

PENGUJIAN KEKUATAN TARIK PRODUK COR PROPELER ALUMINIUM**Hera Setiawan^{1*}**¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

*Email: herasetiawan6969@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kekuatan tarik propeler kapal nelayan tiga sudu dengan material aluminium produk dari Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) logam di Juana Pati. Proses peleburan logam aluminium dengan dapur crucible menggunakan bahan bakar minyak dan pengecoran dilakukan dengan teknik pasir cetak (*sand casting*). Pengujian kekuatan tarik menggunakan mesin servopulser dengan beban maksimum 2000 kg. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa material merupakan aluminium dengan kekerasan tarik 7,1564 kg/mm²(70,1758 MPa).

Kata kunci: aluminium, propeler, kekuatan tarik.

1. PENDAHULUAN

Industri pengecoran logam tumbuh seiring dengan perkembangan teknik dan metode pengecoran, berbagai model produk cor membanjiri pasar domestik. Produk cor banyak kita jumpai mulai dari perabotan rumah tangga, komponen otomotif, pompa air sampai propeler kapal nelayan seperti yang terlihat pada gambar 1 dibawah (Disperindag Pati, 2008).

Aluminium merupakan logam yang lunak dengan tampilan menarik, ringan, tahan korosi, mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang relatif tinggi, dan mudah dibentuk serta cadangannya dikerak bumi melimpah melebihi cadangan besi (Fe). Aluminium murni mempunyai kekuatan dan sifat mekanis yang rendah. Kekuatan aluminium murni tidak dapat ditingkatkan secara langsung dengan proses perlakuan panas (*heat treatment, age hardening*) (TALAT Lecture 2202, 1994; Surdia dan Saito, 1995 ; Callister, 2000; Brown, 2001).

Salah satu usaha untuk meningkatkan kekuatan aluminium murni adalah dengan proses pengerjaan dingin (*cold working*) berupa pengerasan regang. Tetapi cara ini kurang memuaskan bila tujuan utama adalah untuk menaikkan kekuatan. Pada perkembangan selanjutnya, peningkatan nyata dari aluminium dapat dicapai dengan penambahan unsur-unsur paduan kedalam aluminium. Unsur paduan tersebut dapat berupa tembaga (Cu), mangan (Mn), silikon (Si), magnesium (Mg), seng (Zn) dan lain-lain. Kekuatan aluminium paduan ini dapat dinaikkan lagi dengan pengerasan regang atau perlakuan panas. Sifat-sifat lainnya seperti mampu cor dan mampu mesin juga bertambah baik, akan tetapi teknik ini menurunkan ketahanan korosi, kontrol kehomogenan komposisi yang sulit, harga menjadi mahal dan peningkatan biaya daur ulang (TALAT Lecture 2202, 1994; Surdia dan Saito, 1995; Callister, 2000).

Paduan aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh beberapa negara. Secara umum paduan aluminium diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu paduan aluminium tuang/cor (*cast aluminium alloy*) dan paduan aluminium tempa (*wrought aluminium alloy*). Setiap kelompok tersebut dibagi lagi menjadi dua kategori, yaitu paduan dengan perlakuan panas (*heat treatable alloy*) dan paduan tanpa perlakuan panas (*non heat treatable alloy*) (TALAT Lecture 2202, 1994; Surdia dan Saito, 1995; Callister, 2000; Mondolfo, 1976).

Produk-produk aluminium dihasilkan melalui proses pengecoran (*casting*) dan pembentukan (*forming*). Aluminium melalui proses pengecoran dikelompokkan menjadi pengecoran dengan cetakan non-permanen dan permanen (*die casting*). Pengecoran non-permanen disamping menggunakan cetakan keramik, secara umum menggunakan cetakan pasir (*sand casting*). Pada pengecoran cetakan pasir, proses dan peralatannya sederhana dan biaya rendah, namun hasil dari pengecoran ini masih banyak ditemukan cacat porositas dan penyusutan serta permukaan yang kasar sehingga diperlukan proses pemesinan. Pengecoran cetakan permanen, cetakan menggunakan bahan dari logam. Hasil pengecoran ini relatif lebih unggul, mampu membuat coran dengan ketebalan minimum, permukaan yang lebih halus, tetapi memerlukan peralatan yang kompleks dan biaya yang lebih tinggi. Pengecoran dengan cetakan logam dapat dilakukan dengan metode tuang,

pegecoran dengan tekanan tinggi, pegecoran dengan tekanan rendah, pegecoran sentrifugal, dan pegecoran *squeeze*.



Gambar 1. Produk propeler untuk kapal nelayan dari UMKM – Juwana

Propeler yang merupakan salah satu komponen sistem penggerak kapal sangat menentukan keberhasilan rancang bangun kapal. Kualitas produk cor propeler sangat ditentukan oleh keunggulan sifat mekanisnya, hal ini masih dikeluhkan oleh UMKM dan konsumen pengguna produk propeler. Upaya memperbaiki sifat mekanis tersebut selain dari pemilihan bahan baku (*raw material*) dan pengaturan komposisi paduan, juga sangat ditentukan oleh proses dan teknik pengecoran yang akan mempengaruhi bentuk mikrostruktur logam cor. Sebagaimana diketahui sebelum proses pembekuan akan didahului oleh proses pengintian untuk selanjutnya terbentuk butir (*crystal*) dengan batas butir (*grain boundary*).

Produk cor seperti propeler kapal dan sudu-sudu turbin sangat membutuhkan orientasi butir searah sehingga mampu menahan beban aksial dan memiliki kekuatan mulur yang tinggi serta tahan terhadap beban berulang atau retak fatik.

Permintaan pasar akan produk logam cor yang prospektif dan luas ini, kurang diimbangi dengan peningkatan kualitas produk. Ironisnya walaupun banyak industri cor di tanah air, produk logam cor dari pengrajin lokal masih kalah bersaing dengan produk impor baik dari sisi kualitas dan harga. Hal ini merupakan tantangan yang harus segera dibenahi, agar industri kita dapat bersaing dipasar domestik maupun luar negeri.

Upaya meningkatkan kualitas produk menjadi prioritas utama dalam upaya meningkatkan daya saing produk di pasar domestik maupun global. Produk yang berkualitas tentu dihasilkan dari pemilihan bahan baku yang baik, penguasaan teknik produksi, serta pengujian kualitas yang melekat.

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan untuk mengetahui kualitas atau sifat-sifat material yang dimiliki material yang selanjutnya sangat diperlukan untuk menentukan metode peningkatan kualitas dari produk tersebut. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian kekerasan dan pada penelitian ini akan dilakukan pengujian kekuatan tarik material aluminium propeler kapal nelayan (Setiawan, 2014).

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan suatu bahan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Tujuan dari pengujian tarik adalah untuk mengetahui tegangan tarik maksimum, tegangan luluh dan regangan bahan melalui kurva tegangan-regangan (Surdia dan Saito, 1992; Brown, 2001)

Untuk menghitung tegangan teknik (*engineering stress*) pada benda uji dapat diberikan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

Dengan σ = tegangan (N/m²)

P = beban (N)

A₀ = luas penampang patah (m²)

Luas penampang benda uji akan terjadi pengecilan (*necking*) setelah beban diberikan sampai terjadi patah. Tetapi luas penampang benda uji (A₀) ini diasumsikan sama sebelum dan sesudah terjadi patah (*fracture*). Tegangan yang sebenarnya (*true stress*) dapat didefinisikan sebagai beban

yang diberikan dibagi dengan luas penampang aktual yang telah mengalami deformasi (luas penampang yang telah terjadi *necking*).

Nilai regangan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \% \quad (2)$$

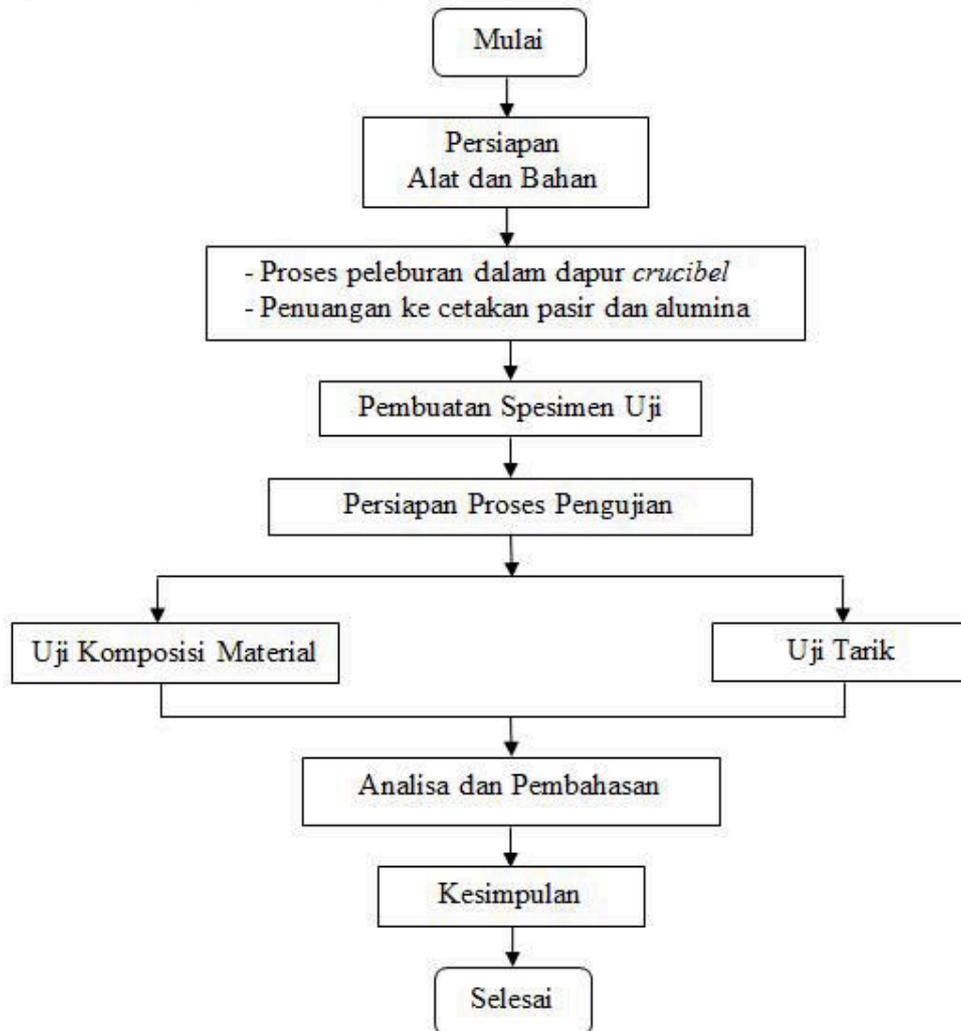
Dengan ε = regangan (%)

ΔL = pertambahan panjang (m)

L_0 = panjang mula-mula (m)

2. METODOLOGI

Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2 dibawah.

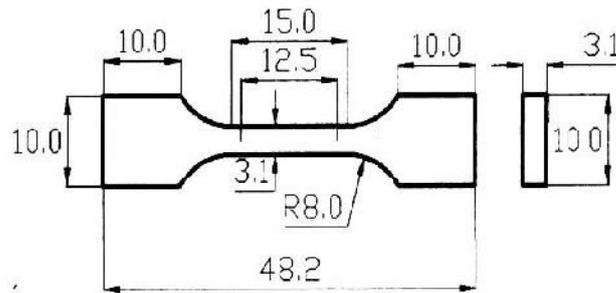


Gambar 2. Diagram alir penelitian

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium, seperti yang biasa digunakan UMKM atau industri logam di Juana Pati. Pengujian komposisi logam dilakukan dengan mesin *spectrometer* yang ada di UPT Logam Kuningan Juana Pati.

Pengujian komposisi logam digunakan untuk mengetahui kandungan unsur yang terdapat dalam logam dasar tersebut. Menggunakan acuan diagram fase biner fase biner Al-Cu untuk material aluminium, guna menentukan temperatur maksimal untuk mencapai titik *liquidus*. Hal ini menghindari temperatur peleburan berlebih yang justru merusak cairan logam cor.

Pengujian dilakukan menggunakan mesin Servopulser dengan pembebanan maksimum sebesar 2000 kg. Ukuran spesimen uji tarik disesuaikan dengan standar JIS Z2201 seperti yang terlihat pada gambar 3 dibawah.



Gambar 3. Dimensi spesimen uji tarik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses Pengecoran

Proses peleburan logam aluminium menggunakan dapur *crucible* dengan bahan bakar minyak dan pengecoran dengan pasir cetak (*sand casting*) seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Peleburan logam dan pengecoran dengan pasir cetak

Produk cor yang akan diuji adalah propeler kapal nelayan tiga sudu dengan pola cetakan dari logam dan bingkai cetakan (*frame*) dari kayu nangka seperti terlihat pada gambar 5 dibawah.



Gambar 5. Pola cetakan logam dan produk cor propeler kapal tiga sudu

3.2. Komposisi Kimia

Tabel 1 dibawah menunjukkan komposisi kimia material aluminium yang digunakan pada penelitian ini, seperti yang biasa digunakan pada UMKM atau industri pengecoran logam yang ada di Juwana.



Gambar 6. Spectrometer

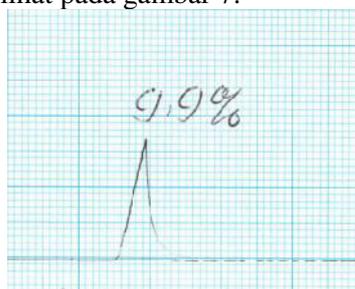
Tabel 1. Komposisi kimia aluminium

No.	Komposisi (%)																
	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn	Ti	Pb	Be	Ca	Sr	V	Zr
1	74,3800	1,8600	0,3550	11,2000	0,7300	0,7460	0,9770	0,1010	3,6900	0,8370	0,2540	4,4500	0,0000	0,0872	0,0000	0,0000	0,3230
2	68,0200	3,2800	0,9800	12,2000	1,3900	0,0000	0,0312	0,0005	0,0049	4,4700	0,2430	9,2500	0,0000	0,0644	0,0000	0,1990	0,0000
Mean	71,2000	2,5700	0,6675	11,7000	1,0600	0,3730	0,5041	0,0508	1,8475	2,6535	0,2485	6,8500	0,0000	0,0758	0,0000	0,0995	0,1615

Dari tabel 1 diatas terlihat bahwa material mengandung komposisi rata-rata kimia Al = 71,2 %, Cu = 11,7 %, Si = 2,57 %, Fe = 0,67 %.

3.3. Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik dilakukan menggunakan mesin Servopulser dengan pembebanan maksimum sebesar 2000 kg. Ukuran spesimen uji tarik disesuaikan dengan standar JIS Z2201 seperti yang terlihat pada gambar 3 diatas dengan merubah panjang seksi uji (Lo) dari 12,5 mm menjadi 25 mm dan tebal (t) dan lebar (w) seksi uji dari 3,1 mm menjadi sekitar 5 mm. Grafik Beban-Regangan hasil uji tarik terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Beban-Regangan hasil uji tarik material aluminium

Tabel 5. Hasil Pengujian kekuatan tarik material aluminium

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	Panjang (mm)	Beban Maks (%)	(kg)	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	(MPa)
4,65	5,95	27,6675	25	9,90%	198	7,1564	70,1758

4. KESIMPULAN

Dari Penelitian ini didapat kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Material yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium dengan kandungan kimia Al = 71,2 %, Cu = 11,7 %, Si = 2,57 %, Fe = 0,67 %.
- (2) Tegangan tarik maksimal material 7,1564 kg/mm² (70,1758 MPa).
- (3) Masih perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang teknik dan metode pada pengecoran propeler kapal nelayan, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan daya saing produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, JR. (2001). *Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook*, Eleveth Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Callister Jr., W.D., (2000), *Fundamentals of Materials Science and Engineering*, Interactive e Text, John Wiley & Sons, Fifth Edition, pp. 177 – 181.
- Disperindag Pati, (2008), *Profil Usaha Industri Kecil Menengah Perlogaman*, Pati.
- Mondolfo, L.F., (1976), *Aluminium Alloys: Structure and Properties*, Butterworths, London.
- Setiawan, H., (2014), *Pengujian Kekerasan dan Komposisi Kimia Produk Cor Propeler Alumunium*, Prosiding SNST ke-5 2014, Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- Surdia, T dan Saito, S., (1992), *Pengetahuan Bahan Teknik*, P.T. Pradnya Paramitha, Jakarta, pp. 135.
- TALAT Lecture 2202, (1994), *Structural Aluminium Materials*, European Aluminium Association – EAA, pp. 3, 4.