



TUGAS AKHIR – MO 141326

**ANALISA RESIKO DAN BIAYA PENGELASAN PELAT
KAPAL PADA PROSES *REPLATING***

Muhammad Faisal Hamdani

NRP. 4313 100 087

Dosen Pembimbing :

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D.

Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 60111

2017



FINAL PROJECT – MO 141326

*RISK AND COAST ANALYSIS ON SHIP PLATE WELDING
DURING REPLATING PROCESS*

Muhammad Faisal Hamdani

NRP. 4313 100 087

Supervisors :

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D.

Department Of Ocean Engineering

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 60111

2017

Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses Replating.

TUGAS AKHIR



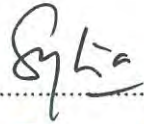

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gerlar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Muhammad Faisal Hamdani

NRP. 4313 100 087

Disetujui oleh:

1. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.  (Pembimbing 1)
.....
2. Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D.  (Pembimbing 2)
.....
3. Silvianita, S.T., M.T., Ph.D.  (Penguji 1)
.....
4. Agro Wisudawan, S.T., M.T.  (Penguji 2)
.....

Surabaya, Juli 2017

Analisa Resiko Dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal Pada Proses *Replating*

Nama Mahasiswa : Muhammad Faisal Hamdani
NRP : 4313 100 087
Departemen : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.
Herman Pratikno, S.T., MT., Ph.D.

ABSTRAK

Didalam industri minyak dan gas lepas pantai sebuah kapal berperan sebagai alat transportasi untuk mendistribusikan hasil eksploitasi dilapas pantai. Saat pendistribusian dari hulu ke hilir kapal akan mengalami interaksi terhadap beban internal dan beban eksternal saat beroperasi sebagai alat transportasi. Beban intenal yang terdapat dalam kapal diantaranya *life load* dan *dead load*, sedangkan beban eksternalnya *environment load*. Interaksi ini menyebabkan Perbaikan kapal dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan akibat interaksi dengan beban-beban yang diterima kapal saat beroperasi. Salah-satu proses perbaikan kapal untuk memperbaiki pelat yang rusak adalah *replating*. Proses *replating* adalah proses pengelasan pelat pada bagian badan kapal yang diperbaiki. proses *replating* memiliki penanganan-penanganan khusus tergantung jenis pelat yang digunakan. Metode pengelasan pelat yang digunakan untuk *replating* pelat kapal ini menggunakan *Fluks Cored Arc Welding* (FCAW). Setiap pengelasan sering ditemukan adanya cacat las (*welding defect*). Oleh Karena itu perlu dilakukan pencegahan dengan menganalisa penyebab-penyebab dari cacat las. Salah satu cara yang digunakan dengan analisa resiko yang akan terjadi saat proses pengelasan pelat. *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) merupakan salah satu cara untuk menganalisa resiko kegagalan yang ada dalam suatu pekerjaan. Dari *welding defect* akan didapatkan *Risk Priority Number* (RPN) dan faktor-faktor kegagalan yang ada. Selain itu analisa biaya dilakukan untuk melihat anggaran yang dikeluarkan untuk *replating*. Setelah dilakukan analisa resiko dan biaya dari pengelasan akan didapatkan metode pengelasan yang lebih efisien dan biaya yang dikeluarkan untuk *replating*.

Kata Kunci– **Analisa Resiko, Biaya Pengelasan, Flux Cored Arc Welding, FCAW, Replating.**

Risk and Cost Analysis on Ship Plate Welding During Replating Process

Name : Muhammad Faisal Hamdani
REG : 4313 100 087
Department : *Ocean Engineering*
Supervisors : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.
Herman Pratikno, S.T., MT., Ph.D.

ABSTRACT

In offshore oil and gas industry ships are very vital for distributing the oil and gas extracted from oilfield. During distribution from upstream to downstream ship will have interaction with internal and external load in its operation age. Internal loads are loads caused by its own structure, such as life load and dead load, while the external loads are caused by environmental load such as wave, wind, and current load. This interaction will caused the ship to be repaired due to the damage cause by the loads during operation. One of the process of ship repairing is replating. Replating is a plate welding process on the repaired part of the ship hull. Replating needs a special handling depends on the plate type used. Plate welding method used on this final project is Flux Cored Arc Welding (FCAW). It is common to find a defect on every welding activities, so that a preventive action is needed by analyzing the cause of the defect. One of the preventive action is analyzing the failure risk that could happen during the plate welding process. Failure Modes And Effect Analysis (FMEA) is one of many methods to analyzee the failure risk in any activities. Risk Priority Number (RPN) will be obtained from the welding defect and failure factors from the welding. In other note, cost analysis was also done to arranging the budget needed to replating. After the risk and cost analysis from the welding, a decision for the more efficient and cheaper replating cost welding method can be made.

Keyword- Risk Analysis, Welding Cost, Flux Cored Arc Welding, FCAW, Replating.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat, karunia, dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. Sholawat serta salam juga penulis panjatkan kepada junjungan seluruh umat manusia Rasulullah Muhammad SAW.

Tugas akhir ini berjudul “Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal Pada Proses *Replating*”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Tugas akhir ini membahas menganalisa resiko yang terdapat saat pengelasan pelat kapal pada proses *replating* dan juga menghitung biaya yang dikeluarkan untuk proses *replating*.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga penulis berterima kasih jika ada kritik dan saran dari pihak lain. Penulis berharap penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan teknologi di bidang *marine technology* serta bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, Juli 2017

Muhammad Faisal Hamdani

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam pengerjaan tugas akhir ini hingga selesai. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Amir Hamzah dan Ibu Quratul Aini selaku kedua orang tua serta Anugrah Satria selaku adik saya yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan selama proses pengerjaan tugas akhir ini. Tugas akhir ini saya persembahkan khusus untuk kedua orang tua saya.
2. Bapak Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 saya dan Bapak Herman Pratikno, S.T., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing 2 saya dalam tugas akhir. Terima kasih atas bimbingan, ilmu serta dukungan kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Yoyok Setyo H, S.T, M.T., Ph.D. selaku dosen wali saya selama kuliah di Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS ini. Terima kasih atas bimbingan dan arahan bapak sehingga saya bisa menjadi mahasiswa yang lebih baik.
4. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS yang telah memberikan ilmu, bantuan dan fasilitas kepada saya selama menjalani perkuliahan.
5. Guna, Bobby, Widi, Fadel, Bassam, Tommy, Wati dan Yusnia sebagai teman satu bimbingan yang selalu mendukung dan membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman “Duroh” yang selalu bercanda dan saling membantu dalam kehidupan di Surabaya.
7. Teman-teman “ALENSA 61 ITS 2013” yang selalu membantu tanpa pamrih dan memberikan waktu untuk rekreasi bersama selama di Surabaya.
8. Valtameri P-53 L-31 Teknik Kelautan 2013 yang selalu mendukung dan membantu satu sama lain hingga tugas akhir ini selesai.

Serta terima kasih pada semua pihak yang telah membantu namun tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-nya kepada kita semua.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| ABSTRAK..... | iv |
| KATA PENGANTAR | vi |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Manfaat | 3 |
| 1.5 Batasan Masalah | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI..... | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 5 |
| 2.2 Dasar Teori..... | 6 |
| 2.2.1 Perbaikan dan Pemeliharaan | 6 |
| 2.2.2 Replating..... | 9 |
| 2.2.3 Material | 10 |
| 2.2.4 Pengelasan (Welding) | 10 |
| 2.2.5 Analisa Resiko | 19 |
| 2.2.6 Daigram Pareto | 20 |
| 2.2.7 Fault Tree Analysis (FTA)..... | 20 |
| 2.2.8 Failur Modes and Effects Analysis (FMAE) | 21 |
| 2.2.9 Perhitungan Biaya..... | 24 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 27 |
| 3.1 Metodologi Penelitian..... | 27 |
| 3.2 Prosedur Penelitian | 31 |
| BAB VI ANALISIS DAN PEMBAHASAN..... | 33 |
| 4.1 Pengumpulan Data | 33 |
| 4.1.1 Data Radiography Test (RT)..... | 33 |

| | | |
|---------------------------------|--|----|
| 4.1.2 | Data Material..... | 34 |
| 4.1.3 | Welding Procedure Specification (WPS)..... | 34 |
| 4.1.4 | Data Harga | 35 |
| 4.2 | Analisa Resiko Pengelasan | 36 |
| 4.2.1 | Diagram Pareto | 36 |
| 4.2.2 | Fault Tree Analysis (FTA)..... | 37 |
| 4.2.3 | Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)..... | 40 |
| 4.3 | Perhitungan Biaya Pengelasan..... | 48 |
| 4.3.1 | Konsumsi Elektrode..... | 48 |
| 4.3.2 | Berat Pelat..... | 53 |
| 4.3.3 | Biaya Keseluruhan | 54 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 57 |
| 5.1 | Kesimpulan | 57 |
| 5.2 | Saran | 58 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 59 |
| LAMPIRAN | | |
| BIODATA PENULIS | | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Pengelasan Pelat Pada Proses <i>Replating</i> | 1 |
| Gambar 2.1 Pelat Baja ASTM A131 AH36..... | 10 |
| Gambar 2.2 Ilustrasi Posisi Pengelasan Sambungan <i>Groove</i> (sumber: AWS D1.2. 1997) | 11 |
| Gambar 2.3 Flux FCAW | 13 |
| Gambar 2.4 Konstruksi Mesin Las FCAW | 14 |
| Gambar 2.5 <i>Spatter</i> Berlebih..... | 15 |
| Gambar 2.6 Lubang Pada Benda Kerja..... | 15 |
| Gambar 2.7 Penetrasi Berlebih | 15 |
| Gambar 2.8 Kurang Penetrasi | 16 |
| Gambar 2.9 Lasan Kurang Menyatu | 16 |
| Gambar 2.10 <i>Slag Inclusion</i> | 17 |
| Gambar 2.11 <i>Porosity</i> | 17 |
| Gambar 2.12 Retak..... | 18 |
| Gambar 2.13 <i>Undercut</i> | 18 |
| Gambar 2.14 <i>Fault Tree Analysis</i> | 21 |
| Gambar 2.15 Langkah-Langkah FMEA | 22 |
| Gambar 2.16 Ilustrasi Perhitungan Konsumsi Elektrode..... | 25 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir..... | 27 |
| Gambar 4.1 <i>Joint Detai</i> pada WPS | 34 |
| Gambar 4.2 Diagram Pareto <i>Welding Defect</i> | 37 |
| Gambar 4.3 <i>Fault Tree Analysis</i> untuk <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | 38 |
| Gambar 4.4 <i>Fault Tree Analysis</i> untuk <i>Incomplete Fusion</i> | 39 |
| Gambar 4.5 Diagram Perbandingan Faktor untuk <i>Porosity</i> | 47 |
| Gambar 4.6 Diagram Perbandingan Faktor untuk <i>Clusterd Porosity</i> | 47 |
| Gambar 4.7 Diagram Perbandingan Faktor untuk <i>Incomplete Fusion</i> | 48 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Posisi Pengelasan Sambungan <i>Groove</i> (<i>sumber: AWS D1.2. 1997</i>)..... | 11 |
| Tabel 2.2 Klasifikasi <i>Ranking Of Severity</i> | 23 |
| Tabel 2.3 Klasifikasi <i>Ranking Of Occurance</i> | 24 |
| Tabel 2.4 Klasifikasi <i>Ranking Of Detection</i> | 24 |
| Tabel 2.5 Efisiensi Faktor Metode Pengelasan..... | 26 |
| Tabel 4.1 <i>Radiography Test Report</i> untuk 6 bulan | 33 |
| Tabel 4.2 Data <i>Welding Defect</i> | 33 |
| Tabel 4.3 Spesifikasi Material | 34 |
| Tabel 4.4 <i>Welding Detai</i> pada WPS..... | 34 |
| Tabel 4.5 Pengklasifikasian <i>Welding Defect</i> | 36 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Kuisisioner <i>Severity</i> | 40 |
| Tabel 4.7 Hasil Pengolahan Kuisisioner <i>Occurance</i> untuk <i>Porosity</i> dan <i>Clusterd Porosity</i> | 41 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengolahan Kuisisioner <i>Occurance</i> untuk <i>Incomplete Fusion</i> | 42 |
| Tabel 4.9 Hasil Pengolahan Kuisisioner <i>Detection</i> untuk <i>Porosity</i> dan <i>Clusterd Porosity</i> . 43 | |
| Tabel 4.10 Hasil Pengolahan Kuisisioner <i>Detection</i> untuk <i>Incomplete Fusion</i> | 44 |
| Tabel 4.11 Skor RPN untuk <i>Porosity</i> dan <i>Clusterd Porosity</i> | 45 |
| Tabel 4.12 Skor RPN untuk <i>Incomplete Fusion</i> | 45 |
| Tabel 4.13 Usulan Perbaikan Untuk RPN Tertinggi..... | 46 |
| Tabel 4.14 Data Ukuran Pelat <i>Starboard Side</i> | 49 |
| Tabel 4.15 Data Ukuran Pelat <i>Port Side</i> | 50 |
| Tabel 4.16 Perhitungan Konsumsi Elektrode Pada <i>Starboard Side</i> | 51 |
| Tabel 4.17 Perhitungan Konsumsi Elektrode Pada <i>Port Side</i> | 52 |
| Tabel 4.18 Perhitungan Berat Pelat Pada <i>Starboard Side</i> | 53 |
| Tabel 4.19 Perhitungan Berat Pelat Pada <i>Port Side</i> | 54 |
| Tabel 4.20 Biaya Keseluruhan Proses <i>Replating</i> | 55 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alat-alat transportasi sangat dibutuhkan oleh manusia dan digunakan untuk menunjang kebutuhan dalam mempertahankan laju ekonomi dan berguna untuk menjalankan aktifitas sehari-hari. Alat-alat transportasi yang digunakan dikelompokkan menjadi 3 kelompok transportasi yang sesuai dengan tempat yaitu transportasi darat, udara dan laut. Kapal merupakan salah satu transportasi laut yang digunakan untuk memindahkan minyak dan gas dari ladang minyak untuk dijual atau diproses kembali sesuai kebutuhan di darat oleh perusahaan minyak dan gas. Dalam mempertahankan proses laju ekonomi tersebut perusahaan minyak dan gas rutin memperbaiki kapal supaya tidak terjadi hal-hal yang diakibatkan oleh kapal.

Kapal diperbaiki di galangan oleh perusahaan penyedia jasa perbaikan. Sebelum kapal tersebut akan di inspeksi terlebih dahulu untuk melihat kerusakan-kerusakan yang ada. Bagian-bagian yang akan diperbaiki sesuai dengan hasil inspeksinya. Pada bagian badan kapal terdapat pelat yang robek akan dilakukan *replating* atau pergantian pelat yang rusak dengan pelat yang baru.

Proses *replating* pelat akan berbeda penanganannya dengan pengelasan untuk pelat kapal baru. Proses tersebut memerlukan proses pengelasan untuk mengeratkan pelat yang lama dengan pelat yang baru. Proses ini dinamakan *welding* dan orang yang mengelas dinamakan *welder*. Proses *replating* yang dilakukan oleh welder dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 1.1 Pengelasan Pelat Pada Proses *Replating*

Pada proses pengelasan pelat kapal dapat menggunakan metode pengelasan *Flux Cored Arc Welding* (FCAW). Pada pengelasan FCAW menggunakan kawat las atau elektrode yang terbuat dari logam tipis yang digulung *cylindrical* kemudian dalamnya diisi flux. Gas pelindung yang biasa digunakan dalam pengelasan FCAW umumnya menggunakan gas CO₂ atau campuran CO₂ dengan Argon sebagai gas pelindung.

Saat proses pengelasan sering terjadi permasalahan dalam pengerjaan yang mengakibatkan kegagalan pengelasan. Oleh karena itu dibutuhkan evaluasi dan analisa resiko-resiko yang akan dihadapi saat pengelasan. Banyak metode yang digunakan dalam menganalisa resiko-resiko pada proses tersebut. Analisa resiko ini bertujuan untuk dapat meminimalisir kecelakaan dan kegagalan yang terjadi dalam proses pengelasan.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada tugas akhir ini untuk memfokuskan masalah yang ingin dikaji dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Apa saja faktor penyebab terjadinya kegagalan pengelasan pelat pada proses *replating* kapal ?
2. Apa saja usulan perbaikan untuk resiko terbesar pengelasan pelat pada proses *replating* kapal ?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk pengelasan pelat pada proses *replating* kapal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari masalah yang diangkat dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mendapatkan faktor penyebab terjadinya kegagalan pengelasan pelat pada proses *replating* kapal.
2. Mendapatkan usulan perbaikan untuk resiko terbesar pengelasan pelat pada proses *replating* kapal.
3. Mendapatkan besaran biaya yang dibutuhkan untuk pengelasan pelat pada proses *replating* kapal.

1.4 Manfaat

Manfaat yang didapat dari penelitian tugas akhir ini untuk penulis diharapkan menambah pengetahuan tentang teknologi inspeksi las serta resiko yang ada dalam proses pengelasan dan biaya untuk pengelasan dalam proses *replating* kapal. Juga dapat menjadi bahan masukan untuk perusahaan dan berguna untuk proses perbaikan kapal kedepannya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah pada tugas akhir ini digunakan untuk mempermudah dan menghindari pembahasan yang melebar dalam proses pembuatannya dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Besar resiko menggunakan *Risk Priority Number* (RPN).
- b. Data cacat las yang digunakan adalah data cacat las selama 6 bulan.
- c. Proses *replating* yang dianalisa pada lambung kapal yang tercelup air.
- d. Metode pengelasan yang digunakan adalah *Flux Cored Arc Welding* (FCAW).
- e. Material yang digunakan adalah baja ASTM A131 AH36.
- f. Panjang dari materialnya sesuai dengan bukaan pelat.
- g. Perhitungan biaya dari berat pelat, konsumsi electrode, upah welder, sewa peralatan las dan tarif dasar listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Yang digunakan untuk penulisan tugas akhir ini di uraikan sebagai berikut:

Bab I menjelaskan latar belakang penelitian ini dilakukan, perumusan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat yang didapat dari penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab II menjelaskan dasar teori yang digunakan untuk tugas akhir ini serta tinjauan pustaka yang digunakan sebagai acuan dalam penulisan tugas akhir.

Rincian seperti dasar-dasar teori dan rumus- rumus yang berkaitan dalam penelitian akan dibahas dalam bab ini.

Bab III menjelaskan langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian tugas akhir.

Bab IV menjelaskan analisa dari data serta pemodelan untuk penelitian dan pembahasan hasil analisa yang telah dilakukan dari permasalahan-permasalahan yang ada hingga tujuan dari penelitian ini terpenuhi.

Bab V menjelaskan kesimpulan yang didapatkan dari hasil akhir yang telah di analisa pada bab sebelumnya, serta saran dari penelitian ini sebagai bahan pertimbangan yang dapat digunakan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Kapal digunakan sebagai alat transportasi yang digunakan untuk proses distribusi hasil pengeboran minyak lepas pantai. Proses distribusi itu dilakukan secara teratur dari hulu ke hilir. Kapal akan dilakukan perbaikan dan perawatan untuk dapat melakukan proses distribusi tersebut dengan aman. akan dilakukan inspeksi terlebih dahulu sebelum perbaikan. Pengerjaan perbaikan akan dilakukan setelah dilakukan inspeksi pada kapal yang akan diperbaiki. Inspeksi ini dilakukan untuk mengetahui bagian mana saja yang akan diperbaiki. selain itu untuk mengecek *list* bagian-bagian perbaikan yang diberikan *owner* kepada pihak galangan itu sudah sesuai dengan kondisi kapal yang sebenarnya.

Prose penggantian pelat yang rusak dengan pelat yang baru dengan mengelas pelat yang baru kebagian yang ditentukan. Proses ini biasa disebut *replate* dan merupakan bagian dari proses perbaikan kapal yang ada di galangan. Dalam proses ini terdapat kemungkinan terjadinya kegagalan atau kecelakaan. Perlu dilakukan evaluasi dan Analisa resiko untuk meminimalisir jumlah kejadian kegagalan dan kecelakaan.

Analisa resiko telah banyak dilakukan dalam tugas akhir salah-satunya Salomo P. Sihombing (2016) yang membahas “Analisa Resiko Dan Nilai Ekonomis Pada Pengelasan Kombinasi Pipa API 5L X52” yaitu Analisa tentang resiko-resiko yang ada pada proses pengelasan pipa dengan menggunakan pengelasan kombinasi SMAW dengan FCAW dan GTAW dengan FCAW. Setelah didapatkan resiko yang ada akan dicari *Risk Priority Number* (RPN) untuk masing masing pengelasan kombinasi. selain itu dicari juga nilai ekonomis dari kedua pengelasan kombinasi dan dibandingkan dari kedia pengelasan tersebut.

Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan pada keadaan lumer atau cair (Putra, 2016). Pengelasan juga merupakan proses penyambungan material dengan menggunakan energi panas. Dari para peneliti tersebut akan didapatkan titik temu untuk melakukan penelitian lebih lanjut yaitu pengelasan pada prose *replating*. Dengan menganalisa resiko

proses *replating* akan diketahui resiko yang ada khususnya resiko pada saat pengelasan pelat.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Perbaikan dan Pemeliharaan

Pada umumnya sebuah produk yang dihasilkan oleh manusia tidak ada yang tidak mungkin rusak, tetapi usia penggunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan yang dikenal dengan pemeliharaan (Syaifi, 2006). Pemeliharaan atau perawatan adalah sebuah operasi atau aktivitas yang dilakukan secara berkala dengan tujuan menjada kondisi, mempercepat pergantian kerusakan peralatan dengan resources/peralatan yang ada untuk bangunan lepas pantai. Perawatan juga ditunjukkan untuk mengembalikan suatu sistem agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, memperpanjang usia kegunaan mesin, dan menekan failure/kegagalan sekecil mungkin. Mengingat perawatan adalah factor dari kehandalan dan umur suatu bangunan lepas pantai, oleh sebab itu perawatan sangat diperlukan dan harus diperhatikan dalam perencanaan maupun pelaksanaannya. Menurut Soejitno, 1997 tujuan pemeliharaan yang utama dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Untuk memperpanjang asset
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin
3. Untuk menjamin kesiapan oprasional dari seluruh peralatan yang dibutuhkan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Untuk menjamin jeselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

1. Reparasi pada galangan

Untuk pelaksanaan reparasi atau perbaikan pada galangan dapat dikatagorikan dalam 3 macam berikut ini.

1. Docking repair

Docking repair dilakukan khusus untuk memperbaiki ataupun merawat bagian-bagian bangunan laut. Yang meliputi pekerjaan tersebut adalah

- Pergantian pelat
- Pergantian anode
- Reparasi propeller dan pelepasan poros
- Pembersihan dan pengecatan plat

2. Floating repair

Floating repair dilaksanakan untuk mereparasi atau merawat bangunan laut pada tempat-tempat yang berada diatas garis air.

3. Running repair

Running repair merupakan pelaksanaan reparasi bangunan laut yang dimana bangunan laut tersebut direparasi diluar area galangan. Dengan demikian tenaga dari galangan mendatangi tempat atau lokasi dimana bangunan laut tersebut berada.

2. Kegiatan-kegiatan pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan dalam suatu perusahaan menurut Syaifi dkk, 2006 meliputi berbagai kegiatan sebagai berikut

1. Inspeksi (*inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala dimana maksud dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai peralatan atau fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi. Sehingga jika terjadi kerusakan, maka segera diadakab perbaikan-perbaikan yang diperlukan sesuai dengan laporan hasil inspeksi dan berusaha untuk mencegah sebab-sebab kerusaka yang diperoleh dari hasil inspeksi.

2. Kegiatan teknik (*engineering*)

Kegiatan ini meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli dan kegiatan-kegiatan pengembangan peralatan yang perlu diganti serta melakan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan

pengembangan tersebut. Dalam kegiatan inilah dilihat kemampuan untuk kemajuan dari fasilitas atau peralatan galangan. Oleh karena itu ini sangat diperlukan terutama apabila dalam perbaikan diperoleh komponen yang tidak didapatkan atau komponen yang sama dengan yang dibutuhkan.

3. Kegiatan produksi (*production*)

Kegiatan ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan merestorasi peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau yang diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melaksanakan kegiatan service dan perminyakan (*lubrication*). Kegiatan produksi ini dimaksudkan untuk itu diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

4. Kegiatan administrasi (*Clerical Work*)

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan, komponen (*spareparts*) yang dibutuhkan, laporan kemajuan (*progress report*) tentang apa yang telah dikerjakan, waktu dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, komponen (*spareparts*) yang tersedia di bagian pemeliharaan. Jadi dalam pencatatan ini termasuk penyusunan *planning* dan *scheduling*.

3. Pekerjaan berdasarkan waktu pekerjaan dan volume pekerjaan

Dalam reparasi bangunan laut dibedakan 4 jenis pekerjaan berdasarkan waktu pelaksanaan dan volume pekerjaan. Berikut jenis-jenisnya.

1. Annual repair

Annual repair ini dilakukan setiap tahun. Pekerjaan yang dilakukan adalah

- Docking bangunan laut.
- pembersihan badan dari bangunan laut dibawah garis air.
- Pengecatan kembali badan bangunan laut dibawah garis air.

- Pergantian dan pemasangan anode.
2. Special repair
Special repair dilakukan setiap 4 tahun sekali. Pekerjaan yang dilakukan sama seperti annual repair dan ditambah penggantian plat di beberapa tempat yang ketebalannya sudah tidak memenuhi persyaratan untuk berlayar.
 3. Rehabilitas
Rehabilitasi adalah pekerjaan perbaikan yang dilakukan secara besar-besaran atau yang dapat disebut rebuild.
 4. Emergency
Emergency adalah perbaikan yang dilaksanakan diatas dock atau dapat dilaksanakan dalam keadaan terapung (floating repair). Biasanya perbaikan ini dilakukan akibat terdapatnya kerusakan yang diakibatkan tabrakan.

2.2.2 Replating

Replating merupakan salah-satu bagian dari proses perbaikan kapal. Sedangkan yang dimaksud dengan *replating* adalah suatu proses dimana kapal melakukan pergantian pelat baru untuk mengganti pelat lama yang telah mengalami penipisan pelat yang diakibatkan oleh korosi terhadap air laut yang perlu dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mempertahankan bagian-bagian kapal.

Terdapat pertimbangan-pertimbangan yang dilakukan untuk memutuskan melakukan proses *replating* atau tidak. Pertimbangan pertimbangan tersebut diuraikan sebagai berikut:

1. Jika terdapat pelat yang mengalami deformasi sebesar:
 - 20% dari kondisi awal untuk kapal baru
 - 30% dari kondisi awal untuk kapal lama
 - Terdapat deformasi yang memiliki ukuran lebih dari 4x tebal pelat
2. Jika pelat mengalami korosi yang membuat pelat menjadi keropos
3. Jika pelat tidak lolos uji oleh *class* (BKI, ABS, NK, dll)

2.2.3 Material

Pelat merupakan material yang diperlukan dalam proses *replating*. Jenis pelat yang digunakan sesuai dengan kebutuhan dilapangan. Pelat baja ASTM A131 Grade AH36 merupakan salah-satu jenis pelat yang digunakan untuk bangunan laut terutama untuk kapal. Pelat ini sering digunakan Karena kuat untuk bangunan laut. Pelat baja ASTM 131 grade AH36 dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.1 Pelat Baja ASTM A131 AH36

2.2.4 Pengelasan (*Welding*)

Pengelasan merupakan proses menyambung material satu dengan material lainnya yang mana sambungan tersebut dilakukan pada keadaan lumer atau cair. Energi panas digunakan pada proses pengelasan pada sambungan beberapa material. Dengan menggunakan sistem pengelasan dapat menghasilkan efisiensi sambungan dan tingkat kerapatan yang tinggi dengan biaya yang kecil.

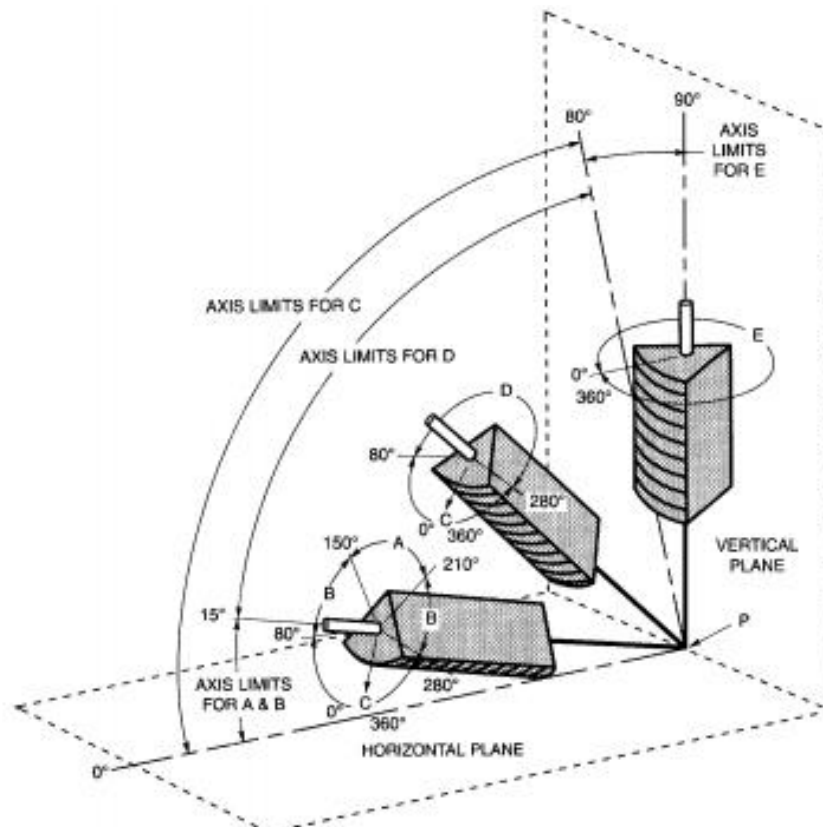
Teknologi pengelasan banyak digunakan dalam industri fabrikasi. Dalam industri kapal, teknologi pengelasan digunakan untuk menyambung baja pada kapal dengan mengikuti standar yang berlaku untuk pembangunan kapal. Pada umumnya pengelasan badan kapal banyak digunakan pengelasan dengan metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), *Shielded Arc Welding* (SAW), *GAS Metal Arc Welding* (GMAW) (Zamrhoni, 2011). Tetapi dalam kasus pengelasan pelat kapal yang diangkat ini menggunakan *Flux Cored Arc Welding* (FCAW).

2.2.4.1 Posisi Pengelasan

Posisi pada pengelasan terdiri dari empat posisi utama pengelasan berdasarkan tingkat kesulitannya, hal ini bisa dilihat pada tabel 2.1 dan gambar 2.3 untuk ilustrasi.

Tabel 2.1 Posisi Pengelasan Sambungan *Groove* (sumber: AWS D1.2. 1997)

| Tabulation of Positions of Groove Welds | | | |
|---|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| Position | Diagram Reference | Inclination of Axis | Rotation of Face |
| Flat | A | 0° to 15° | 150° to 210° |
| Horizontal | B | 0° to 15° | 80° to 150° 210° to 280° |
| Overhead | C | 0° to 80° | 0° to 80° 280° to 360° |
| Vertical | D | 15° to 80° | 80° to 280° |
| | E | 80° to 90° | 0° to 360° |



Gambar 2.2 Ilustrasi Posisi Pengelasan Sambungan *Groove*

(sumber: AWS D1.2. 1997)

- a. Posisi bawah tangan (*flat*) 1 G
Posisi ini terjadi apabila benda kerja terletak diatas bidang datar dan proses pengelasan berlangsung di bawah tangan. Posisi kerap digunakan oleh operator, dikarenakan benda kerja akan mudah untuk dikerjakan karena posisi benda kerja datar, sehingga hasil pengelasan akan lebih baik.
- b. Posisi mendatar (*horizontal*) 2 G
Pada posisi ini benda kerja berdiri tegak, sedangkan pengelasannya berjalan arah mendatar (*horizontal*) sejajar dengan pundak operator. Hasil pengelasannya biasanya akan sedikit menurun bila dibandingkan dengan posisi *flat*.
- c. Posisi Tegak (*vertical*) 3 G
Posisi ini lebih sulit pengerjaannya, karena adanya gaya berat cairan bahan pengisi dan bahan dasar. Pada posisi ini benda kerja berdiri tegak dan pengelasan juga berjalan tegak dengan arah naik turun. Untuk mendapatkan pengelasan yang baik dibutuhkan kecakapan sang operator.
- d. Posisi atas kepala (*over head*) 4 G
Untuk posisi yang sulit ini operator sudah harus berpengalaman dalam soal mengelas. Selain itu dalam pengelasan posisi ini harus memakai pakaian las lengkap dengan kelengkapan lain yang berhubungan dengan keselamatan kerja. Pada pengelasan posisi *over head* benda kerja terletak diatas operator dan pengelasannya dilakukan dibawahnya.

2.2.4.2 Elektrode

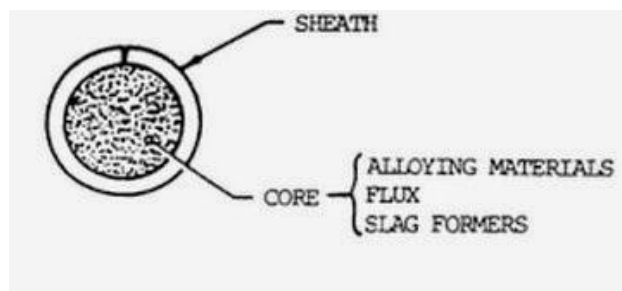
Elektrode yang digunakan dalam las busur listrik mempunyai perbedaan komposisi selaput maupun kawat intinya. Ukuran standar untuk diameter kawat inti yaitu 1,5 - 7 mm dengan panjang antara 350 – 450 mm. sedangkan untuk tebal selaput berkisar antara 50% - 70% dari diameter elektrodanya. Elektrode las sudah banyak di standarisasi berdasarkan penggunaannya. Dalam *American Welding Society* (AWS) standarisasi elektrode dikelompokan berdasarkan pada jenis fluks, posisi pengelasan dan arus las yang dinyatakan dengan tanda E XXXX, dengan pengertian sebagai berikut:

- E : Menyatakan elektrode las busur listrik

- XX : Dua angka sesudah E menyatakan kekuatan tarik (ksi)
- X : Angka ketiga menyatakan posisi pengelasan, yaitu:
 - Angka 1 untuk pengelasan segala posisi
 - Angka 2 untuk pengelasan posisi datar dan dibawah tangan
 - Angka 3 untuk pengelasan posisi dibawah tangan
- X : Angka keempat menyatakan jenis selaput dan arus yang cocok dipakai

2.2.4.3 Flux Cored Arc Welding (FCAW)

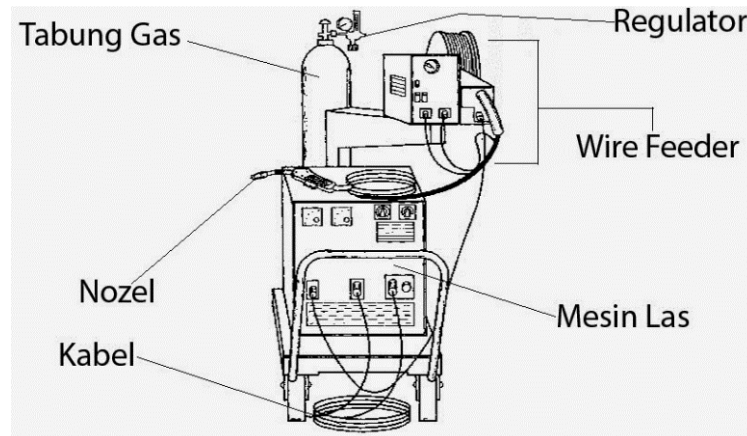
FCAW merupakan salah satu kombinasi antara proses pengelasan GMAW, SMAW, dan SAW. proses pengelasan ini merupakan salah satu jenis las listrik yang proses kerjanya memasok *filler* elektrode atau kawat las secara mekanis terus menerus ke dalam busur listrik. Kawat las atau elektrode yang digunakan untuk pengelasan FCAW terbuat dari logam tipis yang digulung *cylindrical* kemudian dalamnya diisi flux. Flux untuk FCAW dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.3 Flux FCAW

FCAW dibedakan menjadi 2 yaitu *Self Shielding* FCAW dan *Gas Shielding* FCAW. *Self Shielding* FCAW merupakan proses melindungi logam las yang mencair dengan menggunakan gas hasil penguapan atau reaksi dari inti *flux*. Sedangkan *Gas Shielding* FCAW melindungi logam las yang mencair dengan menggunakan gas sendiri dan gas pelindung yang berasal dari luar sistem pengelasan. Pengelasan FCAW umumnya menggunakan gas CO₂ atau campuran CO₂ dengan Argon sebagai gas pelindung. Daerah lasan terlindungi dari atmosfer akibat dari gas yang dihasilkan dari alat las ini. Gas pelindung yang digunakan

adalah gas argon, helium atau campuran dari keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O₂ antara 2% - 5% atau CO₂ antara 5% - 20% (Wiryosumarto, Okumura, 1994). Konstruksi dari mesin las metode FCAW dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.4 Konstruksi Mesin Las FCAW

Aplikasi atau penggunaan utama pengelasan FCAW:

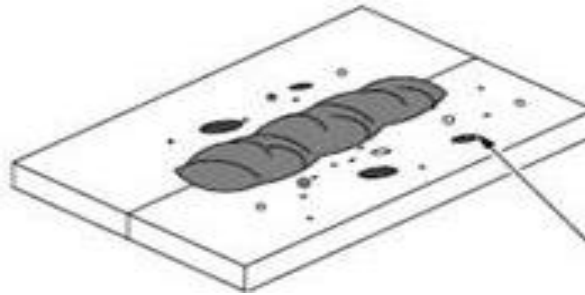
1. Baja Karbon (*Carbon Steel*)
2. Pengerasan dan pelapisan permukaan (*Steel Hard Facing and Cladding*)
3. Baja tahan karat (*Stainless Steel*)
4. besi tuang (*Cast Iron*)
5. Baja karbon Alloy rendah (*Low Alloy Carbon Steel*)
6. Las titik baja-tipis (*Sheet Steel Spot Welding*)

2.2.4.4 Cacat Las (Welding Defects)

Ada berbagai macam cacat las dengan memiliki penyebab yang berbeda untuk masing-masing cacat las. Berikut ini merupakan macam-macam cacat las.

1. *Spatter*

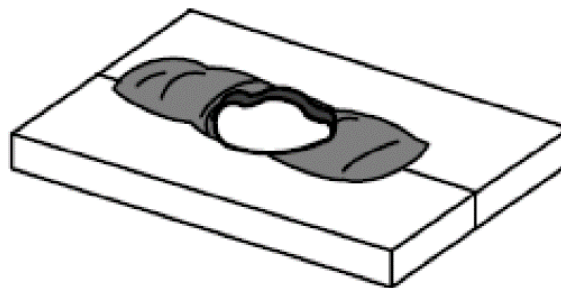
Spatter merupakan bintik-bintik kecil las akibat cairan elektrode yang diteteskan berupa semprotan (spray). *Spatter* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.5 *Spatter* Berlebih

2. Lubang Pada Benda Kerja

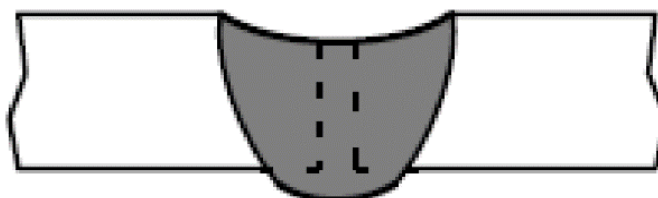
Lubang pada bendakerja terjadi ketika logam las mencair memakan benda kerja sampai tidak ada sisa lagi, hal ini dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.6 Lubang Pada Benda Kerja

3. Penetrasi Berlebih

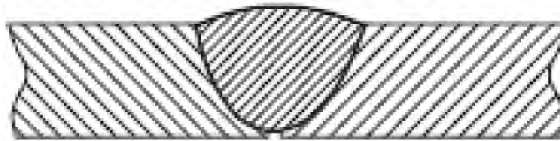
Cacat las jenis ini terjadi dimana logam las melewati tebal benda dan tergantung pada bagian bawah hasil pengelasan. Cacat las ini dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.7 Penetrasi Berlebih

4. Kurangan Penetrasi

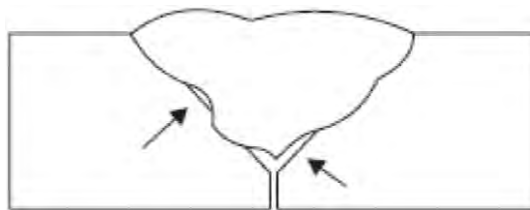
Cacat lang jenis ini terjadi Karena logam las gagal mencapai akar (*root*) dari sambungan dan gagal menyambungkan permukaan akar secara menyeluruh. Hal ini disebabkan Karena kesalahan dalam memilih ukuran elektrode, arus listrik yang terlalu kecil, dan rancangan sambungan yang kurang memadai. Kurang penetrasi sering dialami pada pengelasan posisi vertical dan *overhead*. Cacat las ini dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.8 Kurang Penetrasi

5. Lasan Kurang Menyatu

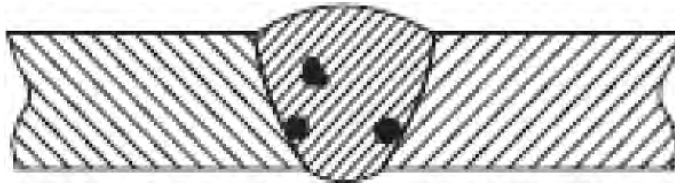
Cacat las ini terjadi Karena logam las dalam benda kerja gagal menyatu. Cacat jenis ini bias terjadi akibat benda kerja yang kurang panas atau permukaan kerja yang kurang bersih. Cacat las ini dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.9 Lasan Kurang Menyatu

6. *Slag Inclusion*

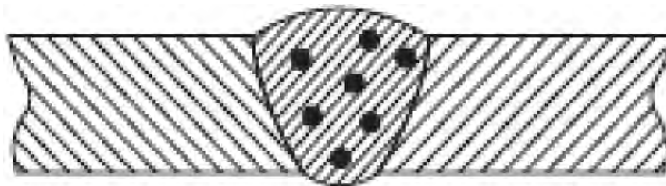
Slag inclusion merupakan oksida dan benda non logam lainnya yang terjebak pada logam las. Bias disebabkan oleh kontaminasi dari udara luar atai *slag* yang kurang bersih ketika mengelas dengan banyak lapisan (*multi pass*). Cacat las ini dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.10 *Slag Inclusion*

7. *Porosity*

Porosity merupakan sekelompok gelembung gas yang terjebak didalam lasan. Biasanya terjadi Karena proses pemadatan yang terlalu cepat. *Porosity* berupa rongga-rongga kecil berbentuk bola yang mengelompok pada lokasi-lokasi lasan. Terkadang terjadi rongga besar berbentuk bola yang tunggal atau tidak mengelompok yang biasa disebut *blow hole*. Cacat las ini dapat dilihat pada gambar 2.12



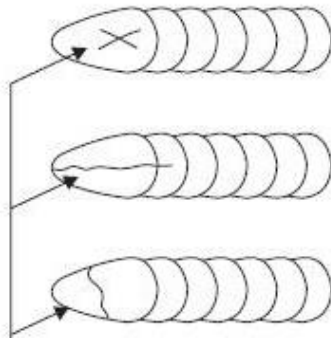
Gambar 2.11 *Porosity*

8. Retak (*Crack*)

Retak merupakan putusnya benda kerja akibat tegangan. Retakan sering terjadi pada lasan maupun bagian benda kerja yang dekat dengan lasan. Retakan yang sering terjadi berupa retakan yang sangat sempit. Retake dibagi menjadi 3 jenis yakni:

- Retakan panas
- Retakan dingin
- Macrofissure

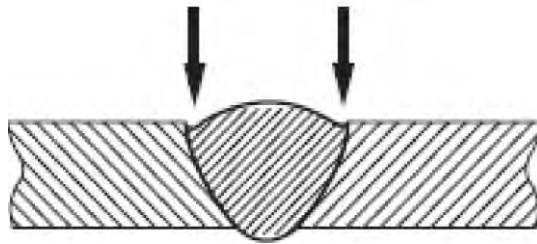
3 jenis cacat las ini dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.12 Retak

9. *Undercut*

Undercut merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan sebuah alur (*groove*) benda kerja yang mencair dan terletak pada tepi yang dimana tepi tersebut tidak terisi oleh cairan las. Cacat las ini dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.13 *Undercut*

2.2.4.5 Welding Prosedure Spesification (WPS)

WPS merupakan dokumen formal yang menjelaskan mengenai prosedur pengelasan. Kegunaan dari WPS untuk memandu pengelas pada prosedur las yang benar sehingga didalam pengelasan selalu menggunakan teknik las yang benar dan telah terbukti dapat membuat las yang memenuhi persyaratan. Terdapat 2 variable pada WPS yaitu variable penting dan variable tidak penting.

1. Variabel Penting (*Essential Variable*)

- Tipe logam dasar (*base metal*)
- Proses las (*welding process*)
- Tipe las (*type of weld*)

- Tebal dan diameter (*thickness and diameter*)
 - Tipe arus las dan polariti (*type of current and polarity*)
 - Posisi las (*welding position*)
 - Pemanasan awal (*preheating*)
 - Pemanasan pasca pengelasan (*PWHT*)
2. Variabel Tidak Penting (*Nonessential Variable*)
- Bentuk kampuh las (*type of weld joint*)
 - Tegangan busur (*arc voltage*)
 - Arus las (*welding amperage*)
 - Kecepatan las (*travel speed*)
 - Diameter kawat las (*diameter of welding consumables*)
 - Metode persiapan dan pembersihan (*method of preparation and cleaning*)

2.2.5 Analisa Resiko

Analisa resiko merupakan metode analisa untuk suatu resiko dengan menggunakan factor penilaian, karakterisasi, komunikasi, manajemen dan kebijakan yang berkaitan dengan resiko tersebut. Analisa resiko merupakan bagian dari manajemen resiko (*Risk Assessment*). *Risk assessment* adalah metode yang sistematis untuk menentukan apakah suatu kegiatan mempunyai resiko yang dapat diterima atau tidak, selain itu *risk assessment* adalah kritik untuk analisa level resiko yang diperkenalkan dengan macam-macam pilihan (Abdullah, 2012).

$$\text{Resiko} = \text{Frekuensi} \times \text{Konsekuensi} \quad (2.1)$$

dengan:

- Resiko = Kemungkinan terjadinya peristiwa yang merugikan perusahaan atau bahaya yang dapat terjadi akibat sebuah proses yang sedang berlangsung atau kejadian yang akan datang.
- Frekuensi = Kemungkinan terjadinya peristiwa per satuan waktu, biasanya dalam satu tahun.

- Konsekuensi = Seberapa besar tingkat kerusakan yang diakibatkan karena adanya bahaya.

2.2.6 Daigram Pareto

Diagram pareto sering digunakan sebagai alat untuk mencari penyebab atau faktor dominan dari suatu masalah. Diagram pareto merupakan diagram batang yang dipadukan dengan diagram garis untuk mempresentasikan suatu parameter atau masalah yang diukur (berupa frekuensi kejadian atau nilai tertentu) sehingga dapat diketahui parameter yang paling dominan. Masalah yang paling banyak terjadi akan menjadi diagram batang yang paling tinggi, sedangkan masalah yang paling sedikit diwakili oleh diagram batang yang paling rendah (Tisnowati, 2008).

Dalam prses produkse sering ditemukan banyak masalah yang berpengaruh terhadap *cost*, *loss*, *machine efficiency* dan lain sebagainya. Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut harus menyelesaikan dari faktor dominannya terlebih dahulu. Diagram pareto dapat melihat faktor dominan tersebut dengan menggunakan perinsip 80-20 yang artinya 80% dari akumulasi presentase faktor merupakan faktor yang harus diprioritaskan.

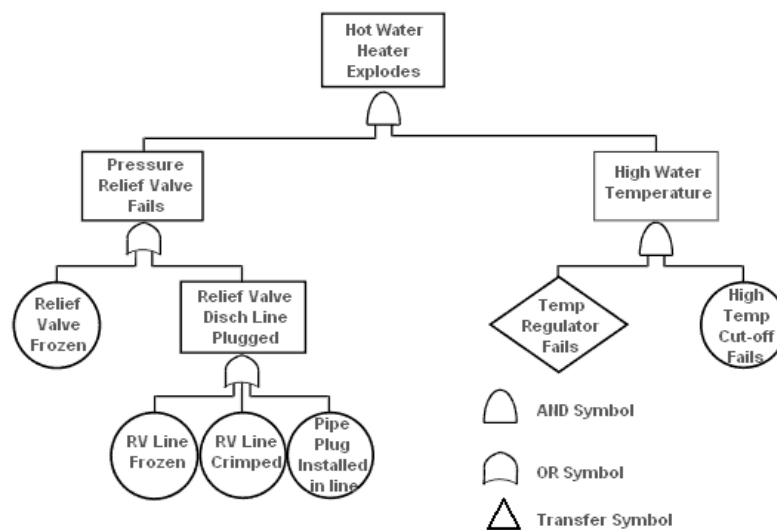
2.2.7 Fault Tree Analysis (FTA)

Dalam melakuka Analisa resiko dapat menggunakan metode *fault tree analysis*. adapun kriteria dari metode ini adalah:

1. Analisa akar penyebab masalah
 1. Mengidentifikasi semua kejadian yang relevan dan kondisi yang mempengaruhi pada kejadian yang tidak diinginkan.
 2. Menentukan kombinasi-kombinasi kejadian parallel dan yang terurut.
 3. Macam-macam model kejadian kompleks yang terlibat didalamnya.
2. Penafsiran resiko
 1. Menghitung peluang sari kejadian-kejadian yang tidak diinginkan (*level of risk*).
 2. Mengidentifikasi komponen keselamatan yang kritis/fungsi/fase.
 3. Mengukur efek dari perubahan disain.
3. Mendisain penafsiran keselamatan (*sefty assessment*)

1. Mendemonstrasikan pemenuhan dengan kebutuhan.
2. Menunjukkan dimanakah kebutuhan akan keselamatan diperlukan.
3. Mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kecacatan dari disai yang lemah.
4. Menentukan mode kegagalan yang paling utama.

Model visual dari FTA menyajikan hubungan antara sebab akibat, mudah untuk dipelajari, dilakukan dan diikuti. Aplikasinya yaitu dimana saat dibutuhkan sebagai syarat oleh *costomer*, sebagai syarat dan kebutuhan untuk sertifikasi, identifikasi kecelakaan, membuat *safety case* yang terperinci untuk system keamanan keritis, dibutuhkan untuk mengevaluasi peluang seta resiko yang keritis dan penting. Kelebihan FTA adalah dapat menganalisa kegagalan sistem yang terlibat dalam kegagalan utama dan menemukan penyebab terjadinya kecacatan produk pada proses produksi (Putra dkk, 2014). Pengerjaan *fault tree analysis* dapat dilihat pada gambar 2.15.

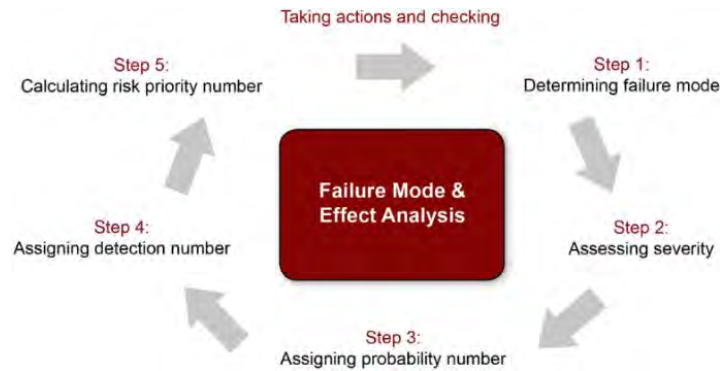


Gambar 2.14 *Fault Tree Analysis*

2.2.8 Failur Modes and Effects Analysis (FMAE)

FMEA merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan cacat potensial berdasarkan tingkat keparahan, frekuensi yang diharapkan dan kemungkinan deteksi. Tujuannya untuk mengantisipasi masalah

sehingga langkah-langkah proaktif dapat diambil dan dengan demikian dapat mengurangi resiko. Langkah-langkah FMEA dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.15 Langkah-Langkah FMEA

Terdapat 5 tipe FMEA yang bias diterapkan dalam sebuah industry yangdijabarkan sebagai berikut:

- *System* yang berfokus pada fungsi secara global
- *Desain* yang berfokus pada desain produk
- *Process* yang berfokus pada proses produksi dan perakitan
- *Service* yang berfokus pada fungsi jasa
- *Software* yang berfokus pada fungsi dari *software*

FMEA memiliki salah-satu tipe yang mengutamakan analisa mode kegagalan melalui proses produksi dan tidak tergantung pada perubahan desain produk yang dapat menyebabkan kegagalan pada suatu proses. Tipe FMEA tersebut dinamakan *Process Failure Modes and Effects Analysis* (PFMEA). PFMEA biasanya diselesaikan menurut pertimbangan tenaga kerja, mesin, material, pengukuran dan lingkungan.

2.2.8.1 Risk Priority Number (RPN)

RPN merupakan produk dari hasil perkalian tingkat keparahan, tingkat kejadian, dan tingkat deteksi. RPN digunakan untuk meranking kegagalan proses

yang potensial dan menentukan prioritas dari kegagalan. Nilai RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = \textit{severity} \times \textit{occurance} \times \textit{detection} \quad (2.2)$$

Tingkat keparahan (*severity*) merupakan penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besarkah tingkat keseriusannya. Terdapat hubungan langsung antara efek dengan *severity*. Jika efek yang terjadi merupakan efek yang kritis, maka nilai *severity* akan tinggi. Klasifikasi untuk *ranking of severity* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi *Ranking Of Severity*

| <i>Ranking</i> | Klasifikasi |
|----------------|----------------|
| 1 | Tidak ada |
| 2 | Sangat sedikit |
| 3 | Sedikit |
| 4 | Cukup rendah |
| 5 | Rendah |
| 6 | Sedang |
| 7 | Tinggi |
| 8 | Cukup tinggi |
| 9 | Sangat tinggi |
| 10 | Ekstrim |

Tingkat kejadian (*occurance*) merupakan kemungkinan penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. Nilai *ranking* ini disesuaikan dengan frekuensi yang diperkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi atau tingkat keseringan suatu masalah yang terjadi Karena penyebab kegagalan. Klasifikasi untuk *ranking of occurance* dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi *Ranking Of Occurance*

| <i>Ranking</i> | Klasifikasi |
|----------------|-----------------------------|
| 2 | Kemungkinan rendah |
| 4 | Kemungkinan sedang |
| 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| 8 | Kemungkinan sangat tinggi |
| 10 | Kejadian Berbahaya |

Metode deteksi (*detection*) merupakan pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan/mengontrol kegagalan yang dapat terjadi atau merupakan penaksiran kemungkinan dari proses yang sedang berjalan. Klasifikasi *ranking of detection* dapat dilihat pada tabel 2.4.

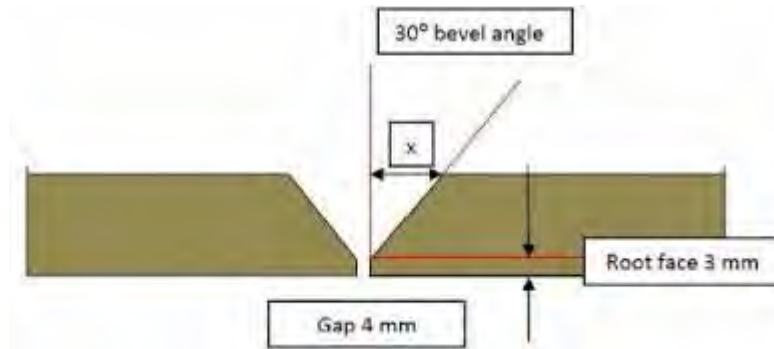
Tabel 2.4 Klasifikasi *Ranking Of Detection*

| <i>Ranking</i> | Klasifikas |
|----------------|-----------------|
| 1 | Hamper pasti |
| 2 | Sangat tinggi |
| 3 | Tinggi |
| 4 | Cukup sedang |
| 5 | Sedang |
| 6 | Rendah |
| 7 | Cukup Jauh |
| 8 | Jauh |
| 9 | Sangat jauh |
| 10 | Tidak diketahui |

2.2.9 Perhitungan Biaya

2.2.9.1 Konsumsi Elektrode

Perhitungan elektrode merupakan salah satu factor yang perlu diperhatikan, Karena jika tidak pemakaian elektrode akan berlebihan dan menyebabkan biaya yang dikeluarkan bertambah dari biaya awal. Ilustrasi perhitungan konsumsi elektrode dapat dilhar pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Ilustrasi Perhitungan Konsumsi Elektrode

Langkah-langkah menghitung konsumsi elektrode untuk *root pass*:

1. Tentukan volume area dari *Gap/root opening* sampai ke *caping*. Jangan dimasukkan area yang daerah *bevel*.

$$V \text{ area} = \text{Root Opening} \times \text{Tebal Material} \times \text{Panjang Las-Lasan} \quad (2.3)$$

2. Tentukan volume daerah *bevel* kiri dan kanan.

$$\text{Tebal Sisa} = \text{Tebal material} - \text{Root Face} \quad (2.4)$$

$$\tan \text{ Bevel Angle} = \text{Panjang} \times x \quad (2.5)$$

$$V \text{ Bevel} = \text{Panjang} \times x \times \text{Tebal Sisa} \times \text{Panjang Las-Lasan} \quad (2.6)$$

3. Total semua area

$$V = V \text{ area} (\text{root} - \text{caping}) + V \text{ bevel} (\text{kiri dan kanan}) \quad (2.7)$$

4. $\rho = m/v$ (2.8)

$$\rho \text{ steel} = 7.8 \text{ gr/cm}^3$$

$$m = \rho \times v \quad (2.9)$$

$$7.8 \times v = A \text{ gr} = A/1000 \text{ kg}$$

dengan:

$$\rho = \text{masa jenis} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$m = \text{massa (gr)}$$

$$V = \text{Volume (cm}^3\text{)}$$

Tabel 2.5 Efisiensi Faktor Metode Pengelasan

| <i>Process</i> | <i>Efficiency Factor</i> |
|---|------------------------------|
| Submerged Arc Welding (SAW) | 1.0 |
| Manual Metal Arc (MMA)/Shielded Metal Arc Welding (SMAW) | 0.8 |
| Cored Wire Welding/Flux Cored Arc Welding (FCAW) | 0.8 |
| Metal Active Gas/Metal Inert Gas (MAG/MIG)/Gas Metal Arc Welding (GMAW) | 0.8 |
| Tungsten Inert Gas (TIG)/Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) | 0.6 |
| Plasma Arc Welding | 0.6 |

5. Eff kawat 80% (FCAW) berarti berat yang dibutuhkan adalah

$$0.8 X = A \text{ kg} \quad (2.10)$$

Berapa X ?

$$X = A/0.8 \text{ kg}$$

6. Jadi kawat las yang dibutuhkan untuk pengelasan adalah $A/0.8 \text{ kg}$

2.2.9.2 Biaya Pengelasan

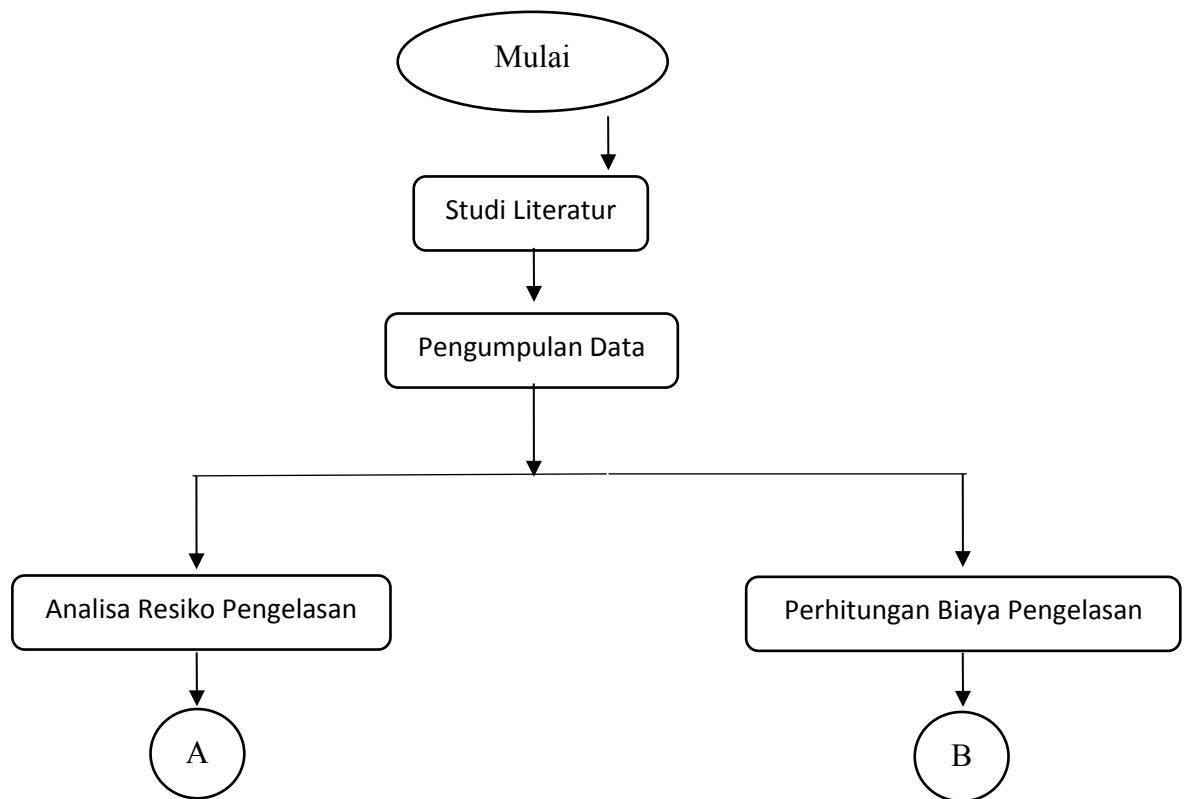
Pembiayaan tidak bias dilepaskan dari suatu proyek perbaikan biaya pengelasan. Setelah mendapatkan konsumsi electrode dan berat pelat yang dibutuhkan akan dilakukan perhitungan biaya sesuai dengan harga electrode dan pelat yang ada di pasaran. Selain itu biaya untuk sewa peralatan las, upah *welder* dan tarif dasar listrik dimasukan juga dalam perhitungan biaya pengelasan ini.

BAB III

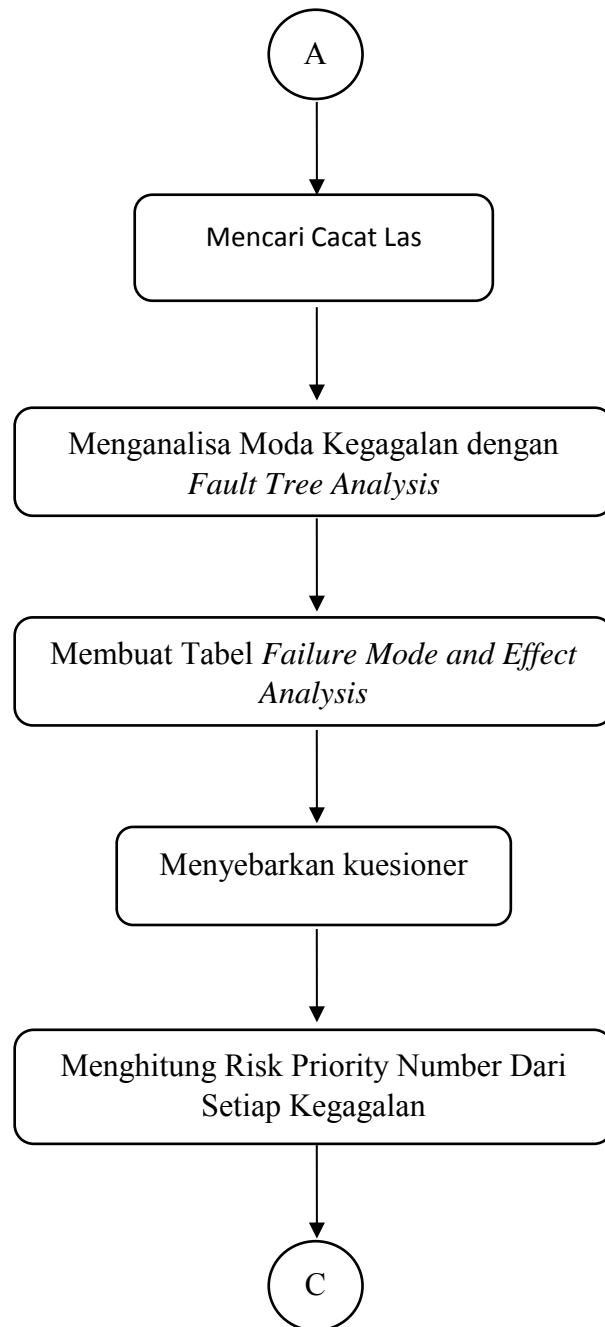
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

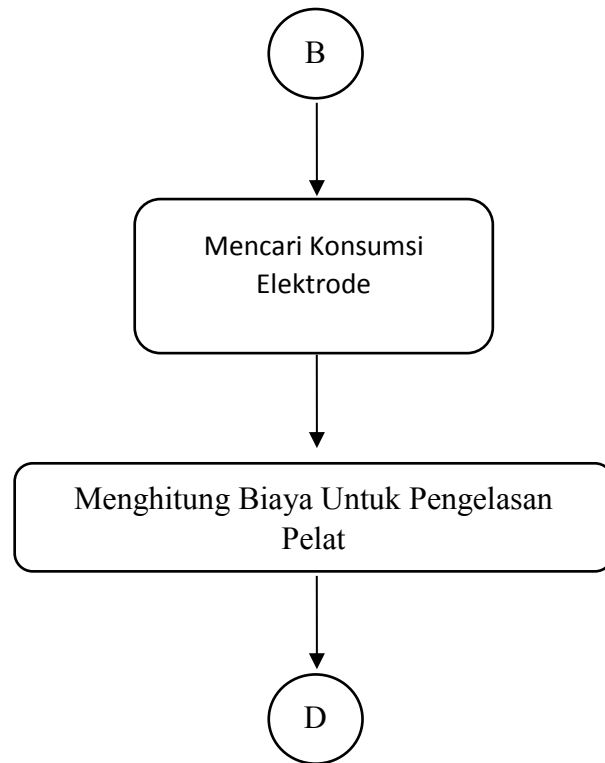
Alur pengerjaan Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1:



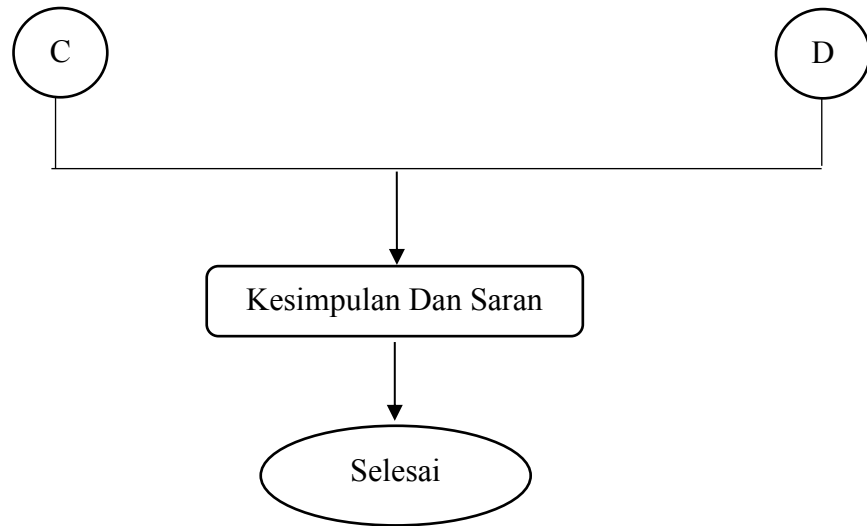
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)

3.2 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah untuk pengerjaan tugas akhir sesuai dengan diagram alir yang telah dibuat dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literature berguna untuk mendukung teori-teori yang digunakan pada tugas akhir ini. Studi literature yang digunakan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Studi mengenai proses perbaikan kapal.
- b. Studi mengenai material.
- c. Studi mengenai pengelasan.
- d. Studi mengenai risk analysis.
- e. Studi mengenai diagram pareto.
- f. Studi mengenai fault tree analysis.
- g. Studi mengenai failure modes and effects analysis.
- h. Studi mengenai konsumsi elektrode.
- i. Studi mengenai biaya penggunaan elektrode.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di PT. P. data-data yang diperlukan antara lain:

- a. Data report inspeksi pengelasan proyek perbaikan kapal.
- b. Data Survey harga dan survey penyebab cacat las.
- c. Data *Welding Procedure Spesification*.
- d. Data bukaan pelat kapal.

3. Analisa Resiko Pengelasan FCAW

1. Mencari cacat las yang paling berpengaruh dengan diagram pareto dengan mengolah data report inspeksi pengelasan untuk 1 proyek perbaikan kapal.

2. Mendapatkan jenis *welding defect* yang paling berpengaruh didapatkan dari pengolahan data diagram pareto.
 3. Analisa mode kegagalan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) dari setiap *welding defect*.
 4. Membuat tabel *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) dan melakukan penyebaran kuesioner untuk mendapatkan nilai severit, occurrence, dan detection.
 5. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) dan mendapatkan RPN tertinggi untuk setiap *welding defect*.
 6. Membuat perbandingan dari setiap faktor yang mempengaruhi *welding defect*.
4. Perhitungan biaya pada pengelasan FCAW.
 1. Menghitung konsumsi elektrode las FCAW
 2. Menghitung berat pelat yang digunakan
 3. Menghitung biaya las FCAW
 5. Kesimpulan dan Saran.

Kesimpulan didapatkan setelah menganalisa dan mengolah data-data yang telah dilakukan pada tugas akhir ini. Saran-saran dapat disusun untuk penelitian selanjutnya setelah kesimpulan didapatkan sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data *Radiography Test* (RT)

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini berasal dari *Radiography Test* (RT) *Report* milik PT. G. Data RT *Report* yang digunakan selama 6 bulan pengelasan material baja. RT *Report* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Radiography Test Report* untuk 6 bulan milik PT. G

| No. | Bulan | Film RT | <i>Welding Defect</i> |
|-------|----------|---------|-----------------------|
| 1 | Januari | 27 | 0 |
| 2 | Februari | 16 | 0 |
| 3 | Maret | 606 | 9 |
| 4 | April | 330 | 7 |
| 5 | Mei | 265 | 4 |
| 6 | Jun | 172 | 4 |
| Total | | 1.416 | 24 |

Dari hasil RT *Report* didapatkan jenis dan jumlah cacat las yang terjadi ada pengelasan material baja selama 6 bulan di PT. G. Jenis dan jumlah *welding defect* dari data dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data *Welding Defect*

| No. | <i>Welding Defect</i> | Jumlah |
|-------|-------------------------------|--------|
| 1 | <i>Porosity</i> | 7 |
| 2 | <i>Internal Concavity</i> | 1 |
| 3 | <i>Lack Of Fusion</i> | 3 |
| 4 | <i>Incomplete Penetration</i> | 1 |
| 5 | <i>Incomplete Fusion</i> | 7 |
| 6 | <i>Clusterd Porosity</i> | 5 |
| Total | | 24 |

4.1.2 Data Material

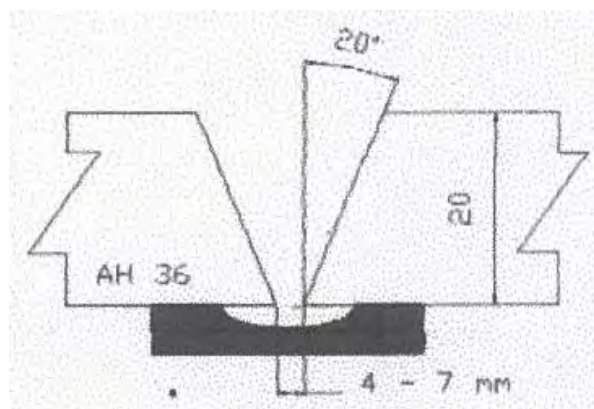
Material yang digunakan adalah pelat baja ASTM A131 yang didapat dari WPS dan bukaan kulit kapal milik PT. P. Spesifikasi dari material dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Spesifikasi Material

| | Besaran | Satuan |
|---------|-------------|--------|
| Panjang | 900 – 7.700 | mm |
| Lebar | 500 – 2.300 | mm |
| Tebal | 8 - 14 | mm |
| Grade | AH36 | |

4.1.3 Welding Procedure Specification (WPS)

Welding Procedure Specification atau yang biasa disebut WPS adalah dokumen yang digunakan dalam pengelasan yang berisi tentang uraian dan penjelasan mengenai prosedur pengelasan pada suatu material yang telah di *class* kan. *Welder* dapat mengetahui hal-hal yang harus dilakukan dalam pengelasan suatu material sesuai yang telah ditetapkan dan memenuhi persyaratan *class*. Pada WPS terdapat *joint detail* yang berguna untuk mengetahui ukuran yang digunakan pada sambungan las. *Joint detai* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Joint Detai* pada WPS

Selain itu terdapat juga *welding detail* yang berguna untuk mengetahui proses, ukuran electrode, arus listrik dan kecepatan pengelasan yang digunakan dalam pengelasan suatu material. *Welding detail* dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Welding Detail* pada WPS

| <i>Run</i> | <i>Proses</i> | <i>Size Filler Metal</i> | <i>Current A</i> | <i>Voltage V</i> | <i>Type of Current / Polarity</i> | <i>Travel Speed mm/min</i> | <i>HI * Kj/cm Temp</i> |
|------------|---------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1 | FCAW | 1.2 | 170 | 23 | DCEP | 73 | |
| 2 | FCAW | 1.2 | 175 | 24 | DCEP | 99 | |
| 3 | FCAW | 1.2 | 175 | 24 | DCEP | 116 | |
| 4 | FCAW | 1.2 | 175 | 24 | DCEP | 118 | |
| 5 | FCAW | 1.2 | 175 | 24 | DCEP | 115 | |

4.1.4 Data Harga

Data harga yang digunakan untuk menghitung biaya yang dikeluarkan dalam *replating* pelat kapal pada PT. P. data yang digunakan meliputi data harga pelat, data electrode, upah *welder*, perlengkapan las dan tarif dasar listrik. Data harga dapat dilihat sebagai berikut:

1. Harga Pelat Baja

Harga pelat baja ASTM A131 AH36 yang didapat adalah US \$ 375-420/ton jika dalam rupiah menjadi sekitar Rp. 5.000.000 yang berasal dari situs Alibaba.com dan di akses pada hari senin 9 April 2017 pukul 14.00.

2. Harga Elektrode

harga elektrode AWS A5.20 E71T-1 yang didapat adalah US \$ 1.35-2.2/kg jika dalam rupiah menjadi sekitar Rp. 18.000 yang berasal dari situs Alibaba.com dan diakses pada hari senin 9 April 2017 pukul 14.00.

3. Upah Kerja *welder* PT. P.

Welder yang dipekerjakan sebanyak 8 *welder* dengan 15 hari kerja Upah kerja untuk *welder* pada PT. P sebesar Rp 85.000/hari.

4. Perlengkapan Las

Harga penyewaan untuk perlengkapan las yang didapat adalah Rp 450.000/hari yang berasal dari situs anekasewajasa.com yang di akses pada hari senin 9 april 2017 pukul 14.00.

5. Tarif Dasar Listrik

Tarif dasar listrik yang didapat adalah Rp 1.478/kwh yang berasal dari situs listrik.org yang di akses pada hari senin 9 april 2017 pukul 14.00.

4.2 Analisa Resiko Pengelasan

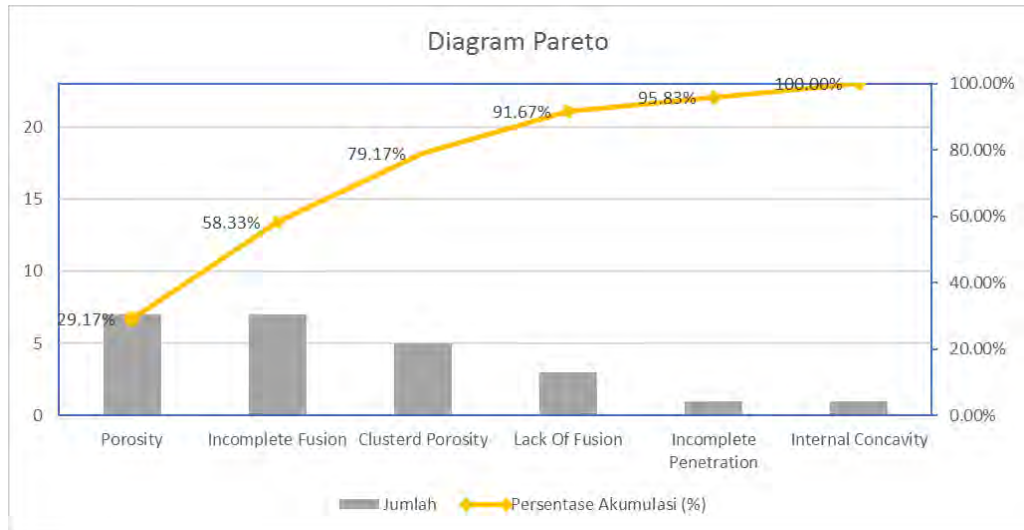
4.2.1 Diagram Pareto

Diagram pareto dibuat untuk mengklasifikasikan *welding defect* sesuai dengan jenisnya. Sehingga dapat diketahui *welding defect* yang paling dominan terjadi. Dari data *welding defect* yang ada disusun menurut jenis masing-masing *welding defect* dengan tabel. Pengklasifikasian *welding defect* dapat dilihat pada 4.6.

Tabel 4.5 Pengklasifikasian *Welding Defect*

| <i>Welding Defect</i> | Jumlah | Jumlah Kumulatif | Persentase | Persentase Akumulasi |
|-------------------------------|--------|------------------|------------|----------------------|
| <i>Porosity</i> | 7 | 7 | 29.17% | 29.17% |
| <i>Incomplete Fusion</i> | 7 | 14 | 29.17% | 58.33% |
| <i>Clusterd Porosity</i> | 5 | 19 | 20.83% | 79.17% |
| <i>Lack Of Fusion</i> | 3 | 22 | 12.50% | 91.67% |
| <i>Incomplete Penetration</i> | 1 | 23 | 4.17% | 95.83% |
| <i>Internal Concavity</i> | 1 | 24 | 4.17% | 100% |
| Tolal | 24 | | 100% | |

Hasil yang pada tabel 4.6 dapat digunakan untuk membuat diagram pareto. Diagram pareto dibuat dengan memasukan jumlah untuk masing-masing *welding defect* dan persentase akumulasi. Diagram pareto setelah dimasukan hasil dari tabel 4.6 dapat dilihat pada gambar 4.2.

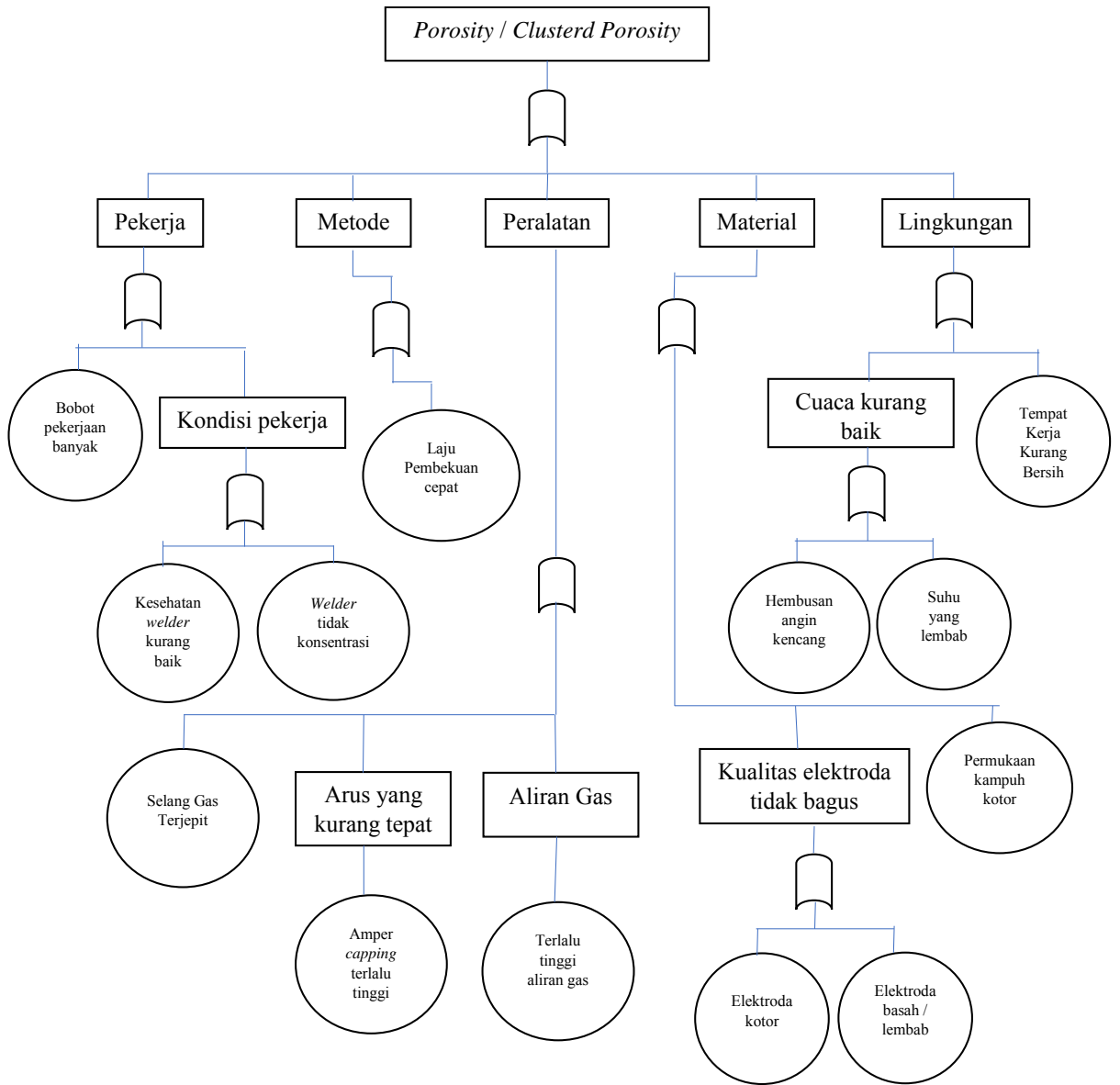


Gambar 4.2 Diagram Pareto *Welding Defect*

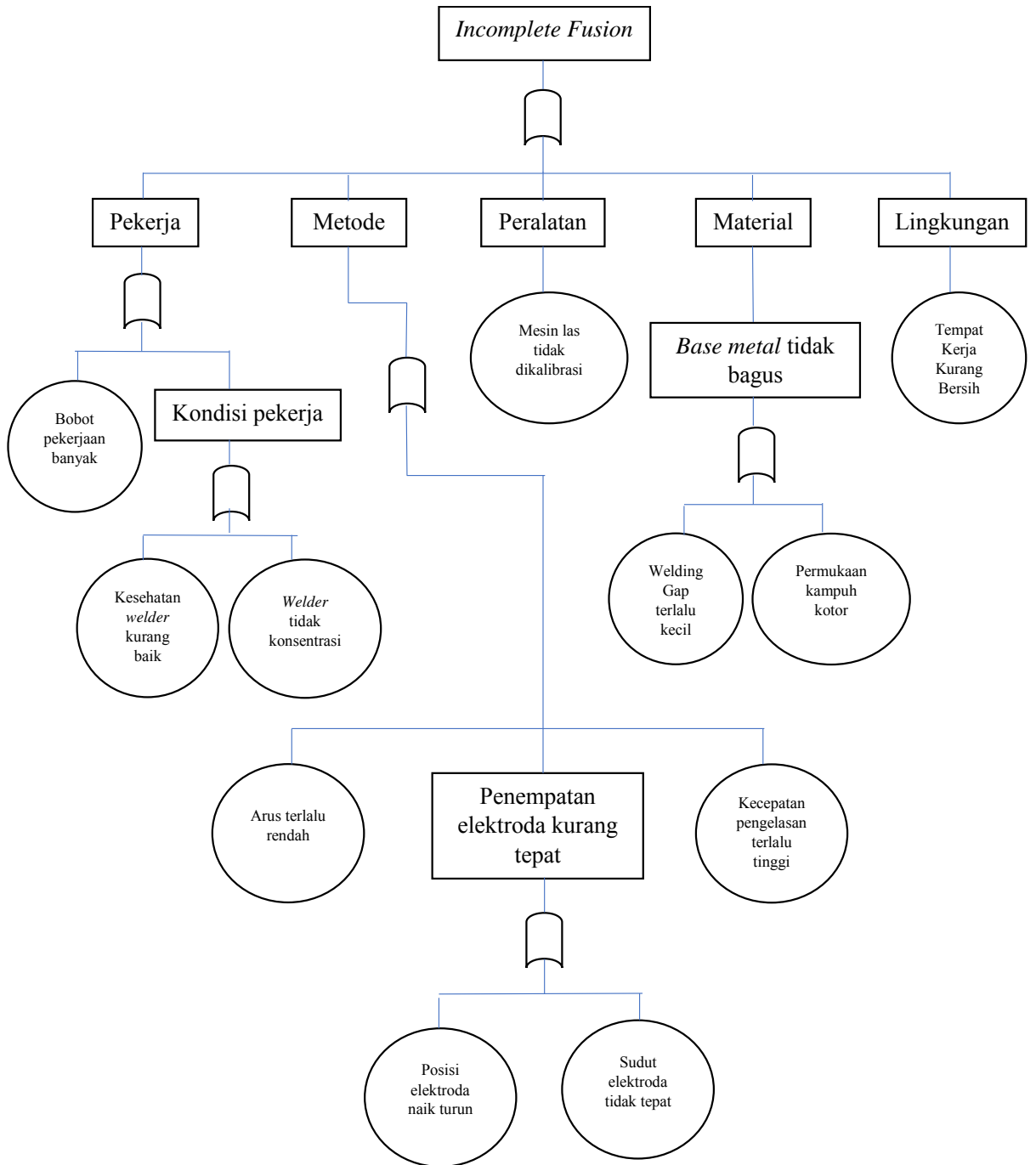
Dari hasil diagram pareto yang menggunakan persentase 80% merupakan factor dominan sehingga didapatkan 3 cacat las yang dominan terjadi selama pengelasan. 3 *welding defect* yang dimaksud adalah *Porosity*, *Incomplete Fusion*, *Clusterd Porosity*.

4.2.2 Fault Tree Analysis (FTA)

Salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang berperan dalam kegagalan dengan mencari penyebab-penyebabnya hingga didapatkan suatu kegagalan dasar (*root cause*) yang diuraikan dari setiap kejadian puncak (*top event*). Hasil dari diagram pareto dibuat FTA nya untuk mengetahui penyebab-penyebab terjadinya *welding defect* tersebut. FTA untuk *porosity* / *clusterd porosity* dapat dilihat pada gambar 4.3. Sedangkan FTA untuk *Incomplete Fusion* dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.3 *Fault Tree Analysis* untuk *Porosity / Clustered Porosity*



Gambar 4.4 *Fault Tree Analysis* untuk *Incomplete Fusion*

4.2.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA ini digunakan untuk mendapatkan *Risk Priority Number* (RPN). Untuk mendapatkan RPN dengan perkalian tingkat keparahan (*Severity*), tingkat kejadian (*Occurance*) dan tingkat deteksi (*Detection*). Dibutuhkan penyebaran kuisisioner kepada yang ahli dibidang *welding* untuk mendapatkan *Severity*, *Occurance* dan *Detection* yang dibutuhkan.

4.2.3.1 Tingkat Keparahahan (*Severity*)

Kuisisioner *severity* disebar kepada ahli pada bidangnya. Ahli yang diharapkan menerima kuisisioner adalah mereka yang berada pada divisi *Quality Assurance* pada PT.P. Hasil penyebaran kuisisioner ini dapat dilihat pada lampiran 1. Pengolahan dari hasil penyebaran kuisisioner ini dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Kuisisioner *Severity*

| No | Pertanyaan | Rata-rata <i>Severity</i> (1 - 10) | Keterangan |
|----|--|------------------------------------|--------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 6 | Sedang |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 6 | Sedang |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 | Cukup Tinggi |

4.2.3.2 Tingkat Kejadian (*Occurance*)

Kuisisioner *occurance* disebar kepada ahli pada bidangnya. Ahli yang diharapkan menerima kuisisioner adalah mereka yang berada pada divisi *Quality Assurance* pada PT.P. Hasil penyebaran kuisisioner ini dapat dilihat pada lampiran 1. Pengolahan dari hasil penyebaran kuisisioner ini dapat dilihat pada tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4.7 Hasil Pengolahan Kuisisioner *Occurance* untuk *Porosity* dan *Clusterd Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Rata-rata <i>Occurance</i> (2 - 10) | Keterangan |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | Laju pendinginan cepat | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | Selang gas terjepit | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Elektroda kotor | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Elektroda basah/lembab | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Hembusan angin kencang | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |

Tabel 4.8 Hasil Pengolahan Kuisisioner *Occurance* untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Rata-rata <i>Occurance</i> (2 - 10) | Keterangan |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Arus terlalu rendah | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 6 | Kemungkinan kejadian tinggi |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Kemungkinan kejadian sedang |

4.2.3.3 Tingkat Deteksi (*Detection*)

Kuisisioner *detection* disebar kepada ahli pada bidangnya. Ahli yang diharapkan menerima kuisisioner adalah mereka yang berada pada divisi *Quality Assurance* pada PT.P. Hasil penyebaran kuisisioner ini dapat dilihat pada lampiran 1. Pengolahan dari hasil penyebaran kuisisioner ini dapat dilihat pada tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4.9 Hasil Pengolahan Kuisioner *Detection* untuk *Porosity* dan *Clusterd Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Rata-rata <i>Detection</i> (10 - 1) | Keterangan |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Mengontrol bobot kerja welder | 4 | Cukup Tinggi |
| | | | Memperhatikan kesehatan welder | 4 | Cukup Tinggi |
| | | | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 4 | Cukup Tinggi |
| | | | Penggunaan alat ukur | 4 | Cukup Tinggi |
| | | | Pengontrolan selang gas | 3 | Tinggi |
| | | | Pengaturan amper capping | 3 | Tinggi |
| | | | Pengaturan aliran gas | 3 | Tinggi |
| | | | Perhatikan kebersihan elektroda | 2 | Sangat Tinggi |
| | | | Perhatikan treatment elektroda | 3 | Tinggi |
| | | | Perhatikan kebersihan kampuh | 2 | Sangat Tinggi |
| | | | Pengontrolan lokasi pengelasan | 2 | Sangat Tinggi |
| | | | Penggunaan alat ukur | 4 | Cukup Tinggi |
| | | | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 | Tinggi |

Tabel 4.10 Hasil Pengolahan Kuisisioner *Detection* untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Kontrol yang dilakukan | Rata-rata <i>Detection</i> (10 - 1) | Keterangan |
|----|------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 5 | Sedang |
| | | | Perhatikan kesehatan <i>welder</i> | 4 | Cukup Tinggi |
| | | | Perhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 4 | Cukup Tinggi |
| | | | Perhatikan ketinggian elektroda | 4 | Cukup Tinggi |
| | | | Pengaturan sudut yang tepat | 3 | Tinggi |
| | | | Perhatikan kecepatan pengelasan | 3 | Tinggi |
| | | | Pengaturan arus terlebih dahulu | 3 | Tinggi |
| | | | Pengaturan mesin las | 3 | Tinggi |
| | | | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 3 | Tinggi |
| | | | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 3 | Tinggi |
| | | | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 | Tinggi |

4.2.3.4 Menghitung Risk Priority Number (RPN)

Menghitung RPN dilakukan setelah mendapatkan skor *severity*, *occurance* dan *detection* dari kuesioner yang disebar kepada ahli dibidangnya. Hasil dari perhitungan RPN ini dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan 4.12.

Tabel 4.11 Skor RPN untuk *Porosity* dan *Clusterd Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | RPN |
|----|------------------|--|---------------------------------------|-----|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity</i> / <i>Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 96 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 96 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 96 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 96 |
| | | | Selang gas terjepit | 108 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 72 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 108 |
| | | | Elektroda kotor | 72 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 108 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 72 |
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity</i> / <i>Clusterd Porosity</i> | Hembusan angin kencang | 72 |
| | | | Suhu yang lembab | 144 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 108 |

Tabel 4.12 Skor RPN untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | RPN |
|----|------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 140 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 112 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 112 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 112 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 84 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 126 |
| | | | Arus terlalu rendah | 126 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 126 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 126 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 126 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 84 |

Dari tabel 4.11 dan 4.12 dapat disimpulkan pada proses *replating* yang menghasilkan cacat las *porosity* dan *clusterd porosity* dengan penyebab suhu sekitar lembab mendapatkan skor RPN terbesar yaitu 144. Sedangkan untuk proses *replating* yang menghasilkan cacat las *incomplete fusion* dengan penyebab bobot kerja *welder* yang banyak mendapatkan skor RPN terbesar yaitu 140.

4.2.3.5 Usulan perbaikan

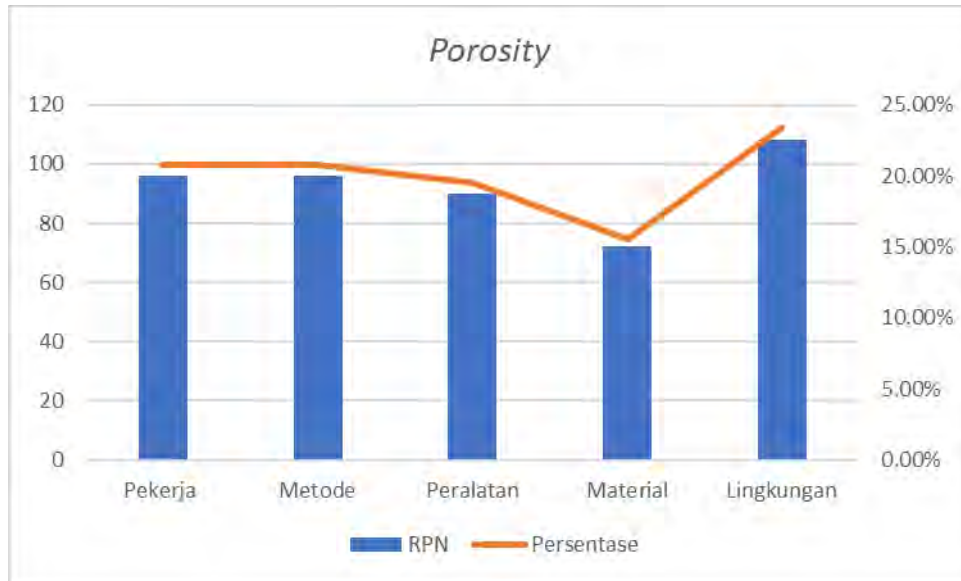
Dengan telah diketahui skor RPN tertinggi maka akan dilakukan usulan perbaikan untuk skor RPN tertinggi. Usulan perbaikan dilakukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya cacat las. Usulan ini diberikan setelah berkonsultasi dengan ahli pada bidang pengelasan. Usulan perbaikan ini dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Usulan Perbaikan Untuk RPN Tertinggi

| No | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | RPN | Usulan Perbaikan |
|----|--------------------------|--------------------------------------|-----|--|
| 1 | <i>Porosity</i> | Suhu yang lembab | 144 | Menggunakan / menabuh <i>blower</i> saat proses <i>replating</i> . |
| 2 | <i>Clusterd Porosity</i> | Suhu yang lembab | 144 | Menggunakan / menabuh <i>blower</i> saat proses <i>replating</i> . |
| 3 | <i>Incomplete Fosion</i> | Bobot kerja <i>welde</i> yang banyak | 140 | <i>Supervisor</i> mengatur bobot kerja dengan cermat. |

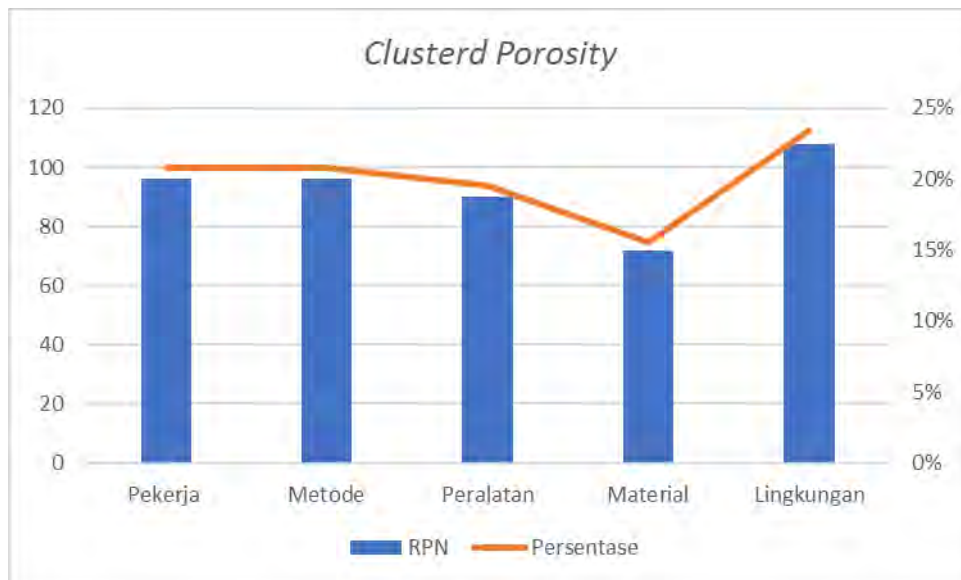
4.2.3.6 Perbandingan Faktor

Perbandingan factor dibuat untuk mengetahui faktor dominan dari 5 faktor utama yang mempengaruhi kegagalan pada proses *replating*. Perbandingan factor untuk masing masing cacat las dapat dilihat pada gambar 4.5, 4.6 dan 4.7.



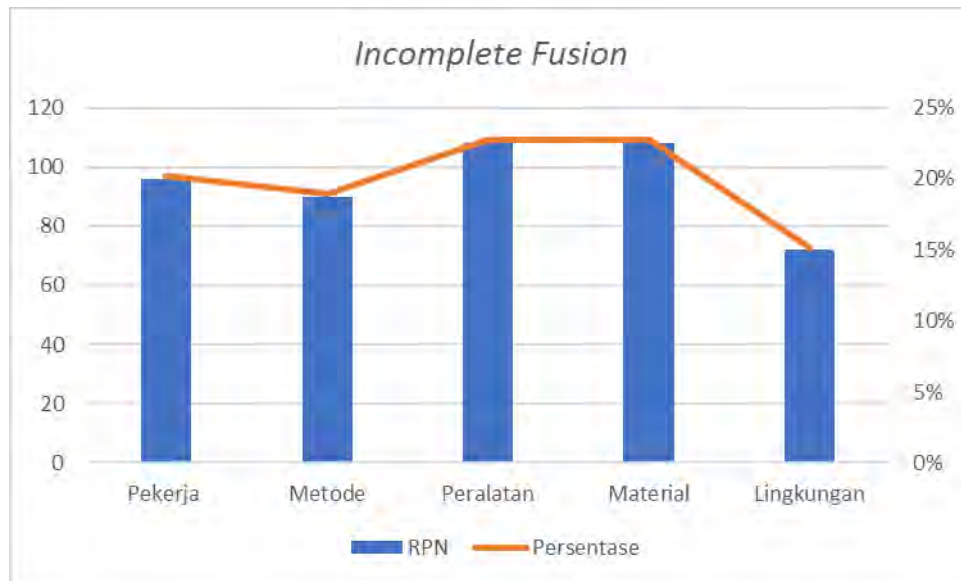
Gambar 4.5 Diagram Perbandingan Faktor untuk *Porosity*

Dari gambar 4.5 didapatkan factor dominan pada *porosity* adalah lingkungan dengan persentase 23.38%.



Gambar 4.6 Diagram Perbandingan Faktor untuk *Clusterd Porosity*

Dari gambar 4.5 didapatkan factor dominan pada *clusterd porosity* adalah lingkungan dengan persentase 23.38%.



Gambar 4.7 Diagram Perbandingan Faktor untuk *Incomplete Fusion*

Dari gambar 4.5 didapatkan factor dominan pada *incomplete fusion* adalah peralatan dan material dengan persentase 23%.

4.3 Perhitungan Biaya Pengelasan

4.3.1 Konsumsi Elektrode

Perhitungan konsumsi elektroda digunakan untuk menghitung biaya yang dikeluarkan dalam pengelasan pelat pada proses *replating*. Dengan menggunakan estimasi ini maka akan didapatkan banyak elektroda yang digunakan pada proses *replating*.

4.3.1.1 Data Ukuran Pelat

Data ukuran pelat digunakan untuk menghitung konsumsi elektrode yang dipakai saat proses *replating*. Data ukuran pelat ini sesuai dengan bukaan pelat kapal yang menjadi objek penelitian ini. Data ukuran pelat dapat dilihat pada gambar 4.14. dan tabel 4.15.

Tabel 4.14 Data Ukuran Pelat *Starboard Side*

| Starboard Side | | | | |
|----------------|---------|-------|-------|----------|
| No. | Panjang | Lebar | Tebal | Keliling |
| 1 | 6000 | 1200 | 8 | 14400 |
| 2 | 6000 | 1200 | 8 | 14400 |
| 3 | 2500 | 1100 | 8 | 7200 |
| 4 | 6000 | 1100 | 8 | 14200 |
| 6 | 1900 | 1530 | 8 | 6860 |
| 11 | 3900 | 1200 | 8 | 10200 |
| 15 | 3000 | 1800 | 8 | 9600 |
| 16 | 5200 | 1300 | 8 | 13000 |
| 17 | 6000 | 600 | 14 | 13200 |
| h | 2800 | 1100 | 8 | 7800 |
| i | 7700 | 800 | 8 | 17000 |
| j | 5400 | 1100 | 8 | 13000 |
| k | 2000 | 700 | 8 | 5400 |
| m | 2600 | 1100 | 8 | 7400 |
| n | 7600 | 500 | 8 | 16200 |
| o | 7600 | 2000 | 8 | 19200 |
| p | 7600 | 2000 | 8 | 19200 |
| r | 2900 | 2000 | 8 | 9800 |
| u | 3400 | 1530 | 8 | 9860 |
| ab | 3600 | 700 | 14 | 8600 |
| ad | 1000 | 600 | 8 | 3200 |

Tabel 4.15 Data Ukuran Pelat *Port Side*

| Port Side | | | | |
|-----------|---------|-------|-------|----------|
| No. | Panjang | Lebar | Tebal | keliling |
| 18 | 2500 | 1400 | 8 | 7800 |
| 20 | 2300 | 1400 | 8 | 7400 |
| 21 | 3300 | 1100 | 8 | 8800 |
| 22 | 2600 | 1200 | 8 | 7600 |
| 23 | 2300 | 1500 | 8 | 7600 |
| 25 | 6100 | 1500 | 8 | 15200 |
| bm | 2800 | 500 | 8 | 6600 |
| bn | 3300 | 800 | 8 | 8200 |
| bj | 5000 | 500 | 8 | 11000 |
| bi | 4900 | 2200 | 10 | 14200 |
| bd | 7200 | 1530 | 8 | 17460 |
| be | 1100 | 1500 | 8 | 5200 |
| bf | 7200 | 500 | 8 | 15400 |
| bb | 7200 | 1000 | 8 | 16400 |
| aw | 4100 | 1500 | 8 | 11200 |
| ax | 7600 | 500 | 8 | 16200 |
| ba | 900 | 2000 | 8 | 5800 |
| at | 5000 | 1200 | 8 | 12400 |
| as | 4900 | 1600 | 8 | 13000 |
| ar | 1400 | 1830 | 8 | 6460 |
| aq | 4600 | 2300 | 10 | 13800 |
| ak | 3600 | 800 | 8 | 8800 |
| al | 3600 | 800 | 8 | 8800 |
| aj | 7000 | 1530 | 8 | 17060 |
| ag | 4400 | 1100 | 14 | 11000 |
| af | 4600 | 1530 | 8 | 12260 |

4.3.1.2 Perhitungan Konsumsi Elektrode

Data ukuran pelat serta *Welding Prosedure Specification* (WPS) dibutuhkan untuk menghitung konsumsi elektrode. Selanjutnya data-data tersebut diolah untuk

mendapatkan konsumsi elektrode. Perhitungan konsumsi elektrode dapat dilihat pada tabel 4.16 dan tabel 4.17.

Tabel 4.16 Perhitungan Konsumsi Elektrode Pada *Starboard Side*

| Starboard Side | | | | | | | | | |
|----------------|--------|------------|-----------|-----------|---------------|---------------|------------|------------|-----------------|
| No. | V area | Tebal Sisa | Panjang X | V Bevel | V Total (mm3) | V Total (cm3) | massa (gr) | massa (kg) | effisiensi (kg) |
| 1 | 460800 | 7 | 2.1875 | 220500 | 681300 | 681.30 | 5314.14 | 5.31 | 6.64 |
| 2 | 460800 | 7 | 2.1875 | 220500 | 681300 | 681.30 | 5314.14 | 5.31 | 6.64 |
| 3 | 230400 | 7 | 2.1875 | 110250 | 340650 | 340.65 | 2657.07 | 2.66 | 3.32 |
| 4 | 454400 | 7 | 2.1875 | 217437.5 | 671837.5 | 671.84 | 5240.33 | 5.24 | 6.55 |
| 6 | 219520 | 7 | 2.1875 | 105043.75 | 324563.75 | 324.56 | 2531.60 | 2.53 | 3.16 |
| 11 | 326400 | 7 | 2.1875 | 156187.5 | 482587.5 | 482.59 | 3764.18 | 3.76 | 4.71 |
| 15 | 307200 | 7 | 2.1875 | 147000 | 454200 | 454.20 | 3542.76 | 3.54 | 4.43 |
| 16 | 416000 | 7 | 2.1875 | 199062.5 | 615062.5 | 615.06 | 4797.49 | 4.80 | 6.00 |
| 17 | 739200 | 13 | 4.0625 | 697125 | 1436325 | 1436.33 | 11203.34 | 11.20 | 14.00 |
| h | 249600 | 7 | 2.1875 | 119437.5 | 369037.5 | 369.04 | 2878.49 | 2.88 | 3.60 |
| i | 544000 | 7 | 2.1875 | 260312.5 | 804312.5 | 804.31 | 6273.64 | 6.27 | 7.84 |
| j | 416000 | 7 | 2.1875 | 199062.5 | 615062.5 | 615.06 | 4797.49 | 4.80 | 6.00 |
| k | 172800 | 7 | 2.1875 | 82687.5 | 255487.5 | 255.49 | 1992.80 | 1.99 | 2.49 |
| m | 236800 | 7 | 2.1875 | 113312.5 | 350112.5 | 350.11 | 2730.88 | 2.73 | 3.41 |
| n | 518400 | 7 | 2.1875 | 248062.5 | 766462.5 | 766.46 | 5978.41 | 5.98 | 7.47 |
| o | 614400 | 7 | 2.1875 | 294000 | 908400 | 908.40 | 7085.52 | 7.09 | 8.86 |
| p | 614400 | 7 | 2.1875 | 294000 | 908400 | 908.40 | 7085.52 | 7.09 | 8.86 |
| r | 313600 | 7 | 2.1875 | 150062.5 | 463662.5 | 463.66 | 3616.57 | 3.62 | 4.52 |
| u | 315520 | 7 | 2.1875 | 150981.25 | 466501.25 | 466.50 | 3638.71 | 3.64 | 4.55 |
| ab | 481600 | 13 | 4.0625 | 454187.5 | 935787.5 | 935.79 | 7299.14 | 7.30 | 9.12 |
| ad | 102400 | 7 | 2.1875 | 49000 | 151400 | 151.40 | 1180.92 | 1.18 | 1.48 |
| Total | | | | | | | | 98.92 | 123.65 |

Tabel 4.17 Perhitungan Konsumsi Elektrode Pada *Port Side*

| Port Side | | | | | | | | | |
|-----------|--------|------------|-----------|-----------|---------------|---------------|------------|------------|-----------------|
| No. | V area | Tebal Sisa | Panjang X | V Bevel | V Total (mm3) | V Total (cm3) | massa (gr) | massa (kg) | effisiensi (kg) |
| 18 | 249600 | 7 | 2.1875 | 119437.5 | 369037.5 | 369.04 | 2878.49 | 2.88 | 3.60 |
| 20 | 236800 | 7 | 2.1875 | 113312.5 | 350112.5 | 350.11 | 2730.88 | 2.73 | 3.41 |
| 21 | 281600 | 7 | 2.1875 | 134750 | 416350 | 416.35 | 3247.53 | 3.25 | 4.06 |
| 22 | 243200 | 7 | 2.1875 | 116375 | 359575 | 359.58 | 2804.69 | 2.80 | 3.51 |
| 23 | 243200 | 7 | 2.1875 | 116375 | 359575 | 359.58 | 2804.69 | 2.80 | 3.51 |
| 25 | 486400 | 7 | 2.1875 | 232750 | 719150 | 719.15 | 5609.37 | 5.61 | 7.01 |
| bm | 211200 | 7 | 2.1875 | 101062.5 | 312262.5 | 312.26 | 2435.65 | 2.44 | 3.04 |
| bn | 262400 | 7 | 2.1875 | 125562.5 | 387962.5 | 387.96 | 3026.11 | 3.03 | 3.78 |
| bj | 352000 | 7 | 2.1875 | 168437.5 | 520437.5 | 520.44 | 4059.41 | 4.06 | 5.07 |
| bi | 568000 | 9 | 2.8125 | 359437.5 | 927437.5 | 927.44 | 7234.01 | 7.23 | 9.04 |
| bd | 558720 | 7 | 2.1875 | 267356.25 | 826076.25 | 826.08 | 6443.39 | 6.44 | 8.05 |
| be | 166400 | 7 | 2.1875 | 79625 | 246025 | 246.03 | 1919.00 | 1.92 | 2.40 |
| bf | 492800 | 7 | 2.1875 | 235812.5 | 728612.5 | 728.61 | 5683.18 | 5.68 | 7.10 |
| bb | 524800 | 7 | 2.1875 | 251125 | 775925 | 775.93 | 6052.22 | 6.05 | 7.57 |
| aw | 358400 | 7 | 2.1875 | 171500 | 529900 | 529.90 | 4133.22 | 4.13 | 5.17 |
| ax | 518400 | 7 | 2.1875 | 248062.5 | 766462.5 | 766.46 | 5978.41 | 5.98 | 7.47 |
| ba | 185600 | 7 | 2.1875 | 88812.5 | 274412.5 | 274.41 | 2140.42 | 2.14 | 2.68 |
| at | 396800 | 7 | 2.1875 | 189875 | 586675 | 586.68 | 4576.07 | 4.58 | 5.72 |
| as | 416000 | 7 | 2.1875 | 199062.5 | 615062.5 | 615.06 | 4797.49 | 4.80 | 6.00 |
| ar | 206720 | 7 | 2.1875 | 98918.75 | 305638.75 | 305.64 | 2383.98 | 2.38 | 2.98 |
| aq | 552000 | 9 | 2.8125 | 349312.5 | 901312.5 | 901.31 | 7030.24 | 7.03 | 8.79 |
| ak | 281600 | 7 | 2.1875 | 134750 | 416350 | 416.35 | 3247.53 | 3.25 | 4.06 |
| al | 281600 | 7 | 2.1875 | 134750 | 416350 | 416.35 | 3247.53 | 3.25 | 4.06 |
| aj | 545920 | 7 | 2.1875 | 261231.25 | 807151.25 | 807.15 | 6295.78 | 6.30 | 7.87 |
| ag | 616000 | 13 | 4.0625 | 580937.5 | 1196937.5 | 1196.94 | 9336.11 | 9.34 | 11.67 |
| af | 392320 | 7 | 2.1875 | 187731.25 | 580051.25 | 580.05 | 4524.40 | 4.52 | 5.66 |
| Total | | | | | | | | 114.62 | 143.27 |

Dengan menjumlah hasil konsumsi elektrode pada *Starboard Side* dan *Port Side* akan didapatkan konsumsi elektrode total untuk pengelasan *replating bottom+bottop*.

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Total} &= \text{Massa Starboard Side} + \text{Massa Port Side} \\
 &= 123.65 + 143.27 \\
 &= 266.93 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4.3.2 Berat Pelat

Perhitungan berat pelat yang digunakan untuk *replating* diperlukan sebelum dilakukan perhitungan biaya. Perhitungan berat pelat dapat dilihat pada tabel 4.18 dan tabel 4.19.

Tabel 4.18 Perhitungan Berat Pelat Pada *Starboard Side*

| Data Pelat | | | | | | | | |
|----------------|--------------|------------|------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|------------|
| Starboard Side | | | | | | | | |
| No. | Panjang (mm) | Lebar (mm) | Tebal (mm) | keliling (mm ²) | Volume (mm ³) | Volume (cm ³) | Massa (gr) | Massa (kg) |
| 1 | 6000 | 1200 | 8 | 14400 | 57600000 | 57600 | 449280 | 449.28 |
| 2 | 6000 | 1200 | 8 | 14400 | 57600000 | 57600 | 449280 | 449.28 |
| 3 | 2500 | 1100 | 8 | 7200 | 22000000 | 22000 | 171600 | 171.60 |
| 4 | 6000 | 1100 | 8 | 14200 | 52800000 | 52800 | 411840 | 411.84 |
| 6 | 1900 | 1530 | 8 | 6860 | 23256000 | 23256 | 181396.8 | 181.40 |
| 11 | 3900 | 1200 | 8 | 10200 | 37440000 | 37440 | 292032 | 292.03 |
| 15 | 3000 | 1800 | 8 | 9600 | 43200000 | 43200 | 336960 | 336.96 |
| 16 | 5200 | 1300 | 8 | 13000 | 54080000 | 54080 | 421824 | 421.82 |
| 17 | 6000 | 600 | 14 | 13200 | 50400000 | 50400 | 393120 | 393.12 |
| h | 2800 | 1100 | 8 | 7800 | 24640000 | 24640 | 192192 | 192.19 |
| i | 7700 | 800 | 8 | 17000 | 49280000 | 49280 | 384384 | 384.38 |
| j | 5400 | 1100 | 8 | 13000 | 47520000 | 47520 | 370656 | 370.66 |
| k | 2000 | 700 | 8 | 5400 | 11200000 | 11200 | 87360 | 87.36 |
| m | 2600 | 1100 | 8 | 7400 | 22880000 | 22880 | 178464 | 178.46 |
| n | 7600 | 500 | 8 | 16200 | 30400000 | 30400 | 237120 | 237.12 |
| o | 7600 | 2000 | 8 | 19200 | 121600000 | 121600 | 948480 | 948.48 |
| p | 7600 | 2000 | 8 | 19200 | 121600000 | 121600 | 948480 | 948.48 |
| r | 2900 | 2000 | 8 | 9800 | 46400000 | 46400 | 361920 | 361.92 |
| u | 3400 | 1530 | 8 | 9860 | 41616000 | 41616 | 324604.8 | 324.60 |
| ab | 3600 | 700 | 14 | 8600 | 35280000 | 35280 | 275184 | 275.18 |
| ad | 1000 | 600 | 8 | 3200 | 4800000 | 4800 | 37440 | 37.44 |
| Total | | | | | | | | 7453.62 |

Tabel 4.19 Perhitungan Berat Pelat Pada *Port Side*

| Port Side | | | | | | | | |
|-----------|--------------|------------|------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|------------|
| No. | Panjang (mm) | Lebar (mm) | Tebal (mm) | keliling (mm ²) | Volume (mm ³) | Volume (cm ³) | Massa (gr) | Massa (kg) |
| 18 | 2500 | 1400 | 8 | 7800 | 28000000 | 28000 | 218400 | 218.40 |
| 20 | 2300 | 1400 | 8 | 7400 | 25760000 | 25760 | 200928 | 200.93 |
| 21 | 3300 | 1100 | 8 | 8800 | 29040000 | 29040 | 226512 | 226.51 |
| 22 | 2600 | 1200 | 8 | 7600 | 24960000 | 24960 | 194688 | 194.69 |
| 23 | 2300 | 1500 | 8 | 7600 | 27600000 | 27600 | 215280 | 215.28 |
| 25 | 6100 | 1500 | 8 | 15200 | 73200000 | 73200 | 570960 | 570.96 |
| bm | 2800 | 500 | 8 | 6600 | 11200000 | 11200 | 87360 | 87.36 |
| bn | 3300 | 800 | 8 | 8200 | 21120000 | 21120 | 164736 | 164.74 |
| bj | 5000 | 500 | 8 | 11000 | 20000000 | 20000 | 156000 | 156.00 |
| bi | 4900 | 2200 | 10 | 14200 | 107800000 | 107800 | 840840 | 840.84 |
| bd | 7200 | 1530 | 8 | 17460 | 88128000 | 88128 | 687398.4 | 687.40 |
| be | 1100 | 1500 | 8 | 5200 | 13200000 | 13200 | 102960 | 102.96 |
| bf | 7200 | 500 | 8 | 15400 | 28800000 | 28800 | 224640 | 224.64 |
| bb | 7200 | 1000 | 8 | 16400 | 57600000 | 57600 | 449280 | 449.28 |
| aw | 4100 | 1500 | 8 | 11200 | 49200000 | 49200 | 383760 | 383.76 |
| ax | 7600 | 500 | 8 | 16200 | 30400000 | 30400 | 237120 | 237.12 |
| ba | 900 | 2000 | 8 | 5800 | 14400000 | 14400 | 112320 | 112.32 |
| at | 5000 | 1200 | 8 | 12400 | 48000000 | 48000 | 374400 | 374.40 |
| as | 4900 | 1600 | 8 | 13000 | 62720000 | 62720 | 489216 | 489.22 |
| ar | 1400 | 1830 | 8 | 6460 | 20496000 | 20496 | 159868.8 | 159.87 |
| aq | 4600 | 2300 | 10 | 13800 | 105800000 | 105800 | 825240 | 825.24 |
| ak | 3600 | 800 | 8 | 8800 | 23040000 | 23040 | 179712 | 179.71 |
| al | 3600 | 800 | 8 | 8800 | 23040000 | 23040 | 179712 | 179.71 |
| aj | 7000 | 1530 | 8 | 17060 | 85680000 | 85680 | 668304 | 668.30 |
| ag | 4400 | 1100 | 14 | 11000 | 67760000 | 67760 | 528528 | 528.53 |
| af | 4600 | 1530 | 8 | 12260 | 56304000 | 56304 | 439171.2 | 439.17 |
| Total | | | | | | | | 8917.33 |

Dengan menjumlah beban pelat pada *Starboard Side* dan *Port Side* akan didapatkan beban pelat total untuk *replating bottom+bottop*.

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Total} &= \text{Massa Starboard Side} + \text{Massa Port Side} \\
 &= 7453.62 + 8917.33 \\
 &= 16370.95 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4.3.3 Biaya Keseluruhan

Perhitungan biaya keseluruhan dilakukan setelah didapatkan konsumsi elektroda dan berat pelat yang digunakan pada proses replating. Biaya keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Biaya Keseluruhan Proses *Replating*

| No | | Biaya | Pemakaian | Jumlah |
|-------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|----------------|
| 1 | Konsumsi elektroda | Rp. 18.000/kg | 266,93 kg | Rp. 4.804.740 |
| 2 | Berat Pelat | Rp. 5.000.000/ton | 16,37 ton | Rp 81.850.000 |
| 3 | Upah kerja <i>welder</i> | Rp. 85.000/hari | 15 hari kerja | Rp 10.200.000 |
| 4 | Perlengkapan las | Rp 450.000/hari | 15 hari kerja | Rp 54.000.000 |
| 5 | Tarif dasar listrik | Rp 1.478/kwh | 120 jam | Rp 177.360 |
| Total Biaya Keseluruhan | | | | Rp 151.032.100 |

Biaya yang dibutuhkan untuk proses *replating* pada KRI 362 Malahayati pada PT. P adalah Rp 151.032.100 . Biaya tersebut merupakan biaya untuk *replating* pada *bottom+bottop*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui resiko dan biaya yang dibutuhkan untuk mengelas pelat kapal pada proses *replating*. Metode FCAW (*Flux Cored Arc Welding*) digunakan untuk pengelasan dengan elektroda AWS A5.20 E71T-1 dan gas karbondioksida (CO₂) sebagai gas pelindungnya. Jenis pelat baja yang digunakan untuk proses *replating* adalah ASTM A131 AH36. Dari pengerjaan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan yang data dilihat dibawah ini:

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengklasifikasian dari diagram pareto menghasilkan 3 cacat las yang dominan yaitu: *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

Penyebab-penyebab yang ada pada masing masing cacat las yaitu:

- *Porosity / Clusterd Porosity*:
 - Bobot kerja *welder* yang banyak
 - Kesehatan *welder* kurang baik
 - *Welder* kurang konsentrasi
 - Laju pendinginan cepat
 - Selang gas terjepit
 - Amper capping terlalu tinggi
 - Aliran gas terlalu tinggi
 - Elektroda kotor
 - Elektroda basah/lembab
 - Permukaan kampuh kotor
 - Hembusan angin kencang
 - Suhu yang lembab
 - Tempat kerja kurang bersih
- *Incomplete Fusion*:
 - Bobot kerja *welder* yang banyak
 - Kesehatan *welder* kurang baik
 - *Welder* kurang konsentrasi

- Posisi elektroda naik turun
 - Sudut elektroda tidak tepat
 - Kecepatan pengelasan terlalu tinggi
 - Arus terlalu rendah
 - Mesin las tidak dikalibrasi
 - *Welding gap* terlalu kecil
 - Permukaan kampuh kotor
 - Tempat kerja kurang bersih
2. RPN tertinggi pada *Porosity / Clusterd Porosity* yaitu suhu yang lembab (144). Sedangkan pada *Incomplete Fusion* yaitu bobot kerja *welder* yang banyak (140). Usulan perbaikan yang disarankan untuk masing masing cacat las yaitu:
- *Porosity*: Mennggunakan / menambah *blower* saat proses *replating*.
 - *Clusterd Porosity*: Mennggunakan / menambah *blower* saat proses *replating*.
 - *Incomplete Fusion*: Supervisor mengatur bobot kerja dengan cermat.
3. Total biaya yang dibutuhkan untuk proses *replating* sebanyak Rp 151.032.100 .

5.2 Saran

Berikut ini beberapa saran yang sifatnya membangun untuk penelitian berikutnya.

1. Untuk penelitian selanjutnya menggunakan *Report Test* cacat las dari pengelasan pelat lama dengan pelat baru (*replating*).
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan data kapal yang menggunakan pelat aluminium.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan Matriks resiko hingga didapatkan cara untuk melakukan mitigasinya.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan harga material sebenarnya yang dipakai pada proses *replating* dan menambahkan faktor gas pelindung untuk menghitung biaya yang dibutuhkan.

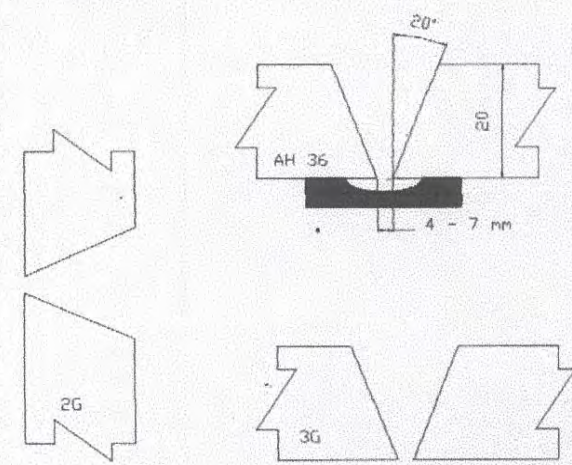
DAFTAR PUSTAKA

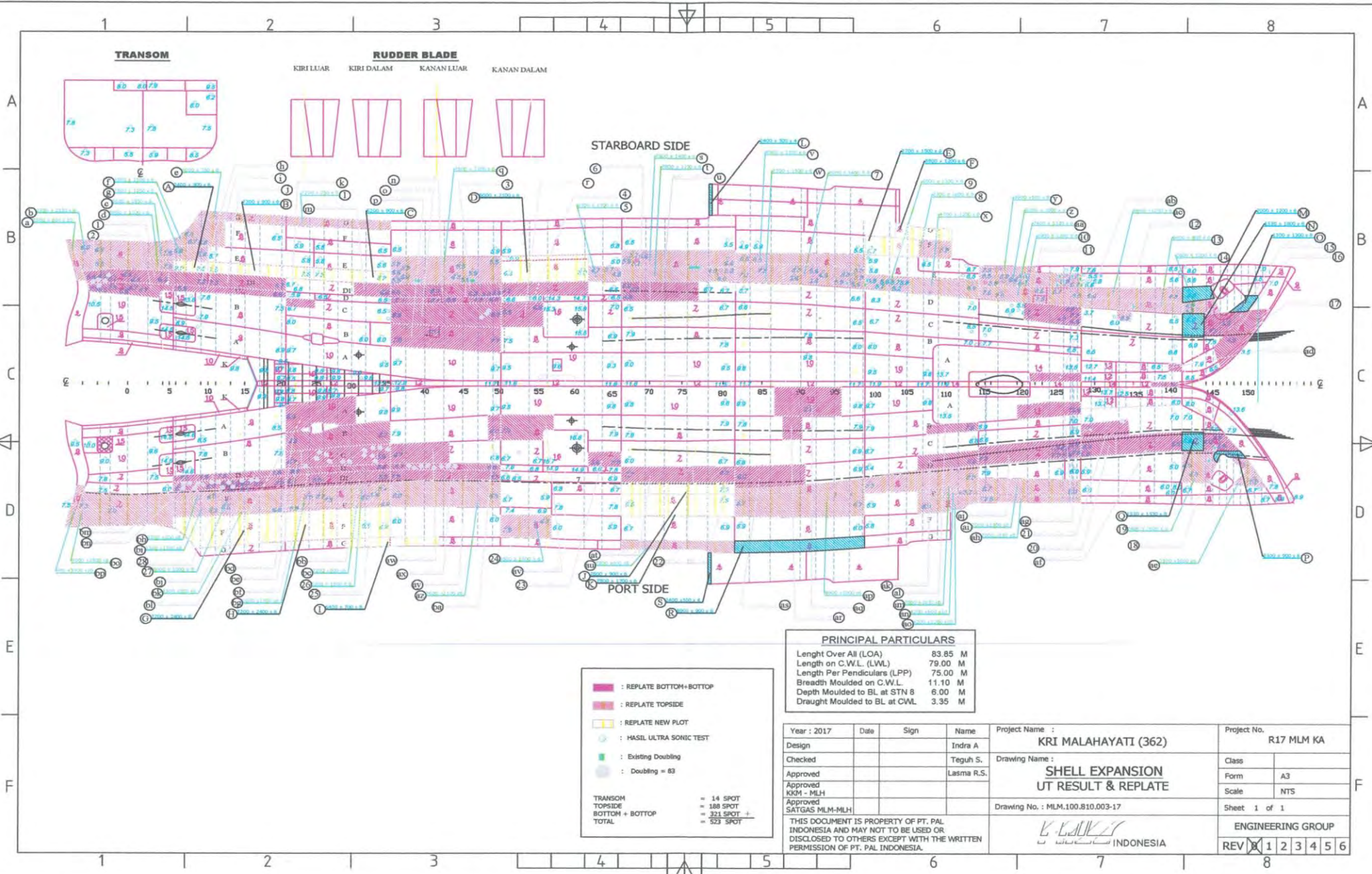
- Abdullah, Wahyu, 2012, “**Analisa Risiko dan Langkah Mitigasi Pada *Offshore Pipeline***”, Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS, ITS Surabaya
- AWS D1.2, 1997, “**Structural Welding Code**” – Aluminum”, Miami: American Welding Society.
- Okumura, T., Wiryosumarto, H. 1994. “**Teknologi Pengelasan Logam**”, Jakarta: Pradnya Paramita.
- Putra, Muhammad N M, Ishardita P T, Zefry D, 2014, “**Analisa Penyebab Defect Kapal Motor (KM) Pagerungan Pada Bagian *Hull Constraction* (HC) Dengan Metode *Failure Mode And Effect* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus Di PT. PAL INDONESIA)**”, Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri Vol.3 No.2, Teknik Industri Universitas Brawijaya Malang
- Putra, Pandu D, 2016, “**Analisa Perbandingan Laju Korosi Di lingkungan Laut Dari Hasil Pengelasan GMAW Pada Sambungan Aluminium Seri 5050 Karena Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Gas Pelindung**”, Jurnal Tugas Akhir Teknik Kelautan ITS, ITS Surabaya.
- Sihombing, Salomo P, 2016, “**Analisa Resiko Dan Nilai Ekonomis Pada Pengelasan Kombinasi Pipa API 5L X52**”, Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS, ITS Surabaya
- Soejitno, 1997, “**Teknik Reparasi Kapal**”, Diktat Kuliah Teknik Produksi Kapal FTK-ITS. Surabaya.
- Syaifi, Muhammad, D. Manfaat, H. Supomo, 2006, “**Perencanaan Galangan Reparasi Kapal TNI AL**”, Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi III. Surabaya.
- Tisnowati, Henny, M. Hubeis, H. Hardjomidjojo, 2008, “**Analisa Pengendalian Mutu Produksi Roti (Kasus PT. AC, Tangerang)**”, Jurnal MPI Vol. 3 No. 1, Bogor.

Zamrhoni, Bakhtiar Ali, 2011, “**Analisa Tegangan Sissa Aluminium 5083 Pada Hasil Pengelasan GMAW Dengan Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)**”, Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS, ITS Surabaya.

Prequalified _____
 WPS No. 141 (2G & 3G)
 Supporting PQR No. 141 (2G & 3G)
 Revision No. _____
 Welding Process (es) FCAW

Qualified by Testing LR
 Date SEPTEMBER 25, 2007
 Date _____
 Type _____

| | |
|---|---|
| <p>JOINT DESIGN</p> <p>Type of Joint <u>" V "GROOVE (CJP)</u> Single <u>SINGLE</u> Double _____ Backing (Yes) <u>Yes</u> (No) _____ Backing Material <u>CERAMIC</u> Back Gouging _____</p> | <p>Joint Detail Unit : mm</p>  |
| <p>BASE METALS</p> <p>AWS Material Group <u>II</u> Material Class <u>AH 36</u> Qualified Thickness (Groove) <u>Max 40 mm</u> (Fillet) <u>ALL</u> Pipe dia. range _____ Max. Ceq (%) _____</p> | <p>POSITION</p> <p>Welding Position <u>2G & 3G</u> Welding Progression <u>See Joint Detail</u></p> |
| <p>FILLER METALS</p> <p>AWS Class. <u>A5. 20 E 71T-1</u> Wire Size <u>Ø 1.2 mm</u> Brand Name <u>DW 100</u> Consumable Insert _____ Other _____</p> | <p>ELEC. CHARACTERISTICS</p> <p>Current Type <u>DCEP</u> Transfer Mode (GMAW) <u>-</u> Other <u>-</u></p> |
| <p>SHIELDING</p> <p>Flux Electrode - Flux (Class.) Brand Name <u>SAMATOR</u> Gas (es) Type <u>CO²</u> Composition of Gas Mixture <u>-</u> Flow rate <u>15 - 20</u> Gas cup size <u>40</u> Other _____</p> | <p>TECHNIQUE</p> <p>String / Weave <u>Max weaving 16 mm</u> Single / Multi Pass <u>Multi Pass</u> Single / Multi Elect. <u>Single Elect</u> Electrode Spacing Longi. <u>-</u> Lateral <u>-</u> Angle _____ Contact tip to work distance _____ Peening <u>-</u> Interpass Cleaning <u>Chipping & Brushing</u></p> |
| <p>PREHEAT (t : Thickness of Thicker Part)</p> <p>Min. Preheat Temp. <u>None</u> Max. Interpass Temp. <u>≤ 205° C</u> Other _____</p> | <p>PWHT</p> <p>PWHT Temp. <u>None</u> Holding Time _____</p> |



| | |
|----------------------------|--------------------------|
| | : REPLATE BOTTOM+BOTTOP |
| | : REPLATE TOPSIDE |
| | : REPLATE NEW PLOT |
| | : HASIL ULTRA SONIC TEST |
| | : Existing Doubling |
| | : Doubling = 63 |
| TRANSOM = 14 SPOT | |
| TOPSIDE = 188 SPOT | |
| BOTTOM + BOTTOP = 321 SPOT | |
| TOTAL = 523 SPOT | |

| PRINCIPAL PARTICULARS | |
|---------------------------------|---------|
| Lenght Over All (LOA) | 83.85 M |
| Lenght on C.W.L. (LWL) | 79.00 M |
| Lenght Per Pencirulars (LPP) | 75.00 M |
| Breadth Moulded on C.W.L. | 11.10 M |
| Depth Moulded to BL at STN 8 | 6.00 M |
| Draught Moulded to BL at C.W.L. | 3.35 M |

| Year | 2017 | Date | Sign | Name |
|----------|------|------|------|----------------|
| Design | | | | Indra A |
| Checked | | | | Teguh S. |
| Approved | | | | Lasma R.S. |
| Approved | | | | KEM - MLH |
| Approved | | | | SATGAS MLM-MLH |

| | | | |
|--|--|--------------|------------|
| Project Name : | KRI MALAHAYATI (362) | Project No. | R17 MLM KA |
| Drawing Name : | SHELL EXPANSION UT RESULT & REPLATE | Class | A3 |
| Drawing No. : | MLM.100.810.003-17 | Scale | NTS |
| THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF PT. PAL INDONESIA AND MAY NOT BE USED OR DISCLOSED TO OTHERS EXCEPT WITH THE WRITTEN PERMISSION OF PT. PAL INDONESIA. | | Sheet 1 of 1 | |

PT. PAL INDONESIA

| | | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|---|
| ENGINEERING GROUP | | | | | |
| REV | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautas FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul "Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*". Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : **DIANI P**

Umur : **36** Tahun

Lama bekerja : **9** Tahun

Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 8 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 9 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 9 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 2 = Kemungkinan Kejadian Redah | 4 = Kemungkinan Kejadian Sedang |
| 6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi | 8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi |
| 10 = Kejadian Berbahaya | |

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1 = Hampir Pasti | 6 = Rendah |
| 2 = Sangat Tinggi | 7 = Cukup Jauh |
| 3 = Tinggi | 8 = Jauh |
| 4 = Cukup Tinggi | 9 = Sangat Jauh |
| 5 = Sedang | 10 = Tidak Diketahui |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai kriteria untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 6 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 4 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 6 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 5 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 4 | Penggunaan alat ukur | 6 |
| | | | Selang gas terjepit | 4 | Pengontrolan selang gas | 3 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 4 | Pengaturan amper capping | 3 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 4 | Pengaturan aliran gas | 3 |
| | | | Elektroda kotor | 4 | Perhatikan kebersihan elektroda | 3 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 6 | Perhatikan treatment elektroda | 3 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 8 | Perhatikan kebersihan kampuh | 3 |
| | | | Hembusan angin ^a kencang | 6 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 5 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 6 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 2 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 5 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja welder | 6 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 4 | Perhatikan kesehatan welder | 6 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 4 | Perhatikan pekerjaan welder | 5 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 4 | Perhatikan ketinggian elektroda | 3 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 4 | Pengaturan sudut yang tepat | 3 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 4 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 3 |
| | | | Arus terlalu rendah | 4 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 3 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 6 | Pengaturan mesin las | 3 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 2 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 3 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 2 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 3 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 5 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautas FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*”. Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : *Panuju Riyono*

Umur : *36 th.* Tahun

Lama bekerja : *12 th.* Tahun

Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 3 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 4 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 2 . |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

2 = Kemungkinan Kejadian Redah

4 = Kemungkinan Kejadian Sedang

6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi

8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi

10 = Kejadian Berbahaya

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

1 = Hampir Pasti

6 = Rendah

2 = Sangat Tinggi

7 = Cukup Jauh

3 = Tinggi

8 = Jauh

4 = Cukup Tinggi

9 = Sangat Jauh

5 = Sedang

10 = Tidak Diketahui

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai keriterian untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 2 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 7 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 2 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 5 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 7 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 4 | Penggunaan alat ukur | 2 |
| | | | Selang gas terjepit | 2 | Pengontrolan selang gas | 3 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 4 | Pengaturan amper capping | 5 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 4 | Pengaturan aliran gas | 1 |
| | | | Elektroda kotor | 4 | Perhatikan kebersihan elektroda | 1 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 4 | Perhatikan treatment elektroda | 2 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 4 | Perhatikan kebersihan kampuh | 2 |
| | | | Hembusan angin kencang | 8 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 2 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 5 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 6 | Mengontrol bobot kerja welder | 8 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 4 | Perhatikan kesehatan welder | 5 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 2 | Perhatikan pekerjaan welder | 5 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 4 | Perhatikan ketinggian elektroda | 5 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 2 | Pengaturan sudut yang tepat | 4 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 4 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 2 |
| | | | Arus terlalu rendah | 4 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 3 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 6 | Pengaturan mesin las | 5 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 6 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 8 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 4 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 6 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 6 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautas FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul "Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*". Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : *Agus Hari S.*

Umur : *41* Tahun

Lama bekerja : *21* Tahun

Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 5 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 6 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 9 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 2 = Kemungkinan Kejadian Redah | 4 = Kemungkinan Kejadian Sedang |
| 6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi | 8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi |
| 10 = Kejadian Berbahaya | |

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1 = Hampir Pasti | 6 = Rendah |
| 2 = Sangat Tinggi | 7 = Cukup Jauh |
| 3 = Tinggi | 8 = Jauh |
| 4 = Cukup Tinggi | 9 = Sangat Jauh |
| 5 = Sedang | 10 = Tidak Diketahui |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai kriteria untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 2 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 3 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 2 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 3 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 3 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 2 | Penggunaan alat ukur | 1 |
| | | | Selang gas terjepit | 8 | Pengontrolan selang gas | 1 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 2 | Pengaturan amper capping | 1 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 6 | Pengaturan aliran gas | 1 |
| | | | Elektroda kotor | 6 | Perhatikan kebersihan elektroda | 1 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 8 | Perhatikan treatment elektroda | 1 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 8 | Perhatikan kebersihan kampuh | 1 |
| | | | Hembusan angin kencang | 8 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 1 |
| | | | Suhu yang lembab | 8 | Penggunaan alat ukur | 1 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 8 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 1 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja welder | 3 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 4 | Perhatikan kesehatan welder | 3 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 6 | Perhatikan pekerjaan welder | 3 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 6 | Perhatikan ketinggian elektroda | 2 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 8 | Pengaturan sudut yang tepat | 2 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 8 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 1 |
| | | | Arus terlalu rendah | 8 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 1 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 8 | Pengaturan mesin las | 1 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 6 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 1 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 6 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 2 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 1 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*”. Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : RONY YULONO
Umur : 35 TAHUN Tahun
Lama bekerja : 10 Tahun
Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 2 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 2 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 5 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 2 = Kemungkinan Kejadian Redah | 4 = Kemungkinan Kejadian Sedang |
| 6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi | 8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi |
| 10 = Kejadian Berbahaya | |

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1 = Hampir Pasti | 6 = Rendah |
| 2 = Sangat Tinggi | 7 = Cukup Jauh |
| 3 = Tinggi | 8 = Jauh |
| 4 = Cukup Tinggi | 9 = Sangat Jauh |
| 5 = Sedang | 10 = Tidak Diketahui |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai keriterian untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|-----------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | Replating | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 6 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 4 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 6 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 5 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 6 | Penggunaan alat ukur | 5 |
| | | | Selang gas terjepit | 4 | Pengontrolan selang gas | 5 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 6 | Pengaturan amper capping | 4 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 4 | Pengaturan aliran gas | 4 |
| | | | Elektroda kotor | 6 | Perhatikan kebersihan elektroda | 4 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 6 | Perhatikan treatment elektroda | 3 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 6 | Perhatikan kebersihan kampuh | 3 |
| | | | Hembusan angin kencang | 6 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 3 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 3 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 2 | Mengontrol bobot kerja welder | 4 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 2 | Perhatikan kesehatan welder | 5 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 4 | Perhatikan pekerjaan welder | 5 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 4 | Perhatikan ketinggian elektroda | 4 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 4 | Pengaturan sudut yang tepat | 4 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 2 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 4 |
| | | | Arus terlalu rendah | 4 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 4 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 4 | Pengaturan mesin las | 2 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 2 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 2 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 4 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 3 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*”. Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : Tjipto SANTOSO
Umur : 46 Tahun
Lama bekerja : ± 26 Tahun
Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 8 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

2 = Kemungkinan Kejadian Redah

4 = Kemungkinan Kejadian Sedang

6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi

8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi

10 = Kejadian Berbahaya

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

1 = Hampir Pasti

6 = Rendah

2 = Sangat Tinggi

7 = Cukup Jauh

3 = Tinggi

8 = Jauh

4 = Cukup Tinggi

9 = Sangat Jauh

5 = Sedang

10 = Tidak Diketahui

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai keriterian untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 6 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 6 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 6 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 5 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 5 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 2 | Penggunaan alat ukur | 8 |
| | | | Selang gas terjepit | 2 | Pengontrolan selang gas | 5 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 2 | Pengaturan amper capping | 5 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 2 | Pengaturan aliran gas | 5 |
| | | | Elektroda kotor | 2 | Perhatikan kebersihan elektroda | 8 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 2 | Perhatikan treatment elektroda | 5 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 4 | Perhatikan kebersihan kampuh | 8 |
| | | | Hembusan angin kencang | 2 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 5 |
| | | | Suhu yang lembab | 2 | Penggunaan alat ukur | 8 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 8 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 6 | Mengontrol bobot kerja welder | 5 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 6 | Perhatikan kesehatan welder | 6 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 4 | Perhatikan pekerjaan welder | 5 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 4 | Perhatikan ketinggian elektroda | 5 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 4 | Pengaturan sudut yang tepat | 5 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 4 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 5 |
| | | | Arus terlalu rendah | 2 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 5 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 4 | Pengaturan mesin las | 5 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 2 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 5 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 6 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 5 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 6 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautas FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*”. Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : HIRI DARMAWAN
Umur : 43 Tahun
Lama bekerja : 21 Tahun
Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 2 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 2 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 1 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

2 = Kemungkinan Kejadian Redah

4 = Kemungkinan Kejadian Sedang

6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi

8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi

10 = Kejadian Berbahaya

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

1 = Hampir Pasti

6 = Rendah

2 = Sangat Tinggi

7 = Cukup Jauh

3 = Tinggi

8 = Jauh

4 = Cukup Tinggi

9 = Sangat Jauh

5 = Sedang

10 = Tidak Diketahui

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai keriterian untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 6 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 4 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 6 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 6 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 6 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 2 | Penggunaan alat ukur | 4 |
| | | | Selang gas terjepit | 6 | Pengontrolan selang gas | 4 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 6 | Pengaturan amper capping | 3 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 6 | Pengaturan aliran gas | 3 |
| | | | Elektroda kotor | 6 | Perhatikan kebersihan elektroda | 3 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 6 | Perhatikan treatment elektroda | 4 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 6 | Perhatikan kebersihan kampuh | 3 |
| | | | Hembusan angin kencang | 6 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 4 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 4 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja welder | 6 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 4 | Perhatikan kesehatan welder | 6 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 2 | Perhatikan pekerjaan welder | 6 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 4 | Perhatikan ketinggian elektroda | 4 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 4 | Pengaturan sudut yang tepat | 4 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 4 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 6 |
| | | | Arus terlalu rendah | 2 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 4 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 4 | Pengaturan mesin las | 4 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 2 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 3 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 4 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 3 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 4 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautak FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul "Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*". Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : RIYANTO
Umur : 43 Tahun
Lama bekerja : 23 Tahun
Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 5 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 6 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 9 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 2 = Kemungkinan Kejadian Redah | 4 = Kemungkinan Kejadian Sedang |
| 6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi | 8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi |
| 10 = Kejadian Berbahaya | |

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1 = Hampir Pasti | 6 = Rendah |
| 2 = Sangat Tinggi | 7 = Cukup Jauh |
| 3 = Tinggi | 8 = Jauh |
| 4 = Cukup Tinggi | 9 = Sangat Jauh |
| 5 = Sedang | 10 = Tidak Diketahui |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai kriteria untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 2 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 3 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 2 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 3 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 3 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 2 | Penggunaan alat ukur | 1 |
| | | | Selang gas terjepit | 8 | Pengontrolan selang gas | 1 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 2 | Pengaturan amper capping | 1 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 6 | Pengaturan aliran gas | 1 |
| | | | Elektroda kotor | 6 | Perhatikan kebersihan elektroda | 1 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 8 | Perhatikan treatment elektroda | 1 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 8 | Perhatikan kebersihan kampuh | 1 |
| | | | Hembusan angin kencang | 8 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 1 |
| | | | Suhu yang lembab | 8 | Penggunaan alat ukur | 1 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 8 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 1 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja welder | 3 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 4 | Perhatikan kesehatan welder | 3 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 6 | Perhatikan pekerjaan welder | 3 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 6 | Perhatikan ketinggian elektroda | 2 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 8 | Pengaturan sudut yang tepat | 2 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 8 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 1 |
| | | | Arus terlalu rendah | 8 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 1 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 8 | Pengaturan mesin las | 1 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 6 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 1 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 6 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 2 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 1 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautas FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*”. Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : DIDIK

Umur : 33 Tahun

Lama bekerja : 4 Tahun

Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

2 = Kemungkinan Kejadian Redah

4 = Kemungkinan Kejadian Sedang

6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi

8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi

10 = Kejadian Berbahaya

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

1 = Hampir Pasti

6 = Rendah

2 = Sangat Tinggi

7 = Cukup Jauh

3 = Tinggi

8 = Jauh

4 = Cukup Tinggi

9 = Sangat Jauh

5 = Sedang

10 = Tidak Diketahui

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai keriterian untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 4 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 2 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 4 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 2 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 4 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 4 | Penggunaan alat ukur | 1 |
| | | | Selang gas terjepit | 8 | Pengontrolan selang gas | 1 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 4 | Pengaturan amper capping | 1 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 8 | Pengaturan aliran gas | 1 |
| | | | Elektroda kotor | 10 | Perhatikan kebersihan elektroda | 1 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 10 | Perhatikan treatment elektroda | 4 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 8 | Perhatikan kebersihan kampuh | 1 |
| | | | Hembusan angin kencang | 8 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 1 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 3 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 4 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 4. | Mengontrol bobot kerja welder | 3 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 2. | Perhatikan kesehatan welder | 2. |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 2. | Perhatikan pekerjaan welder | 2. |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 2. | Perhatikan ketinggian elektroda | 3 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 4. | Pengaturan sudut yang tepat | 1. |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 4 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 2. |
| | | | Arus terlalu rendah | 2. | Pengaturan arus terlebih dahulu | 1. |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 2. | Pengaturan mesin las | 1. |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 2. | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 1. |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 4. | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 2. |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 2. | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 2. |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul "Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*". Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : KAMIL
Umur : 30 Tahun
Lama bekerja : 6 Tahun
Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 9. |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 9. |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

2 = Kemungkinan Kejadian Redah

4 = Kemungkinan Kejadian Sedang

6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi

8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi

10 = Kejadian Berbahaya

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

1 = Hampir Pasti

6 = Rendah

2 = Sangat Tinggi

7 = Cukup Jauh

3 = Tinggi

8 = Jauh

4 = Cukup Tinggi

9 = Sangat Jauh

5 = Sedang

10 = Tidak Diketahui

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai kriteria untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 3 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 2. | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 3 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 2. | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 4 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 4 | Penggunaan alat ukur | 7 |
| | | | Selang gas terjepit | 8 | Pengontrolan selang gas | 1 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 4 | Pengaturan amper capping | 1 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 8 | Pengaturan aliran gas | 1 |
| | | | Elektroda kotor | 10. | Perhatikan kebersihan elektroda | 1 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 10 - | Perhatikan treatment elektroda | 2. |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 8 | Perhatikan kebersihan kampuh | 1 |
| | | | Hembusan angin kencang | 8 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 1 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 5 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 2. |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja welder | 7 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 4 | Perhatikan kesehatan welder | 8 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 4 | Perhatikan pekerjaan welder | 8 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 2 | Perhatikan ketinggian elektroda | 8 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 4 | Pengaturan sudut yang tepat | 1 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 4 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 4 |
| | | | Arus terlalu rendah | 10 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 1 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 4 | Pengaturan mesin las | 4 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 10 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 3 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 10 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 1 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 10 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 2 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*”. Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : TAAT MAREO

Umur : 42 Tahun

Lama bekerja : 21 Tahun

Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 8 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 8 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

2 = Kemungkinan Kejadian Redah

4 = Kemungkinan Kejadian Sedang

6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi

8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi

10 = Kejadian Berbahaya

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

1 = Hampir Pasti

6 = Rendah

2 = Sangat Tinggi

7 = Cukup Jauh

3 = Tinggi

8 = Jauh

4 = Cukup Tinggi

9 = Sangat Jauh

5 = Sedang

10 = Tidak Diketahui

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai keriterian untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | <i>Occurance</i> (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | <i>Detection</i> (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 6 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 3 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 10 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 2 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 8 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 2 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 4 | Penggunaan alat ukur | 5 |
| | | | Selang gas terjepit | 8 | Pengontrolan selang gas | 2 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 6 | Pengaturan amper capping | 3 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 4 | Pengaturan aliran gas | 3 |
| | | | Elektroda kotor | 6 | Perhatikan kebersihan elektroda | 2 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 6 | Perhatikan treatment elektroda | 2 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 8 | Perhatikan kebersihan kampuh | 2 |
| | | | Hembusan angin kencang | 8 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 2 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 2 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 2 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 6 | Mengontrol bobot kerja welder | 3 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 10 | Perhatikan kesehatan welder | 2 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 8 | Perhatikan pekerjaan welder | 2 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 8 | Perhatikan ketinggian elektroda | 2 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 6 | Pengaturan sudut yang tepat | 3 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 8 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 2 |
| | | | Arus terlalu rendah | 8 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 2 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 6 | Pengaturan mesin las | 2 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 8 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 2 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 8 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 2 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 2 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautas FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul "Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*". Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : I.W.A.N..D.W.I.S.U.S.A.N.T.O.....
Umur : 35..... Tahun
Lama bekerja : 12..... Tahun
Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 8 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 8 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 9 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 2 = Kemungkinan Kejadian Redah | 4 = Kemungkinan Kejadian Sedang |
| 6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi | 8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi |
| 10 = Kejadian Berbahaya | |

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1 = Hampir Pasti | 6 = Rendah |
| 2 = Sangat Tinggi | 7 = Cukup Jauh |
| 3 = Tinggi | 8 = Jauh |
| 4 = Cukup Tinggi | 9 = Sangat Jauh |
| 5 = Sedang | 10 = Tidak Diketahui |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai kriteria untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 5 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 2 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 3 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 4 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 5 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 2 | Penggunaan alat ukur | 7 |
| | | | Selang gas terjepit | 2 2 | Pengontrolan selang gas | 7 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 6 | Pengaturan amper capping | 3 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 2 | Pengaturan aliran gas | 3 |
| | | | Elektroda kotor | 6 | Perhatikan kebersihan elektroda | 3 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 6 | Perhatikan treatment elektroda | 2 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 6 | Perhatikan kebersihan kampuh | 2 |
| | | | Hembusan angin kencang | 8 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 2 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 5 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 8 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 4 | Mengontrol bobot kerja welder | 5 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 2 | Perhatikan kesehatan welder | 3 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 4 | Perhatikan pekerjaan welder | 5 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 4 | Perhatikan ketinggian elektroda | 4 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 6 | Pengaturan sudut yang tepat | 3 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 6 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 3 |
| | | | Arus terlalu rendah | 4 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 3 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 8 | Pengaturan mesin las | 5 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 4 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 3 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 4 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 3 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul "Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*". Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : *Sydar manto*

Umur : *41* Tahun

Lama bekerja : *18* Tahun

Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Redah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defetc*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 8 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 2 = Kemungkinan Kejadian Redah | 4 = Kemungkinan Kejadian Sedang |
| 6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi | 8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi |
| 10 = Kejadian Berbahaya | |

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1 = Hampir Pasti | 6 = Rendah |
| 2 = Sangat Tinggi | 7 = Cukup Jauh |
| 3 = Tinggi | 8 = Jauh |
| 4 = Cukup Tinggi | 9 = Sangat Jauh |
| 5 = Sedang | 10 = Tidak Diketahui |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai kriteria untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|-----------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | Replating | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 2 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 3 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 6 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 4 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 4 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 2 | Penggunaan alat ukur | 5 |
| | | | Selang gas terjepit | 4 | Pengontrolan selang gas | 3 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 4 | Pengaturan amper capping | 5 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 6 | Pengaturan aliran gas | 5 |
| | | | Elektroda kotor | 8 | Perhatikan kebersihan elektroda | 2 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 8 | Perhatikan treatment elektroda | 2 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 8 | Perhatikan kebersihan kampuh | 2 |
| | | | Hembusan angin kencang | 8 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 2 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 3 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 4 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 2 | Mengontrol bobot kerja welder | 3 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 6 | Perhatikan kesehatan welder | 4 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 4 | Perhatikan pekerjaan welder | 4 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 4 | Perhatikan ketinggian elektroda | 5 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 4 | Pengaturan sudut yang tepat | 5 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 6 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 5 |
| | | | Arus terlalu rendah | 8 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 4 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 8 | Pengaturan mesin las | 3 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 8 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 5 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 4 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 4 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Muhammad Faisal Hamdani, mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS Surabaya. Kuesioner ini dibuat untuk penelitian tugas akhir yang berjudul "Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses *Replating*". Kuesioner ini berkaitan dengan cacat las (*welding defect*) pada proses *replating* pelat kapal. Segala informasi yang didapatkan dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik. Atas perhatian dan partisipasi anda saya ucapkan terima kasih.

Mohon lengkapi data responden di bawah ini :

Nama : *M. Jomudi*

Umur : *43* Tahun

Lama bekerja : *16* Tahun

Pendidikan Terakhir : SMA SMK Diploma
 S1 S2 S3

Kuesioner ini dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama berisi tentang efek dari cacat las (*welding defect*) terhadap kekuatan sambungan las pada proses *replating*. Bagian kedua berisi tentang penyebab dari pengelasan FCAW pada pelat ASTM A131 AH36. Cacat las yang dimaksud adalah *Porosity*, *Clusterd Porosity* dan *Incomplete Fusion*.

SELAMAT MENGISI.

Bagian Pertama

Pada bagian pertama untuk keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*) yang berpengaruh pada sambungan las. Berikut Skor untuk keseriusan efek cacat las.

Skor Penilaian Keseriusan efek cacat las :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 = Tidak ada | 6 = Sedang |
| 2 = Sangat Sedikit | 7 = Cukup Tinggi |
| 3 = Sedikit | 8 = Tinggi |
| 4 = Cukup Rendah | 9 = Sangat Tinggi |
| 5 = Rendah | 10 = Ekstrim |

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat keseriusan efek dari cacat las (*welding defect*).

| No | Pertanyaan | Severity (1 - 10) |
|----|--|----------------------|
| 1 | Berapa besar efek dari cacat las <i>porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 7 |
| 2 | Berapa besar efek dari cacat las <i>clusterd porositas</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 6 |
| 3 | Berapa besar efek dari cacat las <i>incomplete fusion</i> terhadap kekuatan sambungan las pada peroses <i>replating</i> ? | 6 |

Bagian Kedua

Pada bagian kedua untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan pengelasan pada prose *replating*. Berikut kriteria untuk penyebab kegagalan dan kontrol yang dilakukan.

Skor Penilaian Penyebab Kegagalan :

2 = Kemungkinan Kejadian Redah

4 = Kemungkinan Kejadian Sedang

6 = Kemungkinan Kejadian Tinggi

8 = Kemungkinan Kejadian Sangat Tinggi

10 = Kejadian Berbahaya

Skor Penilaian Kontrol yang dilakukan :

1 = Hampir Pasti

6 = Rendah

2 = Sangat Tinggi

7 = Cukup Jauh

3 = Tinggi

8 = Jauh

4 = Cukup Tinggi

9 = Sangat Jauh

5 = Sedang

10 = Tidak Diketahui

Isi lah dengan memasukan angka pada kolom Occurance untuk penyebab kegagalan dan kolom *Detection* untuk kontrol yang dilakukan sesuai kriteria untuk masing-masing katagori penilaian. Kuesioner dapat dilihat pada halaman berikutnya.

Kuesioner Untuk *Porosity / Cluster Porosity*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Replating</i> | <i>Porosity / Clusterd Porosity</i> | Bobot kerja <i>welder</i> yang banyak | 2 | Mengontrol bobot kerja <i>welder</i> | 3 |
| | | | Kesehatan <i>welder</i> kurang baik | 6 | Memperhatikan kesehatan <i>welder</i> | 4 |
| | | | <i>Welder</i> kurang konsentrasi | 4 | Memperhatikan pekerjaan <i>welder</i> | 4 |
| | | | Laju pendinginan cepat | 2 | Penggunaan alat ukur | 5 |
| | | | Selang gas terjepit | 4 | Pengontrolan selang gas | 3 |
| | | | Amper capping terlalu tinggi | 4 | Pengaturan amper capping | 5 |
| | | | Aliran gas terlalu tinggi | 6 | Pengaturan aliran gas | 5 |
| | | | Elektroda kotor | 8 | Perhatikan kebersihan elektroda | 2 |
| | | | Elektroda basah/lembab | 8 | Perhatikan treatment elektroda | 2 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 8 | Perhatikan kebersihan kampuh | 2 |
| | | | Hembusan angin kencang | 8 | Pengontrolan lokasi pengelasan | 2 |
| | | | Suhu yang lembab | 6 | Penggunaan alat ukur | 3 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 6 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 4 |

Kuesioner Untuk *Incomplete Fusion*

| No | Proses | Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Occurance (2 - 10) | Kontrol yang dilakukan | Detection (1 - 10) |
|----|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 2 | <i>Replating</i> | <i>Incomplete Fusion</i> | Bobot kerja welder yang banyak | 2 | Mengontrol bobot kerja welder | 3 |
| | | | Kesehatan welder kurang baik | 6 | Perhatikan kesehatan welder | 4 |
| | | | Welder kurang konsentrasi | 4 | Perhatikan pekerjaan welder | 4 |
| | | | Posisi elektroda naik turun | 4 | Perhatikan ketinggian elektroda | 5 |
| | | | Sudut elektroda tidak tepat | 4 | Pengaturan sudut yang tepat | 5 |
| | | | Kecepatan pengelasan terlalu tinggi | 6 | Perhatikan kecepatan pengelasan | 5 |
| | | | Arus terlalu rendah | 8 | Pengaturan arus terlebih dahulu | 4 |
| | | | Mesin las tidak dikalibrasi | 8 | Pengaturan mesin las | 3 |
| | | | <i>Welding gap</i> terlalu kecil | 8 | Pemeriksaan jarak <i>gap</i> | 5 |
| | | | Permukaan kampuh kotor | 4 | Pemeriksaan kebersihan kampuh | 4 |
| | | | Tempat kerja kurang bersih | 4 | Perhatikan kebersihan tempat kerja | 3 |

Terima Kasih.

Terima kasih telah meluangkan waktu anda untuk mengisi kuesioner ini, informasi yang anda berikan sangat membantu dalam pengerjaan penelitian tugas akhir yang saya kerjakan.

M. Faisal Hamdani