

ANALISA KUALITAS HASIL PENGELASAN PADA KAPAL TONASA LINES (N.12611) DI PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA

Elly Rahmawati

Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Suwonodt4no7@gmail.com

Umar Wiwi

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Umar.wiwi@yahoo.com

Abstrak

Kualitas adalah derajat tingkat kepuasan atau kesempurnaan produk yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan dan tujuan penggunaan pada konsumen dengan menghindari cacat dan kesalahan pada saat pembuatan produk. Metode analisis kualitas yang diterapkan pada penelitian ini adalah *Statistical Proses Control*. Yang merupakan sebuah teknik statistik yang digunakan secara luas untuk memastikan bahwa proses memenuhi standar. Metode penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kecacatan pada proses pengelasan di kapal Tonasa Lines (N.12611), mengetahui faktor apa saja yang dapat menyebabkan terjadi cacat, dan dapat mengambil langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mengurangi tingkat kecacatan pada proses pengelasan. Hasil penelitian kualitas pengelasan pada kapal KM Tonasa Line N12611 di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya menunjukkan bahwa persentase cacat pada UPP II sebesar 70% dan pada pengujian NDT-plan sebesar 6,5%. Faktor penyebab terjadinya cacat antara lain : mesin, material, elektroda, posisi pengelasan, lingkungan, *welder*, dan prosedur. Langkah perbaikan antara lain : perawatan mesin secara berkala, penyimpanan dan penggunaan material yang tepat, penyimpanan dan pengadaan elektroda yang tepat, pelatihan khusus bagi *welder*, menjaga kebersihan lokasi kerja, pengawasan dan pelatihan berkala, dan pemeriksaan yang lebih intensif.

Kata Kunci : Cacat Pegelasan, Kualitas Hasil Pengelasan, *Statistical Proses Control*.

Abstract

Quality is related to the satisfaction level or product perfection to fulfill the needs and the purposes for consumer utilization by avoiding defects and errors in production process. The method used to analyze the quality of ship welding was *Statistical Proses Control*. Statistical technique that is used to ensure whether the process fulfill the standard or not. The method used in this study was mix method; descriptive quantitative and qualitative. The purposes of this study are to know the level of defect of the welding process for Tonasa Lines (N.12611), know the factors that cause the defect, and minimize the defect on the welding process. The result of this study shows that the quality of welding result for KM Tonasa Line N12611 at PT. Dok dan Perkapalan Surabaya has the defect percentage of UPP II is 70% and NDT-plan is 6,5%. The defect factors are; machines, materials, electrodes, welding position, environment, welder, and procedures. The actions that should be done are: periodic machines treatment, appropriate material storage and utilization, appropriate electrodes storage and stock, special training for welder, a clean work place, periodic control and training, and intensive check up.

Keywords : welding defects, welding quality, *Statistical Proses Control*

PENDAHULUAN

Di era modern dan persaingan pasar besar *asean* 2015 saat ini adanya sarana transportasi sangatlah penting. Salah satu sarana transportasi yang cukup efektif dan efisien guna menunjang kebutuhan pengangkutan barang dan penumpang adalah kapal laut (Paulus Agung Hernowo, 2008).

Salah satu proses dalam pembuatan kapal adalah pengelasan. Proses pengelasan menyambung satu plat dengan plat lainnya dimana hasil sambungan tersebut membentuk badan kapal maupun bagian lain pada kapal yang sebagiannya akan terendam di dalam air, sehingga

kualitas penyambungan atau kualitas pengelasan harus betul-betul diperhatikan.

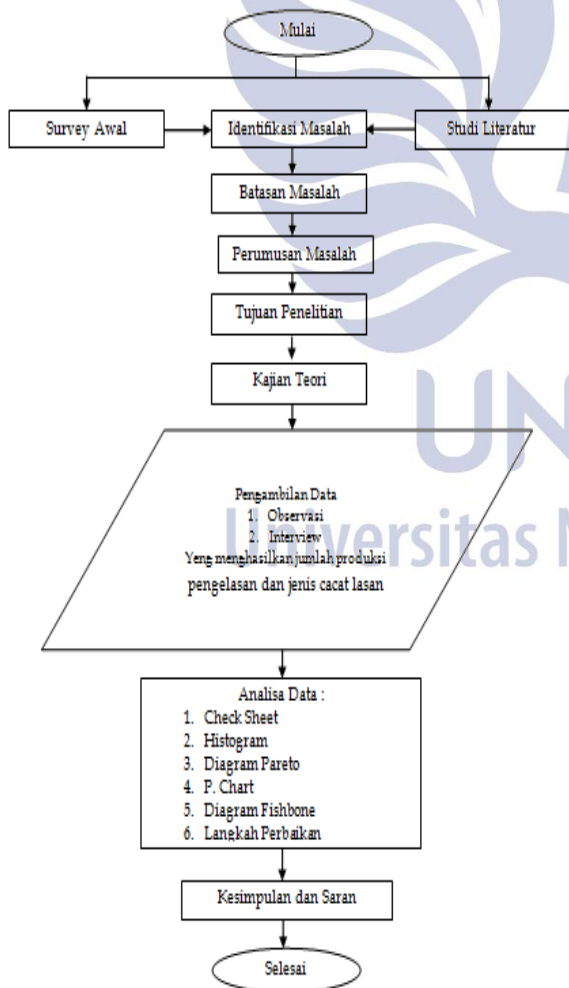
Di dalam keadaan nyata disaat proses pembuatan kapal Tonasa Lines N12611 di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero) masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu dibutuhkan metode yang baku untuk dapat menganalisa hasil kualitas pengelasan untuk mengetahui seberapa besar tingkat cacat yang terdapat pada kapal, apa saja faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil kualitas pengelasan dan diketahui langkah-langkah perbaikan kualitas didalam pengelasan pada kapal. Dalam menganalisa kualitas hasil pengelasan menggunakan metode *statistical proses control*.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana tingkat kualitas pengelasan pada kapal Tonasa Lines (N.12611), apa saja faktor yang dapat menyebabkan terjadinya cacat pengelasan pada kapal Tonasa Lines (N.12611), apa langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mengurangi tingkat kecacatan pengelasan pada kapal Tonasa Lines (N.12611).

Dalam penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui tingkat kecacatan pada proses pengelasan di kapal Tonasa Lines (N.12611), untuk mengetahui faktor apa saja yang dapat menyebabkan terjadi cacat pengelasan, dapat mengambil langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mengurangi tingkat kecacatan pada proses pengelasan.

Serta manfaat dari penelitian ini ialah diharapkan menambah wawasan dan dapat menerapkan teori pada kasus praktis dilapangan, sebagai tambahan informasi dan literatur yang berkaitan tentang pengendalian kualitas pengelasan, sebagai masukan pengambilan keputusan dalam rangka langkah-langkah pengendalian kualitas.

METODE



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah jumlah pemeriksaan dan jumlah cacat pada pengelasan kapal dengan indikator pemeriksaan pada tingkat UPP II (undangan pemeriksaan pengujian) dan pengujian NDT-plan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi, interview dan *quisoner*.

Teknik analisa data menggunakan :

- *Check Sheet* : alat bantu untuk mengumpulkan data yang dibuat pada lembaran dan diobservasi mengenai satu atau beberapa variabel dengan cara mengelompokan jenis cacat pada pengelasan. Data dalam pengecekan ini nantinya akan dijadikan sebagai acuan dan dianalisa secara cepat dan mudah.
- *Histogram* : alat bantu berupa gambar dari jumlah pemeriksaan, jumlah repair dan jumlah ok. Data yang telah didapat, diolah dan dihitung untuk dapat diketahui jumlah cacat yang ada dan ditentukan nilai range dari data yang telah didapat serta didapat batas-batas kelas yang kemudian memudahkan membuat grafik.
- *Diagram Pareto* : berfungsi untuk menemukan dan mempersentasikan jenis cacat dengan jumlah cacat dari yang terbesar hingga terkecil.
- *P. Chart* : berfungsi sebagai alat pengendalian proses secara statistik. Menggunakan perhitungan rata-rata dengan cara :

– Menghitung presentase kerusakan

$$\bar{p} = \frac{np}{N} \tag{1}$$

Keterangan :

p= proporsi kesalahan dalam sampel

np = jumlah gagal dalam subgroup

N = jumlah yang diperiksa dalam subgroup

– Menghitung garis pusat / Center Line (CL)

Garis pusat merupakan rata-rata kerusakan produk

$$CL = \bar{p} \tag{2}$$

– Batas pengendali atas (UCL) dan batas pengendali bawah (LCL) yang dihitung dengan rumus :

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \tag{3}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \tag{4}$$

Keterangan :

\bar{p} = rata-rata kerusakan produk

\bar{n} = rata-rata total group

Dimana :

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^N ni}{N} \tag{5}$$

Keterangan :

ni = banyak sampel yang diambil setiap kali observasi yang selalu bervariasi

N = banyak observasi

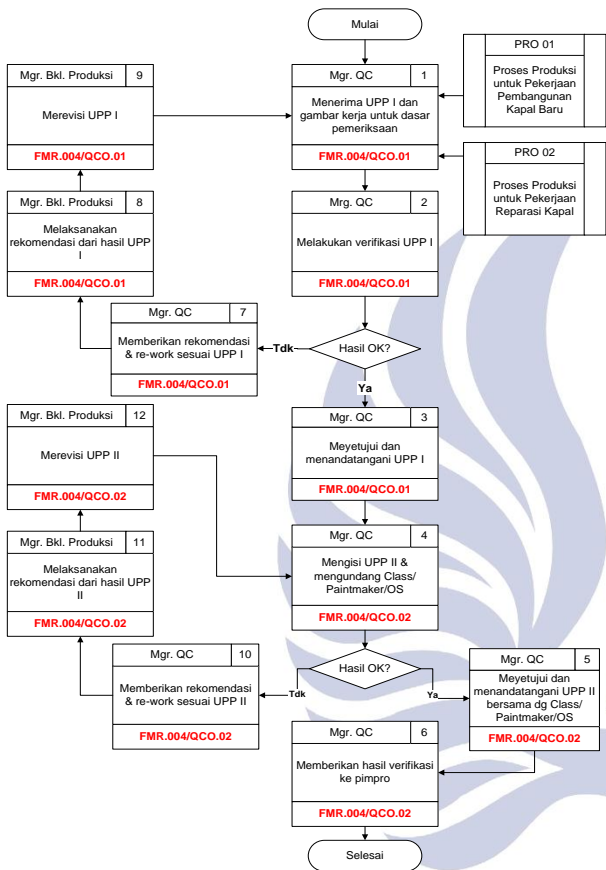
- *Diagram Fishbone* : disebut diagram tulang ikan yang berfungsi untuk mengetahui penyebab terjadi cacat.

- Langkah Perbaikan : tabel yang dibuat mengetahui jenis cacat, penyebab dan langkah perbaikan yang perlu dilakukan dalam mengatasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut disajikan data hasil perhitungan dan analisa menggunakan *Statistical Proses Control*.

Pada saat proses pembuatan kapal PT. Dok dan Perkapalan Surabaya memiliki standart operasional inspeksi proses produksi kapal sebagai berikut :



Gambar 2. Standart Operasional Pemeriksaan
Sumber : PT. Dok dan Perkapalan Surabaya

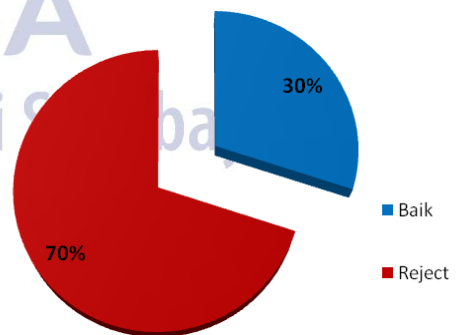
Dalam proses pencapaian produk yang baik terdapat beberapa tahap pemeriksaan yang akan didapatkan tingkat kualitas, ialah :

- Undangan Pemeriksaan dan Pengujian I (UPP I)**
Dalam penelitian ini pemeriksaan tahap awal UPP I didapat dari hasil wawancara dan interview di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya dikarenakan tahap pemeriksaan UPP I hanya dilakukan tahap intern perusahaan dan pihak bengkel *hull countrucion* saja.
- Undangan Pemeriksaan dan Pengujian II (UPP II)**
Tahap kedua prosedur pemeriksaan ini dilakukan oleh *quality control*, *biro class* dan *owner* kapal. Dalam penelitian ini *report coment* pada UPP II diteliti sehingga didapatkan data sebagai berikut :

Check Sheet

Tabel 1. Data Jumlah Pemeriksaan dan Jumlah Repair UPP II

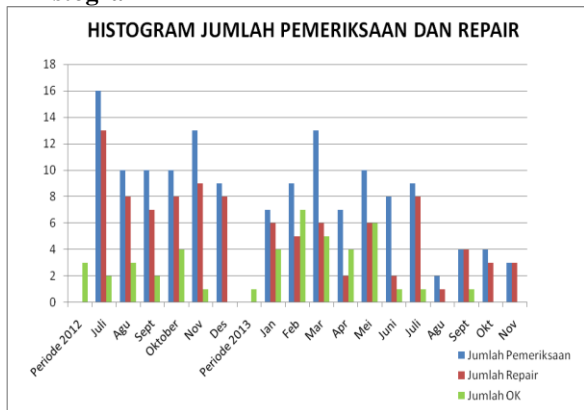
PEMBANGUNAN KM TONSA LINE N.12611					
UPP II TAHUN 2012-2013					
Bulan	Total Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan			
		OK	%	Reject	%
Periode 2012					
Juli	16	3	18.75 %	13	81.25 %
Agustus	10	2	20%	8	80%
September	10	3	30%	7	70%
Oktober	10	2	20%	8	80%
November	13	4	30.77 %	9	69.23 %
Desember	9	1	11.11 %	8	88.89 %
Periode 2013					
Januari	7	1	14.29 %	6	85.71 %
Februari	9	4	44.45 %	5	55.55 %
Maret	13	7	53.85 %	6	46.15 %
April	7	5	72.43 %	2	28.57 %
Mei	10	4	40%	6	60%
Juni	8	6	75%	2	25%
Juli	9	1	11.11 %	8	88.89 %
Agustus	2	1	50%	1	50%
September	4	0	0%	4	100%
Oktober	4	1	25%	3	75%
November	3	0	0%	3	100%
Total	144	45	515.7 4%	99	1184, 25 %
Rata-rata	8,47	2,65	0.30≈ 30%	5.82	0.696 ≈70 %



Gambar 3. Persentase Pada UPP II

Pada tabel 1 dan gambar 3 menjelaskan bahwa pemeriksaan menunjukkan tingkat persentase baik sebesar 30% dan *reject* sebesar 70%.

Histogram



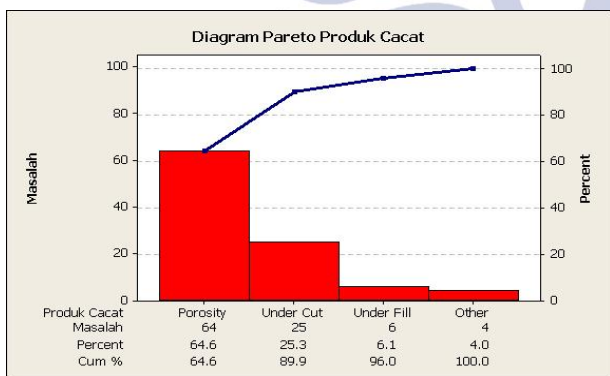
Gambar 4. Data Jumlah Produksi dan Repair

Dari gambar 4. dapat dianalisa bahwa proses masih belum stabil.

Diagram Pareto

Tabel 2. Perhitungan Persentase dan Persentase Kumulatif Pada UPP II

No	Jenis Cacat	Jumlah	Persen (%)	Persentase Kumulatif (%)
1.	Porosity	64	65%	65%
2.	Under Cut	25	25%	90%
3.	Under Fill	6	6%	96%
4.	Lain-lain	4	4%	100%
Total		99	100%	



Gambar 5. Jenis Kecacatan Pada UPP II

Dari tabel 2. dan gambar 5. dapat diketahui bahwa jenis kecacatan adalah :Porosity dengan persentase 65%, Under Cut dengan persentase 25%, Under Fill dengan persentase 6% dan jenis cacat lainnya dengan persentase 4%.

Peta Kendali (p-chart)

Berdasarkan data cacat dapat dihitung batas kendali (control limit) dari peta p sebagai berikut :

- Hasil perhitungan center line (CL) = \bar{p} , sesuai rumus (2) adalah
 $CL = 0,7$

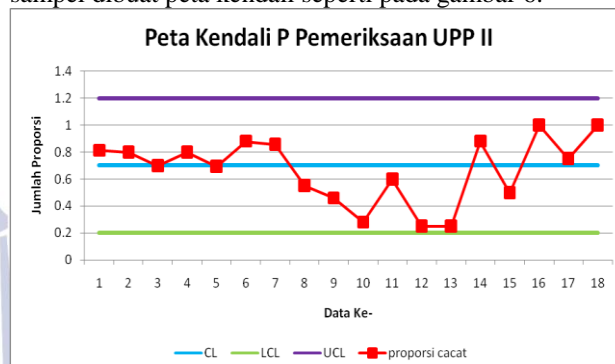
- Hasil perhitungan uppercontrol limit (UCL) sesuai rumus (3) adalah

$$UCL = 1,17 \approx 1,2$$

- Hasil Perhitungan lower control limit (LCL) sesuai rumus (4) adalah

$$LCL = 0,229 \approx 0,2$$

Berdasarkan hasil perhitungan batas kendali (control limit) diatas dan data persentase cacat pada setiap sampel dibuat peta kendali seperti pada gambar 6.

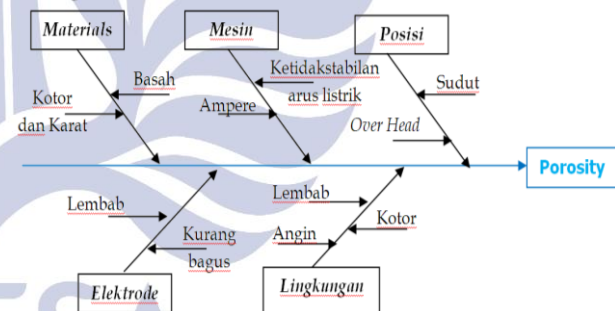


Gambar 6. Peta Kendali P Pemeriksaan UPP II

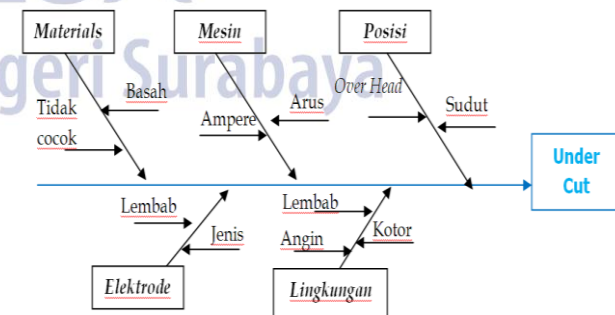
Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa proses cukup stabil karena titik-titik proporsi cacat tidak melewati batas control atas (UCL) dan batas control bawah (LCL).

Diagram Sebab Akibat (diagram fishbone)

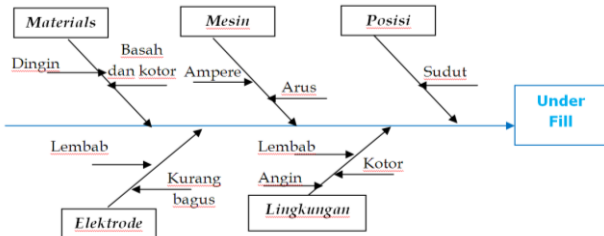
Untuk mengetahui penyebab dari cacat porosity, under cut dan under fill dibuat diagram sebab akibat seperti pada gambar 7,8 dan 9.



Gambar 7. Diagram Sebab-Akibat Cacat Porosity



Gambar 8. Diagram Sebab-Akibat Cacat Under Cut



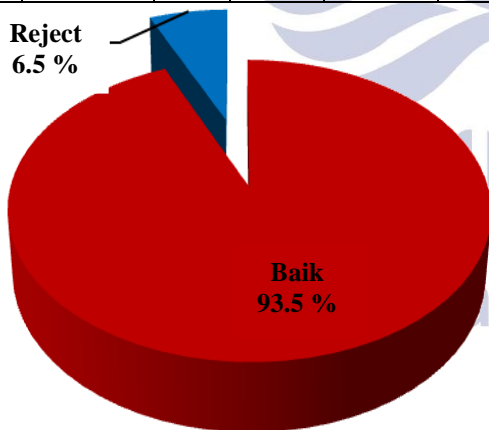
Gambar 9. Diagram Sebab-Akibat Cacat Under Fill

- Pengujian NDT-plan
- Check Sheet

Dalam penelitian ini data berdasarkan radiografi examination report pada pengujian NDT-plan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Jumlah Pemeriksaan dan Jumlah Repair NDT-plan

PEMBANGUNAN KM TONSA LINE N.12611					
PENGUJIAN NDT-PLAN TAHUN 2013-2014					
Posisi	Total Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan			
		OK	%	Reject	%
SS	46	46	100%	0	0%
BT	129	114	88.15 %	15	11.85 %
TT	27	23	85.19 %	4	14.81 %
MD	44	44	100%	0	0%
Total	246	227	373.5 %	19	26.66 %
Rata-rata	61,5	56,7	93.5 %	4.75	6.5%

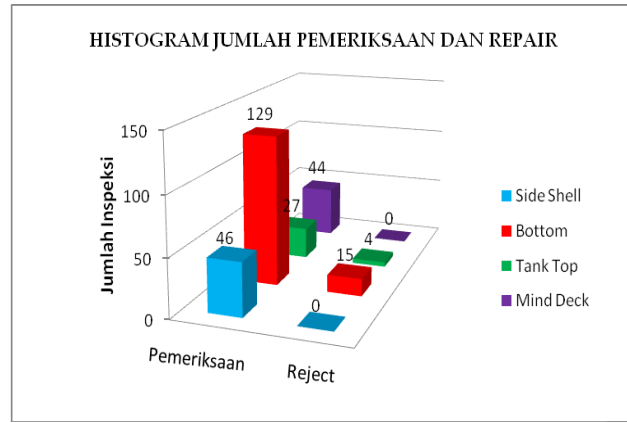


Gambar 10. Persentase Pada NDT-Plan

Dalam tabel 3 dan gambar 10 dapat dilihat bahwa cacat berdasarkan NDT-plan sebesar 6,5 %.

- Histogram

Dari data jumlah pemeriksaan dan jumlah cacat (reject) di setiap posisi dapat dibuat histogram seperti gambar 11.



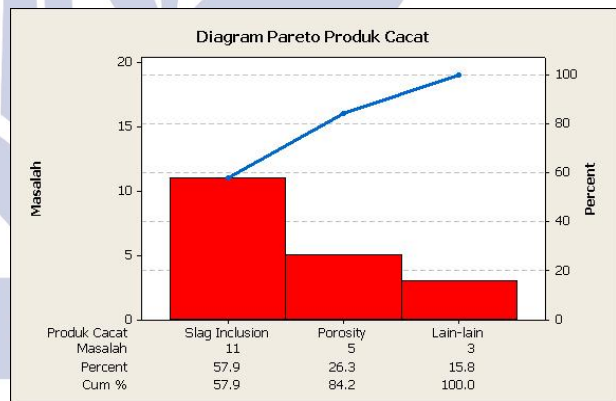
Gambar 11. Data Jumlah Produksi dan Repair

- Diagram Pareto

Persentasi cacat menurut jenis dan persentasi kumulatif dapat dilihat pada tabel 4 dan diagram pareto pada gambar 12.

Tabel 4. Perhitungan Presentase dan Presentase Kumulatif Pada NDT-plan

No	Jenis Cacat	Jumlah	Persen (%)	Persen Kumulatif (%)
1.	Slag Inclusion	11	58 %	58 %
2.	Porosity	5	26 %	84 %
3.	Lain-lain	3	16 %	100 %
Total		19	100 %	



Gambar 12. Jenis Kecacatan Pada Radiografi Test

Dari tabel 4 dan gambar 12 dapat diketahui bahwa jenis cacat tertinggi ialah slag inclusion dengan persentase 58%, kemudian porosity 26 % dan jenis lainnya sebesar 16%.

- Peta Kendali (p-chart)

Berdasarkan data cacat pada pemeriksaan NDT-plan dari rumus 2,3, dan 4 dapat ditentukan batas kendali (control limit) sebagai berikut :

- Hasil perhitungan control limit (CL) = \bar{p} , sesuai rumus (2)

$$CL = 0,06$$

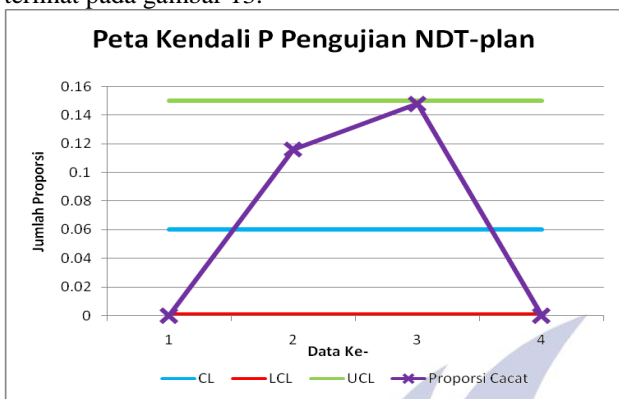
- Hasil perhitungan uppercontrol limit (UCL) sesuai rumus (3)

$$UCL = 0,150$$

- Hasil Perhitungan *lower control limit* (LCL) sesuai rumus (4)

$$LCL = - 0,030 \approx 0$$

Dengan data batas kendali dan persentasi cacat pada setiap posisi dapat dibuat peta kendali seperti terlihat pada gambar 13.

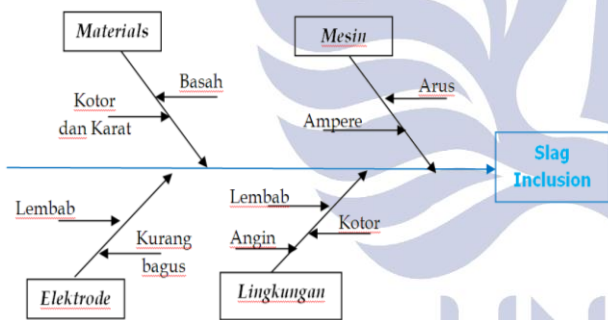


Gambar 13. Peta Kendali P Pada Radiografi Test

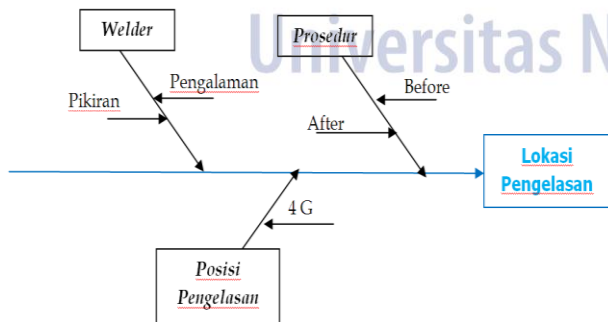
Berdasarkan gambar 13 dapat dilihat bahwa persentasi cacat cukup stabil karena titik-titik proporsi cacat tidak melewati batas control atas (UCL) dan batas control bawah (LCL).

• **Diagram Sebab-Akibat (Diagram Fishbone)**

Penyebab dari cacat slag inclusion dan cacat berdasarkan lokasi pengelasan dapat dibuat diagram sebab akibat seperti gambar 14 dan 15.



Gambar 14. Diagram Sebab-Akibat Cacat Slag Inclusion



Gambar 15. Diagram Sebab-Akibat Lokasi Pengelasan

• **Langkah Perbaikan**

Dari penyebab cacat dan cacat berdasarkan lokasi dapat di ketahui langkah perbaikan yang perlu dilakukan

untuk meminimalisir cacat dan lokasi penyebab cacat seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Tabel Rekap Penyebab dan Langkah Perbaikan Permasalahan

No.	Jenis Cacat	Penyebab	Langkah Perbaikan
1.	Porosity Under Cut Under Fill Slag Inclusion	a. Mesin (arus listrik) b. Material (lembab, dingin, tidak cocok, basah kotor dan karat) c. Elektrode (lembab, jenis salah dan kurang bagus) d. Posisi (sudut dan 4G) e. Lingkungan (lembab, angin dan kotor)	a. Perawatan dan pemeliharaan mesin sebelum dan sesudah pengelasan b. Pengawasan, pemeriksaan dan penyimpanan diperhatikan sesuai standart dan prosedur, proses pemanasan sebelum pengelasan. c. Pengadaan dan penggunaan perlu diawasi secara ketat d. Perlu diadakan pelatihan lebih khusus. e. Menjaga kebersihan setelah dan sebelum pengelasan penting dilakukan.
2.	Lokasi BTM dan TT	a. Welder (kurang konsentrasi dan pengalaman) b. Prosedur (persiapan dan finishing) c. Posisi pengelasan (4 G)	a. Pengawasan dan pelatihan secara berkala. b. Dilakukan pemeriksaan dan pengawasan lebih intensif. c. Pelatihan khusus dan dilakukan oleh welder ahli saja.

PENUTUP

Simpulan

Simpulan yang dapat diambil oleh peneliti dari hasil penelitian yang dilakukan di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya(Persero) adalah:

- Berdasarkan data pemeriksaan UPP II menunjukkan presentase cacat sebesar 70% %. Sedangkan data pada pengujian NDT-*plan* diketahui nilai cacat sebesar 6.50%.
- Berdasarkan diagram sebab – akibat (*fishbone diagram*), ada 7 faktor-faktor penyebab cacat produk yakni: *material*, elektroda, mesin, posisi, lingkungan, *welder* dan prosedur.
- Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mengurangi tingkat kecacatan, yaitu :
 - Perbaikan terhadap material : yaitu menjaga kebersihan material.
 - Perbaikan terhadap elektroda : yaitu penyimpanan elektroda ditempat tersusun dan suhu yang baik.
 - Perbaikan terhadap mesin : yaitu pemeriksaan dan pengecekan tahap awal perlu dilakukan dan pemeliharaan pada mesin.
 - Perbaikan dari segi posisi pengelasan : yaitu melihat kembali standart yang digunakan.
 - Perbaikan terkait lingkungan : yaitu pembersihan lokasi kerja sebelum dan sesudah pengelasan.
 - Perbaikan bagi *welder* : yaitu mengawasi *welder* agar tetap fokus dan melakukan pelatihan secara berkala.
 - Perbaikan dari segi prosedur : yaitu pengendalian persiapan sesuai standart dan pengawasan secara intensif.

Saran

Adapun saran yang ingin diberikan peneliti kepada PT. Dok dan Perkapalan Surabaya(Persero) adalah sebagai berikut:

- Proses pemeriksaan pada tahap UPP I sebaiknya dilakukan sesuai prosedur dan dalam pengawasan yang intensif agar pada tahap UPP II kualitas sudah bagus tanpa dilakukan pengujian NDT-*plan*.
- Melihat kondisi cacat pada pemeriksaan tahap UPP II perlu ada pemeriksaan yang lebih detail agar persentase cacat yang terjadi dapat berkurang dan memenuhi standart kualitas diatas 80% hingga dapat digunakan diwaktu yang akan datang.
- Program langkah perbaikan disarankan untuk sebaiknya dapat dilakukan diwaktu mendatang agar mengurangi tingkat kecacatan dan mempercepat proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dorothea W. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Gazpersz, Vincent. 2005. *Total Quality Manajemen*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

MN, Nasution. 2005. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Manajemen)*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Montgomery, Douglas C. 1990. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Nasution, Irman H. 2006. *Manajemen Industri*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

Sriwidharto. 1992. *Petunjuk Kerja Las*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Suanto, Eko. 2007. *Analisa Kualitas Produk Billet dengan Metode Statistical Proses Control*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Wiriosumarto, H Dan Okomura. T. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Balai Pustaka.

Yudi, S, Drs. 2007. Pengendalian Kualitas Statistika (online) (www.scribd.com/doc/38363466/4496-Kuliah-1-3-bag1b diakses 02 juni 2011)