

**PERBAIKAN BADAN KAPAL DENGAN METODE LAS SMAW  
(SHIELDED METAL ARC WELDING) DI WORKSHOP PT. DOK & PERKAPALAN  
KODJA BAHARI (PERSERO) CIREBON**

**Yayat Supriyatna\*, H. Haris Budiman dan Asep Rachmat**  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Majalengka  
JL. K.H. Abdul Halim No. 103, Majalengka 45418  
\*Email : yayatsupriyatna7211@gmail.com

*PT. DOK & PERKAPALAN KODJA BAHARI (Persero) merupakan salah satu galangan terbesar yang ada di Indonesia, dimana terdapat sistem perawatan dan perbaikan kapal. Salah satunya yang digunakan oleh perusahaan adalah penggunaan metode las SMAW (shielded metal arc welding) metode ini merupakan sebuah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda. Tegangan listrik yang dipakai 130-170 Volt dan pencairan menggunakan arus listrik hingga 500 Ampere yang umum digunakan berkisar antara 100-500 Ampere. Pengujian konstruksi plat kapal, pengukuran ketebalan plate dengan metode ultrasonic test, pengujian dengan metode hydrostatic pressure test, pemotongan lembaran plat dan proses pengelasan setelah SOP dilakukan ada pengujian kebocoran dimana pengujian ini menggunakan metode minyak dan kapur. Pelat yang diganti adalah pelat yang ketebalannya dibawah 12mm, benturan yang terjadi pada kapal mengakibatkan korosi dan berkurangnya ketebalan pelat.*

**Kata kunci:** Korosi, perbaikan, SMAW (shielded metal arc welding), perbaikan, SOP (Standard Oprasional Prosedur).

## 1. PENDAHULUAN

PT. DOK & PERKAPALAN KODJA BAHARI (persero) merupakan salah satu galangan terbesar yang ada di Indonesia, dimana PT. DOK & PERKAPALAN KODJA BAHARI (persero) memiliki beberapa cabang di Indonesia salah satunya adalah di Kabupaten Cirebon. Perusahaan ini bekerja dibidang perbaikan kapal dimana salah satunya proses dalam perbaikan kapal tersebut adalah pengelasan dengan proses las busur listrik SMAW (*shielded metal arc welding*). ( Heri Sunaryo. *Teknik Pengelasan Kapal Jilid I*, 2008)

Proses perbaikan yang dilakukan di perusahaan ini berdasarkan pada keluhan yang disampaikan pemilik kapal. Kapal - kapal yang ada saat ini memiliki umur yang berbeda. Sehingga pemilik kapal tidak mengetahui secara pasti apakah pelat badan kapal sudah harus diperbaiki atau dalam keadaan rusak. Maka ketika kapal yang hendak diperbaiki akan melalui tahap pengujian.

Proses pengujian yang dilakukan oleh PT. DOK & PERKAPALAN KODJA BAHARI (persero) proses pengujian meliputi pengujian ketebalan pelat dengan menggunakan alat *ultrasonic test* dan pengujian kebocoran menggunakan metode *hydrostatic pressure test* sebelum melakukan kedua pengujian tersebut ada proses pemeriksaan secara visual dimana pelat dengan standar ketebalan 12mm. Jika ketebalan pelat kapal kurang dari 12mm dengan toleransi 1mm atau dengan ketebalan kurang dari 11mm maka kapal harus diperbaiki. Setelah pemeriksaan visual untuk mengetahui ketebalan pelat pasti dari badan kapal dilakukan pengujian *ultrasonic test* dan *hydrostatic test*.

Setelah proses pengujian dan ditemukan bagian badan kapal yang memiliki ketebalan kurang dari standar yang telah ditentukan maka dilakukan perbaikan dengan proses pengelasan SMAW (*shielded metal arc welding*) merupakan salah satu proses pengelasan yang umum digunakan, utamanya pada pengelasan singkat dalam produksi, pemeliharaan dan perbaikan, untuk bidang kontruksi. SMAW adalah sebuah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda (bahan pengisi).

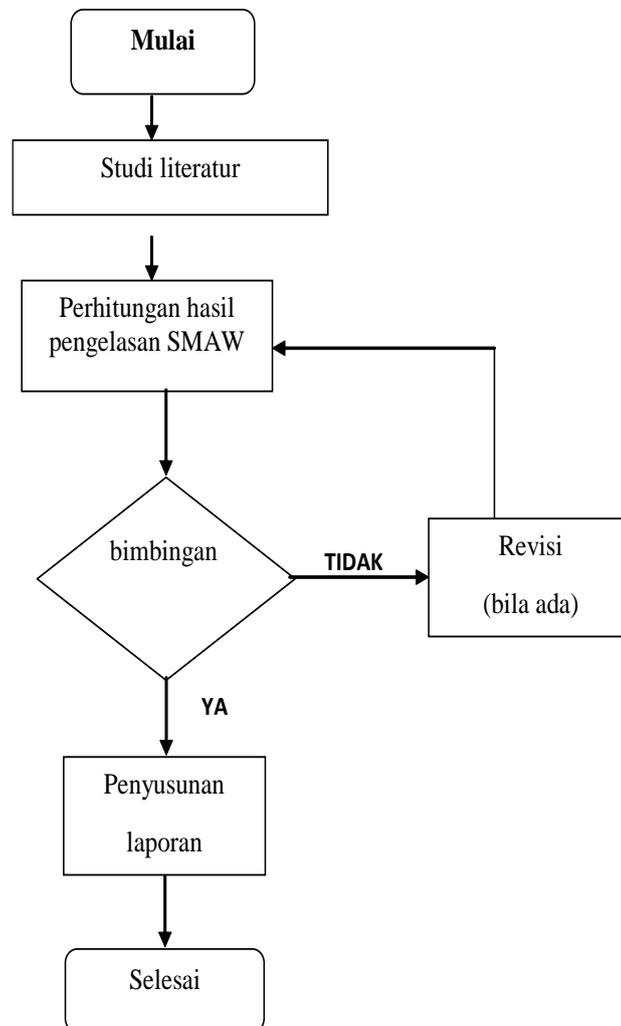
Prinsip dari SMAW adalah menggunakan panas dari busur untuk mencairkan logam dasar dan ujung sebuah elektroda tertutup dengan tegangan listrik yang dipakai 130-170 Volt, dan pencairan digunakan arus listrik hingga 500 Ampere yang umum digunakan berkisar antara 100-500 Ampere.

Pengelasan dengan metode SMAW, dimulai saat sebuah busur listrik dipukul dengan membuat kontak antara ujung elektroda dan material yang akan di las. Intensitas panas busur mencairkan ujung elektroda dan material yang akan di las dekat dengan busur. Busur digerakan

sesuai dengan panjang material yang akan di las, titik lebur material dan intensitas panas akan mengisi material. (kiyokatsu suga, 1978. *Design of machine elements*, Sularso, Dasar perancangan dan pemilihan elemen mesin. Kresna Pima Persada : Jakarta)

## 2. METODOLOGI

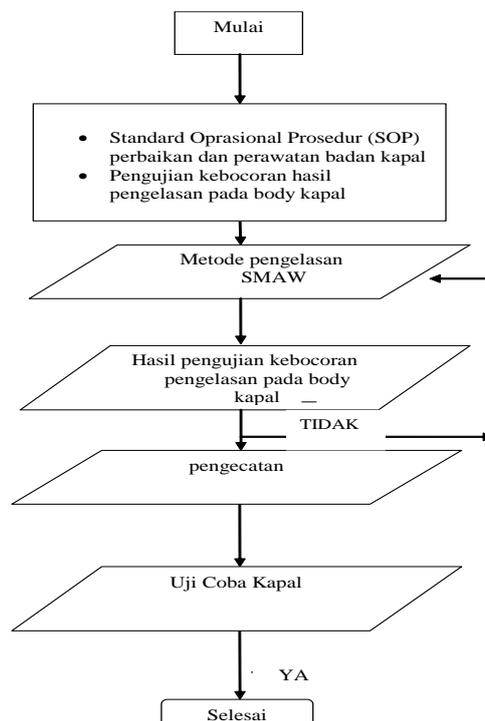
Penelitian ini bersifat memaparkan masalah-masalah yang ada di lapangan, kemudian dari data yang diperoleh disusun dan dijelaskan. Data meliputi observasi di lokasi penelitian. Langkah-Langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian.

## 2.1 Diagram Alir Proses Perawatan & Perbaikan Badan Kapal Dengan Cara Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Diagram alir gambar 2 ini menjelaskan diagram alir hasil observasi penelitian.



Gambar 2 Diagram Alir Proses Perawatan & Perbaikan Badan Kapal Dengan Cara Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Standard Oprating Procedure (SOP) perbaikan dan perawatan badan kapal

#### 3.1.1 Pengukuran Ketebalan Plate dengan metode *Ultrasonic Test*

*Ultrasonic Test* merupakan bagian dari pengujian tanpa merusak, secara umum pengujian *Ultrasonic* didasarkan pada penangkapan dan kuantifikasi gelombang pantul atau gelombang yang di transmisikan ke dalam material untuk mendeteksi cacat atau untuk mengkaraterisasi material.

1. Pelat yang akan diukur ketebalannya digerinda terlebih dahulu agar permukaan plat bersih dari kotoran yang dapat menanmbah ketebalan dari plat tersebut.
2. Pemberian lemak SE-probe (vet atau lemak) yang mampu menghantarkan getaran *ultrasonic* dan menerima pantulan atau gema pada plat yang sedang di ukur.
3. Alat ukur *ultrasonic* dilekatkan pada permukaan pelat yang mengeluarkan getaran *ultrasonic* sampe menembus ketebalan pelat sisi yang lain.
4. Pantulkan kembali menuju SE-probe sebagai gema.

Dengan diketahui kecepatan getaran, maka waktu getaran *ultrasonic* yang diterima kembali oleh SE-probe tersebut akan menunjukkan ketebalan pelat yang diukur.

#### 3.1.2 Pengujian dengan metode *Hydrostatic Pressure Test*

Metode ini dilakukan dengan cara mengisi tangki dengan air sampai tekanan tertentu kemudian dilihat kekedapannya apakah ada rembesan air atau tidak. Permukaan air pengepresan untuk mendapatkan tekanan tertentu tersebut tidak berubah tingginya. Menurut ketentuan Biro Klasifikasi sebagai berikut :

1. Lama tekanan air sebelum pemeriksaan tidak boleh kurang dari 1 jam.
2. Tidak boleh ada sisa ruang udara pada bagian atas ruang yang diperiksa.
3. Tinggi tekanan ditentukan pada titik tertinggi dari ruangan yaitu sampai pada tinggi permukaan air pada pipa isi, pipa udara atau pipa limbah.
4. Pengujian kekedapan air dilakukan seefisien mungkin dan tidak menimbulkan tegangan tambahan pada konstruksi badan kapal dan pengaruh beban pada dok.

### 3.1.3 Pemotongan Lembaran Plat

Pemotongan pelat kulit dilaksanakan dengan dua cara yaitu :

1. Pemotongan dari sisi luar.

Pemotongan plat dilaksanakan setelah penandaan lokasi bolak-balik melintang atau memanjang dengan kapur atau cat dan dilakukan diluar hubungan balok konstruksi dengan plat kulit agar jangan sampai balok konstruksinya ikut terpotong. Bagian plat kulit yang masih tersisa pada balok konstruksi harus dibersihkan.

2. Pemotongan dari sisi dalam.

Pemotongan plat dilaksanakan langsung dari sisi dalam kapal (misalnya pada ruang palkah) dan dapat langsung memotong sambungan balok konstruksi dengan plat kulit sehingga pekerjaan lebih cepat. Pemotongan garis kampuh las dilaksanakan sebagai berikut:

- a. Pemotongan plat lama tepat pada sumbu kampuh las melintang atau memanjang agar ukuran plat baru sesuai dengan ukuran lebar dan panjang plat lama dan sisa separuh material las lama dipotong untuk pembuatan kampuh las.
- b. Pemotongan sisi melintang plat kulit lama diusahakan dekat dengan jarak gading.
- c. Pemotongan sisi memanjang plat kulit lama tidak boleh kurang dari 200 mm dari balok memanjang yang terdekat.
- d. Pemotongan plat kulit yang tersisa pada balok-balok melintang atau memanjang harus dibersihkan.

3. Spesifikasi material yang digunakan.

Sebagai bahan perawatan dan perbaikan kapal yaitu menggunakan plat baja jenis (PK385731), dengan bahan campuran sebagai berikut:

- a. C (Karbon), dengan presentase 0,167 %
- b. Si (Silicon), dengan presentase 0,031 %
- c. Mn (Mangan), dengan presentase 0,873 %
- d. P (Fosfor), dengan presentase 0,01%
- e. S (Belerang), dengan presentase 0,009 %
- f. Al (Aluminium), dengan presentase 0,05%

### 3.1.4 Proses Pengelasan

Proses pengelasan SMAW yang umumnya disebut Las Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda. Panas tersebut ditimbulkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas ).

- a. Sumber tegangan yang digunakan ada dua macam yaitu listrik AC ( Arus bolak balik ) dan listrik DC ( Arus searah ). Proses terjadinya pengelasan karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek dan saat terjadi hubungan pendek tersebut (*welder*) harus menarik elektrode sehingga terbentuk busur listrik yaitu lonjakan ion yang menimbulkan panas.
- b. Panas akan mencairkan elektrode dan material dasar sehingga cairan elektroda dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). Untuk menghasilkan busur yang baik dan konstan tukang las harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama. Adapun jarak yang paling baik adalah sama dengan diameter elektroda yang dipakai.

### 3.1.5 Data Hitungan Gaya total Pengelasan

Tabel 1 Data yang dibutuhkan untuk perhitungan pengelasan

| No. | t <sub>1</sub> | t <sub>2</sub> | L               | Σt                    |
|-----|----------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| 1   | 12mm           | 12mm           | 30cm X 100cm    | 900kg/cm <sup>2</sup> |
| 2   | 12mm           | 12mm           | 183cm X 22cm    | 900kg/cm <sup>2</sup> |
| 3   | 12mm           | 12mm           | 202cm X 183cm   | 900kg/cm <sup>2</sup> |
| 4   | 12mm           | 12mm           | 147,5cm X 215cm | 900kg/cm <sup>2</sup> |
| 5   | 12mm           | 12mm           | 130cm X 183cm   | 900kg/cm <sup>2</sup> |
| 6   | 12mm           | 12mm           | 175cm X 200cm   | 900kg/cm <sup>2</sup> |

$$\begin{aligned}
 t_1 &= 12\text{mm} = 1,2\text{cm} \\
 t_2 &= 12\text{mm} = 1,2\text{cm} \\
 L &= 2300\text{mm} = 230\text{cm} \\
 \sigma_t &= 900\text{kg/cm}^2 = 9000 \text{ N/cm}^2 \\
 F_t &= (t_1 + t_2) \cdot L \cdot \sigma_t \\
 &= (1,2\text{cm} + 1,2\text{cm}) \cdot 230\text{cm} \cdot 9000 \text{ N/cm}^2 = 4.968.000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 1 maka dapat di cari gaya total dengan menggunakan persamaan (Rumus pengelasan kampuh bilah V ganda).

**Tabel 2 Hasil perhitungan gaya total pengelasan**

| No. | Ft( Gaya total ) | Hasil perhitungan tabel 3.1 |
|-----|------------------|-----------------------------|
| 1   | Ft1              | 4.968.000 N                 |
| 2   | Ft2              | 4.968.000 N                 |
| 3   | Ft3              | 16.632.000N                 |
| 4   | Ft4              | 15.660.000N                 |
| 5   | Ft5              | 6.760,800N                  |
| 6   | Ft6              | 16.200.000N                 |

### 3.1.6 Pengujian Kebocoran Hasil Pengelasan

Adapun pengujian kebocoran hasil pengelasan menggunakan metode minyak dan kapur. Metode ini dapat mengetahui keretakan permukaan, kedekatan air dan kesempurnaan sambungan pengelasan pelat. Berikut langkah-langkah pengujian tersebut:

1. Tempat yang akan diperiksa dibersihkan terlebih dahulu.
2. kemudian diberi minyak.
3. Lalu dilap sampai kering.
4. Pelapisan dengan larutan kapur atau digosok kapur.
5. Diamkan selama 8 jam agar minyak menyerap.
6. Getarkan dengan palu sehingga timbul suatu garis yang jelas pada lapisan kapur karena terangkatnya minyak dari celah keretakan.

Dari pengujian yang dilakukan kemudian maka mendapatkan hasil dilanjut ke proses selanjutnya atau tidak, jika hasil pengujian tidak ditemukan kebocoran maka perbaikan kapal di lanjut ke proses berikutnya yaitu proses pengecatan.

Jika hasil pengujian masih ditemukan kebocoran maka proses perbaikan kembali lagi ke proses pengelasan.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kerja praktek yang dilakukan di PT. DOK KODJA BAHARI (PERSERO), mengenai proses perawatan dan perbaikan kapal. Maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Proses perbaikan kapal yang dilakukan menggunakan proses pengelasan las SMAW dengan menggunakan jenis elektroda jenis E6013 dengan tipe CHE40 diameter 4,0mm karena ketebalan plat yang akan di las memiliki tebal 12mm.
- b. Pengujian pada perbaikan *body* kapal meliputi pengujian dengan metode *ultrasonic test*, *hydrostatic pressure test*, pemotongan lembaran plat dan proses pengelasan dengan menggunakan las SMAW.
- c. Salah satu proses perbaikan yang dilakukan adalah proses pengelasan dengan menggunakan las SMAW, dimana memiliki proses analisis berupa kebocoran pada hasil sambungan lasan menggunakan metode minyak dan kapur dan menganalisis ketebalan kampuh lasan. Pada saat kerja praktek terdapat kapal yang sedang diperbaiki dengan proses las, yang kemudian dianalisis kebocoran menggunakan minyak dan kapur ternyata hasilnya tidak ada kebocoran.

## DAFTAR PUSTAKA

Kiyokatsu suga, 1978. *Design of machine elements*, Sularso, Dasar perancangan dan pemilihan elemen mesin. Kresna Pima Persada : Jakarta

- Wiryo Sumarto, H. dan Toshie, O. 2004. *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan ke-9, penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta
- BE, Probo Antonius 1999. *Pengetahuan Elektroda Las dan Simbol Las*, Jakarta
- Heri Sunaryo. *Teknik Pengelasan Kapal Jilid I*, Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008