

ANALISA KEKUATAN MATERIAL STRAIGHT UNION (STUDI KASUS KEBOCORAN *HYDRAULIC STEERING GEAR SYSTEM* KAPAL *COASTER H-368 KM. SANUS 69*)

Khoirul Anam^{1*}, M.M. Eko Prayitno², Bayu Wiro Karuniawan³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*,2,3}

Email: khoirulanam@student.ppns.ac.id^{1*}

Abstract - The straight union leak on the hydraulic steering gear system is what often happens on the coaster ships H-368 KM. Sabuk Nusantara 69. There are many factors that cause the leakage which are due to human errors, specifications of materials that do not conform to standards, and environmental influences such as vibration. then a study of the strength of the straight union material is used. in testing a long straight union microstructure (existing) has a percentage of pearlite 34,182% while for a new material has a pearlite percentage of 51,514%. the higher the pearlite content, the more hard the material will be. the hardness value in the standard DIN 2353 E (ASTM A105) is 187 HV (Hardness Vickers), while the existing material has a hardness value below the standard value (nut 142.1 HV, Occupancy 191.44 HV, and Ring 105.3 HV). and the alternative material has a hardness value above the standard value (Mur 213.81HV, Occupancy 272.11 HV, Ring 195.89 HV). chemical composition of ASTM A105 carbon 0.35%, manganese 0.6% -0.05%, and nickel 0.40%. chemical composition of existing material, carbon (Nuts 0.1906%, Occupancy 0.2001%, Ring 0.1811%). nickel (nut 0.7244%, occupancy 0.6996%, ring 0.5611%). chemical composition of alternative materials, carbon (Nuts 0.3095%, 0.3352%, 0.2990%). nickel (Nuts 0.3915%, 0.1413%, 0.3084%). the old material is not in accordance with ASTM A105 standard material while the new material has conformity with ASTM A105 standard material.

Keyword: Straight union, Microstructure Examination, Hardness test, Chemical composition test.

Nomenclature:

P = Beban [kg]

d = Diagonal [mm]

A = Luas penampang [cm²]

HV = Hardness vickers

1. PENDAHULUAN

Kebocoran *straight union* pada hidrolik *steering gear system* adalah hal yang sering terjadi pada kapal *coaster H-368 KM. Sabuk Nusantara 69*. Ada banyak faktor penyebab kebocoran tersebut diantaranya adalah karena kesalahan pemasangan (*human error*), spesifikasi material yang tidak sesuai standar, dan pengaruh lingkungan seperti getaran (*vibration*). Maka dari timbulnya permasalahan tersebut perlu di adakan Analisa untuk meminimalisir terjadinya kebocoran. Besar kemungkinan kebocoran disebabkan oleh material yang tidak sesuai standar. Sedangkan standar yang digunakan untuk material *straight union* adalah DIN 2353 E dengan spesifikasi material ASTM A105. Penggunaan material yang standar akan bisa meminimalkan terjadinya kebocoran yang sering terjadi pada *straight union hydraulic steering gear system* kapal *coaster H-368 KM. Sabuk Nusantara 69*.

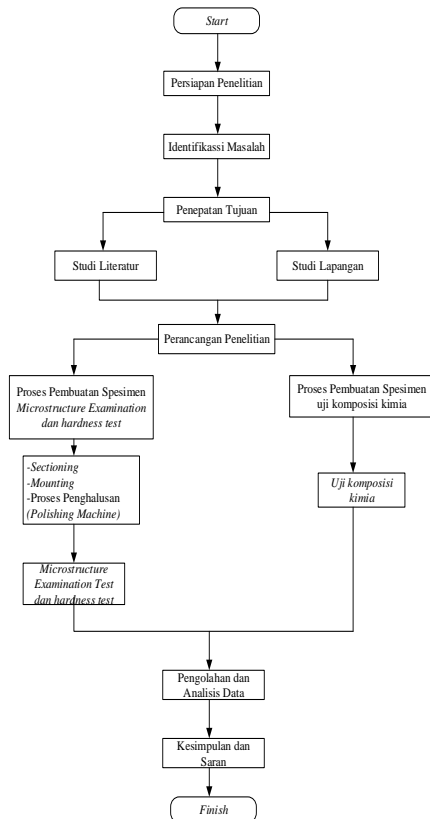
Pada tugas akhir ini akan dilakukan penelitian terhadap *microstructure examination* dan komposisi kimia *straight union* yang dipakai di kapal *coaster H-368 KM. Sabuk Nusantra 69* sebagai pembuktian

apakah material tersebut sudah sesuai dengan standar DIN 2353 E dengan spesifikasi material ASTM A105. Sedangkan untuk mengetahui kekerasan *straight union* menggunakan *hardness test*. Diharapkan setelah dilakukan analisa material *straight union* bisa menjadi bahan pertimbangan perusahaan untuk menentukan jenis material yang akan digunakan.

2. METODOLOGI

2.1. Diagram Alir

Untuk mempermudah dalam proses penelitian maka diperlukan Alur atau tahapan dalam proses penelitian. Hal ini bertujuan agar penelitian dapat dilaksanakan dengan cermat dan selesai tepat waktu tahap penelitian dimulai dari identifikasi masalah yang terjadi pada jalur *hydraulic steering gear system* pada kapal *coaster H-368 Sabuk Nusantara 69* sampai pengambilan kesimpulan hasil pengujian material. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 1.1 Digram alir penelitian.



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian

2.2. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan hasil data pengujian *microstructure*, *hardness*, dan *chemical composition* pada material *straight union* material *straight union alternative*. Tahap awal adalah dengan pembuatan spesimen dilanjutkan dengan tahap pengujian material *straight union* dan hasil pengujian digunakan untuk perbandingan data material dengan standar DIN 2353 E dengan spesifikasi ASTM A105. Untuk alur penelitian bisa dilihat pada gambar 1.1 Diagram alir penelitian.

A. Microstructure Examination

Dibawah ini merupakan tahap pengujian *microstructure examination* :

a. Pemotongan

Proses pemotongan adalah bertujuan untuk meratakan permukaan yang miring dengan menggunakan mesin *frais* agar mudah ketika dilakukan pengujian.

b. Pembungkaihan / Mounting

Pembungkaihan dilakukan menggunakan resin bertipe 157, dikarenakan resin jenis ini tahan terhadap tumbukan.



Gambar 2.1 Hasil Mounting

c. Pemolesan

Bertujuan menghaluskan permukaan material *straight union* dari kotoran dan goresan yang dapat mengganggu saat dilakukan pengujian struktur mikro. Agar diperoleh permukaan yang halus maka diperlukan tahapan grid kertas gosok dari 60, 80, 120, 240, 400, 600, 1200, 5000, dan kain wol. Proses ini diperlukan waktu sekitar 7 hari.



Gambar 2.2 Proses poles



Gambar 2.3 Spesimen setelah dipoles

d. Etsa

Ketika proses poles dikira sudah cukup maka harus segera dilakukan proses etsa agar tidak berkarat sebelum di berikan larutan kimia. Proses etsa ini bertujuan untuk membersihkan kotoran seperti minyak ataupun kotoran kecil dan juga agar permukaan material bisa dibaca oleh mesin struktur mikro. Larutan yang digunakan untuk carbon steel adalah *alcohol* 96% dan Asam Nitrit (HNO_3). Setelah proses etsa selesai maka sudah bisa dilakukan pengujian stuktur mikro.



Gambar 2.4 Pengetsaan

e. Proses pengujian struktur mikro

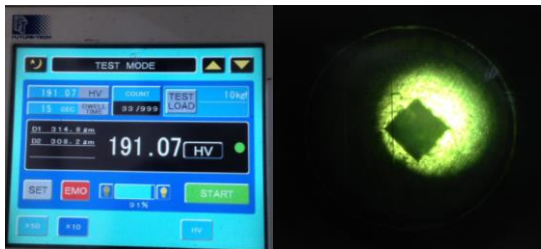
Meletakkan spesimen dibawah lensa dan menentukan perbesaran yang akan dipakai. Setelah itu membaca foto yang ada pada monitor komputer untuk dicari permukaan terbaik untuk difoto.



Gambar 2.5 Proses pengamatan struktur mikro

B. Hardness Test

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekerasan material *existing* dan material *alternative* pada masing-masing spesimen (mur, hunian, dan ring). Pengujian *hardness* memakai spesimen yang sama dengan pengujian struktur mikro tetapi permukaan material harus di poles lagi setelah digunakan untuk pengujian struktur mikro dengan grid 1200.



Gambar 2.6 Nilai kekerasan dan jejak indenter



Gambar 2.7 Hardness tester

C. Chemical Composition Test

Pengujian dilakukan untuk mengetahui komposisi material *existing* dan material *alternative*. Langkah awal adalah pembersihan material dari kotoran berupa karat atau yang lainnya dengan menggunakan mesin poles grid p80.



Gambar 2.8 Optical emission spectroscopy (OES).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengamatan *Microstructure*

Pengamatan Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui bentuk dari struktur mikro *straight union existing* dan *straight union alternative*. Yang nanti bisa diketahui tergolong jenis baja karbon tinggi, baja karbon medium, dan baja karbon rendah yang ditunjukkan oleh persentase perlit dan ferit. Perhitungan fasa untuk masing-masing spesimen dianalisa menggunakan software imagej sehingga akan muncul persentasenya. Untuk hasil foto struktur mikro material *straight union existing* dan *alternative* bisa dilihat pada tabel 3.1 berikut ini :

Tabel 3.1 Hasil pengamatan struktur mikro *straight union existing*

Jenis Material	Perbesaran Lensa		
	100X	200X	500X
Mur			
Cincin Ring			
Hunian			

Tabel 3.2 Hasil pengamatan struktur mikro *straight union alternative*

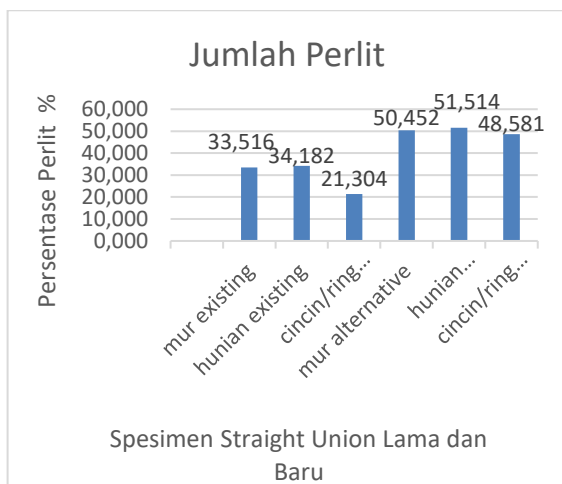
Jenis Material	Perbesaran Lensa		
	100X	200X	500X
Cincin/Ring			
Hunian			
Mur			

Pada hasil pengamatan struktur mikro di atas menunjukkan bahwa material Straight Union *existing* dan material Straight Union *alternative* pada masing-masing spesimen memiliki jumlah kandungan perlit dan ferit yang berbeda persentasenya. Perlit adalah struktur yang berwarna gelap sedangkan ferit adalah struktur yang berwarna terang. Sehingga untuk menggolongkan fasa material tersebut apakah tergolong baja karbon rendah, baja karbon *medium*, baja karbon tinggi diperlukan pembacaan persentase perlit dan ferit menggunakan *software ImageJ*.

Tabel 3.3. Hasil Pengukuran Persentase Perlit dan Ferit dengan Menggunakan *Software ImageJ*

No	Material	Spesimen	Perlit %	Ferit %
1	Existing	Mur	33.516	66.484
		Hunian	34.182	65.818
		Ring / Cincin	21.304	78.696
2	Alternative	Mur	50.425	49.575
		Hunian	51.514	48.486
		Cincin / Ring	48.581	51.419

Dilihat dari hasil pengukuran prosentase perlit dan ferit menggunakan *software ImageJ* menunjukkan setiap spesimen dari material *straight union existing* maupun *alternative* memiliki prosentase yang berbeda. Analisa selanjutnya dari hasil pengukuran prosentase perlit pada spesimen ditampilkan dengan grafik seperti berikut.



Gambar 3.1 Grafik Presentase Perlit pada Masing-masing Spesimen

Grafik diatas menunjukkan perbedaan presentase perlit pada masing-masing spesimen. Terlihat bahwa kandungan perlit pada material *straight union* memiliki presentase yang sangat tinggi (51.514%) dibandingkan dengan material *straight union existing*

(21.304%). Hasil ini sesuai dengan foto struktur mikro dimana perlit terlihat lebih rapat pada spesimen *straight union alternative* dibandingkan dengan spesimen *straight union existing*.

3.2. Hasil Pengujian *Hardness*

Dalam tugas akhir ini dilakukan pengujian *hardness* material *Straight Union existing* dan pengujian *hardness* pada material *Straight Union alternative*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik (kekerasan) material tersebut berdasarkan standar material yang digunakan yaitu DIN 2353 mengacu ASTM A105.

Untuk validasi hasil pengujian dilakukan menggunakan metode *manual calculation* dan nilai hasil pengujian mesin *hardness*.

Untuk *manual calculation*, metode pengujian dilakukan menggunakan *Hardness Vickers* maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$HV = \frac{2p \sin \frac{\theta}{2}}{d^2} = \frac{2p \sin \frac{136}{2}}{d^2} = \frac{1,854 p}{d^2}$$

$$HV = \frac{1,854 p}{d^2}$$

Dimana,

HV = Nilai *Hardness Vickers*

P = Beban (10kg)

d = Diagonal (mm)

Untuk nilai hasil pengujian mesin *hardness* bisa dilihat pada tabel 3.4 dan tabel 3.5 :

Tabel 3.4 Nilai *hardness* material *straight union existing*

MATERIAL	SAMPLE	D1	D2	P	WAKTU	NILAI HARDNESS (HV)
Mur existing	1	377.2	371.9	10kg	15 sec	132.16
	2	383.8	383.7	10kg	15 sec	125.9
	3	374.6	369	10kg	15 sec	137.8
	4	349	349.4	10kg	15 sec	152.04
					AVERAGE	142.1
Hunian existing	1	315.7	306.1	10kg	15 sec	191.81
	2	309.4	309.6	10kg	15 sec	194.17
	3	314.6	310.6	10kg	15 sec	189.73
	4	314.8	308.2	10kg	15 sec	191.07
					AVERAGE	191.44
Cincin / Ring existing	1	421.1	419.3	10kg	15 sec	105
	2	427.2	419.3	10kg	15 sec	103.49
	3	427.9	423.7	10kg	15 sec	102.26
	4	419.1	418.9	10kg	15 sec	105.6
					AVERAGE	105.3

Tabel 3.5 Nilai *hardness* material *alternative*

MATERIAL	SAMPL E	D1	D2	P	WAKTU	NILAI HARDNES S (HV)
Mur alternative	1	295.7	291.9	10kg	15 sec	214.79
	2	298.1	305.9	10kg	15 sec	205.35
	3	287.7	287.7	10kg	15 sec	212.97
	4	299.2	291.1	10kg	15 sec	212.83

					AVERAG E	213.81
Hunian	1	243.4	268.6	10k g	15 sec	294.28
alternative	2	267.4	262.5	10k g	15 sec	264.16
	3	278.6	269	10k g	15 sec	247.31
	4	274.6	270.1	10k g	15 sec	249.95
					AVERAG E	272.11
Cincin / Ring	1	307.6	305.1	10kg	15 sec	197.61
Alternative	2	293.6	292.7	10kg	15 sec	215.74
	3	305.5	311.9	10kg	15 sec	194.55
	4	309.4	308.6	10kg	15 sec	194.17
					AVERAG E	195.89

Dapat diketahui dari hasil pengujian *Hardness (Vickers)* di atas bahwa material *Straight Union existing* memiliki nilai kekerasan yang rendah dibandingkan dengan material *Straight union alternative*. Dari kejadian kebocoran sambungan jalur sistem hidrolik *steering gear*, spesimen yang rentan penyok adalah spesimen cincin/ring. Dan ketika dilakukan pengujian material *existing* didapatkan hasil yang sesuai, bahwa spesimen cincin/ring memiliki nilai kekerasan yang rendah yaitu 105.3 HV dan spesimen hunian memiliki nilai kekerasan yang tinggi yaitu 191.44 HV (pada kasus kebocoran hunian tidak mengalami masalah).

Sedangkan untuk material *alternative* memiliki nilai lebih tinggi kekerasannya dari pada material *existing* yaitu spesimen mur 213.81 HV, hunian 272,11 HV, dan cincin/ring 195.89 HV. Lalu untuk perbandingannya dengan Standar DIN 2353 E yang mengacu pada ASTM A105 akan ditunjukkan pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 perbandingan material *straight union existing* dan *alternative* berdasarkan DIN 2353 E.

No.	Material	Nilai Hardness (HV) >187 (HV)	Standar / Tidak Standar
1	Mur 20m <i>existing</i> m	142.1	Tidak Standar
2	Hunian <i>existing</i>	191.4	Tidak Standar
3	Cincin/Ring <i>existing</i>	105.3	Tidak Standar
4	Mur <i>alternative</i>	213.81	Standar
5	Hunian <i>alternative</i>	272.12	Standar
6	Cincin/Ring <i>alternative</i>	195.89	Standar

3.3. Hasil Pengujian Chemical Composition

Pengujian komposisi kimia dilakukan menggunakan OES (*Optical Emission Spectroscopy*). Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan susunan *Carbon, Mangan, Phosporus, Sulfur, Copper, Nickel, Chromium, Molybdenum, dan Vanadium* material *existing*, material *alternative*, dan material ketentuan

Standar DIN 2353 E. Agar bisa diketahui kesesuaian material yang digunakan sudah memenuhi standar atau belum. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 3.7 dan tabel 3.8.

3.7 Tabel Hasil Pengujian Material *Existing* pada Masing-masing spesimen

No	Komposisi Kimia	Mur (%)	Hunian (%)	Ring / Cincin (%)	Standart DIN 2353 E
					ASTM A105 (%)
1	Carbon (C)	0.1906	0.2001	0.1811	0.35 max
2	Mangan (Mn)	0.7695	0.8982	0.8315	0.60 - 1.05
3	Phosporus (P)	0.3240	0.0355	0.0398	0.035 max
4	Sulfur (S)	0.0363	0.0408	0.0398	0.040 max
5	Silicon (Si)	0.2684	0.1725	0.2199	0.10-0.35
6	Copper (Cu)	0.1721	0.1801	0.1901	0.40 max
7	Nickel (Ni)	0.7244	0.6996	0.5611	0.40 max
8	Chromium (Cr)	0.5755	0.5955	0.4901	0.30 max
9	Molybdenum (Mo)	0.2376	0.2110	0.1576	0.12 max
10	Vanadium (V)	0.2165	0.2537	0.1895	0.08 max

Pada tabel 3.7 dapat diketahui bahwa material *Straight Union existing* memiliki kandungan unsur kimia yang tidak sesuai dengan Standar. Hal ini menguatkan diagnosa awal bahwa penyebab kebocoran adalah penggunaan material yang tidak sesuai dengan standar.

3.8 Tabel Hasil Pengujian Material *Alternative* pada Masing-masing spesimen

No	Komposisi Kimia	Mur (%)	Hunian (%)	Ring / Cincin (%)	Standart DIN 2353 E
					ASTM A105 (%)
1	Carbon (C)	0.3095	0.3352	0.2990	0.35 max
2	Mangan (Mn)	0.6023	0.7228	0.4610	0.60 - 1.05
3	Phosporus (P)	0.0116	0.0141	0.0108	0.035 max
4	Sulfur (S)	0.0200	0.0112	0.0134	0.040 max
5	Silicon (Si)	0.2535	0.1996	0.3869	0.10-0.35
6	Copper (Cu)	0.2447	0.2904	0.1961	0.40 max
7	Nickel (Ni)	0.3915	0.1413	0.3084	0.40 max
8	Chromium (Cr)	0.1934	0.2172	0.0995	0.30 max
9	Molybdenum (Mo)	0.0723	0.0993	0.0514	0.12 max
10	Vanadium (V)	0.0337	0.0451	0.0269	0.08 max

Pada tabel 3.8 dapat diketahui bahwa material *Straight Union alternative* memiliki kandungan unsur kimia yang sesuai dengan Standar DIN 2353 E masing masing unsur kimia memiliki range yang masih pada batas standar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Analisa dapat disimpulkan menjadi sebagai berikut :

1. Dari hasil *Microstructure Examination* diketahui persentase perlit pada material *existing* yaitu Mur 33,516%, Cincin/Ring 21,304%, Hunian 34,182%. Pada material *alternative* yaitu Mur 50,425%, Hunian 51,514%, Ring/Cincin 48,581%. Pada material *Straight Union existing*

- memiliki kandungan perlit yang lebih sedikit dibandingkan kandungan feritnya.
2. Nilai *hardness* pada standar DIN 2353 E (ASTM A105) adalah 187 HV (*Hardness Vickers*), sedangkan material *existing* memiliki nilai *hardness* dibawah nilai standar (mur 142.1 HV, Hunian 191.44 HV, dan Ring 105.3 HV). Untuk material *alternative* memiliki nilai *hardness* di atas nilai standar (Mur 213.81HV, Hunian 272.11 HV, Ring 195.89 HV). Nilai kekerasan bisa dikatakan tidak berpengaruh dikarenakan untuk mencapai material yang keras dibutuhkan nilai *hardness* sekitar 31.1 HRC atau jika dikonversikan menjadi HV adalah 310 HV.
 3. Dari hasil perbandingan semua unsur yang muncul pada pengujian komposisi kimia, material *existing* memiliki spesifikasi standar yang cocok dengan ASTM A29 grade 8620 dan tidak cocok dengan ASTM A105.

5. SARAN

Selanjutnya dari pembahasan penelitian ini, dapat dirangkum beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya dilakukan pengujian tekan (*hydrotest*) dengan membuat simulasi jalur *hydrolic steering gear system*. untuk mengetahui nilai tekan terhadap masing masing material *straight union* menggunakan *working pressure* 128 bar dikalikan 1.5 untuk mendapatkan *desain pressure*.
2. Selanjutnya dapat dilakukan penelitian terhadap desain kemiringan dari Ring/Cincin material *straight union existing*. Untuk mendapatkan kesesuaian sesak antara hunian dan Ring/Cincin.
3. Salah satu factor penyebab kebocoran bisa jadi dikarenakan oleh getaran yang berlebih pada saat kapal berjalan. Untuk itu diperlukan penelitian terhadap getaran, *support*, dan jalur pipa *hydrolic steering gear system*.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar dan tepat waktu.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan begitu banyak nasehat hidup, kasih sayang, doa, dukungan moril serta materil, dan segalanya bagi penulis.
3. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc, M.RINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak MM. Eko Prayitno, selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.

5. Bapak Bayu Wiro Karuniawan, selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
6. Seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Perpipaan yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Semua teman-teman *piping engineering* 2015,yang telah memberikan semangat, keceriaan, dan ilmu selama penulisan tugas akhir.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atmaja, A., Sidi, P., K, H. B., Studi, P., Perpipaan, D.-T., Teknik, J., & Negeri, P. P. (2018). Analisis Flow Rate Gas Back Purging Ar pada Pengelasan Stainless Steel dengan Proses GTAW terhadap Struktur Mikro dan Laju Korosi dengan Media Decalcium, 3–8.
- [2] Noviyanto, R. T., Prasajo, B., & Wismawati, E. (2018). Effect Of Plastic Deformation Of Material Carbon Steel A53 Gr B to Hardness Value and Corrosion Rate Value on CPO and Steam.
- [3] Parisher, R. A., & Rhea, R. A. (2012). *Pipe Drafting and Design. Pipe Drafting and Design.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384700-3.00005-0>
- [4] Putra, A. A., & Prasajo, B. (2017). Analisa Kerusakan Water Wall Tube Pada Coal Boiler (Studi Kasus PT Ecogreen Oleochemicals Batam), 3–6.
- [5] Ramadha, B., Wismawati, E., & K, B. W. (2018). Analisis Tekno Ekonomi Penggunaan Material Carbon Steel SA 106 Grade B dan Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) pada Jalur Water Injection Pipeline 10 ” – 3000 M.
- [6] Society, M. S., & Industry, F. (1898). Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications 1, 1–5. <https://doi.org/10.1520/A0105>
- [7] Ubaidillah, M. G., Prasajo, B., Studi, P., Perpipaan, D. T., Teknik, J., Kapal, P., ... Negeri, P. P. (2017). ANALISA PENGARUH OVERHEATING TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA KERUSAKAN WATER WALL TUBE PADA COAL.