



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk, Komposisi dan Cacat Pengecoran Paduan Aluminium *Flat Bar* dan Limbah Kampas Rem dengan Menggunakan Cetakan Pasir dan Cetakan Hidrolik sebagai Bahan Komponen Jendela Kapal

Afif Ardian Aziz<sup>1)</sup>, Kiryanto<sup>1)</sup>, Ari Wibawa Budi Santosa<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: [afifardian2@gmail.com](mailto:afifardian2@gmail.com) [kiryantosdt@yahoo.com](mailto:kiryantosdt@yahoo.com)

### Abstrak

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan salah satu bahan yang mempunyai cadangan berlimpah di dunia. Dalam dunia industri pengecoran, aluminium biasa digunakan sebagai bahan baku jendela kapal, seringkali industri tersebut memanfaatkan limbah-limbah aluminium sebagai bahan campuran aluminium agar menghemat biaya produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanis, komposisi dan juga cacat pengecoran dari aluminium paduan aluminium *flat bar* dan limbah aluminium kampas rem. Spesimen dibuat menggunakan cetakan hidrolik dan cetakan pasir dengan perbandingan bahan baku 50:50 untuk bahan baku jendela kapal. Hasil dari uji tarik, spesimen cetakan hidrolik mempunyai hasil yang lebih baik dari cetakan pasir dengan rata-rata kekuatan tarik sebesar 12,86 kg/mm<sup>2</sup>. Hasil uji tekuk menunjukkan spesimen cetakan hidrolik mempunyai rata-rata defleksi 2,71mm berbanding cetakan pasir yang mempunyai rata-rata defleksi 2,12 mm. kemudian hasil dari komposisi aluminium paduan ini mengandung kadar Al sebesar 65,89%. Dan dari uji *radiography* spesimen cetakan pasir lebih banyak terjadi porositas dibandingkan dengan cetakan hidrolik.

Kata Kunci : Aluminium, Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk, Cetakan Hidrolik, Cetakan Pasir.

### 1. PENDAHULUAN

Penggunaan aluminium di dunia industri perkapalan sudah banyak diterapkan guna menunjang proses fabrikasi. Aluminium ialah unsur kimia. Lambang aluminium ialah Al, dan nomor atomnya 13. Aluminium ialah logam paling berlimpah. Aluminium bukan merupakan jenis logam berat, namun merupakan elemen yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi dan paling berlimpah ketiga.

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik. Selain itu aluminium merupakan logam yang memiliki *mechanical properties* dan

kemampuan untuk pengelasan yang cukup baik.

Selain itu, aluminium juga memiliki kelebihan diantaranya massa jenisnya yang rendah, kemampuan menahan korosi, harga yang murah, konduktor listrik dan panas yang baik, serta ketahanan oksidasi

Penggunaan aluminium di dunia industri perkapalan digunakan untuk menunjang proses fabrikasi dan telah banyak diterapkan oleh berbagai perusahaan material. Dalam industri-industri kecil, penggunaan aluminium tidak serta-merta menggunakan 100% aluminium murni, yang notabene harga beli bahan baku tersebut yang mahal, untuk itu cara mengakali biaya produksi yaitu dengan

memanfaatkan limbah aluminium yang ada, contohnya limbah aluminium kampas rem yang mana limbah tersebut banyak tersedia karena pada zaman modern sekarang terjadi peningkatan pembelian kendaraan pribadi sesuai data Korps Lalu Lintas Kepolisian Negara Republik Indonesia mencatat, jumlah kendaraan yang masih beroperasi di seluruh Indonesia pada 2013 mencapai 104,211 juta unit, naik 11 persen dari tahun sebelumnya (2012) yang cuma 94,299 juta unit. Di perusahaan pengecoran Terdapat 2 metode pencetakan bahan yaitu cetakan permanen dan juga cetakan pasir. Kedua metode pengecoran tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil produksi, maka perlu adanya penelitian tentang kekuatan tarik, kekuatan tekuk, komposisi bahan dan juga analisa cacat pada proses pengecoran. Dimana proses uji tersebut juga berdasarkan standarisasi (JIS). hasil dari penelitian tersebut berupa perbandingan kualitas cetakan permanen dan cetakan pasir, jadi dapat dijadikan pedoman pada perusahaan kecil untuk melakukan produksi agar kualitas sesuai standard.

### 1.1. Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan laporan penelitian ini permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Bahan cetakan menggunakan cetakan pasir dan cetakan hidrolik hidrolik.
2. Bahan yang diteliti merupakan aluminium *flat bar* dan limbah kampas rem mobil.
3. Analisa kekuatan bahan dengan pengujian merusak yaitu uji tarik dan uji tekuk.
4. Analisa cacat pengecoran cetakan pasir dan cetakan hidrolik menggunakan *radiography* test.
5. Untuk pengujian komposisi digunakan standar SNI karena menyesuaikan alat uji komposisi.
6. Untuk pengujian uji tarik dan uji tekuk menggunakan standar JIS.

### 1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kekuatan tarik, tekuk, komposisi dan cacat pengecoran paduan aluminium *flat bar* dan limbah kampas rem dengan cetakan pasir.
2. Mengetahui kekuatan tarik, tekuk, komposisi dan cacat pengecoran paduan aluminium *flat bar* dan limbah kampas rem dengan cetakan hidrolik.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Aluminium (Al)

Aluminium merupakan unsur kimia golongan IIIA dalam sistem periodik unsur, dengan nomor atom 13 dan berat atom 26,98 gram per mol. Di dalam udara bebas aluminium mudah teroksidasi membentuk lapisan tipis oksida ( $Al_2O_3$ ) yang tahan terhadap korosi. Aluminium juga bersifat amfoter yang mampu bereaksi dengan larutan asam maupun basa. (Anton J. Hartono, 1992)

Aluminium adalah unsur *non ferrous* yang merupakan logam ringan yang mempunyai sifat yang ringan, ketahanan korosi yang baik serta hantaran listrik dan panas yang baik, mudah dibentuk melalui proses pembentukan maupun permesinan, dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. (Surdia, 1992).

### 2.2. Pengecoran

Pengecoran adalah membuat komponen dengan cara menuangkan bahan yang dicairkan ke dalam cetakan. Berikut adalah jenis cetakan dalam pengecoran aluminium:

1. Cetakan pasir, cetakan yang dibuat dengan memadatkan pasir. Pasir sebelumnya dicampur dengan pengikat khusus seperti air, kaca, semen, resin ferol, atau minyak pengering.
2. Cetakan logam, cetakan logam harus terbuat dari bahan yang lebih baik dan lebih kuat dari logam coran, karena dengan bahan cetakan yang lebih kuat maka cetakan tidak akan terkikis oleh logam coran yang akan dituangkan.

### 2.3. Sistem Hidrolik

Dalam sistem hidrolik fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya. Minyak mineral adalah jenis fluida cair yang umum dipakai. Prinsip dasar dari hidrolik adalah karena sifatnya yang sangat sederhana. Zat cair tidak memiliki bentuk yang tetap, zat cair hanya dapat membentuk bentuk menyesuaikan dengan yang ditempatinya dan tidak dapat terkompresi. Zat cair yang digunakan harus bertekanan tertentu, diteruskan ke segala arah secara merata, memberikan arah gerakan yang sangat halus. Sifat-sifat ini akan menghasilkan penambahan kelipatan yang besar pada gaya kerjanya.

### 2.4. Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik mempunyai tujuan utama untuk mengetahui kekuatan tarik bahan uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian tarik adalah grafik tegangan-regangan, parameter kekuatan dan keliatan material pengujian dalam proses

perpanjangan, kontraksi atau reduksi penampang patah, dan bentuk permukaan patahannya.

Tegangan dapat diperoleh dari membagi beban dengan luas penampang mula-mula.

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Dimana,  $\sigma$  adalah Tegangan tarik maksimum (MPa, N/mm<sup>2</sup>), P adalah Beban Maksimum (N) dan  $A_0$  adalah Luas Penampang Mula-mula (mm<sup>2</sup>). Regangan diartikan sebagai perpanjangan tiap satuan panjang, yang diperoleh dengan membagi perpanjangan ukuran  $L\Delta$  mula-mula benda uji 100%

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$e = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\%$$

$L\Delta$  adalah panjang sesudah patah (mm),  $L_0$  adalah panjang mula-mula (mm),  $e$  adalah Regangan (%).

## 2.5. Pengujian Tekuk

Pengujian lengkung merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang dilakukan terhadap specimen dari bahan baik bahan yang akan digunakan sebagai konstruksi atau komponen yang akan menerima pembebanan lengkung maupun proses pelengkungan dalam pembentukan. Pelengkuan (bending) merupakan proses pembebanan terhadap suatu bahan pada suatu titik ditengah-tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. Dengan pembebanan ini bahan akan mengalami deformasi dengan dua buah gaya yang berlawanan bekerja pada saat yang bersamaan.

Pengujian lengkung beban ialah pengujian lengkung yang bertujuan untuk mengetahui aspek-aspek kemampuan bahan uji dalam menerima pembebanan lengkung, yakni gaya tekan maksimal (P Maks), Tegangan bending, Defleksi

## 2.6. Pengujian Komposisi Bahan

Uji komposisi merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa banyak jumlah suatu kandungan yang terdapat pada suatu logam.

Proses pengujian yaitu specimen yang berupa serbuk diletakkan pada wadah yang sudah tersedia kemudian dibakar menggunakan alat *spectrofotometer* dengan semacam elektroda atau sinar laser hingga bahan mengalami pencairan atau rekristalisasi. Proses pembakaran elektroda ini tidak lebih dari tiga detik. Alat uji komposisi akan menangkap warna sensor cahaya hasil dari

proses rekristalisasi dan diteruskan ke dalam program komputer dan mencatat hasilnya

## 2.7. Pengujian Radiografi

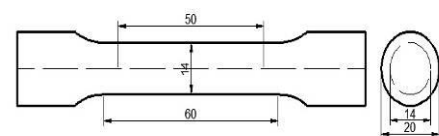
*Radiography* adalah salah satu uji tanpa merusak yang menggunakan sinar x atau sinar gamma yang mampu menembus hampir semua logam kecuali timbal dan material padat lainnya sehingga dapat digunakan untuk mengungkap cacat atau ketidaksesuaian dibalik dinding metal.

*Radiography* menggunakan penetrating radiation yang diarahkan langsung pada material. Intensitas radiasi yang akan ditembakkan pada material sangat bergantung pada berat jenis dan ketebalan. Hasil dari pengujian akan ditampilkan pada film atau melalui komputer.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

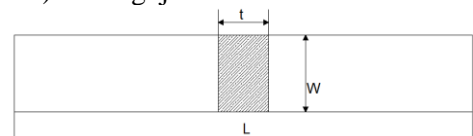
### 3.1. Data-data Penelitian

1. Peralatan untuk pembuatan benda uji :
  - a) Aluminium *flat bar* dan limbah Kampas Rem
  - b) Mesin bubut dan mesin frais
  - c) Cetakan pasir dan cetakan hidrolik
  - d) *Vernier caliper*
  - e) Timbangan
2. Pembuatan benda uji
  - a) Uji komposisi bahan paduan dengan perbandingan 50:50
  - b) Uji tarik bahan paduan dengan perbandingan 50:50
    - Paduan cetakan pasir =3 buah
    - Paduan cetakan hidrolik =3 buah
  - c) Uji Tekuk bahan paduan dengan perbandingan 50:50
    - Paduan cetakan pasir =3 buah
    - Paduan cetakan hidrolik =3 buah
  - d) Uji *Radiography* bahan paduan dengan perbandingan 50:50
    - Paduan cetakan pasir =1 buah
    - Paduan cetakan hidrolik =1 buah
3. Dimensi specimen:
  - a) Pengujian Tarik



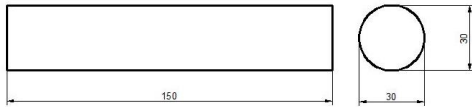
Gambar 3. Dimensi specimen uji tarik

- b) Pengujian Tekuk



Gambar 4. Dimensi specimen uji tekuk

c) Pengujian Radiografi dan Komposisi



Gambar 5. Dimensi spesimen uji radiografi dan komposisi

4. Alat-alat pengujian

a) *Ultimate Testing Machine*



Gambar 6. *Ultimate testing machine*

b) *Spectrofotometer Machine*



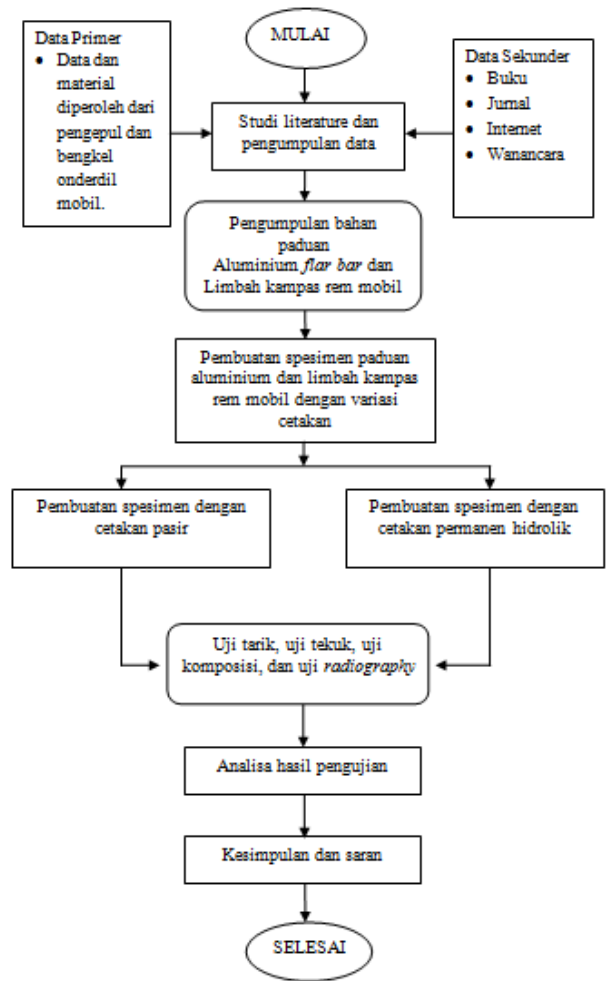
Gambar 7. *Spectrofotometer machine*

c) Mesin Radiografi



Gambar 8. Mesin Radiografi

3.2. Diagram Alir



Gambar 9. Diagram Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

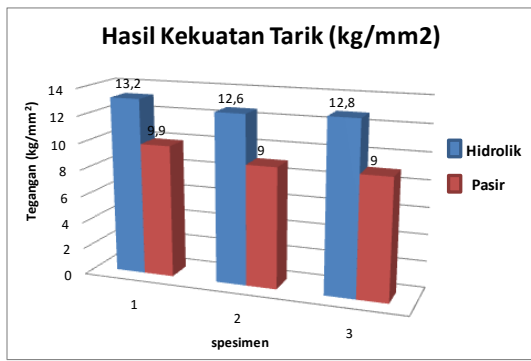
4.1. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Tabel 1. Spesifikasi aluminium *flat bar*

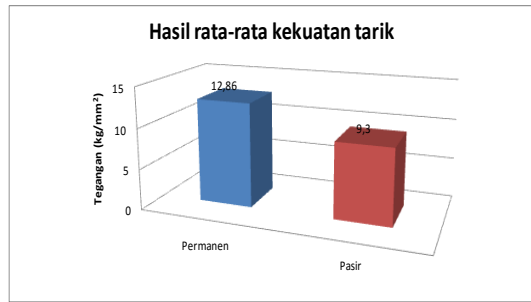
Merk	Seri	Kekuatan Tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Regangan (%)
Atlas Steels	3003-O	9,5	18

Tabel 2. Hasil pengujian kekuatan tarik dan standard JIS 5005

No	Nama Spesimen	Hasil Kekuatan Tarik (kh/mm <sup>2</sup> )	
		Hasil Uji	JIS 5005
1	A,B,C	12,86	12-16
2	D,E,F	9,3	12-16



Gambar 10. Grafik hasil kekuatan tarik



Gambar 11. Grafik rata-rata kekuatan tarik

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, selanjutnya hasil tersebut dianalisa serta dicocokkan dengan standar JIS H 4000 Seri 5005 Kode A 5005 P-R *Aluminium Alloy*. Hasil analisa dari paduan aluminium *flat bar* dengan aluminium limbah kampas rem dengan proporsi 50:50 menggunakan cetakan hidrolik dan cetakan pasir menunjukkan perbedaan kekuatan tarik yang signifikan sebesar 12,86 kg/mm<sup>2</sup> dan 9,3 kg/mm<sup>2</sup>. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa penggunaan cetakan hidrolik menghasilkan paduan aluminium yang lebih baik dan memenuhi standar JIS.

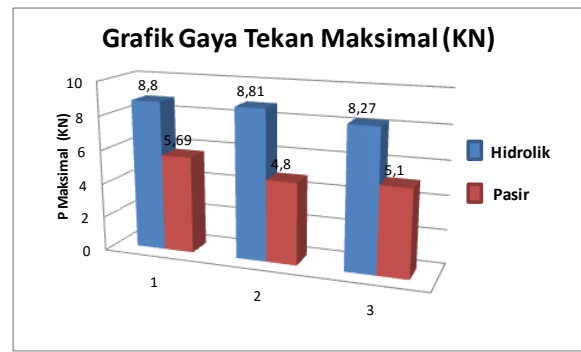
#### 4.2. Hasil Pengujian Kekuatan Tekuk

Tabel 3. Hasil pegujian tekuk spesimen cetakan hidrolik

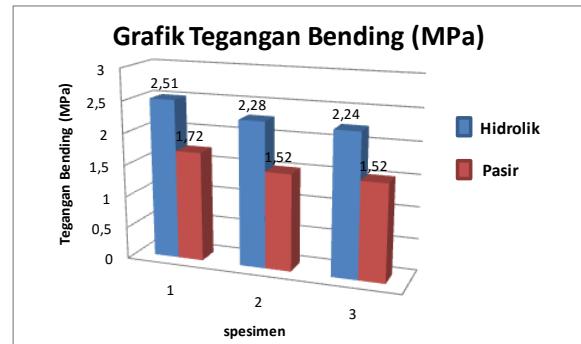
No	Spesimen	P maks (KN)	Tegangan Bending (MPa)	Defleksi (mm)
1	A	8,80	2,510	2,84
2	B	8,81	2,285	2,84
3	C	8,27	2,240	2,46

Tabel 4. Hasil pegujian tekuk spesimen cetakan pasir

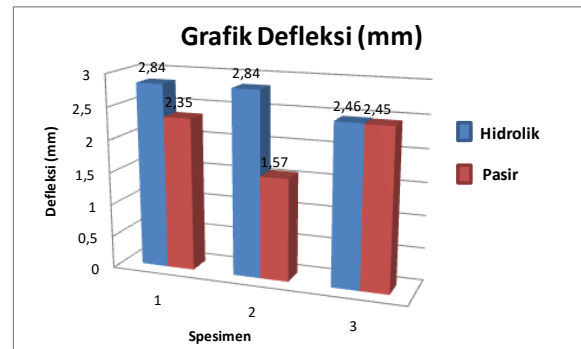
No	Spesimen	P maks (KN)	Tegangan Bending (MPa)	Defleksi (mm)
1	D	5,69	1,725	2,35
2	E	4,80	1,523	1,57
3	F	5,10	1,524	2,45



Gambar 12. Grafik gaya tekan maksimal



Gambar 13. Grafik gaya tegangan bending



Gambar 14. Grafik defleksi

Setelah hasil diketahui maka tahapan selanjutnya adalah rata-rata hasil uji :

1) Spesimen dengan cetakan hidrolik (A,B,C) :

a) Rata-rata P maks (KN) :

$$= \frac{8,80 + 8,81 + 8,27}{3} = 8,62 \text{ KN}$$

b) Rata-rata tegangan bending (MPa) :

$$= \frac{2,510 + 2,285 + 2,24}{3} = 2,34 \text{ MPa} = 0,234 \text{ kg/mm}^2$$

c) Rata-rata defleksi (mm) :

$$= \frac{2,84 + 2,84 + 2,46}{3} = 2,71 \text{ mm}$$

2) Spesimen dengan cetakan pasir ( D,E,F) :

$$\begin{aligned} \text{a) Rata-rata P maks (KN)} & : \\ & = \frac{5,69 + 4,80 + 5,10}{3} \\ & = 5,19 \text{ KN} \end{aligned}$$

b) Rata-rata tegangan bending (MPa) :

$$\begin{aligned} & = \frac{1,723 + 1,523 + 1,524}{3} \\ & = 1,59 \text{ MPa} = 0,159 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

c) Rata-rata defleksi (mm) :

$$\begin{aligned} & = \frac{2,35 + 1,57 + 2,45}{3} \\ & = 2,12 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, spesimen cetakan hidrolik memiliki rata-rata gaya tekan maksimum (P maks) sebesar 8,62 KN lebih besar dari spesimen cetakan pasir dengan nilai 5,19 KN, spesimen cetakan hidrolik memiliki rata-rata tegangan bending sebesar 2,34 MPa lebih besar dari cetakan pasir dengan nilai 1,59 MPa. Dan spesimen cetakan hidrolik memiliki rata-rata defleksi sebesar 2,71 mm lebih besar dari cetakan pasir dengan nilai 2,12 mm. jadi spesimen cetakan hidrolik lebih baik dalam hal uji bending dibanding dengan spesimen dengan menggunakan cetakan pasir.

### 4.3. Hasil Pengujian Komposisi Bahan

Tabel 4. Hasil pegujian komposisi

Al	65.89%	Ni	0.26%
Zn	8.99%	Ti	0.18%
Si	8.57%	Cr	0.15%
Cu	5.76%	Ga	0.09%
Fe	3.08%	V	0.05%
Cl	2.31%	Bi	0.05%
P	1.47%	Sn	0.05%
Mg	1.40%	Zr	0.04%
Mn	0.67%	TI	0.03%
Ca	0.56%	Au	0.02%
Pb	0.40%	Se	0.01%
Al	65.89%	Ni	0.26%

Hasil pengujian komposisi bahan paduan aluminium *flat bar* dan kampas rem dengan perbandingan 50:50. Paduan aluminium memiliki kadar Al 65,89%, Zn 8,99%, Si 8,57%, Cu 5,76%, dan beberapa unsur lainnya dibawah 5%.

Tabel 5. Hasil perbandingan komposisi

Paduan	JIS H4000 Seri	BKI KI AW-
--------	----------------	------------

Aluminium		5005		6061	
Unsur	%	Unsur	%	Unsur	%
Si	8,57	Si	0,4max	Si	0,40-0,80
Fe	3,08	Fe	0,7max	Fe	0,70
Cu	5,76	Cu	0,2max	Cu	0,15-0,40
Mn	0,67	Mn	0,2max	Mn	≤0,15
Mg	1,40	Mg	0,5-1,1	Mg	0,8-1,2
Zn	8,99	Zn	0,25max	Zn	≤0,25
Ti	0,03	Ti	-	Ti	≤0,16
Cr	0,15	Cr	0,1	Cr	0,04-0,35

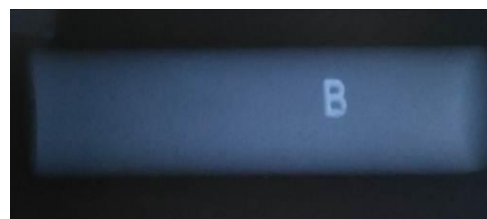
Hasil tersebut memperlihatkan bahwa paduan antara aluminium *flat bar* dengan limbah kampas rem mempunyai kandungan unsur yang tidak sesuai dengan standard JIS H 4000 1970 Seri 5005 *Chemical Composition Aluminium Alloy* dan standard pendekatan dunia perkapalan BKI (KI AW-6061).

### 4.4. Hasil Pengujian Radiografi

Hasil dari pengujian radiografi dilihat dalam *negative film*.



Gambar 15. *Negative film* dari cetakan pasir



Gambar 16. *Negative film* dari cetakan hidrolik

Dari gambar hasil radiografi terlihat bahwa pada spesimen dengan cetakan pasir terdapat porositas di dalam spesimen sedangkan tidak pada spesimen dengan cetakan hidrolik.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian spesimen cetakan pasir mempunyai rata-rata kekuatan tarik 9,3 kg/mm<sup>2</sup> , rata-rata defleksi pengujian tekuk

2,12 mm, mempunyai kadar aluminium sebesar 65,89% dan terdapat porositas pada cetakan pasir saat dilakukan pengujian *radiography*.

2. Hasil Pengujian spesimen cetakan hidrolik mempunyai rata-rata kekuatan tarik sebesar 12,86 kg/mm<sup>2</sup>, rata-rata defleksi pengujian tekuk 2,71 mm, mempunyai kadar aluminium sama dengan cetakan pasir sebesar 65,89% dan tidak ada porositas saat dilakukan pengujian *radiography*.

## 5.2. Saran

Selanjutnya dari pembahasan penelitian ini, dapat dirangkum beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian berikutnya diharapkan dilakukan penelitian mengenai limbah-limbah baru sehingga dapat mengurangi limbah B3 dan dapat menghasilkan barang yang lebih baik serta menjaga lingkungan.
2. Pada penelitian berikutnya diharapkan dilakukan pengujian lain untuk lebih mengetahui sifat-sifat dari paduan aluminium seperti uji impak maupun uji kekerasan.
3. Pada penelitian ini hasil paduan aluminium siku dan aluminium limbah kampas rem dari segi kekuatan tarik dan tekuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *frame side scuttle* mengingat hasilnya baik dan memenuhi standard namun dengan penambahan kadar aluminium agar kadar Al diharapkan akan semakin meningkat agar sesuai standar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Chemical Society. 2001. *The Aluminium Revolution*. United States of America.
- [2] ASM International. 2015. *Aluminium and Aluminium Alloys*. Ohio : United States of America.
- [3] Biro Klasifikasi Indonesia. 2014. *Rules for The Classification and Construction of Seagoing Ships. Volume V Section 10*. Jakarta : Indonesia.
- [4] Harsono, Kharis Sonny. 2006. *Karakteristik Kekuatan Fatik Paduan Aluminium Tuang*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [5] Highfill, Jannet. 2011. *The Technology of Recycling Scrap Metal*. Bradley University : United States of America.

- [6] Japan International Standart, 1970. H400 Seri 5005 *Aluminium Alloys*. Japan
- [7] Kiryanto, Eko Sasmito Hadi, Muhammad Ansori. 2012. *Analisa Sifat Mekanik Paduan Aluminium Sebagai Rangka Jendela Kapal di Perusahaan Pengecoran Logam CV. Setia Kawan Tegal dengan Cetakan Tidak Permanen*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- [8] R. Widodo. April 2012, "*Teknik Pengelolaan Bahan Baku Peleburan Aluminium*", Jurnal Foundry Vol. 2 No. 1, ISSN : 2087-225.
- [9] *Surdia, T. dan Cijiiwa K, 1991. Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [10] *Surdia, T. dan Shinroku, 1992. Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradnya