

LEMBAR PENGESAHAN
SIFAT MEKANIK POROS KAPAL MENGGUNAKAN BAJA S50C DENGAN
PROSES HEAT TREATMENT
SKRIPSI

BIDANG MATERIAL TEKNIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik



ISWANTO
NIM. 171210380

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pada tanggal 06 Juli 2021

Pembimbing I

Dr. Doddy Irawan, M. Eng)

NIDN. 1121108001

Pembimbing II

Fuazen, ST., MT

NIDN. 1122077301

Penguji I

Eko Sarwono, ST., MT

NIDN. 0018106901

Penguji II

Gunarto, ST., M.Eng)

NIDN. 0009097301

Mengetahui:

Ketua Program Studi



Eko Juhanto, ST., MT

NIDN. 201602110286047

**SIFAT MEKANIK POROS KAPAL MENGGUNAKAN BAJA S50C
DENGAN PROSES HEAT TREATMENT**

SKRIPSI

BIDANG MATERIAL TEKNIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik



ISWANTO

NIM. 171210380

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK**

2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Outline Skripsi yang berjudul "ANALISA SIFAT MEKANIK POROS KAPAL MENGGUNAKAN BAJA S50C DENGAN PROSES HEAT TREATMENT". Penelitian ini disusun sebagai acuan untuk melakukan penelitian.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua, Bapak M.YANI dan Ibu BUNYANA yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan, motivasi, kasih sayang, serta inspirasi sehingga penulis dapat menyelesaikan rencana penelitian ini.
2. Dr. Doddy Irawan, S.T., M.Eng., Selaku Rektor sekaligus pembimbing tugas akhir. Fuazen, S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak. Eko Julianto, S.T., M.T, Selaku dosen pembimbing sekaligus Ketua Program Studi Teknik Mesin Muhammadiyah Pontianak.
3. Gunarto, S.T., M.Eng., Waspodo, S.T., M.T., Eko Sarwono, S.T., M.T., dan Ir. Achmad Kuntadi, S.T., M.Eng., Selaku dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak yang telah membantu dan mendidik selama proses menimba ilmu. Serta serta seluruh Staff akademisi yang tidak disebutkan satu persatu.
4. Istri yang selalu mendukung serta Saudara serta teman-teman yang selalu memberikan semangat, dukungan, serta doa.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu, dengan senang hati penulis menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar bisa memperbaiki penyusunan rencana penelitian ini dan untuk kedepannya.

Pontianak, 2021

ISWANTO
NIM. 171210330

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori	8
2.3 Poros	9
2.3.1 Jenis Poros	9
2.3.2 Perencanaan Poros	10
2.3.3 Poros Dengan Beban Puntir	12

2.3.4 Poros Dengan Beban Lentur	15
2.3.5 Poros Dengan Beban Puntir Dan Lentur	17
2.4 KLASIFIKASI MATERIAL BAJA.....	21
2.4.1 Baja Karbon Rendah.....	21
2.4.2 Baja Karbon Medium	23
2.4.3 Baja Karbon Tinggi	23
2.4.4 Material Poros.....	24
2.5 HEAT TREATMENT	25
2.5.1 Near Equilibrium (Melunakan Baja).....	26
2.5.2 Full Annealing	26
2.5.3 Normalizing	27
2.5.4 Spheroidizing	27
2.5.5 Anneal.....	27
2.5.6 Stress Relief Annealing	28
2.5.7 Non Equilibrium (Pengerasan Baja)	28
2.5.8 Quenching.....	28
2.5.9 Tempering.....	28
2.6 METODE PENDINGINAN	30
2.6.1 Pendinginan udara	31
2.6.2 Pendinginan Air	31
2.6.3 Pendinginan Oli	32

2.6.4 Holding Time.....	33
2.7 DIAGRAM FHASA	33
2.7.1 Ferrite (α).....	33
2.7.2 Austenite (γ)	34
2.7.3 Ferrite (δ)	34
2.7.4 Cementite (Fe_3C)	34
2.8 METODE PENGUJIAN	35
2.8.1 Uji Kekerasan	35
2.8.2 Uji Metalografi	39
2.8.3 ASTM E18-15	42
BAB III METOLOGI PENELITIAN.....	44
3.1 Metodologi Penelitian	45
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	45
3.3 Alat Dan Bahan Penelitian	45
3.4 Diagram Alur Penelitian	48
3.5 Langkah Penelitian.....	49
3.4.1 Pembuatan Spesimen.....	49
3.4.2 Metode Persiapan	49
3.6 Teknik Analisa Data.....	51
3.6.1 Pengujian makro.....	51
3.6.2 pengujian kekerasan	53

3.7 Pengambilan Data	57
----------------------------	----

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN67

4.1 Hasil Penelitian	67
----------------------------	----

4.2 Hasil pengujian baja S50C Tanpa Perlakuan	67
---	----

4.2.1 Pengujian kekerasan Baja tanpa Perlakuan.....	68
---	----

4.2.2 Pengujian Mikro Baja S50C Tanpa Perlakuan	70
---	----

4.2.3 Pembahasan Baja Tanpa Perlakuan	70
---	----

4.3 Hasil Pengujian Baja S50C Dengan Perlakuan Full Annealing	70
---	----

4.3.1 Pengujian Kekerasan Baja S50C Full Annealing	71
--	----

4.3.2 Pengujian MikroBaja S50C Full Annealing	73
---	----

4.3.3 Pembahasan Full Annealing	73
---------------------------------------	----

4.4 Hasil Pengujian Baja S50C Dengan Perlakuan Normalizing.....	74
---	----

4.4.1 Pengujian Kekerasan baja S50C Normalizing	75
---	----

4.4.2 Pengujian Mikro Baja S50C Normalizing	77
---	----

4.4.3 Pembahasan Normalizing.....	77
-----------------------------------	----

4.5 Hasil Pengujian Baja S50C Dengan Perlakuan Quenching.....	78
---	----

4.5.1 Pengujian Kekerasan Baja S50C Quenching	78
---	----

4.5.2 Pengujian Mikro Baja S50C Quenching.....	85
--	----

4.5.3 Pembahasan Quenching	86
----------------------------------	----

4.6 Hasil Pengujian Baja S50C Perlakuan Martempering	88
--	----

4.6.1 Pengujian Kekerasan Baja S50C Martempering.....	89
4.6.2 Pengujian Mikro Baja S50C Martempering	91
4.6.3 Pembahasan Martempering.....	91
4.7 Hasil Pengujian Baja S50C Dengan Perlakuan Austempering.....	92
4.7.1 Pengujian Kekerasan Baja S50C Austempering.....	92
4.7.2 Pengujian Mikro Baja S50C Austempering.....	96
4.7.3 Pembahasan Austempering.....	97
4.8 Hasil Dari Semua Metode Pengujian.....	99
BAB V PENUTUP	102
5.1 Kesimpulan	102
5.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 faktor koreksi daya yang ditransmisikan	13
Table 2.2 Penamaan standar baja	22
Table 2.3 Klasifikasi Baja Karbon	24
Table 2.4 Unsur Baja S50C	25
Table 2.5 Spesifikasi Suhu Tempering.....	30
Table 2.6 Skala Kekerasan Rockwell	44
Table 3.1 Alat dan Bahan	45
Table 3.2 Nilai Kekerasan Baja S50C Full Annealing	57
Table 3.3 Nilai Kekerasan Baja S50C Normalizing.....	57
Table 3.4 Nilai Kekerasan Baja S50C Quenching Pendinginan Air	58
Table 3.5 Nilai Kekerasan Baja S50C Quenching Pendinginan Air Garam	58
Table 3.6 Nilai Kekerasan Baja S50C Quenching Pendinginan Oli	58
Table 3.7 Nilai Kekerasan Baja S50C Martempering Pendingin Udara	59
Table 3.8 Nilai Kekerasan Baja S50C Austempering Pendingnan Air Garam	59
Table 3.9 Nilai Kekerasan Baja S50C Austempering Pendingnan Oli	59
Table 3.10 Conversi Hardness.....	61
Table 4.1 Tabel Uji kekerasan HRC pada baja S50C Tanpa perlakuan panas.....	67
Table 4.2 Pengukuran secara rumus Spesimen Tanpa Perlakuan Panas	69
Table 4.3 Tabel Uji kekerasan Rockwel HRC pada baja S50C Full Annealing	71
Table 4.4 Pengukuran secara rumus Spesimen Full Annealing	73

Table 4.5 Pengukuran secara rumus Spesimen Full Annealing	75
Table 4.6 Pengukuran secara rumus Spesimen Normalizing	77
Table 4.7 Tabel Uji kekerasan HRC pada baja S50C Quenching Pendinginan Air	80
Table 4.8 Baja Queching Penndingin air.....	81
Table 4.9 Tabel Uji kekerasan HRC pada baja S50C Quenching Air Garam	82
Table 4.10 perhitungan rumus QUENCHING PENDINGINAN AIR GARAM.....	84
Table 4.11 Uji kekerasan Rockwel HRC pada baja S50C Quenching OLI	84
Table 4.12 Perhitugan Baja S50C Quenching Pendinginann Oli.....	86
Table 4.13 Tabel Uji kekerasan Rockwel HRC pada baja S50C Martempering	93
Table 4.14 Perhitugan Baja S50C Martempering.....	94
Table 4.15 Tabel Uji kekerasan Rockwel pada baja S50C Austempering Air Garam....	98
Table 4.16 Perhitugan Baja S50C Austempering Air Garam.....	99
Table 4.17 Tabel Uji kekerasan Rockwel HRC baja S50C Austempering OLI.....	100
Table 4.18 Perhitugan Baja S50C Austempering Oli.....	101
Table 4.19 hasil kekerasan Rockwell Baja S50C semua metode Heat Treatment	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gandar	16
Gambar 2.2 Gambar specimen Setelah Full annealing	24
Gambar 2.3 Gambar Spesimen Setelah Normalizing	25
Gambar 2.4 Gambar permukaan specimen spheroidizing	25
Gambar 2.5 diagram fasa carbon %	27
Gambar 2.6 Tempering	28
Gambar 2.7 Diagram Cooling rate	30
Gambar 2.8 Diagram phase iron atau carbon alloy	31
Gambar 2.9 Bentuk senyawa material	32
Gambar 2.10 Spesimen Uji kekerasan	34
Gambar 2.11 Alat uji kekerasan Rockwell	35
Gambar 2.12 Alat uji kekerasan Brinell.....	36
Gambar 2.13 Contoh Penekanan pada Vickers.....	36
Gambar 2.14 alat uji material Vickers	37
Gambar 2.15 Spesimen Metaligrafi	38
Gambar 2.16 Struktur pada baja s50C sebelum full annealing.....	38
Gambar 2.17 Struktur pada baja S50C setelah Full Annealing	39
Gambar 2.18 Alat Uji mikro	39

Gambar 2.19 Pengujian Kekerasan Rockwell.....	40
Gambar 3.1 Spesimen Uji Kekerasan	43
Gambar 3.2 Alat uji kekerasan Rockwell	44
Gambar 3.3 Alat Uji Makro	44
Gambar 3.4 Diagram fhasa kandungan karbon 0.3-0.5%	45
Gambar 3.5 Gambar System Poros Kapal	46
Gambar 3.6 Gambar Perencanaan Poros.....	47
Gambar 3.7 Spesimen Uji Kekerasan	48
Gambar 3.8 jenis amplas yang digunakan	52
Gambar 3.9 penggunaan autosol.....	53
Gambar 3.10 Spesimen di beri asam sulfat.....	53
Gambar 3.11 Pengaturan awal uji kekerasan	54
Gambar 3.12 Penyetelan Titik	54
Gambar 3.13 Penyetelan ke 150kgf	55
Gambar 3.14 Penarikan tuas Pendek.....	55
Gambar 3.15 Dorong tuas Panjang hingga tidak bergerak	56
Gambar 3.16 Contoh Jarum Penarikan	56
Gambar 3.17 Titik Pengujian kekerasan	57
Gambar 4.1 Nilai uji keekrasan spesimen pertitik uji.....	68
Gambar 4.2 Nilai rata rata dari pengujian rockwell tanpa perlakuan	68
Gambar 4.3 Pengukuran spesimen tanpa perlakuan	69

Gambar 4.4 Struktur mikro baja tanpa perlakuan	70
Gambar 4.5 nilai uji kekerasan spesimen full annealing	71
Gambar 4.6 nilai rata rata pengujian rockwell HRC	71
Gambar 4.7 Pengujian mikro pada baja S50C full annealing	73
Gambar 4.8 Grafik pendinginan full annealing	74
Gambar 4.9 nilai uji kekerasan spesimen normalizing	75
Gambar 4.10 nilai rata rata pengujian rockwell HRC	75
Gambar 4.11 Pengukuran kedalaman Normalizing	76
Gambar 4.12 Pengujian mikro pada baja S50C	77
Gambar 4.13 Grafik perlakuan panas normalizing	77
Gambar 4.23 Pengujian mikro pada Perlakuan Quenching	85
Gambar 4.29 Grafik perlakuan panas dan pendinginan Quenching	88
Gambar 4.30 Nilai uji Kekerasan Martempering	89
Gambar 4.31 Nilai rata rata pengujian martempering	89
Gambar 4.32 Pengujian mikro pada Perlakuan martempering	91
Gambar 4.33 Grafik perlakuan panas dan pendinginan martempering	92
Gambar 4.38 Pengujian mikro pada Austempering	97
Gambar 4.42 Grafik perlakuan panas dan pendinginan austempering	99
Gambar 4.43 Nilai uji kekerasan pada semua metode pengujian heat treatment	100

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia. Indonesia memiliki lebih dari 17.000 pulau, di mana hanya sekitar 7.000 pulau yang berpenghuni, dengan banyaknya pulau yang tersebar sangat sulit untuk menjangkau dari pulau ke pulau lain dengan rute darat yang menjadi mayoritas transportasi di Indonesia. Dengan adanya kapal pengangkut atau biasa disebut kapal feri, transportasi dan kebutuhan logistic antar pulau khususnya pulau kecil jadi lebih mudah.

Menurut website kementerian perindustrian republik Indonesia, industri perkapalan nasional dalam lima tahun terakhir mulai dirasakan seiring terus bertambahnya armada kapal berbendera lokal yang beroperasi di perairan di Tanah Air. jumlah armada pelayaran nasional atau kapal di tanah air bertambah hingga dua kali lipat. Pada 2015, jumlah armada semula 16.142 kapal naik menjadi 32.587 armada pada 2019, Ketua Umum Persatuan Pengusaha Pelayaran Niaga Nasional Indonesia (INSA), Carmelita Hartoto, mengatakan data ini tercantum dalam Buku Statistik Kemenhub 2019. Jika ditambah dengan kapal nelayan, Ia menyebut jumlahnya bisa mencapai 63 ribu lebih, dimana jumlah perusahaan pelayaran nasional juga meningkat. Dari semula 3.266 perusahaan pada 2015, menjadi 4.059 perusahaan pada 2019 atau bertambah sebanyak 793 perusahaan bersumber dari tempo.bisnis.

Sebuah logam sangat dipengaruhi oleh perlakuan panas, maka proses heat treatment penting bagi baja dan logam. Logam yang menjadi keras dan getas dari hasil cold working (proses pengerjaan dingin) harus dilunakkan dengan proses annealing, sehingga proses ini penting dalam proses manufacturing logam. Plain carbon steel terkenal sebagai baja yang lunak, namun bisa diubah menjadi super keras yang bisa gunakan memotong kaca dan material lain termasuk baja itu sendiri jika dalam kondisi lunak. Kekerasan seperti itu bisa dicapai melalui perlakuan panas. Karena itu saya mencoba untuk menganalisa material baja S50C untuk poros kapal, menggunakan metode heat treatment pada material baja S50C,

dikarnakan bahan baja S50C memiliki spesifikasi kekerasan $570 - 650\text{N/mm}^2$ saya ingin mengetahui seberapa besar unsur, kekerasan keuletan berubah pada baja S50C, apakah material masih masuk dalam spesifikasi setelah baja S50C diperlakukan heat treatment masih masuk dalam spesifikasi dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada Perlakuan Material adalah sebagai berikut:

1. Apakah material baja S50c masih masuk dalam spesifikasi BKI setelah dilakukan proses heat treatment?
2. Apa Proses *heat treatment* yang dapat dilakukan pada baja S50C
3. Metode yang dapat mengubah baja S50C tidak masuk ke dalam spesifikasi BKI ($400-800\text{N/mm}^2$) dengan perlakuan *Heat Treatment*

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah akan dibatasi sebagai berikut:

1. Bahan yang akan digunakan adalah baja S50C
2. Standar yang digunakan adalah ASTM E18-15
3. Metode *Heat Treatment* pada baja S50C sebatas kadar karbon $0,4 - 0,5\%$ sesuai diagram fasa
4. Temperatur perlakuan pada baja S50C sesuai diagram fasa pada metode full annealing dengan suhu austenitizing $780^\circ - 820^\circ\text{C}$ dengan holding time 15 menit didinginkan berkala didalam oven selama 4 jam hingga specimen berubah ke suhu ruangan
 - a. Temperatur perlakuan pada baja S50C sesuai diagram fasa pada metode normalizing bersuhu austenitizing $780^\circ - 820^\circ\text{C}$ dengan holding time 15 menit didinginkan dengan udara hingga spesimen berubah ke suhu ruangan
 - b. Temperatur perlakuan pada baja S50C sesuai diagram fasa pada metode Quencing bersuhu $850^\circ - 870^\circ\text{C}$ ($25-50^\circ\text{C}$ diatas suhu austenitizing)

dengan holding time 15 menit didinginkan dengan media air, air garam, oli hingga spesimen berubah ke suhu ruangan

5. Temperatur perlakuan pada baja S50C sesuai diagram fasa pada metode Tempering martempering bersuhu 600°- 650° C (suhu perlakuan poros) dengan holding time 15 menit didinginkan dengan udara hingga spesimen berubah ke suhu ruangan
- c. Temperatur perlakuan pada baja S50C sesuai diagram fasa pada metode Tempering austempering bersuhu 600°- 650° C (suhu perlakuan poros) dengan holding time 15 menit didinginkan sebentar dengan dicelupkan ke air dan minyak hingga material bersuhu 250-450 °C lalu diangkat dan dilanjutkan dengan pendinginan udara.
6. Batasan khusus untuk poros kapal dari BKI yaitu 400-800N/mm² (*BKI Volume III Page 4 – 1*)
7. Jenis pengujian yang akan dilakukan yaitu; uji kekerasan, puntir dan uji mikro
8. Uji kekerasan menggunakan metode rockwell.
9. Waktu Holding time heat treatment pada baja S50C sesuai dengan diagram fasa

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah penelitian di atas, maka tujuan Analisa material yaitu sebagai berikut:

1. Tujuan umum
 - A. Memenuhi persyaratan akademik untuk memperoleh gelar sarjana.
 - B. Menerapkan ilmu Material teknik yang didapat selama menjalani studi diprogram studi Teknik mesin jurusan Teknik mesin fakultas Teknik.
2. Tujuan Khusus
 - A. Mengetahui sifat mekanik dari baja S50C
 - B. Mengetahui pengaruh metalografi pada heat treatment pada baja S50C dengan metode *Heat treatment*
 - C. Mengetahui metode heat treatment pada baja S50C yang masuk ke standarisasi pros kapal dari BKI

D. Mengetahui kekerasan material setelah di tempring dan sebelum tempering

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan baru yang berguna dalam ilmu Material teknik pada penelitian yang telah dilakukan bagi mahasiswa teknik mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Penelitian bermanfaat untuk memberikan pengetahuan tentang perubahan kekuatan dan kehalusan dengan metode heat treatment
3. Mengetahui Metode *Heat Treatment*, kekuatan dan sifat mekanik baja S50C

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi dunia Pendidikan di Indonesia untuk terus dapat mengembangkan ilmu pengetahuan, dapat dijadikan sebagai referensi dan membantu dalam memecahkan masalah dalam pengembangan aplikasi dan ilmu yang melibatkan heat treatment dan material S50C

1.6. Sistematika penulisan

Untuk mempermudah mengetahui sisa dari proposal penelitian ini maka sistematika penulisan disajikan dalam tulisan yang terdiri dari:

- BAB I : Merupakan pendahuluan yang berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat dan Sistematika Penulisan.
- BAB II : Tinjauan pustaka dari landasan teori yang berkaitan dengan teori heat treatment, uji kekuatan. metalografi
- BAB III : Merupakan Metodologi Penelitian yaitu menjelaskan tentang Langkah-langkah percobaan dan pengambilan data.
- BAB IV : Merupakan hasil pembahasan antara kajian teori dengan fakta yang telah di peroleh dalam upaya pengambilan kesimpulan.
- BAB V : Merupakan uraian jawaban dari rumusan masalah yang berdasarkan diskusi hasil kajian.

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa data sifat mekanik dari baja S50C dengan perbandingan metode heat treatment full annealing, normalizing, Quenching pendinginan air, Quenching pendinginan Air garam, Quenching pendinginan Oli, serta proses lanjutan dari Quenching yaitu Tempering yang terbagi menjadi 2 yaitu Martempering dan Austempering pendinginan air garam dan austempering pendinginan Oli. Dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kekuatan Material baja S50C untuk semua metode heat treatment, angka tertinggi pada metode Quenching Pendinginan Oli dengan nilai 50HRC atau setara Tensile Strength 1770 N/mm². Sedangkan angka terendah 3.4 atau setara Tensile Strength 548.8 N/mm² Dengan Metode Full Annealing.
2. Struktur mikro pada metode tanpa perlakuan, full annealing masih terlihat perlit cukup halus dan normalizing juga menghasilkan perlit yang halus. Sedangkan Quenching terlihat perlit nya kasar menyebabkan struktur menjadi keras dan getas, austempering untuk mendapatkan struktur bainit pada baja karbon dan terlihat struktur lebih halus dibandingkan Quenching tetapi lebih kasar dari pada Full annealing dan Normalizing.
3. Berdasarkan ketentuan *rule and standard* Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) *Rule Volume III Section 4* rentang tensile strength untuk bahan poros baling-baling kapal adalah 400 – 800 N/mm², pada baja karbon S50C tanpa perlakuan masih masuk standart dari BKI, untuk baja S50C setelah melalui proses heat treatment dengan metode Full annealing, Normalizing , Martempering, austempering pendinginan air garam, austempering pendinginan oli masih masuk ke dalam spesifikasi dari BKI, sedangkan Quenching tidak dapat masuk

ke dalam BKI dikarnakan melewati batas tensile strength dan menjadi getas.

Kesimpulan ini bersifat tidak mutlak mengikat yang dapat digunakan untuk semua material poros meskipun berbahan sama, kesimpulan ini adalah kesimpulan obyektif yang didasarkan pada penelitian hasil percobaan. Dikarnakan tidak semua kandungann dalam baja karbon S50C itu persis secara akurat.

5.2. SARAN

Pada penelitian eksperimen ini tentu tidak sepenuhnya memberikan suatu hasil yang sempurna dalam penyelesaian masalah. Terlepas dari tepat atau kurangnya penelitian maka penulis memberikan beberapa saran untuk melengkapi dan menyempurnakan penelitian kedepannya:

1. Menambah variablel dari pengujian Quenching dan turunan nya, agar memperoleh lebih banyak variasi data, sehingga diketahui ketika ingin membuat suatu poros dengan kekerasan tertentu.
2. Menambahkan pengujian kandungan kimia dari material, agar data lebih akurat terhadap perubahan dari suatu material dengan variasi metode heat treatment.
3. Pengujian kekuatan dan puntir dapat ditambahkan untuk menambah variable dari pengujian terhadap kemampuan material uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Indra Kurniawan, Untung Budiarto, Imam Pujo mulyanto. (2019). *ANALISA KEKUATAN PUNTIR, KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN UJI METALOGRAFI BAJA S45C SEBAGAI BAHAN POROS BALING BALING KAPAL SETEKAH TEMPERING* Semarang: Universitas Diponegoro
- Novi Andrianto, Sri Nugroho. (2014). *KARAKTERISASI SIFAT KEAUSAN DAN KETAHAN KOROSI MATERIAL DISC REFINER WHITE CAST IREON DAN STAINLESS STEEL*, Semarang: Universitas Diponegoro.
- Dicky Eka Faksi, Ari Wibowo. *ANNEALING BAJA S50C, S690, AISI 4340, AISI 4140, DAN DF2 PADA SUHU 760 (HOLDING TIME 4 JAM) COOLING RATE 20°C/JAM*, Batam; Politeknik Batam
- Ridwan Redi Putra, Sarjito Jokosisworo¹, Ari Wibawa Budi S. (2017) *ANALISA KEKUATAN PUNTIR, KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN BAJA ST 60 SEBAGAI BAHAN POROS BALING-BALING KAPAL (PROPELLER SHAFT) SETELAH PROSES TEMPERING* Semarang: Universitas Diponegoro.
- Junri Lasmon Marpaung, Agung Sutrisno, Romels Lumintang (2017) *PENERAPAN METODE ANOVA UNTUK ANALISIS SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERABUT KELAPA*. Manado : Universitas Sam Ratulangi
- Mahendra Guna Satriananta, Hartono Yudo, Berlian Arswendo Adietya (2019) *STUDI ANALISIS KEKUATAN POROS PROPELLER KAPAL KMP. PERTIWI NUSANTARA AKIBAT DIKENAI TORSI DARI PROPELLER* Semarang: Universitas Diponegoro.
- Subagiyo (2017) *ANALISIS HASIL KEKERASAN METODE VIKERS DENGAN VARIASI GAYA PEMBEBANAN PADA BAJA*. Malang: Politeknik Negeri Malang
- Andi Suadi, Fentje Abdul Rauf, Romels Lumintang (2015) *TINJAUAN BERBAGAI KERETAKAN PADA POROS PROPELLER BALING KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN POROS DESTRUCTIVE TESTING*. Manado: Universitas Sam Ratulangi
- Magdalena Feby Kumayasari, Arif Indro Sultoni Abstract (2017) *STUDI UJI KEKERASAN ROCKWELL SUPERFICIAL VS MICRO VICKERS*. Surabaya: Kementrian Perindustrian Baristand Industri Surabaya

Gunawan Dwi Haryadi (2006) *PENGARUH SUHU TEMPERING TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA K-460*. Semarang: U Universitas Diponegoro.

Diky adi tyagita, yudy surya irawan, wahyono suprpto (2014) *JURNAL REKAYASA MESIN KEKUATAN PUNTIR DAN POROSITAS HASIL SAMBUNGAN LAS GESEK AIMG-SI DENGAN VARIASI CHAMFER GAYA TEKAN AKHIR*. Malang: Universitas Brawijaya

Karmin (2009) *PENGENDALIAN PROSES Pengerasan BAJA DENGAN METODE QUENCHING*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya

B. ZAKHAROV (1962) *HEAT TREATMENT OF METAL*. Moscow

Ir Sularso. (2004). *DASAR PERENCANAAN DAN PEMILIHAN ELEMEN MESIN*. Bandung Indonesia dan Tokyo Jepang.