



# JURNAL TEKNIK

TEKNIK INFORMATIKA - TEKNIK MESIN - TEKNIK SIPIL - TEKNIK ELEKTRO - TEKNIK INDUSTRI

ANALISA KELAYAKAN BISNIS STARONE DAN  
REKOMENDASI TEKNOLOGI ALTERNATIF  
Muhammad Imron

PENGARUH WAKTU DAN SUHU PADA  
KARBURISASI PADAT TERHADAP KEKERASAN  
RODA GIGI BAJA ST37 DENGAN MEDIA  
ARANG BATOK KELAPA DAN BARIUM  
KARBONAT  
Efrizal Arifin

OPTIMASI ALIRAN KOMPRESSOR PADA  
TURBIN GAS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA BIOMASS DENGAN  
KAPASITAS 20 MW  
Jamaludin

RANCANG BANGUN PERONTOK PADI MANUAL  
Ali Rosyidin & Ahmad Rokhani

HUBUNGAN ANTARA KEKERASAN MATERIAL  
DENGAN FREQUENSI PEMANASAN INDUKSI  
PADA BAJA ST60  
Fanni Fattah

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI  
PEMESANAN PELATIH OLAHRAGA BERBASIS  
WEB PADA PT. FIT AND HEALTH INDONESIA  
Sri Mulyati & Muhamad Ichsan

PERENCANAAN DAN ANALISIS BANGUNAN  
GEDUNG ENAM LANTAI MENGGUNAKAN  
SHEAR WALL DENGAN ETABS V.9.7.4  
Almufid & Saiful Haq

HUBUNGAN KUALITAS PELAYANAN DAN  
SISTEM PEMBAYARAN DENGAN KEPUASAN  
MAHASISWA DI INSTITUT SAINS DAN  
TEKNOLOGI AL-KAMAL  
Ateng Setiawan & Bambang Suhardi Waluyo

RANCANG BANGUN SISTEM PENDUKUNG  
KEPUTUSAN HASIL NILAI SISWA NAIK DAN  
TIDAK NAIK BERBASIS JAVA  
DI SDN SEPATAN II  
Rohmat Taufiq & Efrin Seprian Hadi

APLIKASI PENDETEKSI MANUSIA PADA  
TELEVISI BERBASIS MIKROKONTROLER  
ATMEGA8535  
Sumardi, Syamsul Bahri, & Chaerul Nurseha

PENGEMBANGAN PURWARUPA SISTEM  
PROTEKSI HYBRID KEASLIAN FAKTUR  
ELEKTRONIK (*E-INVOICE*) PADA E-BISNIS  
MENGGUNAKAN QR CODE,  
STEGANOGRAFI DAN KRIPTOGRAFI  
Dedy Alamsyah

PERANCANGAN APLIKASI *HUMAN  
RESOURCE INFORMATION SYSTEM (HRIS)*  
BERBASIS WEBSITE PADA  
PT. SUPER TATA RAYA STEEL  
Muhammad Jonni & Syepry Maulana Husain

RANCANG BANGUN ALAT PENGIRIS  
SERBAGUNA UMBI-UMBIAN  
Yafid Effendi & Agus Wahyudi

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang  
Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33, Cikokol Tangerang - Tlp. 021 - 51374916

	Jurnal Teknik	Vol. 5	No. 2	Hlm. 1-114	FT. UMT Desember 2016	ISSN 2302-8734
---	------------------	-----------	----------	---------------	--------------------------	-------------------

# JURNAL TEKNIK

Teknik Informatika ~ Teknik Mesin ~ Teknik Sipil  
Teknik Elektro ~ Teknik Industri



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH TANGERANG**

## **Pelindung:**

Dr. H. Achmad Badawi, S.Pd., SE., MM.  
(Rektor Universitas Muhammadiyah Tangerang)

## **Penanggung Jawab:**

Ir. Saiful Haq, M.Si.  
(Dekan Fakultas Teknik)

## **Pembina Redaksi:**

Rohmat Taufik, ST., M.Kom.  
Drs. H. Syamsul Bahri, MSi.  
Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT.

## **Pimpinan Redaksi:**

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT.

## **Redaktur Pelaksana:**

Yafid Efendi, ST, MT.

## **Editor Jurnal Teknik UMT:**

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT.

## **Dewan Redaksi:**

Hendra Harsanta, SPd., MT.  
Tri Widodo, ST., MT.  
Bambang Suhardi W, ST., MT.  
Almufid, ST., MT.  
Siti Abadiyah, ST., MT.  
M. Jonni, SKom., MKom.  
Syepri Maulana Husain, S.Kom., M.Kom.  
Lenni, ST., MT.

## **Kasubag:**

Ferry Hermawan, MM.

## **Kuangan:**

Elya Kumalasari, S.Ikom.

## **Setting & Lay Out:**

Muhlis, S.E.  
Saiful Alam, SE..

## **Mitra Bestari:**

Prof. Dr. Aris Gumilar  
Ir. Doddy Hermiyono, DEA.  
Ir. Bayu Purnomo  
Dr. Ir. Budiyanto, MT.

## **JURNAL TEKNIK**

### **Diterbitkan Oleh:**

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang

### **Alamat Redaksi:**

Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33, Cikokol Tangerang  
Tlp. (021) 51374916

Jurnal Teknik	Vol.	No.	Hlm.	UMT	ISSN
	5	2	1-114	Desember 2016	2302-8734

## DAFTAR ISI

- **ANALISA KELAYAKAN BISNIS STARONE DAN REKOMENDASI TEKNOLOGI ALTERNATIF – 1-10**  
Muhammad Imron
- **PENGARUH WAKTU DAN SUHU PADA KARBURISASI PADAT TERHADAP KEKERASAN RODA GIGI BAJA ST37 DENGAN MEDIA ARANG BATOK KELAPA DAN BARIUM KARBONAT – 11-14**  
Efrizal Arifin
- **OPTIMASI ALIRAN KOMPRESSOR PADA TURBIN GAS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASS DENGAN KAPASITAS 20 MW – 15-28**  
Jamaludin
- **RANCANG BANGUN PERONTOK PADI MANUAL – 29-34**  
*Ali Rosyidin & Ahmad Rokhani*
- **HUBUNGAN ANTARA KEKERASAN MATERIAL DENGAN FREKUENSI PEMANASAN INDUKSI PADA BAJA ST60 – 35-38**  
*Fanni Fattah*
- **RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PEMESANAN PELATIH OLAHRAGA BERBASIS WEB PADA PT. FIT AND HEALTH INDONESIA – 39-44**  
*Sri Mulyati & Muhamad Ichsan*
- **PERENCANAAN DAN ANALISIS BANGUNAN GEDUNG ENAM LANTAI MENGGUNAKAN SHEAR WALL DENGAN ETABS V.9.7.4 – 45-51**  
*Almufid & Saiful Haq*
- **HUBUNGAN KUALITAS PELAYANAN DAN SISTEM PEMBAYARAN DENGAN KEPUASAN MAHASISWA DI INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI AL-KAMAL – 52-66**  
*Ateng Setiawan, Bambang Suhardi Waluyo*
- **RANCANG BANGUN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN HASIL NILAI SISWA NAIK DAN TIDAK NAIK BERBASIS JAVA DI SDN SEPATAN II – 67-73**  
*Rohmat Taufiq & Efrin Seprian Hadi*
- **APLIKASI PENDETEKSI MANUSIA PADA TELEVISI BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535 – 74-82**  
*Sumardi, Syamsul Bahri, & Chaerul Nurseha*
- **PENGEMBANGAN PURWARUPA SISTEM PROTEKSI HYBRID KEASLIAN FAKTUR ELEKTRONIK (E-INVOICE) PADA E-BISNIS MENGGUNAKAN QR CODE, STEGANOGRAFI DAN KRIPTOGRAFI – 83-101**  
*Dedy Alamsyah*
- **PERANCANGAN APLIKASI HUMAN RESOURCE INFORMATION SYSTEM (HRIS) BERBASIS WEBSITE PADA PT. SUPER TATA RAYA STEEL – 102-108**  
*Muhammad Jonni & Syepri Maulana Husain*
- **RANCANG BANGUN ALAT PENGIRIS SERBAGUNA UMBI-UMBIAN – 109-114**  
*Yafid Effendi & Agus Wahyudi*



**Sambutan Dekan  
Fakultas Teknik**  
Universitas Muhammadiyah Tangerang

Puji Syukur kehadirat Allah Swt. karena berkat karunia dan ijin-Nyalah Tim penyusun Jurnal Teknik Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang dapat menyelesaikan tugasnya tepat sesuai dengan waktu ditetapkan.

Saya menyambut baik diterbitkannya Jurnal Teknik Vol. 5 No. 2, Desember 2016, terbitnya jurnal ini, merupakan respon atas terbitnya Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi; Surat Dirjen Dikti Nomor 2050/E/T/2011 tentang kebijakan unggah karya ilmiah dan jurnal; Surat Edaran Dirjen Dikti Nomor 152/E/T/2012 tertanggal 27 Januari 2012 perihal publikasi karya ilmiah yang antara lain menyebutkan untuk lulusan program sarjana terhitung mulai kelulusan setelah 2012 harus menghasilkan makalah yang terbit pada jurnal ilmiah.

Terbitnya Jurnal ini juga diharapkan dapat mendukung komitmen dalam menunjang peningkatan kemampuan para dosen dan mahasiswa dalam menyusun karya ilmiah yang dilandasi oleh kejujuran dan etika akademik. Perhatian sangat tinggi yang telah diberikan rektor Universitas Muhammadiyah Tangerang khususnya mengenai *plagiarism* dan cara menghindarinya, diharapkan mampu memacu semangat dan motivasi para pengelola jurnal, para dosen dan mahasiswa dalam menyusun karya ilmiah yang semakin berkualitas.

Saya mengucapkan banyak terimakasih kepada para penulis, para pembahas yang memungkinkan jurnal ini dapat diterbitkan, dengan harapan dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin dalam peningkatan kualitas karya ilmiah.

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Tangerang,

**Ir. Saiful Haq, M.Si.**



**Pengantar Redaksi**  
**Jurnal Teknik**  
Universitas Muhammadiyah Tangerang

Puji dan Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadapan Allah Swt. atas karunia dan lindungan-Nya sehingga Jurnal Teknik Vol. 5 No. 2 Bulan Desember 2016 dapat diterbitkan.

Menghasilkan karya ilmiah merupakan sebuah tuntutan perguruan tinggi di seluruh dunia. Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu darma pendidikan, darma penelitian, dan darma pengabdian kepada masyarakat mendorong lahirnya dinamika intelektual diantaranya menghasilkan karya-karya ilmiah. Penerbitan Jurnal Teknik ini dimaksudkan sebagai media dokumentasi dan informasi ilmiah yang sekiranya dapat membantu para dosen, staf dan mahasiswa dalam menginformasikan atau mempublikasikan hasil penelitian, opini, tulisan dan kajian ilmiah lainnya kepada berbagai komunitas ilmiah.

Buku Jurnal yang sedang Anda pegang ini menerbitkan 13 artikel yang mencakup bidang teknik sebagaimana yang tertulis dalam daftar isi dan terdokumentasi nama dan judul-judul artikel dalam kulit cover Jurnal Teknik Vol. 5 No. 2 Bulan Desember 2016 dengan jumlah halaman 1-114 halaman.

Jurnal Teknik ini tentu masih banyak kekurangan dan masih jauh dari harapan, namun demikian tim redaksi berusaha untuk ke depannya menjadi lebih baik dengan dukungan kontribusi dari semua pihak. Harapan Jurnal Teknik akan berkembang menjadi media komunikasi intelektual yang berkualitas, aktual dan faktual sesuai dengan dinamika di lingkungan Universitas Muhammadiyah Tangerang.

Tak lupa pada kesempatan ini kami mengundang pembaca untuk mengirimkan naskah ringkasan penelitiannya ke redaksi kami. Kami sangat berterimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penerbitan Jurnal Teknik ini semoga buku yang sedang Anda baca ini dapat bermanfaat.

Pimpinan Redaksi Jurnal Teknik  
Universitas Muhammadiyah Tangerang,

**Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT.**

# HUBUNGAN ANTARA KEKERASAN MATERIAL DENGAN FREKUENSI PEMANASAN INDUKSI PADA BAJA ST60

**Fanni Fattah**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Tangerang  
Jalan Perintis Kemerdekaan I No.33, Cikokol, Kota Tangerang  
e-mail: *vanfattah@gmail.com*

## ABSTRAK

Pemanas induksi adalah salah satu alat yang berfungsi untuk pengerasan permukaan logam. Pada umumnya untuk memperoleh kekerasan permukaan logam dapat dilakukan dengan proses *heat treatment*. Pada sejumlah UKM di Indonesia untuk meningkatkan kekerasan permukaan logam menggunakan *carburizing*, namun karena proses *carburizing* menggunakan *furnace* sehingga seluruh bagian dari bahan tersebut terkena pemanasan, akibatnya pengerasan yang terjadi tidak hanya pada permukaannya tetapi pada seluruh bagian logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi terhadap tebal pengerasan agar nantinya bisa mengatur tebal pengerasan sesuai yang diinginkan. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan variasi frekuensi 62,5 KHz dan 58,25 KHz saat pemanasan. Hasilnya pada frekuensi 62,5 KHz terjadi pengerasan sampai ketebalan 5 mm sedangkan pada frekuensi 58,25 KHz terjadi pengerasan sampai ketebalan 7 mm.

**Kata Kunci:** pemanas induksi, frekuensi, pengerasan permukaan, tebal pengerasan.

## 1. PENDAHULUAN

Perlakuan panas atau *heat treatment* dapat didefinisikan sebagai kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan terhadap logam atau paduannya dalam keadaan padat dalam waktu tertentu. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh sifat yang diinginkan dengan merubah struktur mikronya, [Wibowo, 2006].

Dasar-dasar proses perlakuan panas melibatkan transformasi dan dekomposisi *austenite*. Langkah pertama dalam proses perlakuan panas pada baja adalah melakukan pemanasan sampai temperatur tertentu atau diatas temperatur kritis untuk membentuk fase *austenite*. Kemudian dilakukan penahanan waktu agar *austenite* dapat lebih homogen baru setelah itu baru dilakukan pendinginan. Proses pendinginan dilakukan dengan cermat agar benda kerja tidak mengalami cacat retak setelah dilakukan proses ini [Kuswanto, 2010]. Pada baja ST-60 pada suhu 780°C sudah memasuki fase *austenite* [Bramfitt, 2004].

Prinsip pengerasan induksi yaitu ketika sebuah kumparan yang dialiri arus bolak-balik berada disekitar bahan konduktif, maka keduanya akan dihubungkan oleh medan

magnet bolak-balik. Medan magnet ini akan menginduksikan arus listrik bolak-balik yang disebut arus *eddy*, yang mengalir pada permukaan bahan konduktif dan kemudian akan memanaskan bahan konduktif tersebut. Selain itu ada beberapa faktor lain yang ikut berpengaruh pada proses pemanasan, yaitu rugi-rugi hysteresis dan efek kulit.

Pada pemanas induksi, semakin tinggi frekuensi yang diterapkan pada konduktor, maka semakin besar arus yang mengalir pada permukaan konduktor. Kedalaman kulit ( $\delta$ ) berbanding terbalik dengan frekuensi ( $f$ ). Kedalaman kulit ini menyebabkan energi panas yang dikonversi dari energi listrik terpusat pada permukaan material, sehingga permukaan material lebih cepat panas dibandingkan pusatnya [Prasetyo, 2012].

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi \mu f}} \quad (1)$$

Pada sejumlah UKM di Indonesia untuk meningkatkan kekerasan permukaan logam menggunakan *carburizing*, namun karena proses *carburizing* menggunakan *furnace* se-

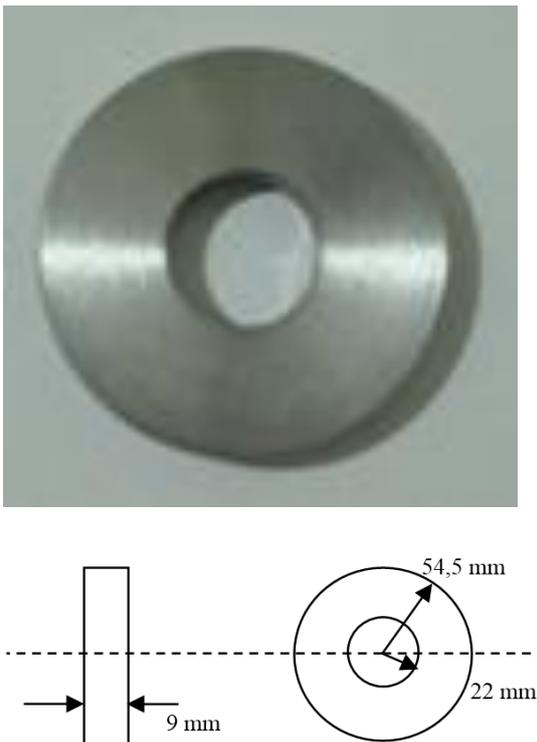
hingga seluruh bagian dari bahan tersebut terkena pemanasan, akibatnya pengerasan yang terjadi tidak hanya pada permukaannya tetapi pada seluruh bagian logam. Padahal di luar negeri hampir semua produsen sudah memakai pemanas induksi untuk melakukan pengerasan permukaan sehingga hasilnya maksimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari frekuensi pemanasan induksi terhadap kedalaman pengerasan pada material sehingga nantinya dapat memperoleh kedalaman permukaan sesuai yang diinginkan dengan melakukan variasi frekuensi. Harapannya juga dapat digunakan UKM agar hasil pengerasan sesuai dengan yang diinginkan.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Material Benda Uji

Material yang digunakan adalah baja ST-60. Gambar benda uji dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Material benda uji.

### 2.2. Peralatan Pengujian

Dalam penelitian ini, peralatan utama yang digunakan adalah sebuah pemanas induksi yang secara umum terdiri dari *inverter*, trafo, serta pompa untuk mengalirkan air sebagai pendinginnya. Pada Gambar 2.2 menunjukkan pemanas induksi yang digunakan dalam penelitian ini. Sebagai pengukur temperatur digunakan termometer inframe-

rah. Untuk memberikan perbedaan frekuensi pada kedua spesimen digunakan koil dengan jumlah lilitan yang berbeda, yaitu dua lilitan dan tiga lilitan. Multimeter digunakan untuk mengukur frekuensi yang terjadi pada saat pemanasan. Pengukuran kekerasan didapatkan dengan menggunakan alat Rockwell Hardness Tester.



Gambar 2.2. Alat pemanas induksi.

### 2.3. Prosedur Pengujian

Pengujian ini diawali dengan pembuatan spesimen yang sesuai dengan dimensi yang diinginkan. Dalam pembuatan spesimen ini dilakukan dengan mesin bubut. Setelah itu langkah berikutnya adalah dengan membuat koil yang akan digunakan dengan beberapa variasi, yaitu dengan dua lilitan dan tiga lilitan. Kemudian pemasangan pemanas induksi, termometer inframerah dan multimeter untuk memulai pengujian.

Pada tahap pengujian, material ST-60 diletakkan ditengah-tengah koil pemanas. Langkah selanjutnya adalah dengan menghidupkan pompa air agar pendingin dapat disirkulasikan. Setelah itu menghidupkan inverter dan mengatur waktu pemanasan selama 15 detik agar temperatur dapat mencapai lebih dari 780°C. Setelah 15 detik, material dicelupkan dalam media air. Kemudian mengganti dengan koil yang mempunyai jumlah lilitan yang berbeda untuk mendapatkan frekuensi yang berbeda. Langkah selanjutnya mengulangi kembali langkah tersebut dengan koil yang berbeda.

Setelah mendapatkan dua spesimen yang dilakukan pemanasan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran kekerasan. Agar pengujian lebih mudah, material spesimen dipotong dengan ukuran yang lebih kecil kemudian dilakukan proses *polishing* untuk kemudian dilakukan uji kekerasan dengan alat *Rockwell Hardness Tester*.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah dilakukan pemanasan dengan variasi frekuensi dan dilanjutkan dengan proses *quenching*, perubahan dari material dapat dilihat dari Gambar 3.1 berikut ini.



(a) 62,5 KHz

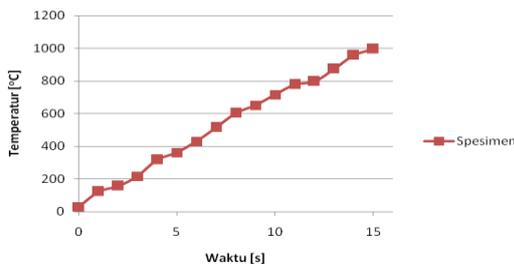


(b) 58,25 KHz

Gambar 3.1. Material setelah pemanasan.

**3.1. Temperatur Pemanasan**

Pemanasan yang dilakukan selama 15 detik, dari waktu tersebut temperatur yang dicapai di bagian tepi dari spesimen sudah melebihi temperatur *austenite* yaitu 780°C. Gambar 3.2 menunjukkan grafik kenaikan temperatur selama 15 detik.



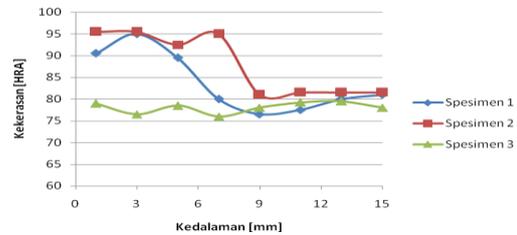
Gambar 3.2. Grafik kenaikan temperatur.

**3.2. Uji Kekerasan**

Nilai kekerasan dihitung dari sisi paling luar spesimen. Hasil dari uji kekerasan dari tiga spesimen ditunjukkan dalam Tabel 3.1 sedangkan gambar grafiknya ditunjukkan oleh Gambar 3.2.

Tabel 3.1. Hasil pengukuran uji kekerasan pada spesimen

No	Spesimen 1 (62,5 KHz)		Spesimen 2 (58,25 KHz)		Spesimen 3 (Tanpa pemanasan)	
	Jarak (mm)	Kekerasan (HRA)	Jarak (mm)	Kekerasan (HRA)	Jarak (mm)	Kekerasan (HRA)
1	1	90.5	1	95.5	1	79
2	3	95	3	95.5	3	76.5
3	5	89.5	5	92.5	5	78.5
4	7	80	7	95	7	76
5	9	76.5	9	81	9	78
6	11	77.5	11	81.5	11	79.25
7	13	80	13	81.5	13	79.5
8	15	81	15	81.5	15	78



Gambar 3.3. Grafik hasil uji kekerasan pada spesimen.

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat perbedaan kekerasan yang terjadi antara spesimen yang dilakukan pemanasan dengan frekuensi 62,5 KHz mempunyai kedalaman kekerasan permukaan yang lebih tipis dibandingkan dengan pemanasan yang menggunakan frekuensi 58,25 KHz. Pada pemanasan dengan frekuensi 62,5 KHz, penurunan kekerasan yang drastis terjadi antara kedalaman 5 mm ke 7 mm. Sedangkan pada pemanasan dengan frekuensi 58,25 KHz, penurunan kekerasan yang drastis terjadi antara kedalaman 7 mm ke 9 mm. Pada spesimen yang tanpa pengerasan, nilai kekerasan disemua titik hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan pengerasan pada frekuensi 62,5 KHz lebih tipis dibandingkan dengan ketebalan pengerasan pada frekuensi 58,25 KHz.

**4. Kesimpulan**

Dari penelitian pengaruh frekuensi pemanasan induksi terhadap pengerasan ini dapat disimpulkan bahwa dengan pemanasan selama 15 detik material sudah melebihi temperatur *austenite* yaitu 780°C. Tebal kekerasan pada frekuensi 62,5 KHz terjadi sampai ketebalan 5 mm sedangkan pada frekuensi 58,25 KHz terjadi sampai ketebalan 7mm.

**Notasi**

- $\delta$  kedalaman kulit [m]
- $\mu$  permeabilitas [H/m]
- $\rho$  resistivitas [Ohm/m]
- $f$  frekuensi [Hz]

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bramfitt, B.L and S.J. Lawrence, 2004. *Metallography and Microstructures of Carbon and Low-Alloy Steels*, Metallography and Microstructures, Vol. 9, ASM International, P. 608-626.
- Kuswanto, B. 2010. *Pengaruh Perbedaan Ukuran Butir Arang Tempurung Kelapa-Barium Karbonet terhadap Peningkatan Kekerasan Permukaan Material Baja ST-37 dengan Proses Pack Carburizing*, Master Thesis, Universitas Diponegoro.
- Prasetyo, D.I. 2012. *Perancangan Alat Pemanas Induksi untuk Steering Gear Traktor Tangan*, Laporan Tugas Akhir, Universitas Diponegoro.
- Wibowo B. T. 2006. *Pengaruh Temper dengan Quenching Media Pnedingin Oli Mesran SAE 40 Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis baja ST-60*, Laporan Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang.