

PENERAPAN PERLAKUAN PANAS *QUENCHING-TEMPERING* DENGAN VARIASI SUHU PADA MATERIAL *MARINE* PLAT BKI GRADE A DI LAMBUNG KAPAL NIAGA

Angga Adi Pranata

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: anggapranata@mhs.unesa.ac.id

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak

Marine plat merupakan material konstruksi lambung kapal niaga, karena lambung berfungsi untuk menopang beban dari muatan kapal dan juga menerima beban berupa gelombang dari laut, dibutuhkan ketangguhan yang tinggi supaya tidak terjadi defleksi dan kebocoran pada lambung kapal. Dalam penelitian ini perlakuan panas *Quenching-Tempering* diberikan pada *marine* plat BKI grade A yang didapat dari PT. Dok dan Perkapalan Surabaya. Untuk mendapatkan ketangguhan yang tinggi, material di *austenisasi* pada temperatur 900°C selama 15 menit lalu diikuti dengan *Quenching* menggunakan media air. *Tempering* di lakukan pada temperatur 150°C , 200°C dan 250°C selama 20 menit dengan media pendingin udara. Dilakukan pengujian *impact* dengan metode *Charpy* untuk mengetahui ketangguhan pada material *marine* plat BKI grade A sebelum dan sesudah diberi perlakuan panas *Quenching-Tempering*. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan energi *impact* pada kondisi normal sebesar 189.76 J dengan kondisi patah campuran, sementara untuk hasil uji *impact* tertinggi pada variasi suhu 250°C dengan nilai sebesar 255.71 J dengan kondisi patahan *fibrous fractur* (ulet).

Kata Kunci: *Quenching*, *Tempering*, Uji *Impact*

Abstract

Marine plate is a commercial ship hull construction material, because the hull serves to support the load from the ship's cargo and also receives loads in the form of waves from the sea, which requires high toughness so that there is no deflection and leakage on the hull. In this study *Quenching-Tempering* heat treatment was given to *marine grade BKI plate* obtained from PT. Surabaya Doc and Shipping. To get high toughness, material in *austenization* at 900°C for 15 minutes then followed by *Quenching* using water media. *Tempering* was carried out at temperatures of 150°C , 200°C and 250°C for 20 minutes with air conditioning media. Tested *Impact* with *Charpy* method was carried out to determine the toughness of *marine material of BKI grade A plate* before and after being given *Quenching-Tempering* heat treatment. From the results of the tests obtained *impact energy* in normal conditions at 189.76 J with mixed fracture conditions, while for the highest *impact test* results at a temperature variation of 250°C with a value of 255.71 J with ductile fault conditions.

Keywords: *Quenching*, *Tempering*, *impact test*

PENDAHULUAN

Di era modern seperti saat ini logam sangat berperan penting bagi manusia karena penggunaannya di bidang industri karena karakteristiknya yang menguntungkan. Logam digunakan karena mempunyai sifat yang keras, kuat, ulet dan mempunyai titik cair tinggi. Oleh sebab itu logam terbagi menjadi beberapa macam. Salah satu logam yang sering di gunakan dalam industri adalah baja. Baja merupakan bahan yang baik untuk sebuah konstruksi. Dalam dunia konstruksi, baja biasa dipakai sebagai bahan konstruksi jalan, rel kereta api, dan banyak infrastruktur bangunan. Ketahanan (*daktilitas*) baja yang lebih tinggi dari besi karena dicampur karbon dan bahan-bahan lainnya mengakibatkan baja mampu memenuhi fungsinya sebagai komponen struktur bangunan. Karena sifat baja yang kuat dan mudah di bentuk baja menggantikan material lain yang rapuh seperti kayu dan lain sebagainya. Baja karbon salah satu baja yang sering di

gunakan dalam dunia konstruksi. Baja karbon terdiri dari unsur besi dan carbon tanpa ada unsur yang lain. Menurut kadar prosentasi carbonnya baja karbon terbagi menjadi 3 (tiga) yaitu baja karbon tinggi, sedang, dan rendah. Dari ke 3 (tiga) klasifikasi tersebut baja memiliki kekuatan, kekerasan, dan keuletan yang berbeda. *Marine* plat merupakan plat yang digunakan dalam konstruksi pembuatan kapal. Karena *marine* plat salah satu baja karbon rendah dan mempunyai unsur lain untuk menahan laju korosi dan meningkatkan kualitas plat. *Marine* plat di bagi menjadi 5 (lima) *grade* menurut klasifikasi dalam konstruksi kapal yaitu *marine* plat *grade A, B, C, D* dan *E*. dan pada pembuatan kapal baru menggunakan *marine* plat BKI *grade A* karena mempunyai kualitas yang baik di banding *marine* plat *grade* yang lainnya. Lambung kapal bagian terpenting dari sebuah kapal yang memberi daya apung untuk mencegah kapal dari tenggelam. Selain itu lambung kapal berfungsi untuk menopang beban dari

muatan kapal dan juga menerima beban berupa hantaman gelombang dari laut. Oleh sebab itu pemilihan material pada lambung kapal harus memiliki ketangguhan dan kekerasan yang baik. Pada konstruksi kapal terutama pada bagian lambung sudah di desain sebaik mungkin dan menggunakan material yang baik dan sesuai standar sebab pada bagian ini menjadi bagian utama sebuah kapal. Tapi semua itu tidak luput dari kelalian dan kesalahan yang masih mengakibatkan banyak kecelakaan laut contohnya pada (KM) jabal nur yang tenggelam di perairan selat bali saat akan melakukan perjalanan ke buleleng bali. Lambung kapal terhantam ombak besar karena cuaca buruk mengakibatkan lambung pecah dan kapal tenggelam. Situbondo, Kamis(9/10/2014). Oleh karna itu untuk mengurangi perubahan bentuk pada saat pengerjaan atau setelah dikerjakan suatu konstruksi yang bisa merubah sifat-sifat bahan dan tegangan-tegangan sisa perlunya perlakuan panas. Perlakuan panas disini menggunakan aplikasi *quenching-tempering* digunakan untuk meningkatkan ketangguhan material sesuai yang di harapkan. Beberapa penelitian terkait mengenai *Quenching-Tempering heat treatment* pada baja antara lain dilakukan oleh Gunawan Setia (2004) meneliti tentang Pengaruh perlakuan panas (Quenching dan Tempering) terhadap keausan dan ketangguhan *impact* pada baja Stavax (Aisi 420) untuk keperluan cetakan plastik PVC dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan suhu *temper* dari 150°C sampai 250°C menyebabkan keausan dan ketangguhan *impact* naik, sedangkan kenaikan suhu dari 250°C sampai 500°C menyebabkan keausan dan ketangguhan *impact* menurun. Irfan Arfa'i (2013) meneliti tentang Pengaruh Variasi Suhu *Temper* dengan *Quench Media Pendingin Oli SAE 20W-50 Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja St 60* dengan hasil terdapat perbedaan nilai kekerasan dan ketangguhan pada baja St 60 antara sebelum dan setelah mengalami proses *quenching-tempering* dengan variasi temperatur sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur pada proses *temper* dengan *quench media pendingin oli SAE 20W-50* berpengaruh terhadap kekerasan dan ketangguhan baja St 60. Kekerasan dan ketangguhan baja akan menurun seiring bertambahnya temperatur. Ridha, Wildania (2017) meneliti tentang Pengaruh Waktu Tempering Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Pisau Dapur Berbahan Baja Bekas Pegas-Daun dengan hasil semakin lama waktu tempering maka kekerasan semakin turun, tetapi *impact strength* semakin naik. Struktur mikro pisau dapur hasil *tempering* yaitu tempered *martensite* dan *lower bainite*. Waktu *tempering* ideal yaitu 0,5 jam dan 1 jam. Berdasarkan uraian diatas, penulis termotivasi untuk melakukan penelitian tentang "Penerapan Perlakuan Panas *Quenching-Tempering* Dengan Variasi Suhu Pada Material *Marine Plat BKI Grade A Di Lambung Kapal Niaga*", sehingga dari penelitian ini diperoleh data-data ketangguhan material setelah di lakukan perlakuan *quenching-tempering*.

METODE

Jenis Penelitian

penelitian eksperiment. Menurut Hadi (1985) "Penelitian eksperiment adalah penilitian yang di lakukan akibat yang

ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti.

Tempat dan Waktu Penelitian

• Tempat Penelitian

- Penelitian dilaksanakan di tiga tempat, yaitu untuk proses *quenching-tempering* di laboratorium pelapisan jurusan teknik mesin Universitas Negeri Surabaya, pengujian *impact* di laboratorium pengujian bahan Universitas Brawijaya Malang, dan survey lapangan di PT. Dok dan perkapalan Surabaya.

• Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan, mulai bulan November 2017 sampai dengan bulan April 2018.

Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *marine plat BKI grade A* bahan lambung kapal niaga yang belum di beri perlakuan *panas quenching-tempering* dan sudah di beri perlakuan *panas quenching-tempering*. Lambung kapal merupakan bagian yang memberikan daya apung dan menopang beban kapal saat berlayar.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

• Variabel Bebas

Dalam penelitian ini variabel bebasnya yaitu variasi suhu *tempering* 150°C, 200°C, 250°C terhadap ketangguhan *Marine plat BKI grade*.

• Variable terikat

Dalam penelitian ini variabel terikatnya tingkat ketangguhan setelah mendapatkan proses perlakuan *panas quenching-tempering* dengan variasi suhu

• Variabel Kontrol

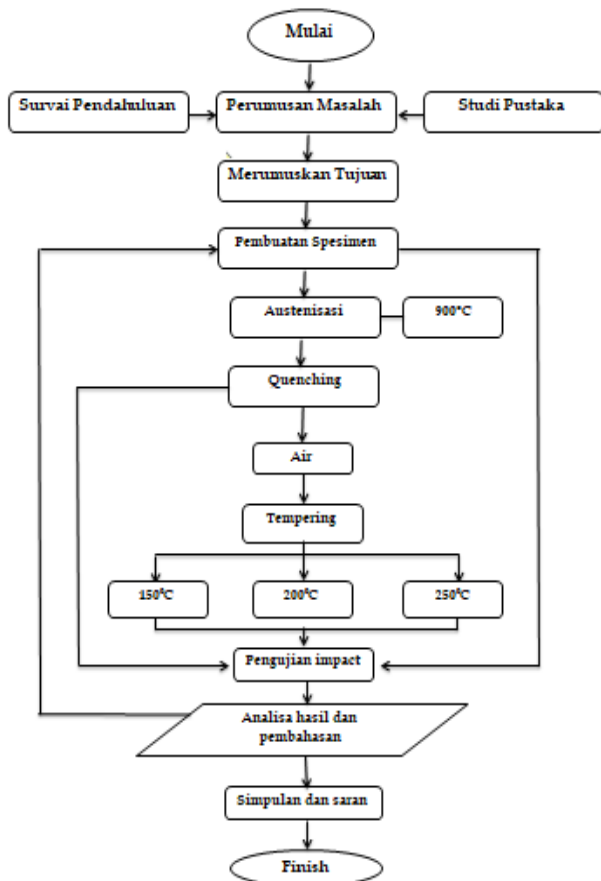
- Material yang digunakan *Marine plat BKI grade A* dengan komposisi bahan seperti berikut

Tabel 2 Komposisi Material

Peralatan									
OES Foundary Mater Pro SN.121064600004						Jangka Sorong Mitotoyo 300 mm Digital SN 1781			
Data Pengujian									
No	Koposisi %								
1	Unsur	Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
	Nilai	98.61	0.1	0.03	0.92	0.01	0.00	0.01	0.00
			066	47	91	56	772	58	314
	Unsur	Ni	Al	Co	Cu	Nb	Ti	V	W
	Nilai	0.005	0.0	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00
		74	657	12	28	05	597	49	1
	Unsur	Pb	Sn	B	Ca	Zr	Zn	Bi	As
	Nilai	0.001	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			005	066	067	885	55	42	491
	Unsur	N	Se	Sb	Ta				
	Nilai	0.031	0.0	0.07	0.00				
		5	095	51	4				

- Temperatur pada proses *austenisasi* 900°C
- Waktu tahan pada proses *austenisasi* 15 menit
- Waktu tahan pada proses *tempering* yaitu 20 menit
- Pendinginan saat proses *Quenching-tempering* menggunakan air dan udara

Rencana Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

- Instrumen Penelitian
 - Amplas, *stopwatch*, jangka sorong, penggaris siku, busur, alat uji *impact*
- Tahap Pengumpulan Data
 - Tahap pemotongan spesimen uji
Langkah pertama dalam memulai pengujian adalah pemotongan spesimen uji sesuai dengan standart ASTM E23 pada uji *impact charpy* sebanyak 15 spesimen adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Spesimen uji *impact*

- Tahap proses *quenching* suhu 900°C
Tahapan selanjutnya spesimen uji diberi perlakuan panas *quenching* yaitu spesimen uji dimasukan pada furnace pemanas dengan suhu austenitasi 900°C di *holding time* selama 15 menit..



Gambar 3. Proses *quenching*

Setelah spesimen di *quenching* didinginkan menggunakan pendinginan penyelupan kedalam air.



Gambar 4. Pendinginan air

- Tahap *quenching-tempering*

Pada tahap *quenching-tempering* spesimen yang telah di *quenching* dipanaskan kembali dengan varisasi suhu *tempering* yaitu 150°C, 200°C, dan 250°C dan di *holding time* selama 20 menit spesimen yang sudah di *tempering* di dinginkan dengan udara.



Gambar 5. Proses *tempering*

- Tahapan pengujian *impact charpy*

Tahapan selanjutnya setelah spesimen di *quenching-tempering* dilakukan pengujian *impact* sebanyak lima kali yaitu pengujian pertama pada spesimen normal, pada spesimen *quenching*, pada spesimen QT-150°C, QT-200°C, QT-250°C.



Gambar 5. Pengujian *impact charpy*

Teknik Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoden *kuantitatif diskriptif*. Metode *deskriptif*

yaitu dengan menggambarkan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai realita yang diperoleh dimasukkan dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk tabel grafik selanjutnya mendiskripsikan data tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan diinterpretasikan, sehingga pada intinya sebagai upaya untuk memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji *impact charpy*

Pengujian *impact* metode *Charpy* dilakukan beberapa tahapan pertama dilakukan pada spesimen yang belum di beri perlakuan panas *Quenching-Tempering*. Pengujian *impact* ke dua dilakukan pada spesimen yang sudah diberi perlakuan panas *Quenching* tanpa *temper* dengan media pendingin air. Pengujian *impact* ke tiga dilakukan pada spesimen yang sudah di beri perlakuan panas *Quenching-Tempering* dengan variasi suhu *temper* 150°C, 200°C, 250°C. Data yang dihasilkan dari pengujian *impact* yaitu berupa energi yang dapat diserap suatu material tersebut. Pengujian *impact* merupakan respon terhadap beban kejut atau beban tiba-tiba (beban *impact*). Data hasil pengujian *impact* disajikan dalam tabel 3

Tabel 3. Hasil Pengujian *Impact*

Perlakuan Panas	Energi Impact (Joule)			Rata-Rata	Harga Impact (J/mm ²)
Tanpa Perlakuan	187,37	190,57	191,36	189,76	1,89
Tanpa Tempering	185,31	183,63	181,23	183,39	1,83
QT-150°C	241,24	240,31	247,63	243,06	2,43
QT-200°C	251,40	250,19	248,66	250,08	2,50
QT-250°C	254,11	257,82	255,21	255,71	2,55

Dari tabel diatas menjelaskan hasil pengujian *impact* material yang berbeda-beda. pada kondisi tanpa perlakuan didapatkan energi *impact* tertinggi sebesar 191,36J dan energi *impact* terendah sebesar 187,37J dengan rata-rata energi *impact* sebesar 189,76J. Pada kondisi tanpa *tempering* didapatkan energi *impact* tertinggi sebesar 185,31J dan energi *impact* terendah sebesar 181,23J dengan rata-rata energi *impact* sebesar 183,39J. pada kondisi QT-1500C didapatkan energi *impact* tertinggi sebesar 247,63J dan energi *impact* terendah sebesar 240,31J dengan rata-rata energi *impact* sebesar 243,06J. Pada kondisi QT-2000C didapatkan energi *impact* tertinggi sebesar 251,40J dan energi *impact* terendah sebesar 248,66J dengan rata-rata energi *impact* sebesar 250,08J. Pada kondisi QT-2500C didapatkan energi *impact* tertinggi sebesar 257,82J dan energi *impact* terendah sebesar 254,11J dengan rata-rata energi *impact* sebesar 255,71J.

Foto Hasil Uji Spesimen Tanpa Perlakuan

- Pada spesimen tanpa perlakuan mengalami patahan campuran karena terlihat berserat dan mengkilat.



Gambar 7. Tanpa Perlakuan

Foto Hasil Uji Spesimen Tanpa Tempering

- Pada spesimen tanpa *tempering* mengalami patahan granular (getas) karena patahan datar tidak berserat dan memberikan cahaya pantul (mengkilat)



Gambar 8. Tanpa Tempering

Foto Hasil Uji Spesimen QT-150°C

- Pada spesimen QT-150°C mengalami *patahan fibrous fracture* (ulet) getas karena permukaan patahan berserat yang berbentuk dimpel dan mengkilat



Gambar 9. QT-150°C

Foto Hasil Uji Spesimen QT-200°C

- Pada spesimen QT-200°C mengalami *patahan fibrous fracture* (ulet) karena permukaan patahan berserat yang berbentuk dimpel



Gambar 10. QT-200°C

Foto Hasil Uji Spesimen QT-250°C

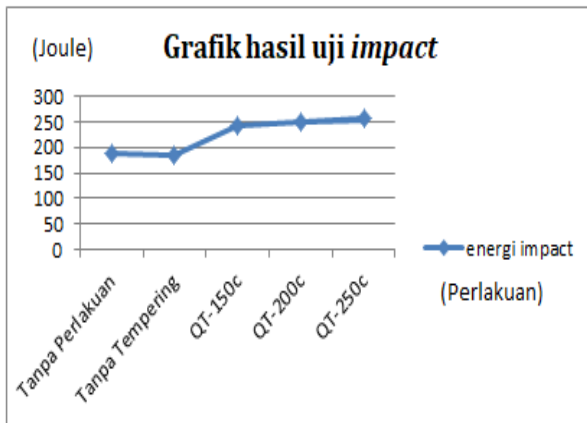
- Pada spesimen QT-250°C mengalami *patahan fibrous fracture* (ulet) karena permukaan patahan berserat yang

berbentuk dimpel dan permukaan buram pada spesimen ini mengalami penyerapan energi *impact* terbesar



Gambar 11. QT-250°C

Grafik Hasil Uji *Impact*



Gambar 12. Grafik Hasil Uji *Impact*

Dapat kita lihat hasil pengaruh perlakuan *Quenching-Tempering* pada material *marine* plat BKI grade A terhadap hasil pengujian *impact*. Hasil di atas terdapat kenaikan nilai *impact* pada perlakuan *quenching-tempering* dari kondisi normal sampai *quenching-tempering*. Pada kondisi normal didapatkan energi *impact* 189,76 J, tanpa *tempering* 183,39 J, QT-150°C sebesar 243,06 J, QT-200°C sebesar 250,08 J, QT-250°C sebesar 255,71 J.

Pembahasan

Pada perlakuan *quenching* tanpa *tempering* data yang di hasilkan menurun dari kondisi material normal hal tersebut terjadi dikarenakan material yang di *quenching* atau *austenisasi* karakteristiknya menjadi rapuh logam tidak memiliki keuletan yang cukup untuk sejumlah aplikasi. Oleh karna itu perlu di lakukan proses *tempering* yang dapat meningkatkan ketangguhan material yang telah mengalami pengerasan *martensit*. Perlakuan *tempering* yang dilakukan pada penelitian ini adalah *tempering* tahap satu dengan variasi suhu 150°C, 200°C, 250°C sehingga komposisi yang terjadi adalah dekomposisi fase *austenit* menjadi *bainit*. *Tempering* yang dilakukan pada suhu 150°C-250°C tersebut berada di bawah temperatur *eutectoid* yang mana bila di *holding time* cukup lama larutan karbon yang lewat jenuh ini akan berubah menjadi *ferit*+*karbida* atau *martensit temper*. Data pada pengujian *tempering* 150°C di dapatkan sebesar 243,06 J angka tersebut berada di atas hasil pengujian material dalam kondisi normal artinya proses *tempering* yang dilakukan berhasil meningkatkan

kekuatan energi *impact* terhadap material. Kenaikan energi *impact* terus terjadi pada rentan suhu berikutnya yaitu pada suhu 200°C dengan energi *impact* sebesar 250,08 J. Kenaikan yang tertinggi pada suhu 250°C dengan energi *impact* sebesar 255,71 J. Hasil uji *impact* pada proses *tempering* tahap pertama menghasilkan baja dengan komposisi *karbida* yang lebih banyak sehingga energi *impact* naik pada setiap kenaikan suhunya namun bukan berarti struktur *karbida* yang lebih banyak di sebabkan karena temperatur yang tinggi.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Dari hasil penelitian proses *quenching-tempering* pada uji *impact* diperoleh hasil sebagai berikut:

- Didapatkan perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan *quenching-tempering* dimana ketangguhan material *marine* plat BKI grade A mengalami kenaikan energi *impact* di mana hasil pengujian *impact marine* plat BKI grade A pada kondisi normal di dapatkan energi *impact* sebesar 189,76 J dan pada variasi perlakuan *quenching-tempering* dengan suhu *tempering* pada suhu 150°C sebesar 243,06 J, mengalami kenaikan energi *impact* pada suhu 200°C sebesar 183,39 J, dan mengalami kenaikan pada suhu 250°C sebesar 255,71 J didapatkan energi *impact* tertinggi pada suhu 250°C sebesar 255,71 J karena pada proses *tempering* ini *martensit* (keras getas) yang di hasilkan pada proses *quenching* berubah menjadi *martensit temper* yang ulet semakin tinggi suhu *tempering* menghasilkan struktur *martensit temper* yang kasar dan sebaran *karbida* semakin banyak bisa menurunkan kekerasan, getas dan menaikkan ketangguhan dan energi *impact* oleh sebab itu semakin tinggi energi *impact* yang diserap material maka semakin tangguhan material itu.
- Terjadi perubahan terhadap nilai uji *impact marine* plat BKI grade A dari kondisi normal sebesar 189,76 J, kondisi tanpa *tempering*/(*quenching*) dengan suhu *austenisasi* 900°C mengalami penurunan energi *impact* sebesar 183,39 J, dan mengalami kenaikan energi *impact* pada suhu *austenisasi* 900°C dan suhu *tempering* 150°C (QT-150°C) sebesar 243,06 J, pada suhu *austenisasi* 900°C dan suhu *tempering* 200°C (QT-200°C) sebesar 250,08 J, pada suhu *austenisasi* 900°C dan suhu *tempering* 250°C (QT-250°C) sebesar 255,71 J..

Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian diatas, maka penulis merekomendasikan beberapa saran sebagai berikut:

- Diharapkan pada penelitian berikutnya variasi mengenai *holding time* supaya di dapatkan variasi lama *holding time* yang dapat menghomogenkan struktur *marine* plat BKI grade A.
- Perlu di lakukan pengujian yang lain untuk mengetahui kekuatan mekanik yang lain.
- Perlu di lakukan penambahan variasi pendinginan pada proses *quenching-tempering* untuk merubah tingkat kekerasan *marine* plat BKI grade A.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi. 2016. Pengujian Impact
<https://Abdi94.Blogspot.Co.Id/2014/06/Pengujian-Impact.Html> . Diakses Tanggal 23 September 2017 Pukul 20:45
- Aksten, Frank W. Dkk. 1990. Analysis Of Yruck Suspension Data Base. International Journal Of Vehicle Desighn Heavy Vehicle System . Volume 9. Nomor 4. Page 281-297
- Alan jukke. 2013.
<http://allanjuke.blogspot.co.id/2013/03/diagram-fasa-fe3c.html> diagram fe3c diakses tanggal 05 desmber 2017 pukul 17:06
- Al-Matsany, A S. A. 2012. Diagram TTT (Time Temperature Transformation)
<http://Blog.Ub.Ac.Id/Pertamaxx/2012/03/12/Diagram-Ttt-Timetemperaturetransformation/>.
 Diakses Tanggal 05 Desmber 2017 Pukul 17:06
- Anonim A 2015. Baja. <http://id.wikipedia.org/wiki/baja>.
 Diakses pada tanggal 04 desember 2017. Pikul 16:06 WIB
- Anonim B , A S. A. 2012. Diagram Diagram Fe3c
<http://Blog.Ub.Ac.Id/Pertamaxx/2012/03/12/Diagramfe3c/> . Diakses Tanggal 05 Desember 2017 Pukul 17:06
- Asroni. 2013. Energi Pembebanan Metode Cherypy
<http://As-Roni.Blogspot.Co.Id/2014/05/Uji-Impak.Html> Diakses Tanggal 12 Desember 2017 Pukul 13:06
- Chanifanschemitsibrohim. 2016. Thermogravimetric Analysis
<http://chanifanschemitsibrohim.blogspot.com/2016/07/thermogravimetric-analysis-tga.html> Diakses 26 Juli 2018 pukul 11.30
- Dalil, M. Prayitno, A Dan Inonuu, 1999. Pengruh Perbedaan Waktu Holding Time Terhadap Kekerasan Logam. Jurnal Natur Indonesia. Volume 2. Nomor 1. Halaman 12-17
- Danid. 2005. Pengujian Impact
<https://Danidwikw.Wordpress.Com/> Diakses Tangga 23 September 2017 Pukul 20:01
- Mulyadi Dan Sunitra, Eka. 2010. Kajian Dan Kekerasan Difusi Karbon Sebagai Akibata Proses Dari Proses Karburasi Dan Proses Quenching Pada Material Gigi Perontok Power Treaser. Jurnal Teknik Mesin. Volum 7 Nomer 1 Halaman 33-49
- Motagi, B.S And Bhosle,R. 2012 Effect Of Heat Treatment On Microstructure And Mechanical Properties Of Medium Carbon Steel. International Journal Of Enginerig Reserch And Development. Volume2. Nomor 1. Page 07-13
- Pt Sinar Indo Mega Perkassa. 2017. Marine Plate
<http://Sinarindo.Co.Id/> . Diakses Tangga 08 September 2017 Pukul 19:22
- Repaldo Dimas.2013. Sepesimen Benda Uji Impact Charpy
<http://Dimasrepaldo.Blogspot.Co.Id/2013>
- Diakses Tanggal 23 Desember 2017 Pukul 12:30
- Shackelford, Jemes,F. 1996. Introduktion To Material Science For Engineering. Mc. Grow Hill Companies, Inc.
- Thelning K.E, 1984, Steal and Ist Heat Treatment, Butterworths
- Van Valck, L.H. 1992 Ilmu dan teknologi Bahan. Erlangga. Jakarta
- Yogantoro A. 2010. Tugas Akhir: Penelitian Pengaruh Fariasi Temperatur Pemanasan Low Tempering, Medium Tempering Dan Hight Tempering Pada Struktur Mikro Kekerasan Dan Ketangguhan. UMS. Surabaya.