya dapat ditentukan oleh formulasi campuran dan dapat diperbaiki menurut kebutuhan kita, bentuk dan dimensinya dapat dibentuk melalui pengecoran ini, misalnya rongga rongga, saluran-saluran dan lain-lain yang mungkin tidak dapat dilakukan dengan cara lain, dengan demikian benda tuangan berkembang sejalan dengan modernisasi teknologi itu sendiri hal ini dikarenakan benda tuangan memiliki keunggulan dan dapat diterima diberbagai jenis produk, seperti permesinan, automotif, listrik dan elektronik, konstruksi/ bangunan gedung, assesoris dan lain-lain. Namun demikian jika kita lihat industri manufaktur yang bergerak dibidang pengecoran ini jumlahnya masih kecil dengan kualitas produknya pun masih rendah walaupun ada produk dengan kualitas tinggi tetapi masih dengan teknologi luar negeri. Hal ini menjadi tantangan bagi kita semua agar dapat berkompetisi dengan bangsa lain terutama dalam era globalisasi seperti sekarang ini (Sudjana,2008).

2.6 Propeller Perahu Motor

Propeller atau baling–baling adalah salah satu bagian perahu ketek yang digerakkan oleh mesin, yang mempunyai fungsi untuk mendapatkan gaya dorong bagi laju perahu. Dengan gaya dorong yang dihasilkan baling–baling ini, perahu dapat bergerak maju ataupun mundur. Jika baling–baling diputar, dibantu dengan komponen–komponen yang lain, akan menghasilkan gaya dorong bagi perahu ketek.

Pada kebanyakan perahu, baling-baling diputar oleh sebuah mesin yang ditempatkan di belakang perahu. Melalui poros-poros yang ujungnya keluar dari badan perahu dimana kemudian baling-baling ini terpasang. Mesin tersebut kemudian menggerakkan baling-baling.

Prinsip kerja dari baling-baling adalah seperti sekrup atau mur yang berputar di air. Jika kita memutar mur, maka mur akan berputar maju atau mundur sepanjang lintasan bautnya. Demikian juga yang terjadi dengan baling-baling yang berputar. Tetapi karena baling-baling terikat pada ujung poros yang berputar, posisi baling-baling menjadi tetap. Gaya dorong yang dihasilkan dari putaran mesin perahu disalurkan ke massa air yang mengelilingi baling-baling tersebut. Seperti diketahui, baling-baling berada di luar perahu dan di bawah permukaan air. Karena air tetap diam, maka gaya dorong yang dihasilkan baling-baling tersebut dikembalikan ke baling-baling tersebut atau terjadi gaya reaksi. Gaya reaksi ini disalurkan sepanjang poros baling-baling dan menghasilkan gaya dorong bagi perahu sehingga, tergantung arah putaran baling-baling, perahu dapat bergerak maju ataupun mundur. Gaya reaksi yang mendorong poros baling-baling tidak bisa langsung menggerakkan perahu, karena gaya yang bersifat aksial ini hanya mendorong poros dan akan diterima oleh mesin perahu yang memutar baling-baling.



Gambar 2.4 *Propeller* Perahu Motor berbahan Aluminium

[sumber : Tosana Karya, 2013]

2.7 Uji Kekerasan

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Uji kekerasan adalah pengujian yang paling efektif untuk menguji kekerasan dari suatu material, karena dengan pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongkan sebagai material ulet atau getas.