



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Kekuatan Material Aluminium Daur Ulang Dari Bahan *Velg* dan Piston Motor sebagai Bahan Komponen Jendela Kapal

Bagus Siwi Nugroho^{1)*}, Untung Budiarto¹⁾, Kiryanto¹⁾
Laboratorium Material Kapal¹⁾,

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail : bagussiwinugroho@student.undip.ac.id

Abstrak

Aluminium merupakan material yang biasa digunakan dalam bidang industri perkapalan. Aluminium dipilih karena ringan, memiliki hantaran listrik dan kemampuan pengelasan yang baik. Sehingga banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari yang menimbulkan sampah cukup besar. Banyaknya sampah aluminium bekas mendasari saya menyusun penelitian untuk mendaur ulang aluminium bekas menjadi bahan perlengkapan kapal. Penelitian ini membandingkan hasil tarik dan impak sesuai dengan kriteria standar BKI Vol V Sec 10 *Aluminium Alloys* dan ASTM E23. Tujuannya untuk menganalisa hasil kekuatan tarik dan impak, serta kandungan komposisi aluminium daur ulang pada spesimen menggunakan bahan daur ulang dengan metode cetakan pasir. Hasil dari penelitian didapatkan kekuatan rata-rata terbesar dari pengujian tarik sebesar 247,39 Mpa saat paduan komposisi 100% *velg*, regangan rata-rata terbesar terjadi pada paduan 100% piston sebesar 4,31 Mpa sementara modulus elastisitas terbesar pada paduan 100% *velg* sebesar 7,84 Gpa. Pengujian impak didapatkan kuat impak rata-rata terbesar pada paduan 100% *velg* sebesar 0,618 Mpa. Pada uji komposisi dengan lima variasi menunjukkan paduan 50:50 Al 88,14%, 25:75 Al 85,15%, 75:25 Al 87,84%, 100% piston Al 83,93% dan 100% *velg* 89,46%. Hasil ini sesuai dengan standar pengujian tarik BKI bahwa semakin besar kandungan aluminium maka semakin besar pula nilai dari pengujian tarik dan impak.

Kata Kunci : Aluminium, *Velg*, Piston, Uji Tarik, Uji Impak

1. PENDAHULUAN

Aluminium merupakan material yang biasa digunakan dalam bidang industri perkapalan. Tidak hanya perkapalan saja aluminium juga biasa digunakan dalam pembuatan alat rumah tangga, material pesawat terbang, mobil dan pada industri konstruksi. Aluminium dipilih karena aluminium merupakan logam yang ringan, memiliki hantaran listrik yang baik, kemampuan untuk pengelasan yang baik, serta sifat baik lainnya sebagai sifat logam. Aluminium juga dapat dicampur dengan komposisi logam lain seperti biasa ditambahkan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni secara satu persatu atau bersamaan membuat kekuatan mekanisnya sangat meningkat [1].

Penggunaan aluminium yang sering kita temui adalah aluminium yang digunakan sebagai dasar pembuatan alat rumah tangga, pada kemasan

minuman, dan bisa ditemui juga di beberapa bagian *sparepart* motor. Sebagai contoh aluminium digunakan sebagai bahan pembuatan motor dibagian *velg* dan piston. Alasan digunakan aluminium pada bagian motor tersebut adalah karena sifat aluminium sendiri yang ringan, mudah dibentuk, dan tahan terhadap korosi. Banyaknya permintaan pembuatan motor dari tahun ke tahun membuat semakin banyak pula aluminium yang dibutuhkan.

Pada tahun 2012 konsumsi aluminium untuk kebutuhan industri dalam satu tahunnya sekitar 696 ribu ton. Sekitar 34% bahan aluminium yang diproduksi berasal dari bahan daur ulang. PT. Indonesia Asahan Aluminium (Inalum) hanya mampu memproduksi 260.000 ton per tahun. Menurut *Europa Aluminium Association (EEA)* dan *Organisasi of Europa Aluminium Refiners and*

Remelters (OEA) angka ini akan terus meningkat di masa depan [2].

Tidak hanya itu, limbah hasil penggunaan aluminium pada motorpun semakin meningkat, banyaknya *velg* dan piston yang tidak terpakai tersebut terbengkalai dan hanya menjadi limbah di pinggir jalan ataupun di bengkel motor.

Alternatif yang bisa digunakan untuk menanggulangi masalah tersebut adalah dengan mendaur ulang limbah aluminium tersebut. Di desa tempat saya tinggal terdapat sentra industri pengecoran berbagai macam logam, tepatnya di Desa Batur Kecamatan Ceper Kabupaten Klaten. Mayoritas pekerjaan warga di Desa Batur adalah sebagai pandai besi. Industri pengecoran logam di Desa Batur sudah ada sejak kerajaan mataram dan turun temurun sampai sekarang. Di desa tersebut terdapat pengecoran logam dengan menggunakan metode cetakan pasir berbahan dasar limbah logam yang tidak terpakai. Sebagai contoh di CV. Widodo Jaya menggunakan limbah *velg* dan piston sebagai bahan utama pengecoran. di CV. Widodo Jayabiasa mendapat limbah *velg* dan piston dari tangan pengepul barang bekas. Limbah *velg* dan piston tersebut dihargai kiloan dengan harga yang murah. Selanjutnya bahan tersebut akan dilebur di cetakan pasir. Kemudian dari hasil peleburan tersebut akan dijadikan kerajinan lampu taman, bangku taman, mainan anak dan banyak lainnya.

Menurut penelitian yang telah dilaksanakan penulis sebelumnya tentang pengujian tarik, dampak, komposisi dan cacat pengecoran dengan menggunakan bahan daur ulang paduan aluminium flat bar dan limbah *dryer* AC dengan metode pengecoran cetakan pasir dan hidrolik untuk bahan jendela kapal, dihasilkan untuk kekuatan tarik yang baik berasal dari spesimen menggunakan cetakan hidrolik dengan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 16,13 kg/mm², kekuatan dampak terbaik juga didapat dari cetakan hidrolik dengan nilai rata-rata sebesar 0,58 J/mm², dan cacat pengecoran didapat pada pengecoran dengan metode pasir. Semua percampuran bahan diatas dicampur dengan komposisi 50:50 untuk semua cetakan dengan kadar Al sebesar 81,27% [3].

Kemudian menurut pengujian yang lain yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya mengenai kekuatan mekanik material aluminium menggunakan metode metal casting dengan variasi bahan paduan aluminium siku dengan limbah piston untuk bahan jendela kapal, didapat hasil bahan material tersebut memiliki kekuatan sama baiknya dengan standar JIS dan SNI yaitu : paduan 40:60 kekuatan tarik 11,232 kg/mm² perpanjangan 1% paduan 30:70 sebesar 10,873 kg/mm² perpanjangan 0,75% paduan 20:80 sebesar 10,006 kg/mm² perpanjangan 0,71% dan 100 persen

limbah piston sebesar 9,401 kg/mm² perpanjangan 0,558%. Hasil uji komposisi dengan empat variasi menunjukkan hasil yang sama baik sesuai dengan standar JIS dan SNI, paduan 40:60 Al 88,79%, 30:70 Al 88,58%, 20:80 Al 86,92% dan paduan 100 persen piston Al 86,73%. Komposisi bahan tanpa peleburan dan paduan memiliki hasil komposisi yang baik. Aluminium siku Al 98,51% dan limbah aluminium piston 84,65% [4].

Selanjutnya menurut penelitian yang sudah juga dilakukan sebelumnya dengan metode pengecoran cetakan pasir ulang, yang dilakukan dengan tiga kali pengecoran menggunakan suhu 750 °C. Pengecoran ulang I terhadap pengecoran ulang II kekuatan tarik turun 3,9% dan kekerasannya turun 5,1% dan pengecoran ulang III kekuatan tarik turun sekitar 8,9% dan kekerasannya turun sekitar 27%. Dapat disimpulkan pengecoran ulang pada logam dengan metode cetakan pasir akan menurunkan kekuatan tarik dan kekerasan aluminium [5].

Berdasar dari latar belakang diatas, saya selaku penulis akan melakukan penelitian tentang “Analisa Kekuatan Material Daur Ulang Dari Bahan *Velg* Dan Piston Motor Sebagai Bahan Komponen Pembuatan Kapal” dengan tujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik, dampak serta komposisinya.

Dengan harapan setelah dilakukan penelitian didapat hasil yang sesuai dengan kriteria atau standar yang sudah disepakati dalam pembuatan komponen kapal. Sehingga aluminium berbahan dasar *velg* dan piston motor di pengecoran logam CV. Widodo Jaya dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam pembuatan perlengkapan kapal. Karena kalau hanya dimanfaatkan sebagai kerajinan lampu dan bangku tidak setiap hari ada pesanan masuk.

2. METODE

Penyusunan penelitian dilakukan dengan metode sistematis sesuai dengan urutan diagram alir atau *flow chart* yang menjelaskan proses awal penelitian sampai selesai.

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dimulai dari tahap identifikasi masalah yang berada di CV. Widodo Jaya Klaten kemudian dilakukan survei dan wawancara kepada pihak terkait. Selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen dengan bahan *velg* dan piston bekas guna diuji di laboratorium material kapal. Hasil pengujian digunakan untuk menentukan apakah spesimen tersebut sesuai jika digunakan sebagai bahan komponen perlengkapan kapal. *Output* yang didapat pada penelitian ini berupa nilai kekuatan tarik, dampak, dan komposisi spesimen yang diuji.

2.1. Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah spesimen *velg* dan piston bekas. Proyek eksperimen pengujian aluminium daur ulang ini dilakukan sebagai upaya meningkatkan pendapatan pabrik CV. Widodo Jaya Klaten yang mulai sepi pesanan. Spesimen *velg* dan piston bekas sesuai pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Velg Bekas **Gambar 2. Piston Bekas**

Spesimen *velg* bekas yang akan diuji terdiri dari beberapa jenis komposisi unsur sesuai pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Velg Sebelum Dicor

No	Komposisi	Hasil
1	Alumunium (Al)	84.2585
2	Silicon (Si)	11.4082
3	Phosphorus (P)	0.1492
4	Sulfur (S)	0.2912
5	Chlorine (Cl)	0.4493
6	Potassium (K)	0.3234
7	Calcium (Ca)	0.4704
8	Iron (Fe)	2.4894
9	Copper (Cu)	0.0404
10	Zinc (Zn)	0.0347
11	Gallium (Ga)	0.0503
12	Strontium (Sr)	0.035

Hasil uji komposisi spesimen dari UPT Universitas Diponegoro yang dibuat dari piston bekas sebelum cor sesuai dengan tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Komposisi Piston Sebelum Dicor

No	Komposisi	Hasil
1	Magnesium (Mg)	0.4749
2	Aluminum (Al)	74.7276
3	Silicon (Si)	15.5778
4	Sulfur (S)	0.1504
5	Chlorine (Cl)	0.0762
6	Potassium (K)	0.1335
7	Calcium (Ca)	0.3546
8	Manganese (Mn)	0.1395
9	Iron (Fe)	1.1465
10	Nickel (Ni)	3.5713
11	Copper (Cu)	3.265
12	Zinc (Zn)	0.0489
13	Gallium (Ga)	0.0535

Dari hasil uji komposisi laboratorium di UPT Undip didapatkan nilai komposisi unsur pada *velg* bekas paling besar adalah Aluminium (Al) sebesar 84,25%, Silicon (Si) sebesar 11,40% dan Iron (Fe) sebesar 2,48%. Sementara uji komposisi piston bekas didapatkan komposisi unsur terbesar pada Aluminium (Al) sebesar 74,72%, Silicon (Si) sebesar 15,57% dan Iron (Fe) sebesar 1,14%.

2.2. Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan untuk mencari nilai kekuatan dari masing-masing bahan pengujian.

1) Parameter Tetap

- Standar yang akan digunakan pada pengujian tarik dan impak menggunakan BKI Vol 5 Section 10
- Standar yang digunakan untuk pengujian impak menggunakan standarisasi ASTM E 23.

2) Parameter Peubah

- Beda suhu pada saat melakukan peleburan.
- Suhu pada saat peleburan diukur menggunakan alat Pyrometer.

2.3. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dari bahan *velg* dan piston bekas dilakukan dengan bermacam – macam tahapan. Tahapan yang utama adalah proses mempersiapkan alat dan bahan spesimen seperti berikut :

- 1) *Velg* bekas
- 2) Piston bekas
- 3) Pasir
- 4) Cetakan dari *sterofoam*
- 5) Sekop
- 6) Pengayak
- 7) Palu
- 8) Jangka sorong, busur, penggaris
- 9) Mesin gerinda dan mesin pengujian
- 10) Suhu 667°
- 11) Kelembaban 37%

Dari alat dan bahan diatas, selanjutnya dibuat spesimen yang memenuhi standar BKI di CV. Widodo Jaya Klaten.



Gambar 3. Gambar Cor Cetakan

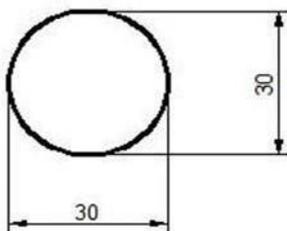
Total spesimen pada penelitian ini berjumlah 30 spesimen. Pembuatan spesimen dengan cor cetakan dilakukan pada pukul 13.00-17.00 dengan temperature 600-640° dan suhu ruangan 37,1°C.

2.4. Pengolahan Data

Dari referensi yang diperoleh dan dari bahan yang telah diolah maka berikut ini adalah tahapan yang dilakukan :

- 1) Pemilihan material yang akan digunakan.
- 2) Pengujian komposisi untuk mengetahui kandungan komposisi bahan sebelum dicor.
- 3) Pembuatan spesimen yang dilakukan di Klaten menggunakan proses coran sederhana dengan metode cetakan pasir.
- 4) Pengujian tarik dan impact dilakukan di Laboratorium Material Kapal.
- 5) Pengujian komposisi yang dilakukan di Politeknik Manufaktur Klaten.
- 6) Analisa standar *deviasi* setelah data hasil pengujian diketahui.

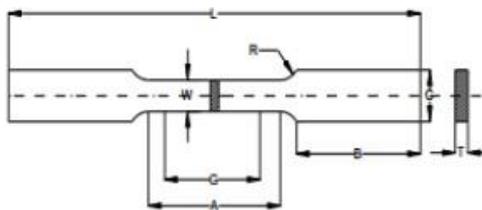
Hasil dari spesimen yang dibuat berupa lempengan seperti pada gambar 4,5 dan 6. Setelah dibentuk sedemikian rupa, selanjutnya diukur dimensi dari spesimen yang sudah jadi.



Gambar 4. Dimensi Pengujian Komposisi

Keterangan :

- a. *Thickness* (T) : 10 mm
- b. *Diameter* (D) : 30 mm

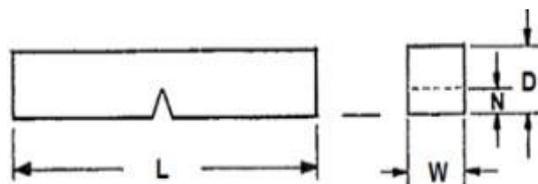


Gambar 5. Dimensi Pengujian Tarik

Keterangan :

- a. *Gage Length* (G) : 50 mm
- b. *Length of reduction section*(A) : 57 (mm)
- c. *Width* (W) : 12,5 mm
- d. *Thickness* (T) : 10 mm
- e. *Radius of fillet* (R) : 12,5 mm

- f. *Overall length* (L) : 200 mm
- g. *Width of grip section* (C) : 20 mm
- h. *Length of grip section* (B) : 50 mm



Gambar 6. Dimensi Pengujian Impact

Keterangan :

- a. *Overall length* (T) : 55 mm
- b. *Width* (W) : 10 mm
- c. *Thickness* (T) : 10 mm
- d. *Notched Charpy* : 45°

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengumpulan data dan pengolahan data diatas, didapatkan hasil pengujian yaitu:

3.1. Pengujian Komposisi

Uji komposisi dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak atau seberapa besar kandungan unsur yang terdapat pada suatu logam dengan alat spectrometer baik logam ferro ataupun non ferro.

Pengujian komposisi kimia menggunakan metode pengujian BKI Vol V Sec 10 *Aluminium Alloys*. Hasil pengujian kandungan komposisi spesimen dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kandungan Spesimen

Unsur	25%	75%	50%	100%	100%
	Velg 75 Piston	Velg 25% Piston	Velg 50% Piston		
Si	11.79	10.66	9.78	13.24	9.46
Fe	0.61	0.37	0.37	0.54	0.36
Cu	1.07	0.44	0.60	1.17	0.21
Mn	0.07	0.09	0.02	0.10	0.02
Mg	0.63	0.33	0.51	0.63	0.24
Cr	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01
Ini	0.51	0.12	0.42	0.13	0.10
Zn	0.03	0.03	0.01	0.09	0.00
Ti	0.08	0.09	0.10	0.79	0.12
Pb	<0.00	<0.00	<0.00	0.01	<0.00
Sn	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
V	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Sr	<0.00	0.00	<0.00	0.00	0.00
Zr	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.00
Co	0.00	<0.00	<0.00	0.00	<0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al	85.18	87.84	88.14	83.93	89.46

Standart *deviasi* uji komposisi pada tugas akhir ini sesuai dengan tabel 4.

Tabel 4. Standart Deviasi Uji Komposisi

Unsur	25% Velg 75 Piston	75% Velg 25% Piston	50% Velg 50% Piston	100% Piston	100% Velg
Si	0.091	2.940	0.184	0.724	0.293
Fe	0.021	0.064	0.009	0.088	0.026
Cu	0.023	0.037	0.059	0.156	0.010
Mn	0.003	0.020	0.001	0.023	0.009
Mg	0.007	0.028	0.009	0.237	0.015
Cr	0.001	0.000	0.002	0.017	0.000
Ini	0.027	0.017	0.026	0.020	0.002
Zn	0.002	0.001	0.004	0.006	0.000
Ti	0.001	0.003	0.006	0.005	0.003
Pb	0.000	0.001	0.002	0.006	0.001
Sn	0.002	0.001	0.003	0.007	0.002
V	0.001	0.001	0.001	0.008	0.000
Sr	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001
Zr	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
Co	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001
Ca	0.001	0.000	0.001	0.006	0.002
Al	0.035	0.269	0.223	0.930	0.305

3.2. Pengujian Tarik

Pengujian tarik berguna untuk mengetahui seberapa panjang spesimen mampu bertahan setelah dilakukan penarikan. Standar yang digunakan sebagai acuan dalam pengujian tarik ini adalah BKI Vol V Sec 10 *Aluminium Alloys* sesuai pada tabel 5.

Tabel 5. Standar Pengujian Tarik oleh BKI

Alloy number	Material Condition	Yield Strength (N/mm ²)	Tensile Strength (N/mm ²)	Thickness (mm)
KI AW-5059	H112	200	≥ 330	3<t≤50
KI AW-5083	O/H111 H112	110	270-350 >270	t ≤ 12,5 t > 12,5
KI AW-5086	O/H111 H112	125	240-320	t ≤ 12,5 t > 12,5
KI AW-5383	O/H111 H112	95	≥ 290 > 310	3<t≤50
KI AW-6005A	T5/T6	145	≥ 260	t ≤ 12,5 t > 12,5
KI AW-6061	T5/T6	190	≥ 260	t ≤ 12,5 t > 12,5
KI AW-6082	T5/T6	215	≥ 310	t ≤ 12,5 t > 12,5

Dengan memperhatikan standar pengujian tarik dari BKI, selanjutnya dilakukan pengujian tarik spesimen *velg* dan piston bekas yang dilakukan di Laboratorium Material Undip dan didapatkan hasil peleburan pada gambar 7.



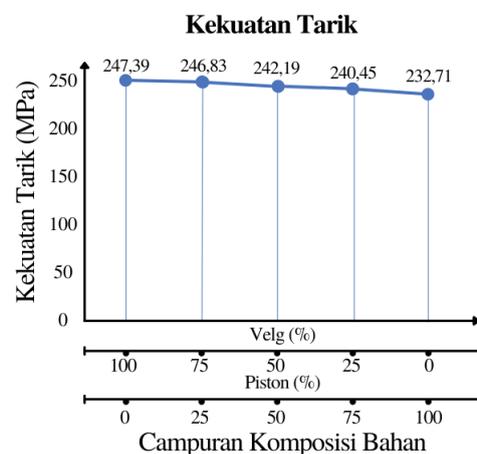
Gambar 7. Spesimen untuk uji tarik

Selanjutnya spesimen diuji kekuatannya menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*) dan didapatkan hasil pengujian tarik sesuai pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Variasi	Lebar (mm)	Tebal (mm)	P Max (KN)	σ Max (Mpa)
	13.1	9.8	31.58	245.99
100% Velg	13.1	9.8	31.8	247.70
	13.1	9.8	31.9	248.48
	13	9.6	28.75	230.37
75% Velg	13	9.7	30.91	245.12
	13	9.8	31.44	246.78
25% Piston	13.2	9.7	31.69	247.50
	13.1	9.6	31.18	247.93
50% Piston	13.3	9.9	32.85	249.49
	13.2	9.8	30.33	234.46
50% Velg	13	9.7	29.61	234.81
	13.1	9.9	32.42	249.98
25% Velg	13	9.7	29.71	235.61
	13.4	9.8	32.05	244.06
75% Piston	13.2	9.9	30.88	236.30
	13.1	9.8	31.56	245.83
	13	9.8	32.63	256.12
100% Piston	13.2	9.8	29.39	227.20
	13.3	9.8	29.11	223.34
	13.2	9.8	29	224.18

Dari hasil pengujian tarik di tabel 6 maka didapatkan grafik *tensile strength* pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Kekuatan Tarik

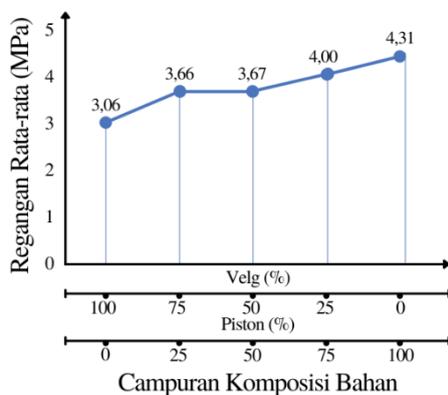
Setelah didapatkan hasil pengujian kekuatan tarik kemudian dihitung regangan maksimum pada pengujian tarik. Regangan maksimum berguna untuk menunjukkan pertambahan dari panjang suatu material setelah mengalami perpatahan terhadap panjang awalnya. Perhitungan nilai regangan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Regangan

Variasi	L0 (mm)	L1 (mm)	Δl (mm)	Regangan e (%)
100% Velg	81	83	2	2.47
	82	85	3	3.66
	82	85	3	3.66
	81	83	2	2.47
75% Velg	82	85	3	3.66
	82	84	2	2.44
	83	86	3	3.61
	81	84	3	3.70
50% Piston	83	85	2	2.41
	82	85	3	3.66
	81	84	3	3.70
	82	85	3	3.66
25% Velg	81	85	4	4.94
	81	84	3	3.70
	82	85	3	3.66
	81	84	3	3.70
100% Piston	81	85	4	4.94
	81	84	3	3.70
	82	85	3	3.66
	81	85	4	4.94

Regangan rata-rata terbesar yang terjadi pada pengujian sebesar 4,31 Mpa yaitu saat paduan 100% piston sementara rata-rata terkecil terdapat pada paduan 100% velg sebesar 3,06 Mpa. Dari tabel tersebut kemudian dibuat grafik sesuai dengan gambar 9.

Regangan Rata-rata



Gambar 9. Grafik Regangan rata-rata

Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material pada grafik tegangan-regangan. Pada penelitian ini, modulus elastisitas dihitung dalam pengujian uji tarik setelah

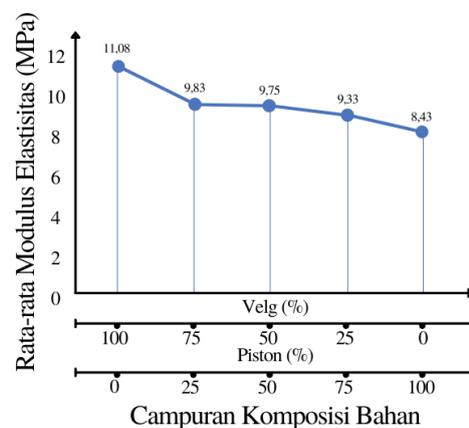
didapatlan nilai tegangan regangan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Variasi	Tegangan Proporsional (Mpa)	Regangan e (%)	E (Gpa)
100% Velg	35,14	0,319	11,00
	53,08	0,471	11,27
	35,22	0,336	10,50
	35,65	0,309	11,55
75% Velg	43,26	0,477	9,06
	30,64	0,281	10,88
	39,84	0,403	9,87
	42,06	0,441	9,52
50% Piston	36,69	0,347	10,57
	41,71	0,439	9,50
	38,95	0,359	10,85
	44,64	0,552	8,08
25% Velg	45,31	0,522	8,68
	46,93	0,504	9,30
	44,45	0,450	9,88
	46,25	0,489	9,45
100% Piston	42,69	0,629	6,78
	40,57	0,443	9,16
	42,77	0,450	9,50
	42,93	0,520	8,26

Modulus elastisitas terbesar 11,55 GPA pada paduan 100% velg. Setelah didapatkan nilai rata-rata dari modulus elastisitas sesuai pada tabel 8 maka dibuat grafik agar mempermudah membaca perubahan modulus elastisitas yang paling signifikan. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 10.

Rata-rata Modulus Elastisitas



Gambar 10. Grafik Modulus Elastisitas Rata-rata

3.3. Pengujian Impak

Pengujian impak berguna untuk mengetahui

kekuatan kejut suatu bahan material dan mengetahui berapa banyak energi yang mampu diserap sebelum material tersebut patah. Pengujian impact dilakukan pada velg dan piston bekas dan menghasilkan spesimen sesuai pada gambar 11.



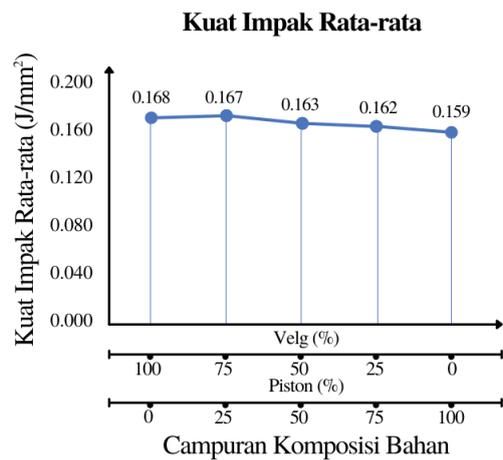
Gambar 11. Spesimen untuk uji impact

Spesimen kemudian dilakukan pengujian impact untuk menghasilkan kekuatan impact pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Impact

Variasi	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Energi (J)	Harga Impact (J/mm ²)
	11	7	12	0.156
100% Velg	11.2	7.2	14	0.174
	11.2	7.2	13	0.161
	11	7	14	0.182
75% Velg	11.1	7.1	14	0.178
	11.1	7.1	13	0.165
25% Piston	11.2	7.2	14	0.174
	11.1	7.1	12	0.152
50% Piston	11.2	7.2	13	0.161
	11.2	7.2	14	0.174
50% Velg	11	7	14	0.182
	11.2	7.2	11	0.136
25% Velg	11	7	12	0.156
	11.2	7.2	13	0.161
75% Piston	11.2	7.2	14	0.174
	11	7	12	0.156
100% Piston	11.1	7.1	15	0.190
	11.2	7.2	11	0.136
	11	7	12	0.156
	11.1	7.1	12	0.152

Dari hasil pengujian impact pada spesimen velg dan piston bekas, diperoleh grafik kuat impact rata-rata pada gambar 12. Nilai kuat impact rata-rata paling besar terjadi saat pengujian 100% velg sebesar 0,168 J/mm².



Gambar 12. Grafik Hasil Uji Impact Rata-rata

4. KESIMPULAN

Semakin banyak kandungan campuran velg alumunium maka akan didapatkan kekuatan tarik dan impact yang semakin besar. Pada penelitian ini kandungan Alumunium (Al) paling besar berada pada paduan 100% velg yakni sebesar 89,46%. Hasil dari penelitian didapatkan kekuatan rata-rata terbesar dari pengujian tarik sebesar 247,39 Mpa saat paduan komposisi 100% velg, regangan rata-rata terbesar terjadi pada paduan 100% piston sebesar 4,31 Mpa sementara modulus elastisitas terbesar pada paduan 100% velg sebesar 7,84 Gpa. Sementara pengujian impact didapatkan kuat impact rata-rata terbesar pada paduan 100% velg sebesar 0,618 Mpa. Pada uji komposisi dengan lima variasi menunjukkan paduan 50:50 Al 88,14%, 25:75 Al 85,15%, 75:25 Al 87,84%, 100% piston Al 83,93% dan 100% velg 89,46%. Hasil ini sudah sesuai dengan standar pengujian tarik oleh BKI bahwa semakin besar kandungan alumunium yang digunakan maka akan semakin besar pula nilai dari pengujian tarik dan pengujian impact dari spesimen yang dipakai.

5. SARAN

Agar penelitian ini semakin membaik, perlu dilakukan penelitian lanjutan yang lebih spesifik pada satu studi kasus penggunaan limbah alumunium sebagai bahan pembuatan perlengkapan kapal ini seperti halnya:

- 1) Penelitian selanjutnya dapat ditambahkan uji tekuk (uji *bending*) untuk melakukan pengujian kekuatan lentur dari spesimen daur ulang.
- 2) Penelitian selanjutnya mencoba menggunakan bahan daur ulang lainnya.

Dengan adanya saran pada penelitian ini diharapkan mampu menjadi acuan pada penelitian selanjutnya agar lebih baik lagi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada CV. Widodo Jaya Klaten, Laboratorium Material Kapal Universitas Diponegoro, dan Laboratorium Logam Politeknik Manufaktur Ceper yang telah membantu selama proses pembuatan serta pengujian spesimen daur ulang aluminium dari bahan *velg* bekas dan piston bekas dalam tugas akhir saya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Oktaran and Nukman Ruslan, "Kajian Sifat mekanik coran aluminium daur ulang hasil peleburan dapur pembakaran langsung" *Jurnal Teknik Mesin*, vol 8, no. 1, 2014.
- [2] F. Fasya, and Iskandar, "melt loss dan porositas pada aluminium daur ulang" *Jurnal Teknik Mesin*, vol 3, no. 1, pp. 44-50, Jan, 2015.
- [3] M. Murtiosono, U. Budiarto, and S. Jokosisworo "Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Impact, Komposisi Dan Cacat Pengecoran Paduan Aluminium Flat Bar Dan Limbah Dryer Ac Dengan Menggunakan Cetakan Pasir Dan Cetakan Hidrolik Sebagai Bahan Komponen Jendela Kapal," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 5, no. 1, pp. 72–78, 2017.
- [4] A. Purnawan, . S. Joko Sisworo, and H. Yudho, "Analisa Kekuatan Tarik Dan Komposisi Bahan Paduan Aluminium Limbah Ac Mobil Dengan Metode Metal Casting Untuk Bahan Jendela Kapal," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 3, no. 2, pp. 803–810, 2015.
- [5] S. Hadi, R. H. Nugroho, P. Udianto, dan A.W. Akbar, "Efek Daur Ulang Aluminium Piston Sepeda Motor Terhadap Kekuatan Tariknya." *Politeknik Negeri Malang*, vol. 3, no. 1, pp. 75-82, 2017.
- [6] M. K. Huda and G. S. Aji. "Rancang Bangun Alat Uji Impact Metode Charpy" *Mech. Eng. J.*, vol.01, no 1, pp. 7-11, 2018.
- [7] ASTM E 23-12c, "*Standard Test Methods For Notched Bar Impact Testing Of Metallic Materials*," pp. 1-25, 2012.
- [8] Biro Klasifikasi Indonesia, "*Rules For Materials Consolidated Edition 2021*," vol. V, 2021
- [9] E. Y. Purnomo, "Analisa Sifat Mekanis Velg Bekas Merk K Sprint Dengan Metode Tempa," *Barometer*, vol. 1 no.1, pp. 18-20, 2013.
- [10] K. Joko Nugroho and A. Haryono, "Analisa Sifat Mekanis Piston Bekas Hasil Proses Tempa," *Simposium Nasional RAPI*, vol. 15, no. 1, pp. 318–322, 2016.