

## KEKERASAN MATERIAL BAJA KARBON RENDAH DENGAN METODE ROCKWELL

**Junaidi**

Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan, Jl. H. M. Joni No 70 C Medan,  
junaidi413@yahoo.com

**Din Aswan Ritonga**

Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan, Jl. H. M. Joni No 70 C Medan,  
din.aswan@gmail.com

---

### **Abstract**

*The development of technology is now so fast over time to help facilitate activities. The world of machinery has a very important role in the development of technology that exists today, on the one hand as a producer of new existing technology and the other hand as a consumer who needs technology in the production process. This research continues to be carried out to produce new technology with the aim of improving human welfare and making it easier for humans to do something. One way to determine the strength or toughness of a material and as a support for the specifications of a material is to use an impact test. Heat Treatment is one of the processes that play a role in the Manufacturing Industry with the aim of Maintenance Process and Production Process. Therefore in this study will be carried out a hardness test analysis of Low Carbon steel material with the Rockwell Method.*

### **Keywords:**

*Baja carbon AISI 1045, Strength, Impact Testing, Heat Treatment*

---

### **Abstrak**

Perkembangan Teknologi sekarang begitu cepat seiring dengan waktu untuk membantu mempermudah kegiatan. Dunia Permesinan memiliki peran yang sangat penting dalam perkembangan teknologi yang ada saat ini, disatu sisi sebagai Produsen Teknologi baru yang ada dan sisi yang lain sebagai konsumen yang membutuhkan Teknologi dalam Proses Produksi. Penelitian ini terus dilakukan untuk menghasilkan teknologi baru dengan tujuan meningkatkan kesejahteraan manusia serta mempermudah manusia dalam melakukan sesuatu. Salah satu cara untuk mengetahui Kekuatan atau ketangguhan suatu Material dan sebagai Pendukung bagi Spesifikasi suatu material adalah dengan menggunakan uji ketangguhan (Impact testing). Perlakuan Panas Merupakan Salah satu Proses yang berperan dalam Industri Manufaktur dengan tujuan untuk Proses Maintenance maupun Proses Produksi. Oleh karena itu pada Penelitian ini akan dilakukan analisa uji kekerasan Material baja Karbon Rendah dengan Metode Rockwell.

### **Kata Kunci:**

*Baja carbon AISI 1045, Kekerasan, Impact Testing, Heat Treatment*

---

### 1. PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Perkembangan teknologi sekarang begitu cepat seiring dengan waktu untuk membantu mempermudah kegiatan Manusia. Berbagai penelitian telah dilakukan oleh berbagai institusi dari seluruh penjuru Dunia untuk menemukan teknologi baru. Penemuan baru tersebut sebagai modal awal untuk menciptakan teknologi yang lebih mutakhir dan efisien dari teknologi sebelumnya. Berbagai upaya pun dilakukan untuk menciptakan teknologi baru, misalnya dengan membangun laboratorium yang mendukung penelitian, lomba science, maupun pemberian beasiswa – beasiswa bagi Mahasiswa berprestasi. Dunia permesinan memiliki peran yang sangat penting dalam perkembangan teknologi yang ada saat ini, di satu sisi sebagai produsen teknologi baru yang ada dan di sisi lain sebagai konsumen yang membutuhkan teknologi dalam proses produksi. Penelitian terus dilakukan untuk menghasilkan teknologi baru dengan tujuan meningkatkan kesejahteraan manusia serta mempermudah manusia dalam melakukan sesuatu.

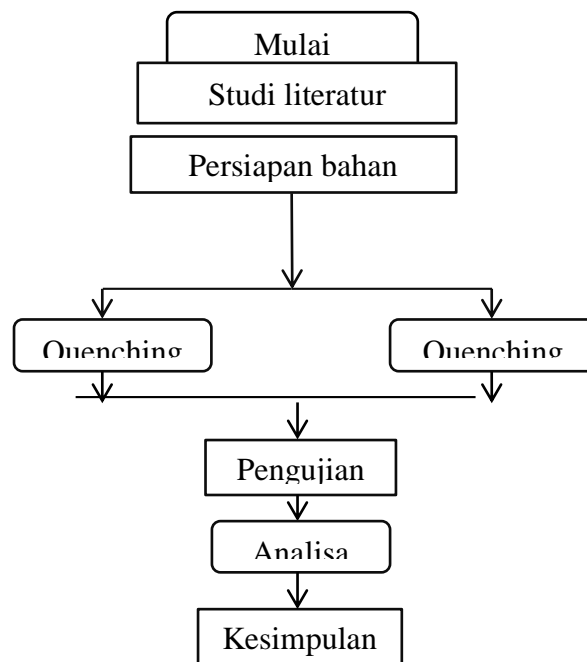
Semakin modern teknologi yang ada saat ini tidak diimbangi dengan ketelitian maupun kejujuran dari para pelaku kecurangan ekonomi, sehingga hanya karena rupiah mereka dapat mengesampingkan keunggulan kualitas dan lebih memprioritaskan kuantitas, yang berbanding terbalik dengan prinsip seorang desainer atau Insinyur terdahulu yang lebih memperhatikan keselamatan konsumen dengan menghasilkan kualitas yang baik di banding kuantitas yang banyak namun merugikan keselamatan konsumen. Banyaknya tabung gas yang meledak contohnya, hal seperti itu wajar terjadi dikarenakan prinsip seorang perancang atau desainer sedikit demi sedikit terkikis akibat biaya material serta pembuatan yang serba mahal pada saat ini, sehingga para perancang, pembuat, maupun penjual mau tidak mau menerapkan prinsip ekonomi dalam prinsip kerjanya saat ini. Oleh karena itu di butuhkan acuan standar uji kekuatan dari suatu material agar para perancang dan pembuat memiliki patokan dasar dalam merancang atau membuat sesuatu agar tidak merugikan atau membahayakan keselamatan penikmat maupun pengguna teknologi. Salah satu cara untuk mengetahui kekuatan atau ketahanan suatu material dan sebagai pendukung bagi spesifikasi suatu material adalah dengan menggunakan metode uji kekuatan (Impact testing).

Perlakuan panas merupakan salah satu proses yang berperan dalam industry manufaktur dengan tujuan untuk proses maitenance maupun proses produksi. Proses perlakuan panas dalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam dalam keadaan padat. sebagai upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Oleh karena itu pada pada penelitian kali ini akan dilakukan analisa pada baja karbon AISI 1045 menggunakan metode perlakuan panas dengan membedakan media pendingin. Tujuan dilakukannya membedakan media pendingin tersebut yaitu untuk mengetahui sifat mekanik yaitu uji kekuatan dengan metode heatretment dan untuk pedinginannya menggunakan metode pendinginan cepat dimana logam dipansakan sampai fase austenasi tertentu. Kemudian melakukan penahanan atau holding time pada temperature austenisasi tersebut selama waktu tertentu, dan di dinginkan menggunakan media pendingin oli dan juga air garam.

### 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

### 1. Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43 - 0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah.



**Gambar 2.** Baja AISI 1045

Berikut ini merupakan tabel unsur kimia bahan

**Tabel 1.** Unsur Kimia Bahan

Unsur	%	Sifat mekanis lainnya
Karbon	0,42 – 0,50	Tensile strength
Mangan	0,60 – 0,90	Yield strength
Fosfor	Maksimum 0,035	Elongation
Sulfur	Maksimum 0,040	Reduction in area
Silicon	0,14 -0,50	Hardnest

### 2. Oli

Oli digunakan sebagai media quenching dalam proses heatretment. Oli yang digunakan pada pengujian ini oli SAE 40.



**Gambar 3.** Oli

### 3. Air Garam

Air garam digunakan sebagai media pada proses quenching yaitu 25% dibandingkan jumlah volume air.

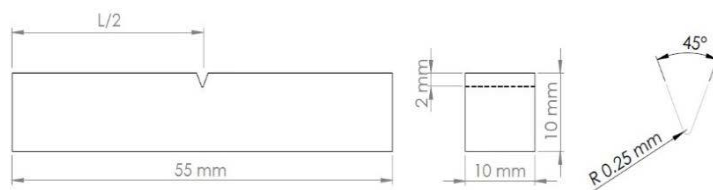


**Gambar 4.** Air Garam

Dalam naskah, nomor kutipan secara berurutan dalam tanda kurung siku [3], juga tabel angka dan angka secara berurutan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

**2.3 Spesifikasi Spesiment**

Benda specimen dibuat seseuai standart benda uji yang di buat oleh ASTM E3 dan ASTME – 407, dapat dilihat pada gambar dengan dimensi benda uji 55m x10mm x 10mm.



**Gambar 5.** Spesifikasi Spesiment

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Hasil Pengujian Impact**

Dari penelitian yang dilakukan dengan material baja aisi 1045 maka didapatkan hasil penelitian nilai kekuatan impact yang setelah mengalami perlakuan panas 850°c dengan metode pendingin cepat menggunakan oli dan air garam, dan masing – masing perlakuan panas menggunakan waktu penahanan selama 20 menit.

**Tabel 2.** Hasil Uji Impact Baja AISI 1045

Speciment	Asli	
	E serap	Is
1	8,72	0,109
2	10,24	0,128
3	11,78	0,147
Rata-rata	10,24	0,128

**3.2 Komposisi Kimia Baja**

komposisi kimia baja berpengaruh terhadap sifat mekanik material. Pada penelitian ini saya menggunakan baja AISI 1045. Berikut komposisi kimia baja AISI 1045.

**Tabel 3.** Komposisi Kimia Baja

unsur	C	Mn	P	S
%	0,42 – 0,50	0,60 – 0,90	0,035	0,14 -0,50

Dari komposisi kimia tersebut maka diperoleh sampel awal material baja aisi 1045 memiliki kandungan memiliki kadar karbon sebanyak 0,42-0,50 % sehingga dapat dikategorikan baja karbon rendah. Baja karbon sedang memiliki kadar karbon 0,3-0,6 % (ASM book 1993) sedangkan komposisi penyusun lainnya adalah mangan sebesar 0,60 -0,90% yang berguna untuk meningkatkan kekerasan ketahanan dan kekuatan material sedangkan komposisi lain adalah silicon (SI) memiliki kandungan sebesar 0,14 – 0,50% yang dapat meningkatkan kekuatan, kekerasan, tahan aus,tahan terhadap panas dan tahan terhadap karat dan korosi.

Pada pengujian impact dilakukan untuk mendapatkan nilai kekuatan impact pada proses dengan pengaruh variasi temperature untuk mengetahui sifat mekanik pada baja karbon AISI 1045. Pengujian impact ini dilakukan dengan 6 buah specimen yang menggunakan 3 speciment untuk masing- masing media pendingin, 3 speciment untuk media pendingin oli dan 3 lainnya menggunakan specimen air + garam untuk membandingkan data yang lebih akurat.

**3.3 Hasil Uji Impact**

Pengujian impact ini bertujuan untuk mengukur keuletan bahan terhadap beban tiba-tiba dengan cara mengukur perubahan energy potensial sebuah bandul yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Perbedaan tinggi ayunan bandul yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Perbedaan tinggi ayunan bandul merupakan ukuran energy serap oleh benda uji. Besar energy yang diserap ditentukan oleh keuletan suatu benda uji. Jika nilai impactnya besar maka itu artinya bahan yang digunakan tergolong ulet dan dapat mengalami patah getas.

Hasil benda yang didapat antara lain adanya takikkan(notch), kecepatan pembebanan yang tinggi yang dapat menyebabkan regangan yang tinggi pula. Pada pengujian impact ini dilakukan dengan metode charpy dengan sudut awal pemukulan sebesar  $147^\circ$ .

Hasil uji impact baja AISI 1045 dengan berbagai media variasi media quenching. Hasil pengujian impact dapat dihitung seberapa besar energy yang diserap ( $E_{serap}$ ) pada specimen yang telah di uji dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} E_{serap} &= m \cdot g (\cos \beta - \cos \alpha) \\ \text{Dimana : } m &= 30 \text{ kg ( beban bandul pendahuluan)} \\ G &= 9,91 \text{ m/s}^2 \text{ (gravitasi)} \\ A &= \text{sudut awal pemukulan} \\ B &= \text{sudut akhir pemukulan} \end{aligned}$$

1. Hasil  $E_{serap}$  uji impact baja AISI 1045 dengan perlakuan panas (hardening) dan proses quenching dengan media oli.

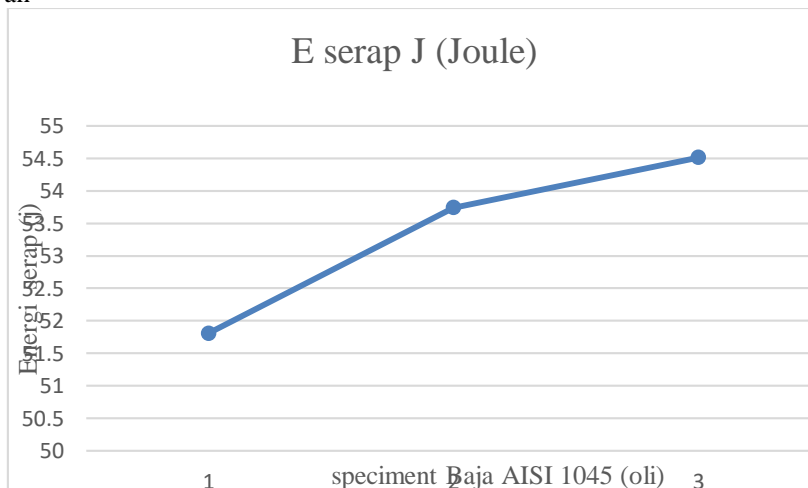
$$\begin{aligned} \text{Specimen 1} \\ E_{serap} &= m \cdot g (\cos \beta - \cos \alpha) \\ &= 30 \times 9,81 (\cos 131,5^\circ - \cos 147^\circ) \\ &= 294,3 (0,17605) \\ &= 51,81 \text{ J} \end{aligned}$$

Dari hasil specimen menggunakan metode pendingin oli 1,2 dan 3 dihasilkan nilai energy serapnya adalah 51,81, 53,74 dan 54,51 j. Rata-rata yang dihasilkan dari ketiga specimen adalah 53,35 J. Seperti yang diperlihatkan pada table berikut:

**Tabel 4.** Tabel Energy Serap

Specimen	Massa (kg)	Grafitasi g (m/s <sup>2</sup> )	Cos $\alpha$	Cos $\beta$	E serap J (joule)
1	30	9,81	$147^\circ$	$131,5^\circ$	51,81
2	30	9,81	$147^\circ$	$131^\circ$	53,74
3	30	9,81	$147^\circ$	$130,8^\circ$	54,51

Dari hasil data-data yang didapat dari hasil pengujian di table diatas, maka dapat dijelaskan dalam bentuk grafik seperti dibawah



**Gambar 6.** Energy Serap

2. Hasil kekuatan impact baja AISI 1045 dengan perlakuan panas dan proses quenching dengan Oli. Hasil perhitungan energy yang di serap pada material baja AISI 1045 dengan perlakuan panas(hardening) dan di quenching pada media oli, maka kekuatan impact pada specimen uji impact dapat dihitung dari hasil energy yang diserap di bagi luas penampang bujur sangkar impact dan dihasilkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_s = \frac{E_{serap}}{A}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana: } I_s &= \text{kekuatan impact (J/mm}^2\text{)} \\ E_{serap} &= \text{Energi yang diserap (j)} \end{aligned}$$

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )  
 Kekuatan impact pada masing-masing specimen adalah :  
 Specimen 1

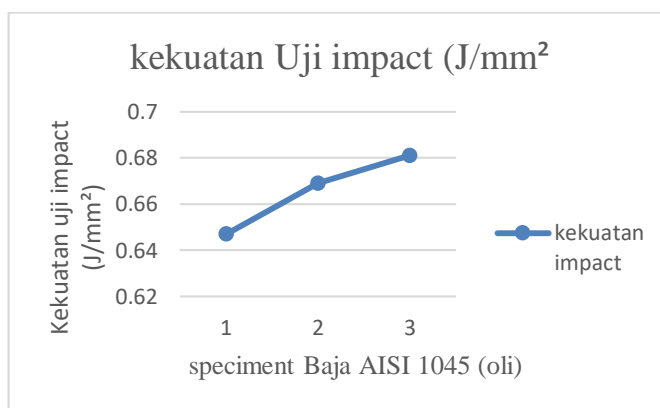
Maka, 
$$I_s = \frac{51,87 J}{80,03 \text{mm}} = 0,647 J/\text{mm}^2$$

Dari hasil specimen 2 dan 3 dihasilkan kekuatan impactnya adalah  $0,669 J/\text{mm}^2$  dan  $0,681 J/\text{mm}^2$ . Rata-rata kekuatan impactnya adalah  $0,665 J/\text{mm}^2$ , seperti yang diperlihatkan pada table berikut masing- masing dari specimen.

**Tabel 5.** Hasil Uji Impact Quenching dengan Oli

specimen	Energy yang di serap (Joule)	Luas penampang A( $\text{mm}^2$ )	Kekuatan impact $I_s$ ( $J/\text{mm}^2$ )
1	51,81	80,03	0,647
2	53,74	80,27	0,669
3	54,51	79,95	0,681

Dari hasil data-data yang didapat dari hail pengujian yang di lampirkan pada table diatas, maka dapat dijelaskan dalam bentuk grafik seperti dibawah.



**Gambar 7.** Hasil Uji Impact Quenching dengan Oli

3. Hasil uji E serap uji impact baja AISI 1045 dengan perlakuan panas hardening dan proses quenching dengan media larutan garam.

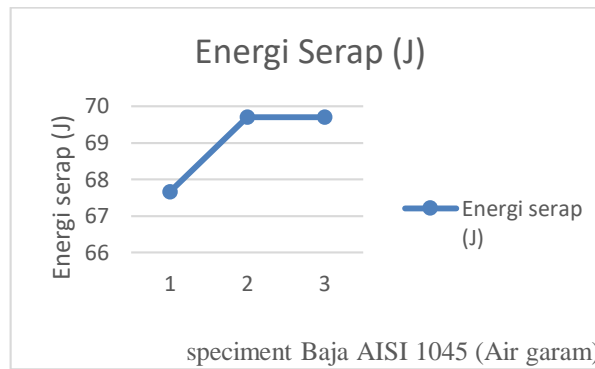
Specimen 1: E serap =  $m \cdot g (\cos \beta - \cos \alpha)$   
 $= 30 \times 9,81 (\cos 127,5 - \cos 147^\circ)$   
 $= 294,3(0,2299)$   
 $= 67,66 J$

Dari hasil specimen menggunakan metode pendinginan larutan garam 2 dan 3, di hasilkan energy serapnya adalah  $69,70 J$ . Rata-rata yang dihasilkan dari ketiga specimen adalah  $69,02 J$ , seperti yang diperlihatkan pada table berikut dari hasil setiap specimen

**Tabel 6.** Hasil Uji Impact Quenching dengan Air Garam

Jumlah specimen	Massa M (Kg)	Grafitasi g ( $\text{m}/\text{s}^2$ )	Cos $\alpha$	Cos $\beta$	Energy J (joule)
1	30	9,81	$147^\circ$	$127,5^\circ$	67,66
2	30	9,81	$147^\circ$	$127^\circ$	69,7
3	30	9,81	$147^\circ$	$127^\circ$	69,7

Dari hasil data-data yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilampirkan pada table diatas, maka dapat dijelaskan dalam bentuk grafik seperti dibawah.



**Gambar 8.** Hasil Uji Impact Quenching dengan Air Garam

4. Hasil kekuatan impact baja AISI 1045 dengan perlakuan panas dan proses quenching dengan air garam. Hasil perhitungan energy yang diserap pada material baja AISI 1045 dengan perlakuan panas (hardening) dan di quenching pada media larutan garam, maka kekuatan impact pada specimen uji impact dapat dihitung dari hasil energy yang diserap (E serap) dibagi luas penampang bujur sangkar impact dan dihasilkan dengan persamaan berikut.

$$I = \frac{E \text{ serap}}{A}$$

Dimana: I = kekuatan impact (J/mm<sup>2</sup>)  
 E serap = energy yang diserap (J)  
 A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

Kekuatan impact pada masing-masing specimen adalah:

Specimen 1

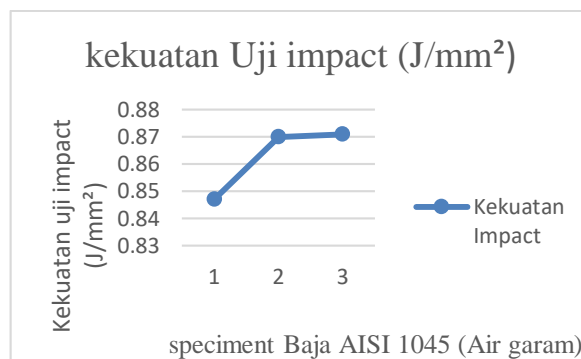
$$\text{Maka, } I_s = (67,66 \text{ J}) / (79,87 \text{ mm}^2) = 0,847 \text{ J/mm}^2$$

Dari hasil specimen 1, 2 dan 3 dihasilkan kekuatan impactnya adalah 0,847 J/mm<sup>2</sup>, 0,870 J/mm<sup>2</sup> dan 0,871J/mm<sup>2</sup>. Rata-rata kekuatan impactnya adalah 0,862 J/mm<sup>2</sup>.

**Tabel 7.** Kekuatan Impact pada masing-masing specimen

specimen	Energy yang diserap E serap (joule)	Luas penampang A(mm <sup>2</sup> )	Kekuatan impact I <sub>s</sub> (J/mm <sup>2</sup> )
1	67.66	79,87	0,847
2	69,7	80,11	0,87
3	69,7	79,95	0,871

Dari hasil data –data pengujian di atas maka dapat dijelaskan dalam bentuk grafik seperti dibawah ini.



**Gambar 9.** Kekuatan Uji Impact pada masing-masing specimen

Perbandingan kekuatan hasil uji impact pada baja AISI 1045 yang di hardening dengan 2 metode quenching yaitu Oli dan air garam.dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 8.** Perbandingan Kekuatan Hasil Uji Impact Oli dan Air Garam

Specimen	Baja AISI 1045( Oli)	Baja AISI 1045 (Air garam)
----------	----------------------	----------------------------

No	E serap	Is	E serap	Is
1	51,81	0,647	67,66	0,847
2	53,74	0,669	69,7	0,87
3	54,51	0,681	69,7	0,871
Rata- rata	53,35	0,665	69,02	0,862

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian dan pembahasan pada lab sebelumnya, uji impact pada material baja AISI 1045 yang melalui proses pemanasan dengan suhu 850° yang kemudian di quenching dengan menggunakan 2 media pendingin. Hasil analisa data yang telah diperoleh mengenai perbedaan variasi media pendingin terhadap nilai kekuatan impact material dengan proses perlakuan panas pada baja AISI 1045 menggunakan suhu 850°c dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kekuatan tertinggi pada temperature 850°c dengan metode air garam yaitu 91,60 J.
2. Dari rata-rata nilai E serap dan nilai kekuatan impact pada pengujian impact pada Baja AISI 1045 dan pemanasan 850° di quenching Oli dan Air garam dan di panaskan(hardening) menggunakan quenching Air garam memiliki disbanding baja AISI 1045 dengan quenching menggunakan Oli, yang telah terbukti dengan melakukan pengujian impact.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Pati, U. Keladi, and C. Esculenta, "Pengaruh variasi komposisi," pp. 0–5, 2015.
- [2] Jurnal Imiah Teknik Mesin, Vol. 1, No. 2, Agustus 2013, Universitas Islam 45, Bekasi
- [3] M. A. Athif, "Uji kuat tekan dan keausan bahan kampas rem dari komposisi tempurung kemiri dan serat bambu," pp. 21–25, 42, 2018.
- [4] I. N. G. S. Wijaya, I. D. G. A. Subagia, and W. N. Septiadi, "Charpy impact test pada kampas rem hybrid komposit phenolic resin matrik dengan penguat serbuk basalt-Alumina-kulit kerang," J. Energi Dan Manufaktur, vol. 9, no. 2, pp. 180–185, 2017.
- [5] Syawaluddin and I. A. Setiawan, "Perbandingan pengujian mekanis terhadap kampas rem asbes dan non-asbestos dengan melakukan uji komposisi, uji kekerasan, dan uji keausan," pp. 1–10.
- [6] A. G. Whittaker et al., "No Title," Accessed: Aug. 13, 2020. [Online]. Available: <http://bernath.uwaterloo.ca/media/42.pdf>.
- [7] M. B. Nugroho, "No Title No Title," J. Chem. Inf. Model., vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [8] PENGARUH VARIASI BAHAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN SIFAT MEKANIS KOPLING GESEK SEPEDA MOTOR DENGAN BAHAN DASAR FIBERGLASS, SERBUK ALUMINIUM, SERBUK TEMBAGA DAN RESIN PHENOLIC
- [9] "No Title," 2011, Accessed: Aug. 13, 2020. [Online]. Available: <http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/Semicond/SiC/>.
- [10] "(1)Facebook." <https://www.facebook.com/399547120639889/photos/resin-epoxyresin-epoxy-tidak-bisa-dikatakan-sebagai-pilihan-yang-baik-dari-segi-540843809843552/> (accessed Aug. 13, 2020).
- [11] Occupational safety and health guideline for calcium carbonate. US Dept. of Health and Human Services.
- [12] M. U. H. MUBARROK, "Pengaruh Ukuran Serbuk Kuningan Terhadap Ketahanan Aus, Koefisien Gesek, Dan Kekerasan Kampas Rem." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014.
- [13] "Aluminium - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas." <https://id.wikipedia.org/wiki/Aluminium> (accessed Aug. 13, 2020).
- [14] ANALISA PENGARUH MODIFIKASI KOPLING OTOMATIS SENTRIFUGAL DENGAN KOPLING PLAT TERHADAP KECEPATAN MOTOR JIALING Willem M E. Wattimena \*) [16] "Serat kaca - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas." [https://id.wikipedia.org/wiki/Serat\\_kaca](https://id.wikipedia.org/wiki/Serat_kaca) (accessed Aug. 13, 2020).
- [15] "UJI KEKERASAN." <https://www.alatuji.com/article/detail/3/what-is-hardness-test-uji-kekerasan-> (accessed Aug. 14, 2020).
- [16] "Teknik metalurgi dan Material Logam: PENGUJIAN KEAUSAN." <http://metalurgi-ilmu-logam.blogspot.com/2018/11/pengujian-keausan.html> (accessed Aug. 14, 2020).
- [17] "Teknik metalurgi dan Material Logam: Pengujian Impact." <http://metalurgi-ilmu-logam.blogspot.com/2018/11/pengujian-impact.html> (accessed Aug. 14, 2020).