

## Baja AISI 1006: Efek Suhu Pemanasan Terhadap Sifat Mekanik Dan Strukturmikro

Nasmi Herlina Sari<sup>\*1)</sup>, Lalu Tumbuh Prasetya<sup>1)</sup>, Agus Dwi Catur<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram,  
Jln. Majapahit No. 62 Mataram Nusa Tenggara Barat  
Kode Pos: 83125, Telp. (0370) 636087; 636126; ext 128 Fax (0370) 636087  
Email: [n.herlinasari@unram.ac.id](mailto:n.herlinasari@unram.ac.id)

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2018.v04.i01.p01>

### Abstrak

Penyelidikan sifat-sifat dari baja AISI 1006 menggunakan suhu pemanasan masih sangat menarik untuk dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki efek suhu pemanasan dan *tempering* terhadap sifat mekanik dan strukturmikro baja AISI 1006. Variasi suhu pemanasan yang digunakan adalah 850°C, 900°C dan 950°C. Proses tempering dilakukan pada suhu 200°C. Spesimen dibentuk mengikuti standar internasional untuk pengujian dampak, kekerasan dan strukturmikro. Energi serap dan kekuatan dampak ditentukan dengan menggunakan mesin uji dampak, dan kekerasan baja diukur menggunakan mesin uji kekerasan *Vickers*. Selain itu, strukturmikro dari baja juga telah dianalisa menggunakan mikroskop metalografi. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu pemanasan dan *tempering* pada 200°C menurunkan nilai kekuatan dampak dan penyerapan energi baja; sebaliknya, kekerasan baja meningkat; karena fase austenit berubah menjadi perlit dan sementit. Energi penyerapan dan kekuatan dampak tertinggi diperoleh dari spesimen yang dipanaskan pada suhu 850°C. Sementara itu, nilai kekerasan tertinggi diperoleh dari spesimen yang dipanaskan pada suhu 950°C dengan *tempering* 200°C. Hasil ini diharapkan dapat memberikan data dan informasi bagi para peneliti dan industrialis dalam mengembangkan produk baja untuk berbagai aplikasi.

**Kata kunci:** Baja AISI 1006, perlakuan panas, tempering, energi serap, kekerasan, dan struktur mikro

### Abstract

*Investigation of the properties of AISI 1006 steel using the heating temperature is still very attractive for development. This study aims to determine the effect of heating and tempering temperature on mechanical properties and microstructure of AISI 1006 steel. Heating temperature variations used were 850°C, 900°C, and 950°C. The tempering process is carried out at 200°C. The specimens are formed following international standards for impact, hardness and microstructure testing. Absorption energy and impact strength were determined by using impact machine, and the hardness of steel was investigated by hardness *Vickers* machine. Besides, the microstructure of steel was analyzed by microscope metallography. The results show that an increase in temperature of heating and tempering at 200°C decreases the value of impact strength and absorption of steel energy; in contrast, the hardness of steel increases; because of the austenite phase changes to pearlite and cementite. The highest absorption energy and impact strength were obtained from the specimens heated at 850°C. Meanwhile, the highest hardness value was obtained from the specimens heated at 950°C with tempering at 200°C. These results are expected to provide data and information for researchers and industrialists in developing steel products for various applications.*

**Keywords:** AISI 1006, heat treatment, tempering, absorption energy, hardness, and microstructure.

## 1. PENDAHULUAN

Pembentukan lembaran baja untuk memperoleh bahan yang memiliki sifat kekuatan tinggi dan deformasi plastis untuk berbagai aplikasi dapat dilakukan dengan teknik perlakuan panas [1,2]. Secara umum, teknik ini diterapkan pada baja karbon rendah [3]. Hal ini dikarenakan baja karbon rendah memiliki keuletan yang tinggi dan mampu mesin, tetapi tidak tahan-aus. Baja AISI 1006 termasuk baja karbon rendah dengan kadar karbon sebesar 0.0721% [4]. Penambahan unsur tembaga pada baja dengan diikuti *precipitation hardening* telah diketahui dapat meningkatkan kekuatan tanpa menurunkan nilai keuletan. Kenaikan temperatur perlakuan larutan berbanding terbalik dengan nilai kekerasan. Nilai kekerasan cukup tinggi diperoleh pada suhu *aging* 450 °C [4]. Selain itu, Xinbo et al. [5] juga telah melaporkan perubahan tegangan aliran AISI 1006 dan AISI 5140 dalam rentang suhu tempa hangat (*warm forging*) secara sistematis melalui percobaan termo–mekanis. Efek suhu pembentukan, regangan efektif dan laju regangan telah dipertimbangkan. Hasil eksperimen mereka juga telah menawarkan dasar teoritis yang kuat untuk fondasi model matematika tegangan aliran, simulasi FEM. Kajian–kajian sebelumnya ini menunjukkan bahwa penyelidikan terkait efek suhu pemanasan dan *tempering* terhadap sifat mekanik dan strukturmikro dari baja AISI 1006 masih belum diselidiki.

Oleh karena itu, penelitian ini akan menyelidiki sifat mekanik dan strukturmikro dari baja AISI 1006 setelah dikenakan suhu pemanasan (perlakuan panas) dan *tempering*. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan sifat baja dan informasi untuk kalangan industri.

## 2. METODE

### 2.1. Bahan

Baja karbon rendah AISI 1006. Komposisi kimia dari baja adalah *Ferro* (97.9%), *Carbon* (0.0654%), *Silikon* (0.267%), *Mangan* (0.636%), *Sulfur* (0.047%), *Molybdenum* (0.0389% dan *Nikel* (0.240%). Selanjutnya pelat baja dibentuk dengan dan dipotong menurut dimensi standar internasional ASTM E23–56T untuk uji impak dan spesimen uji strukturmikro dan kekerasan *vickers* berukuran panjang x tebal yaitu 10 mmx 25,4 mm.

### 2.2. Proses perlakuan panas

Spesimen baja yang telah dibentuk sesuai standar diletakkan dalam tungku listrik. Variasi suhu pemanasan adalah 850°C, 900°C dan 950°C dengan waktu penahanan 60 menit. Peletakan spesimen di dalam tungku diperlihatkan dalam Gambar 1. Setelah pemanasan, spesimen didinginkan dalam tungku selama enam jam dengan tutup tungku terbuka. Jenis perlakuan spesimen dan kode penamaan diperlihatkan dalam Tabel 1.



Gambar 1. Peletakan spesimen dalam tungku (a). Spesimen uji impak, (b). Uji kekerasan dan struktur mikro.

**Tabel 1.** Kode penamaan spesimen uji

No.	Spesimen	Kode
1.	<i>Raw material</i>	Raw
2.	850 °C	SRA
3.	900 °C	SRB
4.	950 °C	SRC
5.	850°C + <i>Tempering</i> 200°C	TKA
6.	900°C + <i>Tempering</i> 200°C	TKB
7.	950°C + <i>Tempering</i> 200°C	TKC

### 2.3. Proses *tempering*

Spesimen yang telah siap didalam tungku dipanaskan kembali sampai mencapai suhu 200 °C dengan waktu penahanan satu jam. Kemudian, proses pendinginan dilakukan didalam tungku dengan pintu terbuka dan mencapai suhu kamar.

Lebih lanjut, pengujian sifat mekanik dan struktur mikro dari spesimen telah dilakukan. Pengujian impak ditentukan dengan menggunakan mesin uji *impact charpy*, pengujian kekerasan dan struktur mikro dilakukan dengan menggunakan uji kekerasan *Vickers* dan mikroskop metalografi, berturut–turut.

### 2.4. Pengujian mekanik

#### 2.4.1 Pengujian kekuatan impak

Nilai kekuatan impak dari spesimen diukur dengan menggunakan mesin uji *impact Charpy*. Semua spesimen baja untuk uji kekuatan dipersiapkan. Spesimen diletakkan pada anvil dengan posisi takikan membelakangi arah ayunan palu. Palu *Charpy* dan jarum penunjuk diposisikan berimpit pada sudut 156°. Kemudian, palu diayunkan membentur spesimen. Penentuan nilai energi serap dan harga kekuatan impak seperti ditunjukkan oleh Sari [6].

#### 2.4.2 Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan *Vickers*. Indentor piramida intan dipasang dan ditekan pada sudut 136°. Spesimen diletakkan dilandasan. Beban utama ditentukan sebesar 59,953 kg. Selanjutnya, menekan indentor pada titik yang akan diuji .

### 2.5. Pengujian strukturmikro

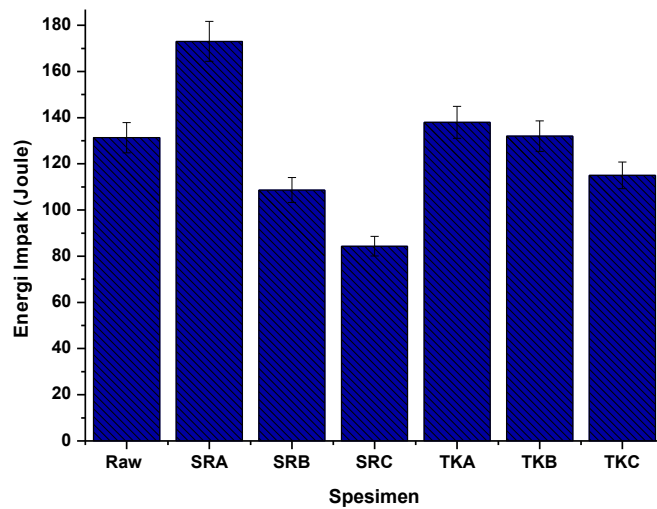
Semua spesimen uji struktur mikro di gosok dengan *hand grinding* dengan tingkat kehalusan 180, 600, 800,1000 dan 2000 *mesh*. Kemudian, dibersihkan menggunakan autosol. Pengetsaan dilakukan dengan larutan HNO<sub>3</sub> sebesar 0,5%; hal ini dimaksudkan untuk memperjelas struktur yang di amati dibawah mikroskop. Pembesaran dilakukan untuk mendapatkan kejelasan gambar.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

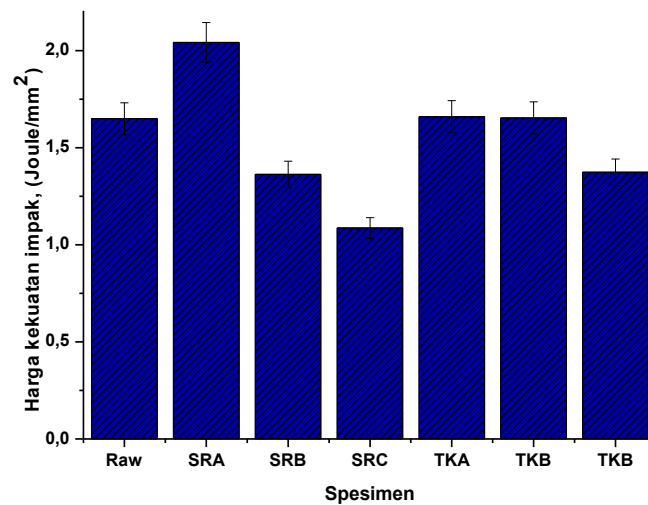
### 3.1. Analisa energi serap dan harga kekuatan impak

Gambar 2a menunjukkan bahwa peningkatan suhu pemanasan pada baja telah menurunkan nilai energi serap dan kekuatan dari spesimen baja. Dibandingkan dengan spesimen lainnya, nilai kekuatan dan energi serap dari spesimen SRA lebih tinggi yaitu sebesar 173.0 Joule dengan harga kekuatan impak sebesar 2,043 joule/mm<sup>2</sup> (lihat Gambar 2b); hal ini dikarenakan transformasi pearlit menjadi ferrite dan sementit; dengan naiknya suhu pemanasan, sehingga menghasilkan kemampuan serap dan kekuatan impak tinggi. Sebaliknya, kemampuan serap dan harga kekuatan impak turun pada spesimen (SRB dan

SRC) dikarenakan transformasi *ferrite* menjadi pearlit dan simentit dengan batas butir yang lebih besar.



(a)

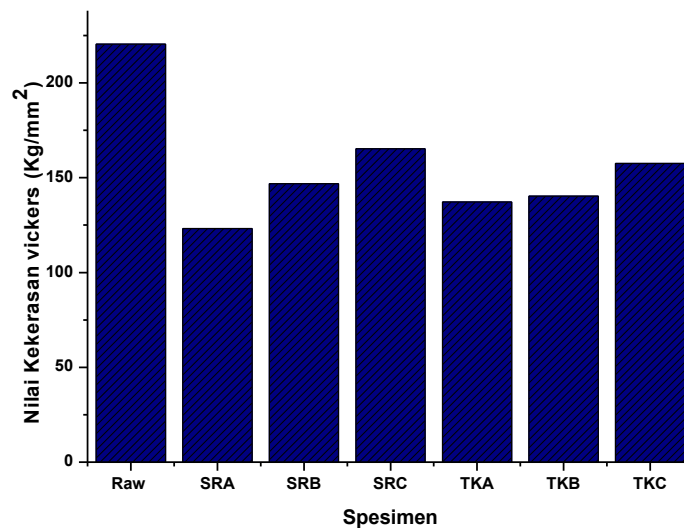


(b)

**Gambar 2.** a. Energi serap dari spesimen baja, b. Harga kekuatan dampak dari spesimen baja hasil proses perlakuan panas dan *tempering* setelah dilakukan pengujian dampak.

Lebih lanjut, Gambar 2a dan 2b juga menunjukkan bahwa secara umum, setelah dilakukan *tempering* pada suhu 200°C, nilai energi serap dan harga kekuatan dampak dari semua spesimen menurun; hal ini diduga terjadi karena austenit bertransformasi menjadi pearlit dan simentit dengan batas butir yang lebih lebar; sehingga kekuatan dan energi serap yang dihasilkan rendah. Selain itu, Muhamad [7] menyatakan bahwa pembentukan perubahan butir terjadi disebabkan oleh waktu penahanan. Pollack [8] juga melaporkan bahwa pemanasan baja pada suhu 800°C – 1200°C dan didinginkan sampai 600°C akan membentuk fasa pearlit (*alpha* + *cementit*). Sebagian fasa *gamma* terdistorsi menjadi fasa *alpha* jika

pendinginan dilakukan sampai batas kritis 738°C. Lebih lanjut, fasa ferrit bergabung di dalam perlit dan austenit bertransformasi menjadi karbida atau sementit ketika pendinginan dilakukan dibawah batas kritis.



**Gambar 3.** Nilai kekerasan dari spesimen baja setelah perlakuan panas dan *tempering*

Struktur yang dihasilkan ini bersifat rapuh dan getas; sehingga energi serap dan kekuatan baja menjadi rendah. Hasil ini juga yang menjawab alasan mengapa nilai kekuatan dan energi serap dari spesimen setelah dipanaskan menjadi rendah. Hasil ini juga telah dikonfirmasi dengan strukturmikro dari baja pada pembahasan berikutnya.

### 3.2 Analisa sifat kekerasan

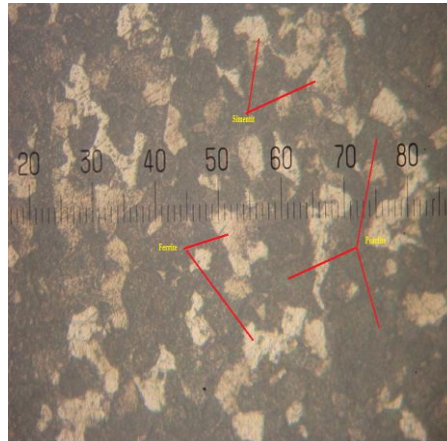
Gambar 3 memperlihatkan bahwa naiknya suhu pemanasan pada spesimen baja telah meningkatkan nilai rata-rata kekerasan dari baja. Spesimen SRC memiliki nilai kekerasan tertinggi (220,45 kg/mm<sup>2</sup>) daripada spesimen SRA dan SRB. Angka kekerasan ini juga lebih tinggi jika dibandingkan dengan angka kekerasan *Copperized-AISI 1006* (194,4 VHN) seperti yang telah dilaporkan oleh vicky et al.[4] dan Baja JIS SS 400 [9].

Gambar 3 juga menunjukkan bahwa setelah dilanjutkan *tempering* pada suhu 200°C, nilai kekerasan semua spesimen (TKA, TKB dan TKC) juga menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan. Peningkatan ini diduga terjadi karena terbentuknya karbida pada ferrit; sehingga menghasilkan nilai kekerasan cukup tinggi. Keberadaan struktur tersebut meningkatkan kekerasan pada baja. Namun kenaikan ini masih lebih rendah daripada nilai kekerasan *raw*; disebabkan dominasi dari struktur *pearlite* dan *ferrite*; sehingga baja *raw* memiliki kekerasan yang tinggi.

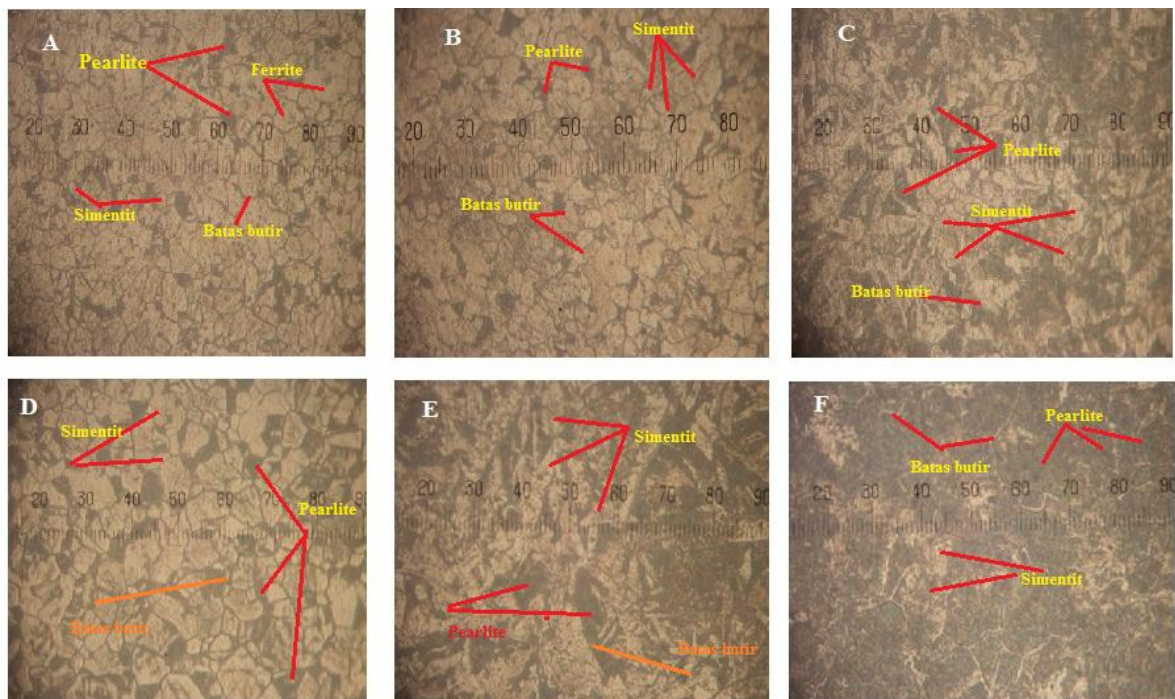
### 3.3. Analisa strukturmikro

Gambar 4 menggambarkan bahwa pada spesimen *raw*, terdapat dua struktur yang mendominasi yaitu *ferrite* dan *pearlite*. Tetapi secara visual, jumlah struktur *pearlite* lebih banyak daripada struktur *ferrite*. Keberadaan kedua struktur ini yang menyebabkan sifat baja ini keras dan kuat.

Gambar 5, memperlihatkan strukturmikro pada spesimen SRA, SRB dan SRC. Perubahan fasa terlihat jelas pada struktur pearlit dan sementit dengan batas butir yang menjadi lebih besar (lihat dalam Gambar 5a, 5b dan 5c), Lebih lanjut, perubahan struktur *ferrite* menjadi *pearlite* dan sementit dengan batas butir yang lebih besar ditemukan pada spesimen SRC (lihat



Gambar 4. Struktur mikro dari spesimen baja *raw*.



Gambar 5. Foto mikro a. SRA dan b. SRB dan c. SRC, d. TKA, e. TKB dan, f. TKC

Gambar 5c). Perubahan struktur terjadi dikarenakan kenaikan suhu pemanasan dan waktu pendinginan; maka sifat kekuatan dan kekerasan spesimen baja juga berubah.

Selanjutnya, efek *tempering* juga telah ditemukan pada struktur mikro dari spesimen baja. Gambar 5d menunjukkan adanya struktur *simentite*, *pearlite* dan *ferrite*, tetapi struktur *ferrite* lebih dominan daripada *pearlite* dengan batas butir yang lebih besar daripada spesimen SRA dan TKB.

Gambar 5e memperlihatkan adanya struktur *simentit* dan *pearlit*, dimana jumlah *simentit* lebih banyak daripada *pearlit* dengan batas butir yang lebih besar daripada spesimen SRB. Selanjutnya, spesimen TKC (lihat Gambar 5f) memperlihatkan adanya struktur *pearlite* dan *simentit*, dengan *pearlite* lebih dominan dan dengan batas butir yang lebih besar daripada spesimen TKA dan TKB.

#### 4. SIMPULAN

Analisa sifat-sifat dari baja AISI hasil proses perlakuan panas dan *tempering* telah dilakukan secara percobaan. Kenaikan suhu pemanasan dan perlakuan *tempering* telah menurunkan energi serap dan harga kekuatan impak dari baja. Sebaliknya, nilai kekerasan dari baja meningkat; tetapi nilai kekerasan tertinggi dimiliki oleh baja yang tidak diperlakukan panas; dikarenakan struktur *ferrite* dan *pearlite* yang jumlahnya lebih dominan dalam baja. Sedangkan, setelah dipanaskan perubahan struktur lebih dominan kearah simentit yang menunjukkan sifat dari baja yang kuat tapi getas. Perlu penelitian lebih lanjut tentang rekayasa logam menggunakan unsur kimia lain untuk meningkatkan kekuatan dan keuletan dari baja AISI 1006.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. H. Sari, *Perlakuan panas pada baja karbon rendah; Efek media pendinginan terhadap sifat mekanik dan struktur mikro*, Jurnal Teknik Mesin (JTM) Mercu Buana, Vol. 6, No. 4, 263–267, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2091>.
- [2] Canale, L. C. F, Vatauvuk, J, Totten, G. E., *Introduction to Steel Heat Treatment*. Elsevier Ltd, 2014.
- [3] A. S. Darmawan, I. D. K. Okariawan, N. H. Sari, *Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom*. Dinamika Teknik Mesin, Volume 5 (2), 66–71, 2015.
- [4] W. A. Vicky, Sutarsis, dan H, *Purwaningsih, Pengaruh Temperatur Solution Treatment dan Aging terhadap Fasa Dan Kekerasan Copperized-AISI 1006*. Jurnal Teknik ITS, Vol. 5, No. 2, 2016. ISSN 2337–3539 (2301–9271 Print).
- [5] L. Xinbo, Z. Fubao, F. Jianhua, Z. Zhiliang, *Research on the flow stress characteristics of AISI 1006 and AISI 5140 in the temperature range of warm forging by means of thermo-mechanical experiments*, Journal of Materials Processing Technology, 122 (1), 38–44, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0924-136\(02\)00031-6](https://doi.org/10.1016/S0924-136(02)00031-6).
- [6] Sari, N. H., *Material Teknik*, Edisi 1, Deepublish, Yogyakarta, 2018. ISBN. 978–602–453–671–8.
- [7] Muhamad, D., *Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil (Holding time) Terhadap Kekerasan Logam*, Tugas Akhir Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang, Semarang. 1999.
- [8] Pollack, H.W., *Materials Science and Metallurgy*, Edition 4, Prentice Hall, 1988. ISBN 10: 0835942872.
- [9] S. Askar, Sinarep, N. H. Sari, *Pengaruh Preheat dan Tempering Terhadap kekerasan dan Strukturmikro Hasil Pengelasan Baja JIS SS 400*. Dinamika Teknik Mesin, Volume 3 (1), 16-25, 2013. ISSN: 2088-088X.