

**PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR TEMBAGA PADA  
PENGECORAN TEKAN BLOK SILINDER BEKAS TERHADAP  
NILAI IMPAK DAN KEAUSAN**

***EFFECT OF ADDITION OF COPPER ELEMENTS IN THE  
COMPRESSION CASTING OF USED CYLINDER BLOCKS  
ON IMPACT VALUE AND WEAR***

**Sinarep, Agus Dwi Catur, Mujiantara Deang Permana, A. Zainuri\***

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram  
Nusa Tenggara Barat Kode Pos : 83125, Telp. (0370) 636087

\*Corresponding author

E-mail addresses: [a.zainuri@unram.ac.id](mailto:a.zainuri@unram.ac.id)

<https://doi.org/10.29303/empd.v3i2.5407>

Received 18 September 2024; Received in revised form 23 October 2024; Accepted 27 October 2024

**ABSTRACT**

*The cylinder liner block is part of the cylinder block which functions as a place for the engine working process to take place. Where in this section the suction, compression, work and exhaust processes occur. Cylinder blocks have two types, some can be repaired and cannot be repaired, to utilize cylinder blocks that cannot be repaired by recycling them by casting metal with copper (Cu) with variations in the addition of 5%, 10%, 15% with a casting temperature of 1150°C using metal molds using the press technique method. Data collection was carried out by wear testing, impact testing, and microstructure testing. By increasing the percentage of copper (Cu) in the cylinder block casting, the highest wear was obtained with the addition of 15% Cu of  $2,87 \times 10^{-9} \text{ m}^3$ . The highest impact strength of 15% Cu is  $0.12 \text{ Joule/mm}^2$ .*

**Keywords:** *Cylinder block, Casting, Copper, Wear and impact strength.*

**1. Pendahuluan**

Material aluminium banyak digunakan pada kendaraan bermotor seperti diantaranya piston, cylinder block, cylinder head, valve dan velg. Untuk meningkatkan kekuatan fisis dan mekanis material pada umumnya ditambahkan unsur-unsur seperti: Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, dan sebagainya. Aluminium Selama 50 tahun terakhir ini, telah banyak digunakan tidak hanya pada industri otomotif tetapi juga pada bidang konstruksi dan industri pesawat terbang [1]. Hal ini disebabkan karena karena keunggulan sifat aluminium yaitu ringan, tahan korosi, ulet dan ductile [2].

Permasalahan yang substansi dalam pengembangan material adalah menentukan nilai kekuatan mekanis dan sifat fisis pada material apakah sudah optimum agar daya tahan terhadap korosi dan keausan dapat tercapai secara maksimum. Perkembangan industri bidang material dan metalurgi nasional pun semakin berkembang pesat di Indonesia, sebagai contoh, industri baja nasional pun semakin berkembang dari tahun ke tahun. Pada tahun 2015 saja terdapat peningkatan kapasitas produksi baja nasional hingga 4 juta ton. Ini terus berkembang dari tahun ke tahun dengan dibukanya beberapa pabrik baru seperti PT. Krakatau Posco dan lainnya [3].

Proses daur ulang pada bahan material aluminium bekas yaitu dengan melakukan pengecoran logam material tersebut (blok silinder bekas) dimulai dengan melakukan peleburan material sampai pada

suhu cair (melting point) kemudian dilanjutkan pada proses penuangan logam cair pada cetakan yang tersedia [4]. Salah satu cara untuk mengurangi barang bekas atau limbah adalah dengan mendaur ulangnya. Salah satu contoh barang bekas atau limbah yang kita temui dengan jumlah yang banyak dan harga yang relatif rendah adalah aluminium bekas. Dalam proses daur ulangnya dapat ditambahkan unsur paduan atau tambahan untuk menyesuaikan sifat yang diinginkan sehingga daur ulang barang bekas dapat bersaing dengan produk dari aluminium baru [5].

Melihat dan mengamati ada beberapa tempat atau bengkel yang memiliki sisa blok silinder tersimpan begitu saja dan berpotensi dapat di daur ulang, maka dengan cara mencampur blok silinder dengan tembaga, diharapkan dari penelitian ini diperoleh material yang lebih tahan terhadap keausan dan dapat dipergunakan kembali baik dalam skala industri maupun skala kecil. Dalam penelitian ini tidak dilakukan uji kekerasan karena uji ketahanan aus itu berbanding lurus dengan uji kekerasan. Semakin keras suatu material, maka semakin sulit pula terjadinya kehilangan material sebagai akibat pergerakan terhadap material.

## 2. Bahan dan Metode

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. *Cylinder Blok*

*Cylinder Block* adalah saluran pendingin mesin dan piston. Yang mana *cylinder block* sebuah part yang penting dan berpengaruh besar pada kinerja kendaraan seperti pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 *Cylinder blok*

### 2. Tembaga

Tembaga adalah sebuah unsur kimia dengan lambang Cu dan nomor atom 29. Ia adalah logam yang lunak, mudah ditempa, dan ulet dengan konduktivitas termal dan listrik yang sangat tinggi seperti pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Material tembaga

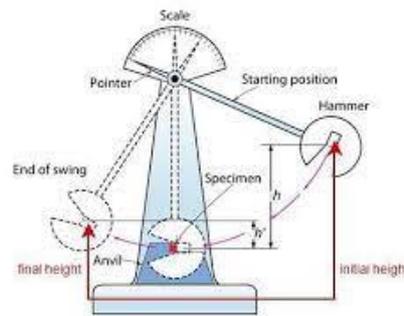
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tungku Peleburan Induksi
2. *Crucible*/Kowi
3. Tang Penjepit

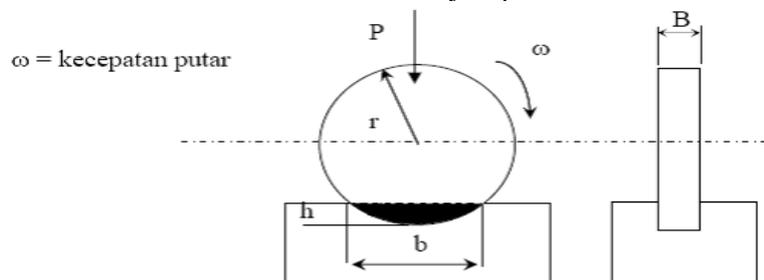
4. Timbangan Digital
5. Cetakan Tekan/Pres
6. Gerinda Tangan
7. Jangka Sorong
8. Ampelas

Dalam melaksanakan penelitian ini tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain:

1. Persiapan media dan benda uji pengecoran logam:
  1. Bahan utama yang digunakan adalah aluminium dari bahan dasar blok silinder bekas dan magnesium, dengan komposisi yang sudah ditentukan pada batasan masalah.
  2. Silinder blok dibersihkan lalu dipotong sesuai dengan kebutuhan.
  3. Tembaga dipotong dan dicampur dengan blok silinder kemudian ditimbang sesuai dengan variasi persentasi berat tembaga dan persentasi berat blok silinder.
  4. Pembuatan spesimen uji kekuatan impact dengan standar ASTM E23-05 [6] dan spesimen uji keausan dengan standar ASTM G99-04 [7].



Gambar 3 Alat uji impact



Gambar 4 Pengujian keausan dengan metode Ogoshi

## 2. Pengecoran dan *Finishing* Spesimen Uji

Kowi dimasukkan ke dalam tungku lalu dipanaskan sampai suhu 700°C, setelah tungku sudah mencapai 800 °C, bahan coran dimasukkan ke dalam kowi secara bertahap. Setelah bahan blok silinder melebur, lalu masukan tembaga hingga mencapai suhu 1250 °C, bahan coran dituang pada cetakan. Setelah itu, cetakan diberi beban yang sama di setiap variasi campuran sebesar 10 Ton. Setelah beberapa saat cetakan dibuka untuk mengeluarkan hasil coran.

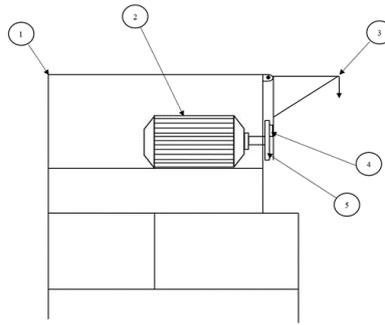
Tahap selanjutnya yaitu membentuk hasil coran sesuai standar ukuran untuk spesimen pengujian Impact, keausan, dan struktur mikro.

## 3. Langkah Pengujian

Pada penelitian ini pengujian spesimen yang dilakukan adalah pengujian kekuatan impact, keausan dan pengamatan struktur mikro.

Keausan umumnya didefinisikan sebagai kehilangan material secara progresif atau pemindahan sejumlah material dari suatu permukaan sebagai suatu hasil pergerakan relatif antara permukaan tersebut dan permukaan lainnya. Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik,

yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan actual seperti pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Metode uji keausan

Keterangan:

1. Rangka alat uji keausan
2. Motor AC satu phase
3. Pembebanan
4. Peletakan spesimen
5. Disk dengan diameter 20 cm

Laju keausan ( $\gamma$ ) dinyatakan dengan rumus:

$$\gamma = \frac{V}{S} \tag{1}$$

V adalah volume keausan ( $m^3$ ) dan S adalah jarak penggesekan (m).

Dasar pengujian impak ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Adapun metode pengujian impak yang di gunakan yaitu Metode Charpy. Nilai impak (HI) dinyatakan dengan rumus 2.

$$HI = \frac{E}{A_0} \tag{2}$$

E merupakan usaha yang diperlukan mematahkan benda uji (Joule) dan  $A_0$  adalah luas penampang di bawah takikan ( $mm^2$ ).

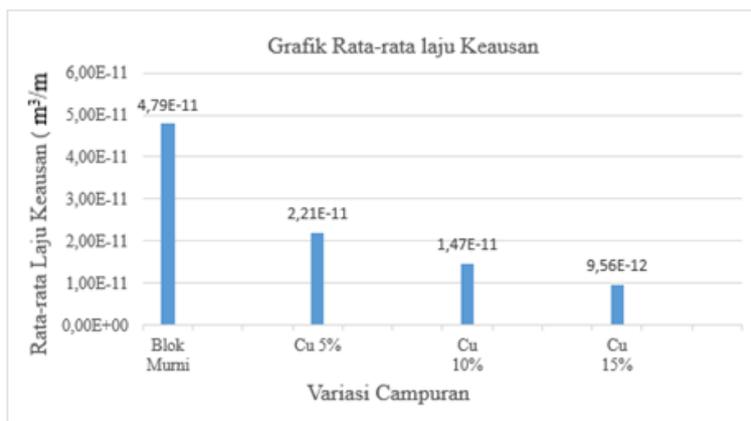
### 3. Hasil dan Pembahasan

Nilai laju keausan untuk variasi penambahan tembaga ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil analisa data pengujian keausan

No	Variasi Campuran Spesimen	P gr/ml	T (detik)	W0 (gr)	W1 (gr)	$\Delta W$ (gr)	$\Delta W$ rata-rata (gr)	N (rpm)	r (cm)	$\pi$	Keliling $2 \cdot \pi \cdot r$ (m)	Sklus NT	Volume Keausan $\Delta W / (m^3)$	Rata-rata Volume Keausan ( $m^3$ )	Jarak S=K.Sklus (m)	Laju Keausan v/s ( $m^3/m$ )	Rata-rata laju Keausan ( $m^3/m$ )
1	Blok Murni	2,74	300	11,00	10,95	0,04	0,043	1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	1,46E-08	1,55E-08	219,8	4,87E-11	5,18E-11
2		2,76	300	11,07	11,03	0,04		1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	1,45E-08		219,8	4,83E-11	
3		2,85	300	11,44	11,4	0,05		1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	1,75E-08		219,8	5,85E-11	
1	Mg 5%	4,60	300	17,13	17,15	0,03	0,080	1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	6,32E-09	6,62E-09	219,8	2,17E-11	2,21E-11
2		4,50	300	17,49	17,45	0,04		1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	8,89E-09		219,8	2,96E-11	
3		4,50	300	16,42	16,40	0,02		1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	4,44E-09		219,8	1,48E-11	
1	Mg 10%	4,60	300	18,70	18,68	0,02	0,020	1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	4,35E-09	4,41E-09	219,8	1,45E-11	1,47E-11
2		4,50	300	18,12	18,11	0,01		1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	2,22E-09		219,8	7,41E-12	
3		4,50	300	18,70	18,67	0,03		1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	6,67E-09		219,8	2,22E-11	
1	Mg 15%	4,70	300	23,40	23,38	0,02	0,013	1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	4,26E-09	2,87E-09	219,8	1,42E-11	9,56E-12
2		4,60	300	22,27	22,26	0,01		1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	2,17E-09		219,8	7,25E-12	
3		4,60	300	22,14	22,13	0,01		1000	0,7	3,14	0,04396	3E+05	2,17E-09		219,8	7,25E-12	

Nilai rata-rata laju keausan dalam bentuk grafik seperti yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 Nilai rata-rata laju keausan

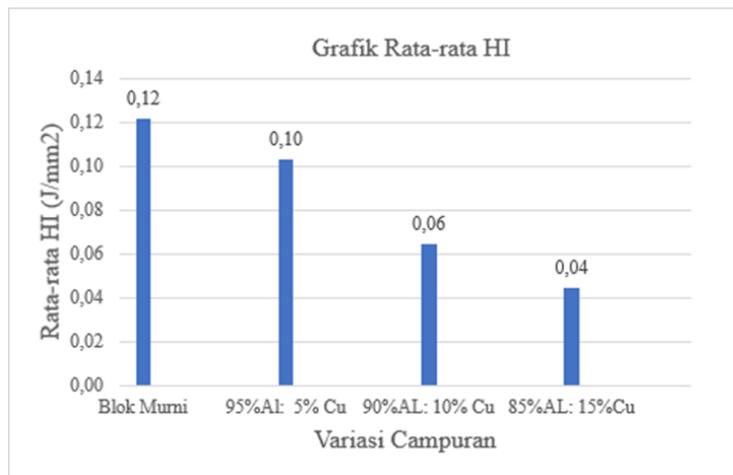
Dari Gambar 6 menunjukkan rata-rata laju keausan yang didapat pada masing-masing variasi campuran berbeda-beda. Dimana pada variasi pertama 100% blok silinder/blok silinder murni tanpa campuran didapat rata-rata laju keausan sebesar  $4,79 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{m}$ . Variasi kedua campuran 95% blok silinder dengan 5% Cu didapat nilai rata-rata laju keausan sebesar  $2,21 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{m}$ . Variasi ketiga campuran 90% blok silinder dengan 10% Cu didapat nilai rata-rata laju keausan sebesar  $1,47 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{m}$ . Variasi keempat campuran 85% blok silinder dengan 15% Cu didapat nilai rata-rata laju keausan  $9,56 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{m}$ . Dari pengujian tersebut menunjukkan nilai rata-rata laju keausan terbesar pada variasi campuran 100% blok silinder dengan 0% Cu yaitu sebesar  $4,79 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{m}$ , sedangkan nilai rata-rata laju keausan terendah pada variasi campuran 85% blok silinder dengan 15% Cu yaitu sebesar  $9,56 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{m}$ . Semakin kecil nilai laju keausan material, maka semakin besar ketahanan aus material tersebut. Sebaliknya, semakin besar nilai laju keausan, maka semakin rendah ketahanan aus material tersebut.

Hasil perhitungan rata-rata nilai dampak dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 7.

Tabel 1 Hasil analisa data pengujian dampak.

No	variasi campuran	Ao (mm²)	E (Joule)	HI (J/mm²)	Rata-rata HI (J/mm²)
1	Blok Murni	76	2,9	0,12	0,12
		78	2,8	0,13	
		76	2,8	0,12	
2	95%Al: 5% Cu	78	2,4	0,11	0,10
		76	2,3	0,10	
		78	2,3	0,10	
3	90%AL: 10% Cu	78	1,5	0,07	0,06
		77	1,4	0,06	
		78	1,4	0,06	
4	85%AL: 15%Cu	77	1,1	0,05	0,04
		78	1,0	0,05	
		75	1,0	0,04	

Dari Gambar 7 menunjukkan rata-rata nilai dampak yang berbeda pada masing-masing variasi. Dimana rata-rata nilai dampak pada variasi campuran pertama yaitu 100% blok silinder dan 0% Cu sebesar 0,12 Joule/mm². Variasi kedua dengan campuran 95% blok silinder dengan 5% Cu didapat rata-rata nilai dampak sebesar 0,10 Joule/mm². Variasi ketiga dengan campuran 80% blok silinder dengan 10% Cu didapat rata-rata nilai dampak sebesar 0,06 Joule/mm². Variasi terakhir dengan campuran 85% blok silinder dengan 15% Cu didapat rata-rata nilai dampak sebesar 0,04 Joule/mm². Dari penelitian yang dilakukan menunjukkan rata-rata nilai dampak terbesar pada variasi campuran 100% blok silinder dengan 0% Cu yaitu sebesar 0,14 Joule/mm², sedangkan rata-rata nilai dampak terendah pada campuran 85% blok silinder dengan 15% Cu yaitu sebesar 0,05 Joule/mm².



Gambar 7 Rata-rata nilai impact terhadap variasi campuran tembaga

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji keausan dan uji impact diperoleh bahwa semakin tinggi nilai penambahan tembaga (Cu) pada pengecoran blok silinder maka nilai laju keausan semakin rendah. Semakin rendah nilai laju keausan material, maka nilai ketahanan aus material tersebut semakin besar. Laju keausan terendah diperoleh pada penambahan 85% blok silinder : 15% Cu sebesar  $5,74 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{m}$ . Selain itu, semakin tinggi nilai penambahan tembaga (Cu) pada pengecoran blok silinder maka semakin rendah nilai impact yang dihasilkan, dibandingkan dengan tanpa tambahan tembaga. Nilai terendah diperoleh pada penambahan 85% blok silinder: 15% Cu dan sebesar  $0,04 \text{ Joule}/\text{mm}^2$ .

#### Daftar Pustaka

- [1] G.D.P.S. Soleh, "Pengaruh sifat fisik dan mekanik hasil pengecoran aluminium silikon dan campuran Zn daur ulang" (disertasi), Malang: University of Muhammadiyah, 2019.
- [2] M.M. Irsat, "Tingkat kekuatan carabiner dengan beberapa bentuk variasi dari bahan Al 6061 dengan desain trianggel, pentagon, box, butterfly wings, kite" (disertasi), Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945, 2018.
- [3] J. Awali, L. Ismail, O. Aryatama, Y. Triana, W. Asih, Pelatihan daur ulang logam (aluminium) bagi masyarakat Karang Joang, *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 4 (1) (2018) 1-10.
- [4] H. Suprpto, *Metodologi Penelitian untuk Karya Ilmiah*, Gosyen Publishing, Yogyakarta, 2017.
- [5] S. Hadi, Nugroho, Efek daur ulang aluminium piston sepeda motor terhadap kekuatan tariknya, *Seminar Nasional Teknologi Terapan (MESIN)*, 3 (1) (2017) 75-82.
- [6] ASTM D E23-05, *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. ASTM Internasional. United States, 2022.
- [7] ASTM G99-04, *Standard Test Method for Wear and Friction Testing with a Pin-on-Disk or Ball-on-Disk Apparatus*. ASTM Internasional. United States, 2023.