

Investigasi Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Ketangguhan Material Poros Roda Sepeda Gunung Tipe *Front Axle*

Mohammad Muslimin Ilham¹, Am. Mufarrih², Moch Safrudin³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *¹im.muslimin@yahoo.co.id, ²mufarrih@unpkediri.ac.id, ³mochsafrudin05@gmail.com

Abstrak – Poros roda merupakan bagian paling penting pada proses berputarnya roda dan sebagai tumpuan utama pada sepeda. Komponen ini dirancang dengan spesifikasi yang sudah ada untuk sepeda gunung. Poros roda harus tahan terhadap berbagai keadaan termasuk ketahanan kejut pada keadaan yang tidak diduga dan pada temperatur tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketangguhan pada bahan poros roda depan sepeda gunung tipe *Front Axle* (5/16 x 140 mm) Pada keadaan temperatur 0°C, 30°C dan 100°C dan mengetahui pengaruh keadaan temperatur terhadap energi impact. Analisa data penelitian menggunakan Analysis Of Variance (ANOVA) dengan bantuan software minitab 16. Hasil penelitian menunjukkan nilai impact tertinggi pada temperatur 100°C sebesar 0.056272 kgm/mm². Nilai impact terendah pada temperatur 0°C sebesar 0.053464 kgm/mm². Hasil ANOVA menunjukkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan $P\text{-value} < \alpha$ (0.05) sehingga dapat disimpulkan bahwa keadaan temperatur berpengaruh terhadap ketangguhan atau kekuatan impact. Dapat di ketahui bahwa nilai impact tertinggi pada keadaan 100°C, dimana pada keadaan ini poros roda sepeda gunung digunakan pada saat kecepatan tinggi dan temperatur poros meningkat dari temperatur keadaan awal sampai temperatur 100°C.

Kata Kunci — temperatur, ketangguhan, kekuatan impact, poros sepeda

1. PENDAHULUAN

Sepeda adalah kendaraan beroda yang memiliki batang kemudi, tempat duduk dan pengayuh yang digerakkan dengan kaki untuk menjalankannya [1]. Sepeda adalah transportasi yang memiliki kelebihan yaitu bebas emisi, menyehatkan, ekonomis dan aman sedangkan kekurangannya yaitu pengendara akan merasa lelah. Sepeda digolongkan menjadi beberapa tipe berdasarkan fungsinya, seperti sepeda gunung, BMX, sepeda mini, sepeda lipat, sepeda balap, sepeda jalan raya. Pada dasarnya semua jenis sepeda adalah identik. Yang membedakan sepeda yang satu dengan yang lainnya adalah kualitas, berat, desain, metode fabrikasi dan kemudahan penggunaan komponen-komponennya [2].

Sepeda diproduksi pertama kali pada tahun 1817 oleh seorang Jerman bernama Baron Karl von Drais [3]. Sepeda ini belum menggunakan pedal sehingga untuk menggerakkannya dengan cara mendorong menggunakan kaki. Model sepeda ini masih terlihat seperti kereta kuda. Pada tahun 1839 Kirkpatrick MacMillan, pandai besi kelahiran Skotlandia membuat sepeda yang sudah menggunakan pedal sebagai alat penggerak. Kemudian sepeda dimanufaktur secara massal untuk pertama kalinya pada tahun 1861 di Perancis oleh Pierre Michaux. Saat itu sepeda bernama velocipede. Seiring berkembangnya teknologi, geometri sepeda sudah disempurnakan berdasarkan ukuran tubuh manusia [2]. Sepeda tersusun atas komponen frame, roda, sistem transmisi, rem, sadel, setang dan poros.

Roda dan poros merupakan pesawat sederhana yang terdiri atas sebuah roda berputar yang dihubungkan dengan suatu poros yang dapat berputar bersama-sama. Roda dan poros berfungsi untuk menggerakkan atau memindahkan suatu benda [4].

Sepeda gunung adalah sepeda yang digunakan dalam medan yang berat. Pertama kali diperkenalkan pada tahun 1970, oleh pengguna sepeda di perbukitan San Fransisco. Ketika pertama kali dipamerkan pada New York Bike Show pada tahun 1981, penemu sepeda gunung mengatakan bahwa sepeda jenis ini tidak akan pernah populer. Kenyataannya 80% sepeda yang terjual di Amerika Serikat adalah jenis ini. Sepeda gunung adalah jenis sepeda yang pertama kali dinaiki sampai ke puncak gunung Kilimanjaro, titik tertinggi di benua Afrika, 5.895 m.

Sejak saat itu dunia mengenal sepeda gunung ini. Ciri-cirinya adalah ringan, bentuk kerangka yang terbuat dari baja, aluminium dan yang terbaru menggunakan bahan komposit serat karbon (*carbon fiber reinforced plastic*) dan menggunakan peredam guncangan (*shock breaker*). Sedangkan ban yang dipakai adalah yang memiliki kemampuan untuk mencengkeram tanah dengan kuat. Sepeda gunung memiliki 18-30 gear pindah yang berguna untuk mengatur kecepatan dan kenyamanan dalam mengayuh pedalnya. Sepeda gunung dengan 30 gear berarti memiliki crankset depan dengan 3 piringan dan cassette sprocket dengan 10 piringan, sehingga $3 \times 10 = 30$ tingkat kecepatan yang berbeda.

Komponen-komponen sepeda saling berhubungan dan menopang berat pengendara. Poros roda merupakan bagian paling penting pada proses berputarnya roda dan sebagai tumpuan utama pada sepeda. Komponen ini dirancang dengan spesifikasi yang sudah ada untuk sepedah gunung. Poros roda harus tahan terhadap berbagai keadaan termasuk ketahanan kejut pada keadaan yang tidak diduga dan pada temperatur tertentu. Uji *impact* merupakan pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*) [5].

Hal yang menyebabkan ketangguhan bahan adalah pencampuran antara satu bahan dengan bahan yang lainnya, misalnya baja dicampur karbon akan lebih tangguh dibandingkan baja murni [6]. Karenanya harus diketahui seberapa kekuatan kejut poros roda sepeda tersebut pada keadaan temperatur tertentu ketika kita mengendarai sepeda gunung pada medan yang berat dan ekstrim. Terutama pada poros roda depan sepeda gunung karena pada roda depan yang sering menerima beban kejut terlebih dahulu dan mudah mengalami kenaikan temperatur.

Penelitian tentang pengaruh temperature dan bentuk takikan terhadap kekuatan impact logam telah dilakukan oleh Zuchry [7], hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pada pembebanan yang besar dan terus menerus dalam jangka waktu yang lama, maka akan terjadi kelelahan (fatik), dimana salah satunya dipengaruhi oleh temperatur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap ketangguhan material poros roda sepeda gunung tipe *front axle*.

2. METODE PENELITIAN

Variabel bebas pada penelitian ini adalah poros roda depan yang dikondisikan dalam beberapa kondisi temperature, yaitu 0°C, 30°C dan 100°C selama 30 menit. Variabel terikat pada penelitian ini adalah ketangguhan poros roda depan tipe *Front Axle* (5/16 x 140 mm).

Ketangguhan atau kekuatan impact diukur menggunakan mesin impact dan dihitung secara teoritis menggunakan persamaan 1. berikut ini:

$$W = G \cdot L (\cos \beta - \cos \alpha) \text{ (kgm)1}$$

Keterangan :

W : Usaha untuk mematahkan benda uji (kg m)

W₁ : Usaha yang dilakukan (kg m)

W₂ : Sisa usaha yang dilakukan (kg m)

G : Berat bandul (kg)

L : Panjang lengan bandul (m)

Cos α : sudut posisi awal bandul

Cos β : sudut posisi akhir bandul

Analisa data menggunakan *one way anova* dengan bantuan software minitab 16.

2.1 Impact Test

Impact merupakan ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impact dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian impact merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba. Secara umum metode pengujian impact terdiri dari 2 jenis yaitu metode charpy dan metode izod [8].

2.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan alat yang digunakan pada proses pengujian. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Mesin Impact merk Frank type 580 M

Pengujian untuk mengambil data uji impact menggunakan mesin uji impact yang dirancang untuk mengetahui sudut akhir pengujian.



Gambar 1. Mesin Uji Impact

- b. Oven

Pemanasan spesimen menggunakan tungku pemanas atau oven selama 30 menit.



Gambar 2. Oven

c. Freezer

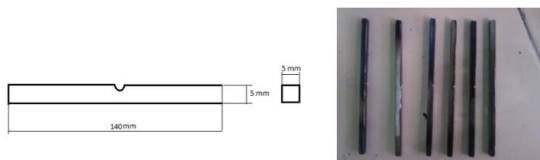
Freezer digunakan untuk menempatkan spesimen pada keadaan temperatur yang diinginkan 0°C.



Gambar 3. Freezer

d. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan yang menjadi spesimen uji kekuatan impact. Bahan tersebut adalah poros roda depan tipe *Front Axle* (5/16 x 140 mm).



Gambar 4. Dimensi dan gambar spesimen uji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

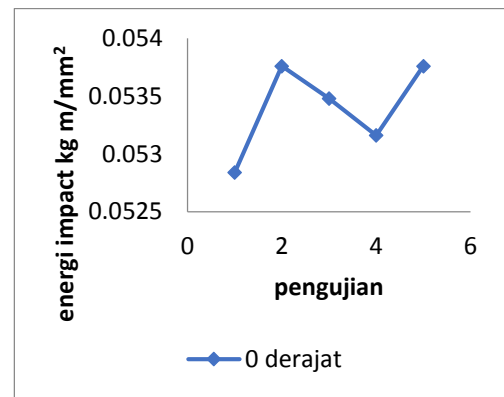
Hasil penelitian disajikan dalam Tabel 1. Berikut ini:

Tabel 1. Hasil Penelitian

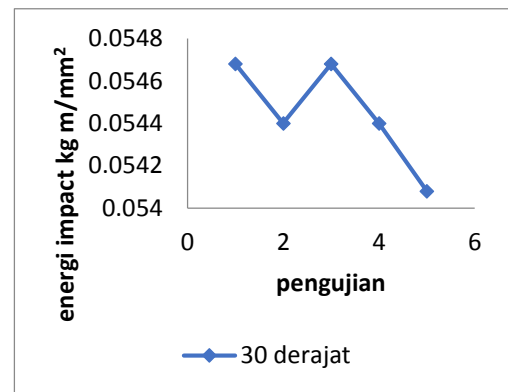
Temperatur	Pengujian	Panjang Lengan (m)	Berat Bandul (kg)	Sudut Awal (α)	Sudut Akhir (β)	Nilai Impact (kg m/mm ²)
0°C	1	0.4	2.5	150	62.5	0.05284
	2	0.4	2.5	150	61.0	0.05376
	3	0.4	2.5	150	61.5	0.05348
	4	0.4	2.5	150	62.0	0.05316
	5	0.4	2.5	150	60.5	0.05408
30°C	1	0.4	2.5	150	59.5	0.05468
	2	0.4	2.5	150	60.0	0.05440
	3	0.4	2.5	150	59.5	0.05468
	4	0.4	2.5	150	60.0	0.05440
	5	0.4	2.5	150	60.5	0.05408
100°C	1	0.4	2.5	150	57.0	0.05616
	2	0.4	2.5	150	56.5	0.05644
	3	0.4	2.5	150	58.0	0.05556
	4	0.4	2.5	150	56.5	0.05644
	5	0.4	2.5	150	56.0	0.05676

Dari data hasil perhitungan kekuatan impact dapat dibuat grafik untuk melihat perbandingan kekuatan impact bahan As sepeda gunung tipe *Front*

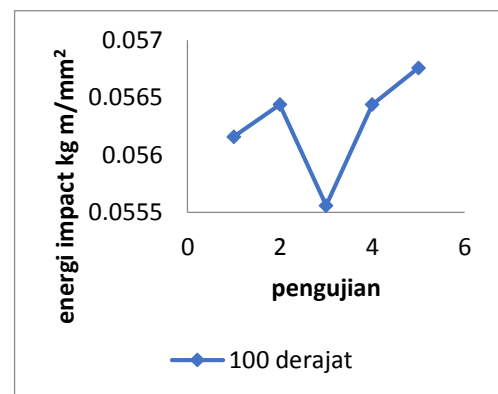
Axle (5/16 x 140 mm) pada keadaan variasi temperatur 0°C, 30°C dan 100°C.



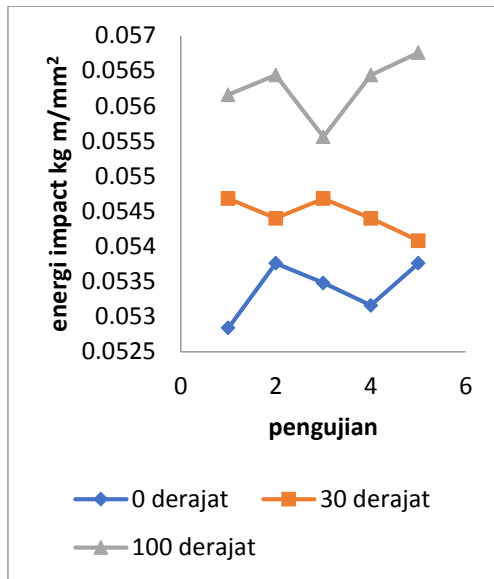
Gambar 5. Grafik Hasil Uji Impact keadaan temperatur 0°C



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Impact keadaan temperatur 30°C



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Impact keadaan temperatur 100°C

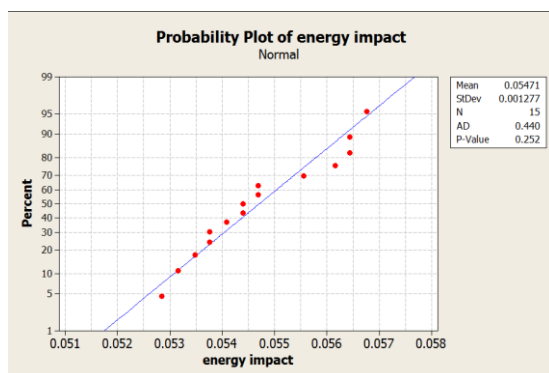


Gambar 8. Grafik Hasil Uji Impact keadaan temperatur 0°C, 30°C dan 100°C

Dalam prosedur analisa data, perlu terlebih dahulu dilakukan pengujian asumsi identik, independen, distribusi normal (IIDN) untuk mengetahui apakah data variabel dalam keadaan baik atau tidak. Serta sebagai syarat dari Anova terhadap data yang didapatkan selama eksperimen [9].

a. Uji Normalitas

Berdasarkan uji normalitas yang telah dilakukan dengan menggunakan aplikasi minitab 16, diperoleh grafik seperti ditunjukkan Gambar 9. sebagai berikut:

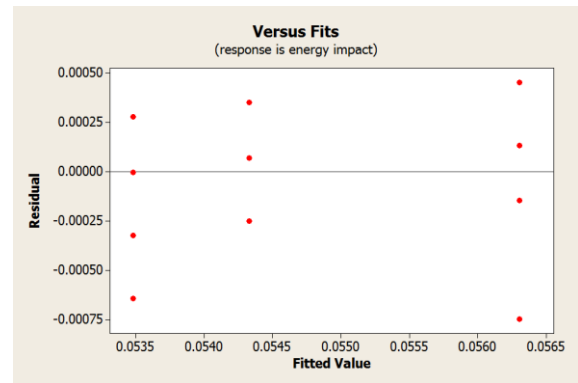


Gambar 9. Plot Uji Distribusi Normal pada Respon Kekuatan Impact

Gambar 9. menunjukkan bahwa dengan uji Anderson-Darling diperoleh P_{Value} sebesar 0.252 yang berarti lebih besar dari $\alpha=0.05$, Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal.

b. Uji Identik

Dari pengujian identik menggunakan aplikasi minitab 16 didapatkan grafik sebagai berikut:

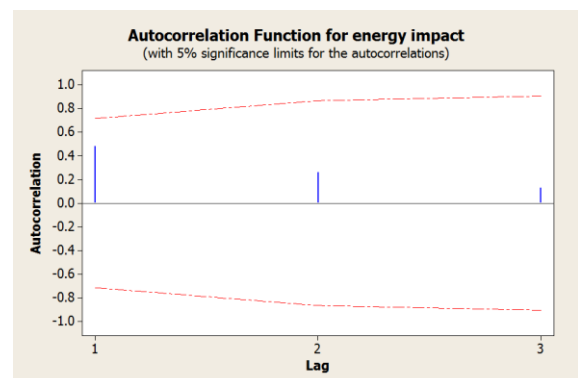


Gambar 10. Grafik Versus Fits

Gambar 10. menunjukkan bahwa residual terbesar secara acak disekitar harga minus dua dan tidak membentuk pola tertentu. Dengan demikian asumsi residual identik terpenuhi.

c. Uji Independen

Pengujian independen menggunakan *auto correlation function* (ACF) didapatkan grafik seperti Gambar 11. Berdasarkan plot ACF yang ditunjukkan pada gambar 11 dapat diketahui bahwa tidak ada nilai AFC pada tiap lag yang keluar dari batas interval. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada kolerasi antar residual artinya bersifat independen.



Gambar 11. Grafik *auto correlation function* (ACF)

Setelah pengujian asumsi IIDN selesai dan data penelitian sudah dalam keadaan distribusi normal, identik dan independen maka bisa dilanjutkan menuju hasil analisa data menggunakan ANOVA.

Hipotesis awal (H_0) akan ditolak apabila nilai F_{hitung} melebihi nilai F_{tabel} . Untuk F_{hitung} didapatkan dari hasil analisa program minitab dan untuk F_{tabel} dari hasil $F_{\alpha, a-1, N-a}$, dimana “a” adalah banyak replikasi ditiap level faktor dan N adalah banyaknya seluruh pengamatan. Untuk mendapatkan nilai F_{tabel} dapat kita lihat tabel F. Penarikan kesimpulan hasil untuk kekuatan impact berdasarkan tabel distribusi untuk $F(0.05; 4, 10)$ sebesar 3.48. Selain menggunakan nilai F, kita bisa juga menggunakan P_{Value} untuk menguji hipotesis awal (H_0) akan ditolak bila P_{Value} kurang dari

nilai taraf signifikan α , dalam penelitian α (signifikan) bernilai 0.05.

Analysis of Varians digunakan untuk mengetahui apakah ada pengaruh signifikan variabel bebas temperatur terhadap variable terikat kekuatan Impact. Anova untuk kekuatan impact dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Anova Temperatur terhadap Kekuatan Impact

General Linear Model : Energy Impact versus Temperature					
Source	DF	SS	MS	F	P
Temperatur	2	0.0000211	0.0000106	74.61	0.000
Error	12	0.0000017	0.0000001		
Total	14	0.0000228			

s = 0.0003762 R-Sq = 92.56% R-Sq(adj) = 91.32%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev					
Level	N	Mean	StDev	CI	
0	5	0.053400	0.000399	---	
30	5	0.054448	0.000249	---	
100	5	0.056272	0.000451	---	
Total		0.164120		---	

Pooled StDev = 0.000376

Jika dilihat nilai F_{hitung} pada tabel 2. nilai F_{hitung} untuk variasi temperatur sebesar 74.61.

Untuk P-Value yang dihasilkan sesuai analisa ini untuk setiap variabel memiliki nilai yang sangat signifikan. Variabel bebas temperatur mempunyai P_{Value} sebesar 0.0000 sesuai tabel 2. Hasil dari F_{hitung} dan P_{Value} nantinya akan dijadikan acuan apakah variabel bebas memiliki pengaruh atau tidak terhadap variabel terikat.

Pengujian hipotesis ini merupakan hasil dan interpretasi analisis data yang diperoleh, dalam pengujian hipotesis untuk menarik kesimpulan sesuai analisa data dapat menggunakan dua cara yaitu yang pertama membandingkan nilai F_{hitung} yang dihasilkan dari analisis variansi dan F_{tabel} dari tabel distribusi F, (signifikan) 0.05. Pada uji hipotesis dengan menggunakan distribusi F yang terdapat pada tabel 2. adalah sebagai berikut:

Untuk variabel bebas temperatur 0°C, 30°C, dan 100°C

H_0 : tidak ada pengaruh temperatur terhadap kekuatan Impact

H_1 : ada pengaruh temperatur terhadap kekuatan Impact

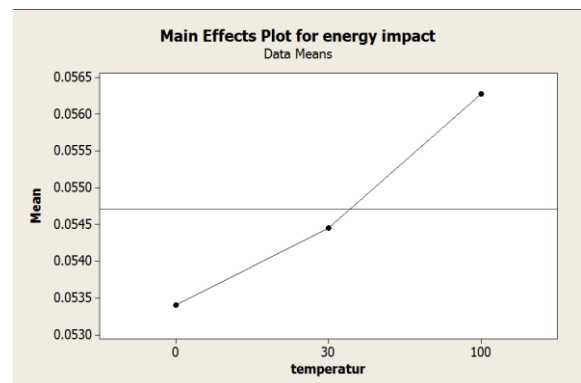
Kesimpulan: $F_{hitung} = 74.61 > F(0.05;4,10) = 3.48$, maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh temperatur 0°C, 30°C, dan 100°C terhadap kekuatan Impact.

Pengujin hipotesis dengan cara kedua berdasarkan P_{Value} yang dibandingkan dengan nilai taraf signifikan 5% (= 0.05), apabila P_{Value} yang dihasilkan analisis

varian lebih kecil dari nilai taraf signifikan 5% (=0,05) maka varibael bebas temperatur 0°C, 30°C, dan 100°C dapat dipastikan memiliki pengaruh pada hasil kekuatan Impact pada penelitian. Dapat dilihat dari tabel 2. Bahwa P_{Value} lebih kecil dari 0.05, hal ini berarti variable bebas temperature memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat kekuatan impact.

Berdasarkan uji hipotesis membandingkan nilai F_{hitung} yang dihasilkan dari analisis variansi dan F_{tabel} dari tabel distribusi F, (signifikan) 0.05 dan berdasarkan P_{Value} yang dibandingkan dengan nilai taraf signifikan 5% (= 0.05), menerangkan atau menyimpulkan bahwa variabel bebas temperatur 0°C, 30°C, dan 100°C mempunyai pengaruh signifikan terhadap kekuatan impact dengan tingkat keyakinan sebesar 95%.

Pengaruh yang diberikan variabel ini mampu terlihat dengan jelas melalui grafik *main effect plot* untuk kekuatan impact seperti ditunjukkan Gambar 12. Berdasarkan Gambar 12. Tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa peningkatan temperatur akan meningkatkan kekuatan impact.



Gambar 12. *Main effect plot* untuk kekuatan impact

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisa yang telah dilakukan, maka penelitian yang berjudul “Investigasi Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Ketangguhan Material Poros Roda Sepeda Gunung Tipe *Front Axle*” dapat diambil kesimpulan bahwa ada pengaruh temperatur yang signifikan terhadap kekuatan impact atau ketangguhan pada poros roda depan sepeda gunung tipe *Front Axle* (5/16 x 140 mm). Peningkatan temperatur akan meningkatkan kekuatan impact. Dapat di ketahui bahwa nilai impact tertinggi pada keadaan 100°C, dimana pada keadaan ini poros roda sepeda gunung digunakan pada saat kecepatan tinggi dan temperatur poros meningkat dari temperatur keadaan awal sampai temperatur 100°C.

5. SARAN

Saran-saran untuk untuk penelitian lebih lanjut adalah agar menggunakan variasi dan rentang temperature yang berbeda untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur terhadap kekuatan impact.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] _____. Sepeda [online], (<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/sepeda>, diakses tanggal 10 Januari 2018)
- [2] Ballantine. 2000. *The ultimate bicycle book*. Dorling: Kindersly.
- [3] _____. *Biografi Baron Karl Von Drais-Penemu Sepeda* [online], (<https://www.biografiku.com/2011/09/biografi-baron-karl-von-drais-penemu.html>, diakses tanggal 10 Januari 2018).
- [4] Jacko, Ahmad. 2014. Pengertian dan macam-macam poros [online], (<http://otomotifer.blogspot.co.id/2014/10/pengertian-dan-macam-macam-poros.html>, diakses tanggal 10 Januari 2018).
- [5] Faisal, Ahmed. 2015. *Laporan pengujian impact*. Yogyakarta: UGM.
- [6] Dany. 2010. *Pengujian impak dan fenomena patahan*. [online], (<https://danidwikw.wordpress.com/2010/12/17/pengujian-impak-dan-fenomena-perpatahan/>, diakses tanggal 10 Januari 2018).
- [7] Zuchry, Muhammad. 2012. *Pengaruh temperatur dan bentuk takikan terhadap kekuatan impact*. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.
- [8] Nada, Falich. 2015. Laporan praktikum metalurgi. [online], (<http://falichnada.blogspot.co.id/2015/11/universitas-muhammadiyah-malang.html>, diakses tanggal 10 Januari 2018).
- [9] Mufarrih, Am. 2017. *Pengaruh Parameter Proses Gurdi Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Material KFRP Komposit*. Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI Kediri.