

---

## **PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO, DAN KEKUATAN *BENDING* BAJA AISI 1010**

**Aryo Aji Prabowo<sup>1</sup>, Sunyoto<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Mesin, Univeritas Negeri Semarang

Email: [aryoajiprabowo@gmail.com](mailto:aryoajiprabowo@gmail.com)

---

### INFO ARTIKEL

#### *Sejarah Artikel:*

Diterima Desember 2019

Disetujui Mei 2020

Dipublikasikan 31 July 2020

#### *Kata Kunci:*

*quenching, cooling media, bending, hardness*

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media pendingin pada proses *quenching* terhadap kekerasan, struktur mikro, dan kekuatan *bending* poros roda mobil listrik. Variasi media pendingin yang digunakan adalah air aquades, oli *quench*, dan campuran air aquades dan garam perbandingan 50% : 50%. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan menggunakan teknik analisis data statistik deskriptif, selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan metode *microvikers* dan pengamatan struktur mikro, dan pengujian *bending* metode *three point joint*. Hasil penelitian menunjukkan nilai yang paling tinggi kekerasannya adalah campuran air aquades dan garam perbandingan 50% : 50% yaitu 334 kg/mm<sup>2</sup>, kemudian disusul air aquades dengan rata-rata sebesar 298,8 kg/mm<sup>2</sup> dan oli *quench* kekerasannya yaitu 263,1 kg/mm<sup>2</sup>. Pada pengamatan struktur mikro terdapat tiga fasa yaitu *ferit*, *perlit* dan *martensit*. Dari hasil uji struktur mikro terdapat perubahan struktur yakni bertambahnya struktur mikro *martensite*. Sedangkan hasil pengujian tegangan maksimum tertinggi yaitu campuran air aquades dan garam perbandingan 50% : 50% sebesar 599,7 N/mm<sup>2</sup>, kemudian disusul spesimen air aquades mempunyai sebesar 488 N/mm<sup>2</sup> dan oli *quench* sebesar 304,8 N/mm<sup>2</sup>.

### Abstract

*The purpose of this study was to determine the effect of cooling media on the quenching process on hardness, microstructure, and bending strength of electric car wheel axles. The variation of cooling media used is aquades water, quench oil, and a mixture of aquades water and salt ratio of 50%: 50%. The research method used is an experimental method, using descriptive statistical data analysis techniques, then testing the hardness of the microvikers method and observing micro structures, and three point joint method bending test. The results showed the highest hardness value was a mixture of distilled water and salt ratio of 50%: 50% that is 334 kg/mm<sup>2</sup>, then followed by distilled water with an average of 298.8 kg/mm<sup>2</sup> and quench oil of 263.1 kg/mm<sup>2</sup>. In observing the micro structure there are three phases, namely ferrite, pearlite and martensite. From the results of the microstructure test there is a change in the structure of the martensite micro structure increase. While the highest maximum stress test results are a mixture of distilled water and salt ratio of 50%: 50% of 599.7 N/mm<sup>2</sup>, then followed by aquades water specimens having 488 N/mm<sup>2</sup> and quench oil of 304.8 N/mm<sup>2</sup>.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Industri logam yang bekerja sama dengan industri otomotifpun sering mendapat permintaan dari konsumen yakni kebutuhan logam yang kuat dan tahan terhadap keausan atau kerusakan karena pada komponen otomotif cenderung berbahan logam. Oleh sebab itu, para perancang dan industri otomotif juga

telah berupaya meningkatkan kualitas rancangan dengan cara mengoptimasi disain. Meskipun demikian, kegagalan atau kerusakan suatu produk masih sering terjadi yang disebabkan oleh insiden dan bukan insiden. Kegagalan karena insiden umumnya terjadi karena beban yang melebihi kekuatan komponen atau struktur, misalnya beban kejut (*shock*) karena benturan, beban berlebih (*over load*), dan lain

sebagainya. Sedangkan kegagalan yang bukan insiden disebabkan karena umur operasi yang telah melampaui batas waktu. Salah satu bentuk kegagalan dari komponen otomotif adalah kegagalan yang terjadi pada sebuah poros roda belakang. Seperti halnya pada komponen poros roda, rangka badan, komponen mesin, dan lain-lain. Memperbaiki sifat logam agar tahan terhadap keausan dapat dilakukan dengan meningkatkan kekerasan dari logam itu sendiri.

Menurut Adawiyah (2014) dalam penelitian yang berjudul pengaruh perbedaan media pendingin terhadap struktur mikro dan kekerasan pegas daun dalam proses *hardening* menyimpulkan bahwa media air garam lebih tinggi harga kekerasannya dibandingkan dengan media pendingin lainnya. Pegas daun yang berasal dari salah satu materialnya pada penelitian ini adalah JIS SUP 9A. Media pendingin yang digunakan pada penelitian ini adalah oli, air garam dan air biasa. Hasil dari eksperimen tersebut setelah dilakukan pengujian kekerasan *Hardness Rockwell Cone* (HRC) dan mikrostruktur maka didapatkan hasil kekerasan dari berbagai variasi media pendingin yaitu media oli 97,2 kg/mm<sup>2</sup>, media air garam 99,13 kg/mm<sup>2</sup>, media air biasa 96,5 kg/mm<sup>2</sup>, dan pembeding 94,7 kg/mm<sup>2</sup>. Kekerasan baja tersebut akan bertambah setelah melalui proses perlakuan panas dan dengan pendinginan yang tiba-tiba (celup cepat).

Menurut Kadhim (2016) dalam penelitiannya yang berjudul *effect of quenching media on mechanical properties for medium carbon steel* menyimpulkan bahwa Nilai tertinggi kekuatan tarik yang didapat yaitu 998.6 N/mm<sup>2</sup> dan kekerasan *vickers* 360,4 kg/mm<sup>2</sup> untuk baja yang pendinginan dalam air dingin. Material yang digunakan dalam penelitian ini baja AISI 1039 yang diberi perlakuan *quenching* dengan media pendingin yang terdiri dari air dingin, air, oli *quenching* dan air panas. Dalam penelitian ini diperoleh data bahwa kekuatan tarik dan kekerasan meningkat dengan meningkatnya nilai suhu pemanasan proses perlakuan panas serta pendinginan dalam air dingin memiliki efek yang besar.

Menurut Trihutomo (2015) dalam penelitian yang berjudul analisa kekerasan pada pisau berbahan baja karbon menengah hasil proses *hardening* dengan media pendingin yang berbeda menyimpulkan bahwa bahwa proses pembuatan pisau menggunakan media pendingin oli adalah yang terbaik karena menghasilkan pisau dengan tingkat kekerasan yang

cukup tinggi disertai dengan tingkat keuletan yang baik sehingga tidak getas. Baja karbon menengah yang digunakan setelah dilakukan uji komposisi menggunakan SEM-EDAX menunjukkan kandungan karbon sebesar 7,52 % wt atau sama dengan 0,63% C berarti termasuk baja karbon sedang. Bahan pisau yang terbuat dari baja karbon menengah, diberikan perlakuan *hardening* pada temperatur 800°C dengan lama waktu pemanasan selama 30 menit. Kemudian dilakukan pendinginan dengan menggunakan media pendingin yang berbeda yaitu air, air garam, oli dan udara. Selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan dengan mesin uji kekerasan *Micro Vickers*. Hasil analisa data menunjukkan bahwa pisau yang menggunakan media pendingin air memiliki nilai rata-rata kekerasan 652,64 kg/mm<sup>2</sup>, pisau yang menggunakan media pendingin air garam rata-rata nilai kekerasannya 836,56 kg/mm<sup>2</sup>, pisau yang menggunakan media pendingin oli mempunyai nilai rata-rata kekerasan 600 kg/mm<sup>2</sup> dan pisau yang menggunakan media pendingin udara memiliki rata-rata nilai kekerasan 335,44 kg/mm<sup>2</sup>.

## 2. METODE PENELITIAN

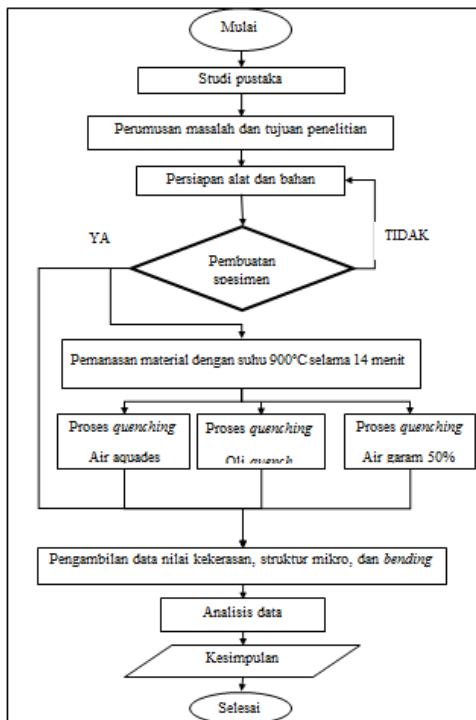
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen (*treatment*/perlakuan), terhadap variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendali (Sugiyono, 2012: 160). pengaruh media pendingin pada proses *quenching* terhadap kekerasan, struktur mikro, dan kekuatan *bending* poros roda mobil listrik.

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan data observasi terstruktur. Menurut Sugiyono (2012: 146), observasi terstruktur adalah observasi yang dirancang secara sistematis tentang objek yang akan diteliti, kapan, dan dimana tempat penelitian dilaksanakan. Pengamatan eksperimen menggunakan lembar pengumpulan data untuk uji kekerasan dan untuk uji *bending*, Tabel ini untuk mempermudah dalam pendekatan hasil pengujian. Agar penelitian yang dilakukan berjalan dengan baik, maka perlu dibuat diagram alir penelitian dan tabel lembar pengumpulan data penelitian. kemudian data dari hasil uji struktur mikro berupa dokumentasi foto. Seperti pada Gambar 1, tabel 1 dan tabel 2.

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis statistik deskriptif data mentah yang diperoleh dari pengujian, kemudian diolah dalam persamaan statistika yaitu persamaan nilai tengah (*mean*) sebagai berikut:

$$X = \frac{\sum n}{N}$$

Dimana: X = nilai tengah (*mean*)  
 n = nilai akhir/skor tiap variabel  
 N = jumlah variabel



Gambar 1 Diagram alir penelitian (sumber: desain penulis)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kekerasan dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan suatu beban terhadap suatu pembebanan ketika gaya tertentu diberikan pada suatu material uji. Pengujian kekerasan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode uji kekerasan *vickers*. Hasil pengujian kekerasan *microvickers* dari material *baja AISI 1010* yang sudah diberikan perlakuan *heat treatment* pada proses *Quenching* disajikan didalam tabel Lembar Hasil Pengujian Kekerasan *microvickers* lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel 3.

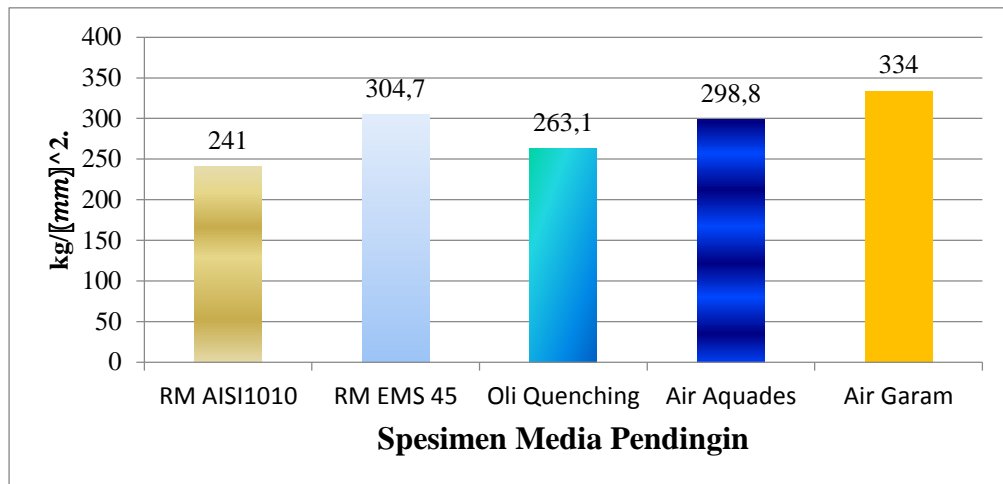
Pengujian nilai kekerasan dilakukan dengan metode uji *Microvickers*. Dalam pengujian ini menggunakan pembebanan sebesar 100 gf, setiap spesimen diuji 3 titik. dan dari setiap masing-masing specimen memiliki nilai kekerasan yang berbeda, material yang mengalami poses *Quenching* memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan material tanpa proses *Quenching* (*Raw Material*). Lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik Gambar 2.

Terbukti bahwa nilai yang paling tinggi kekerasannya adalah campuran air aquades dan garam dengan perbandingan 50 % : 50 % yaitu 334 kg/mm<sup>2</sup> dan ini lebih tinggi dari pada variabel kontrolnya yaitu *raw material AISI 1010* dan EMS 45. Kemudian disusul oleh media pendingin air aquades 298,8 kg/mm<sup>2</sup>, hasil ini lebih besar dari *raw material AISI 1010* akan tetapi masih di bawah *raw material EMS 45*. Dan nilai kekerasan terendah dari penelitian ini setelah di *quenching* adalah spesimen media pendingin oli *quench* dengan nilai kekerasan 263,1 kg/mm<sup>2</sup>, nilai tersebut lebih dari *raw material AISI 1010* dan masih di bawah *raw material EMS 45*.

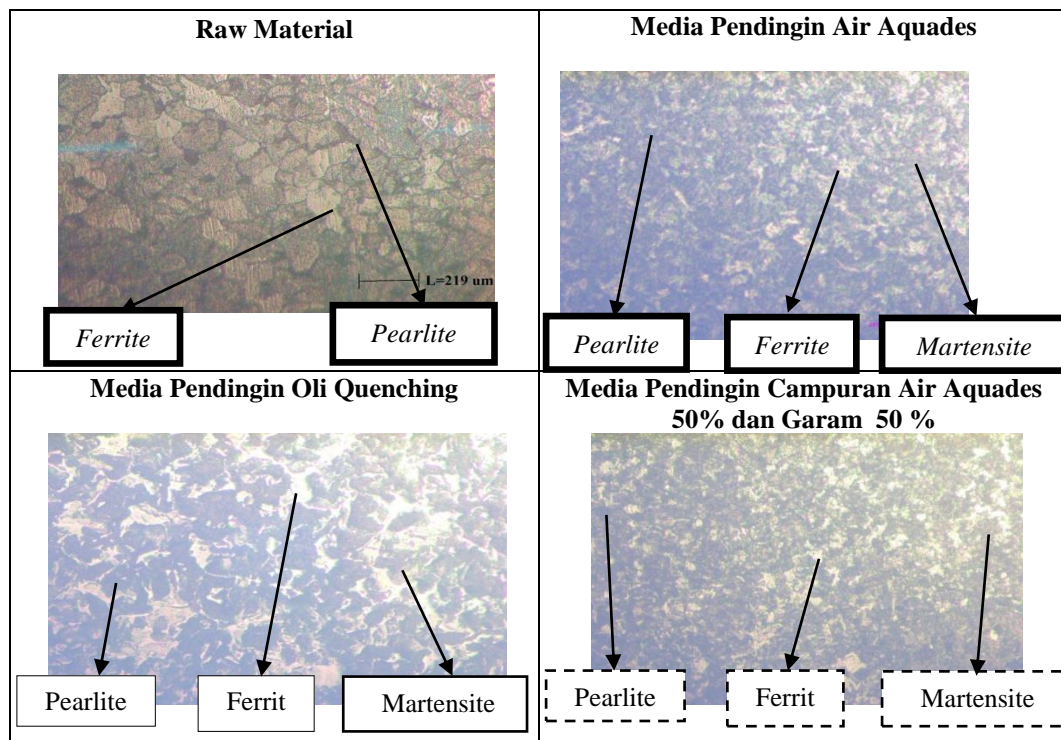
Tabel 3 Lembar Hasil Pengujian Kekerasan *microvickers*

Kode Material	Media Pendingin	Spesimen	Nilai Kekerasan (kg/mm <sup>2</sup> )			Rata-rata	Rata-rata akhir
			1	2	3		
RM			211	255	257	241	241
EMS			290	304	320		304,7
OQ	OLI QUENCH	1	263	265	266	264,67	263,1
		2	266	268	270	268	
		3	258	257	255	256,67	
AA	AIR AQUADES	1	293	291	293	292,33	298,8
		2	303	294	305	300,67	
		3	300	304	307	303,67	

Kode Material	Media Pendingin	Spesimen	Nilai Kekerasan ( $kg/mm^2$ )			Rata-rata	Rata-rata akhir
			1	2	3		
AG	CAMPURAN	1	348	343	347	346	334
	Air Aquades	2	333	329	345	335,67	
	Dan Garam (50% : 50%)	3	320	317	324	320,33	



Gambar. 2 Grafik Hasil Nilai Kekerasan Material



Gambar 3. Hasil Pengujian Struktur Mikro

Pada media pendingin *oli quench* struktur *martensite* yang terbentuk lebih sedikit dibanding dengan media pendingin air aquades dan media pendingin Menurut Yunaidi (2016) yang berpendapat

“ baja yang *diquenching* dengan air atau air garam dengan kandungan 2,5-25,0% struktur mikronya lebih dominan berupa *martensite*. Semakin tinggi kandungan garam maka struktur *martensite* yang

terbentuk juga semakin halus”. Dari teori tersebut dapat dianalisis bahwa hasil penelitian yang telah dilakukan sudah sesuai dengan teori tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kadar garam maka proses pendinginan pada perlakuan *quenching* dapat berlangsung lebih cepat. Struktur martensite ini akan membuat baja menjadi lebih keras dan getas.

Dilihat dari seluruh uji mikro yang telah dilakukan maka didapatkan foto mikro dari beberapa spesimen. Karakteristik struktur mikro mengalami perubahan bentuk struktur yang telah melalui proses *quenching* antara lain kehadiran struktur martensite yang mengubah nilai kekerasan menjadi lebih keras ditandai dengan meningkatnya nilai kekerasan dari *raw material*. Oleh karena itu, dari hasil seluruh pengujian di atas menunjukkan bahwa variasi media pendingin pada proses *quenching* berpengaruh terhadap perubahan karakteristik struktur mikro pada bahan baja AISI 1010.

campuran. *Martensite* adalah struktur mikro yang memiliki sifat keras, semakin banyak struktur *martensitenya* maka nilai kekerasannya semakin tinggi, dimana fasa *martensite* ini merupakan fasa keras metastabil, sesuai dengan apa yang dijelaskan *ASM International* (1991: 160-161) bahwa tujuan dari proses *quenching* adalah untuk membentuk fasa *martensite*.

Hasil pengujian bending dari material baja AISI 1010 yang sudah diberikan perlakuan proses *Quenching* disajikan didalam tabel lembar hasil pengujian lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 4.

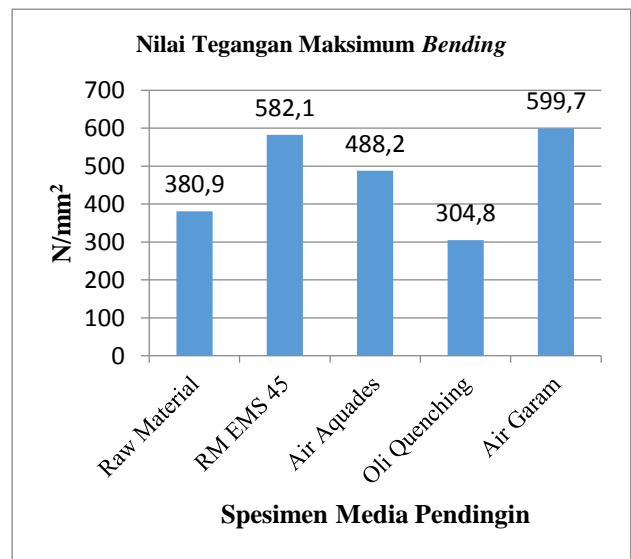
Tabel 4. Nilai Tegangan Maksimum Bending I  
Hasil Tegangan Maksimum Bending (N/mm<sup>2</sup>)

Spesimen	Hasil Tegangan Maksimum Bending (N/mm <sup>2</sup> )			Rata-Rata
	1	2	3	
RM	369,2	388,2	385,2	380,9
EMS	615,3	566,5	564,7	582,1
AA	453,5	500,8	510,3	488,2
OQ	257	315	342,3	304,8
AG	558,1	607,1	633,8	599,7

Pengujian *bending* menghasilkan data berupa angka nilai tegangan maksimum *bending*, data tersebut diperoleh dari pengukuran dengan

menggunakan alat uji *bend testing machine* terhadap baja AISI 1010. Adapun pembandingan untuk mengetahui perbedaan kekuatan *bending* menggunakan spesimen yang sama tetapi tidak dilakukan *treatment (raw material)*. Perbedaan kekuatan bending menandakan bahwa penentuan jenis media pendingin dapat menentukan kekuatan bending yang berbeda.

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian bending pada tiap spesimen baik *raw material* maupun spesimen variasi media pendingin. Hasil tegangan maksimum *bending* yang tertinggi adalah



Gambar 4. Nilai Tegangan Maksimum Bending

speimen dengan media pendingin air garam 599,7 N/mm<sup>2</sup>, kemudian spesimen *raw material* EMS 45 582,1 N/mm<sup>2</sup>, kemudian spesiemn dengan media pendingin air aquades 488,2 N/mm<sup>2</sup>, kemudian *raw material* AISI 1010 380,9 N/mm<sup>2</sup>, dan yang terendah spesimen dengan media pendingin oli *quench* 304,8 N/mm<sup>2</sup>.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi media pendingin pada proses *quenching* berpengaruh terhadap nilai kekerasan, diantaranya:
  - a. Nilai kekerasan yang didapat dari hasil pengujian kekerasan spesimen *raw*

- material* AISI 1010 sebesar 241 kg/mm<sup>2</sup> dan EMS 45 304,7 kg/mm<sup>2</sup>
- b. Nilai kekerasan pada media pendingin air aquades yakni sebesar 298,8 kg/mm<sup>2</sup>.
  - c. Nilai kekerasan pada media *oli quench* lebih tinggi dari *raw material* yakni 263,1 kg/mm<sup>2</sup>.
  - d. Nilai kekerasan pada media pendingin campuran air aquades 50% dengan garam 50% lebih tinggi dari *raw material* keduanya dan yang paling tinggi nilai kekerasannya yakni 334 kg/mm<sup>2</sup>.
- Berdasarkan uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa media pendingin yang menghasilkan nilai kekerasan paling tinggi dari proses *quenching* adalah media pendingin campuran air aquades 50% dengan garam 50% yaitu 334 kg/mm<sup>2</sup>.
2. Variasi media pendingin berpengaruh pada struktur mikro pada proses *quenching*. Hal ini dibuktikan dengan adanya :
    - a. Adanya perubahan struktur mikro dari *raw material* yang awalnya hanya memiliki struktur *ferrite* dan *pearlite* namun, setelah proses *quenching* bertambah struktur *martensite*.
    - b. Struktur *martensite* yang terbentuk memiliki persebaran luasan yang tidak sama antar media pendingin. Media pendingin antara campuran air aquades dan garam dengan perbandingan 50% : 50 % memiliki persebaran struktur *martensite* yang paling dominan merata.
  3. Variasi media pendingin berpengaruh pada kekuatan bending pada proses *quenching*. Hal ini dibuktikan dengan adanya :
    - a. Nilai beban maksimum tertinggi raw material EMS 45 yaitu 20,2 kN.
    - b. Nilai tegangan maksimum tertinggi yang didapat dari hasil pengujian bending spesimen dengan media air garam yaitu 599,7 N/mm<sup>2</sup>.
    - c. Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada spesimen raw material EMS 45 dengan 11,8 Gpa.

- d. Nilai defleksi yang didapatkan setelah pengujian dilakukan yang paling tinggi adalah spesimen raw material AISI 1010 dengan 28,7 mm.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- ASM International. 1991. *ASM Handbook*. Volume 4 Heat Treating. United States of America: ASM International Handbook Committee.
- Adawiyah, R. Murdjani dan Ahmad, H. 2014 "Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Strukturmikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening." *Jurnal Poros Teknik* 6.2: 96-102
- Kadhim, Zeyad D. 2016. Effect of Quenching Media on Mechanical Properties for Medium Carbon Steel. *Journal of Engineering Research and Application* 6(8): 26-34.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D)*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2012. *Cara Mudah Menyusun: Skripsi, Tesis, Dan Disertasi*. Bandung: Alfabeta Wahyuni, Ika. dkk. Uji Kekerasan Material dengan. *Jurnal*. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.
- Trihutomo, P. 2015. Analisa Kekerasan Pada Pisau Berbahan Baja Karbon Menengah Hasil Proses *Hardening* Dengan Media Pendingin Yang Berbeda. *Jurnal Teknik Mesin* 23(1): 28-34
- Yunaidi. 2016. Pengaruh Jumlah Konsentrasi Larutan Garam Pada Proses *Quenching* Baja Karbon Sedang S45C. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)* 1(3): 70-76.