

ANALISA HASIL PENGELASAN PIPA 6 INC PADA PROSES INSPEKSI LAS DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI PT. PJ-TEK MANDIRI

Briyan Pangihutan¹⁾Dadang Kurnia²⁾Marzuki Zulzilar²⁾,
Program Studi Teknik Industri, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan Banten

brian.sihotang1@gmail.com

dosen00188@unpam.ac.id

dosen01775@unpam.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang Analisa Hasil Pengelasan Pipa 6 Inc Pada Proses Inspeksi Las Dengan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (Fmea) Di Pt. Pj-Tek Mandiri ini bertujuan untuk mencari penyebab cacat pada pengelasan pipa di PT. PJ-TEK Mandiri dengan menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan Identifikasi Kecacatan. Jenis cacat yang paling dominan adalah cacat bentuk yang harus diminimalisasi untuk menurunkan persentase cacat lasan. Setelah dilakukan analisis maka dapat diketahui jenis-jenis cacat lasan yang terjadi pada hasil pengelasan pipa adalah *prosimity, undercut, crack, stop start, pin hole, incomplete fusion*. Dan jenis cacat lasan terbesar adalah *prosimity* dengan jumlah sebesar 40%. Berdasarkan perhitungan nilai RPN sebesar 280 dan berdasarkan analisis *fishbone diagram* peringkat I penyebab yang paling dominan adalah manusia. Faktor terjadi pada para pekerja las atau *welder* yang belum terampil dalam pengelasan pipa. Kemudian, Peringkat II adalah lingkungan yang keadaan sekitar perusahaan secara langsung atau tidak mempengaruhi perusahaan secara umum dan mempengaruhi proses pengujian atau pengelasan secara khusus dengan perhitungan RPN sebesar 240. Peringkat II adalah metode kerja dalam instruksi kerja atau perintah kerja yang harus diikuti dalam proses produksi pengelasan dengan perhitungan RPN sebesar 210. Melakukan perbaikan di PT PJ-TEK Mandiri pada bulan Oktober 2019 ditemukan bahwa tingkat *defect rate* di PT PJ-TEK Mandiri berkurang sekitar 25%.

Kata kunci: Cacat, *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA), *Fishbone*

I PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas (migas) merupakan salah satu bidang yang paling besar memberikan dana kontribusi dalam pembangunan suatu Negara. Migas juga merupakan sektor industri vital di Indonesia. Industri migas memproduksi bahan bakar yang membantu untuk kegiatan sehari-hari masyarakat di Indonesia. Tanpa bahan bakar minyak masyarakat Indonesia saat ini akan kesulitan dalam menjalankan aktivitas mereka. Oleh karena itu *industry*

migas di Indonesia memegang peranan penting dalam mendukung dan menjaga ketahanan energi nasional. PT Pertamina (persero) merupakan bahan usaha milik negara (BUMN) yang bergerak di bidang *energy* yaitu minyak dan gas.

Perindustrian minyak bumi dan gas, alat yang dibutuhkan salah satunya yaitu pipa. Pipa tersebut merupakan bagian terpenting dalam sebuah Industri Minyak Bumi Dan Gas. Gas atau minyak dialirkan dari sumber untuk kemudian diolah oleh mesin. Hasil olahan kembali

dialirkan dalam pipa menuju tanki-tanki penampung dan siap untuk didistribusikan. Demikian pentingnya pipa dalam Industri Minyak dan Gas sehingga kualitas pipanya pun harus diperhatikan.

Pipa yang berkualitas dilihat dari kekuatan bahan pipa dan juga pengelasan yang baik. Pengelasan pipa harus mempunyai standar yang harus dilakukan oleh *welder*. Tingkat kesesuaian dengan standar dan karakteristik pengelasan pipa ditentukan dengan memenuhi standar WPS (*Welding Procedure Specification*) yang ditentukan. Jika dikaji lebih dalam, pada proses pengelasan ini juga sangat mempengaruhi kualitas hasil dari output yang dilas oleh para *welder*.

Pengelasan bagian yang penting dalam suatu proses industri dan kebutuhan pengelasan sangat tinggi pada proses manufaktur oleh karena memegang peranan yang utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Penggunaan teknologi las biasanya dipakai dalam bidang perminyakan, otomotif, perkapalan, pesawat terbang, dan bidang lainnya. Dalam proses pengelasan terdapat berbagai permasalahan yang terjadi, karena banyak faktor mempengaruhi hasil pengelasan. Berbagai hal harus diperhitungkan sebelum melakukan pengelasan, untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik seperti sifat mekanik, sifat fisik, komposisi, dan dimensi. Menentukan prosedur pengelasan yang benar dilakukan agar hasil yang didapatkan optimal dan mencegah terjadinya cacat. Oleh karena itu, semakin baik proses pengelasan maka semakin baik pula mutu dan kualitas hasil lasan itu sendiri. Karena itulah kita sebagai seorang *engineer* haruslah mengetahui prinsip dasar mengenai pengelasan pipa dan mengidentifikasi hasil pengelasan secara pengujian. Tanpa pengelasan yang baik maka suatu konstruksi hanyalah sia-sia jika kekuatan maupun kualitasnya rendah. Untuk itu, harus ada yang menilai hasil dari pengelasan (Inspeksi

Las) dengan ketentuan yang sudah berlaku. Pengendalian kualitas sumber daya manusia merupakan faktor yang sangat penting bagi dunia industri karena pengendalian kualitas yang baik dan dilakukan secara terus menerus akan dapat mendeteksi ketidaknormalan secara cepat, sehingga dapat segera dilakukan tindakan perbaikan dan antisipasinya. Hal ini juga untuk menjamin mutu pelayanan perusahaan. Makin meningkatnya kemajuan proses pelayanan maka makin diperlukan pengendalian kualitas. Kontrol kualitas sangat diperlukan dalam memproduksi suatu produk dalam menjaga kestabilan mutu.

Penggunaan FMEA pada awalnya adalah dalam *industrial safety* ataupun *reliability maintenance*, banyak dipakai dalam berbagai proses, dari hasil FMEA prioritas perbaikan akan diberikan diberikan pada komponen yang memiliki tingkat prioritas RPN (*Risk Priority Number*) paling tinggi.

Proses pengujian dan inspeksi di PT PJ-TEK Mandiri menggunakan proses pengelasan sebagai proses intinya selain dari pada proses-proses lain seperti pemotongan dan *pressing*. Proses pengelasan dimulai dengan pembuatan desain tekan yang sesuai dengan standar yaitu *welding procedure specification* (WPS) dalam hal ini standar yang digunakan adalah standar internasional ASME. PT Profab Indonesia harus menangani berbagai masalah mengenai kinerja kualitas produksi dan meminimalkan *defect rate* dari hasil pengelasan sebagai proses produksi. Setiap *defect* yang ditemui dari hasil *non-destructive test* (NDT) dengan menggunakan sarana alat penetrant test, dapat disebabkan oleh kesalahan manusia (juru las), mesin (mesin las), lingkungan kerja (cuaca, dan sebagainya), bahan baku (kawat las) ataupun metode kerja (proses pengelasan) yang digunakan oleh perusahaan.

Masalah yang timbul dari faktor-faktor tersebut akan berdampak pada kualitas SDM pada *welder* itu sendiri. PT

PJ-TEK Mandiri spesifikasi pelanggan bahwa maksimum *defect rate* yang dibolehkan pada pengelasan dengan inspeksi rusak (NDT) adalah 10%.

Berikut ini ada Data Cacat Lasan pada Welder di PT. PJ-TEK Mandiri pada bulan Juli 2018 sampai bulan Desember 2018 dapat dilihat di **Tabel 1**

Tabel 1 Data Cacat Lasan Welder

No	Bulan	Jumlah Pipa	Finish Good	Not Good
1	Juli 2018	51	45	6
2	Agustus	69	67	2
3	September	31	21	10
4	Oktober	62	59	3
5	November	66	60	6
6	Desember 2018	0	0	0
Total		279	252	27

(Sumber: PT. PJ-TEK Mandiri)

Dari latar belakang tersebut, maka penulis membuat penelitian yang berjudul “**Analisa Hasil Pengelasan Pipa Pada Proses Inspeksi Las dengan menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)* di PT. PJ-TEK Mandiri**” sehingga dengan analisa tersebut bisa mengurangi tingkat hasil kecacatan pada pengelasan di PT. PJ-TEK Mandiri.

II METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengertian Kualitas

Pengertian pengendalian kualitas adalah aktifitas pengendalian proses untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar. Tujuan dari pengendalian kualitas adalah untuk mengendalikan kualitas produk atau jasa yang dapat memuaskan konsumen. Pengendalian kualitas statistik merupakan suatu alat tangguh yang dapat digunakan untuk mengurangi biaya, menurunkan cacat dan meningkatkan

kualitas pada proses manufaktur. Pengendalian kualitas memerlukan pengertian dan perlu dilaksanakan oleh perancang, bagian inspeksi, bagian produksi sampai pendistribusian produk ke konsumen.

B. Pengertian *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*

Menurut James (2007), output dari proses FMEA adalah daftar mode kegagalan yang dalam potensial pada proses untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat kejadiannya dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan. FMEA merupakan dokumen yang berkembang terus. Semua pembaharuan dan perubahan siklus pengembangan produk dibuat untuk produk atau proses.

C. Langkah Penerapan FMEA

Dalam menentukan RPN yang menjadi hasil dari FMEA dilakukan beberapa langkah kerja. Adapun langkah-langkah menjalankan FMEA adalah (Tanjong, 2013):

1. Peninjauan Proses

Tim FMEA harus meninjau ulang peta proses bisnis atau bagian alir yang ada untuk di analisis. Ini perlu dilakukan untuk mendapatkan kesalahan paham terhadap proses tersebut. Dengan menggunakan peta atau bagian alir tersebut, seluruh anggota *team* haruslah melakukan peninjauan lapangan (*process walk through*) untuk meningkatkan pemahaman terhadap proses yang dianalisa.

2. *Brainstroming*

Setelah melakukan peninjauan lapangan terhadap proses yang di analisis maka setiap anggota *team* akan melakukan *brainstroming* terhadap kemungkinan kesalahan atau kegagalan yang dapat berlangsung lebih dari satu kali untuk memperoleh satu daftar yang komprehensif terhadap segala

kemungkinan kesalahan yang dapat terjadi. Hasil *brainstorming* ini, kemungkinan dikelompokkan menjadi beberapa penyebab kesalahan seperti manusia, mesin/peralatan, material, metode kerja dan lingkungan kerja.

3. Membuat Daftar Dampak Tiap Kesalahan

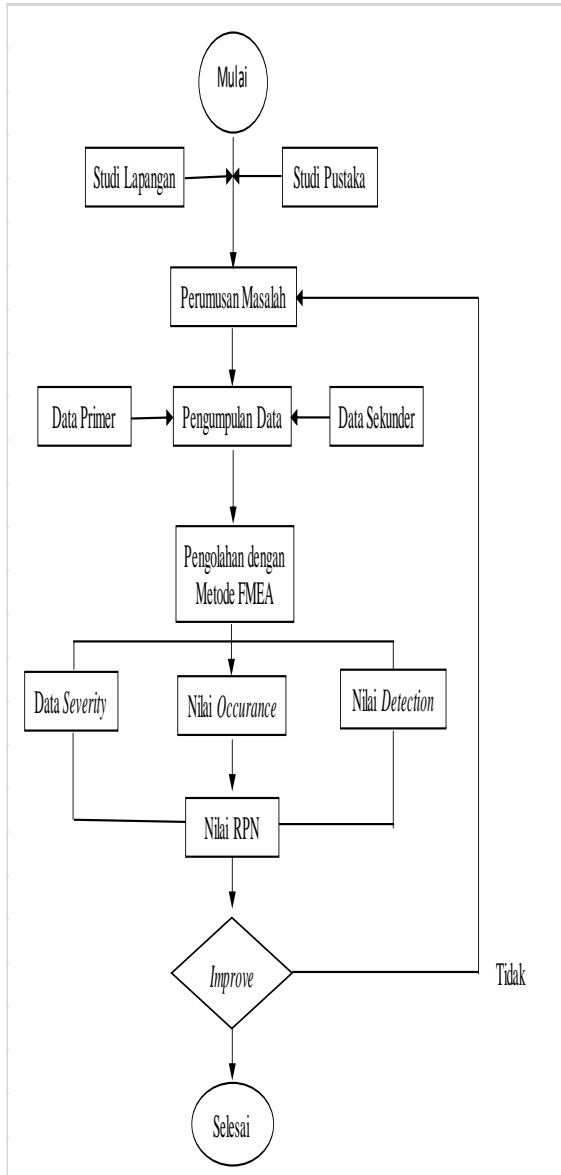
Setelah diketahui semua daftar kesalahan yang mungkin terjadi maka dimulai menyusun dampak dari masing-masing kesalahan tersebut. Untuk setiap kesalahan, dampak yang terjadi bisa hanya satu, tetapi mungkin juga bisa lebih dari satu. Bila lebih dari satu maka semuanya harus ditampilkan. Proses ini harus dilaksanakan dengan cermat dan teliti, karena apa yang terlewat dari proses ini tidak akan mendapatkan perhatian untuk ditangani. Kriteria mula-mula secara kualitatif dan kemudian dibuat secara kuantitatif. Apabila bisa langsung dibuat secara kuantitatif akan lebih baik. Skala kriteria untuk ketiga jenis penilaian ini juga harus sama, misalnya terbagi dalam skala 5 atau skala 10. Nilai 1 terendah dan nilai 5 atau 10 tertinggi. Menilai tingkat dampak kesalahan. Penilaian terhadap tingkat dampak adalah perkiraan besarnya dampak *negative* yang diakibatkan apabila kesalahan terjadi. Bila pernah terjadi maka penilaian akan lebih mudah, tetapi bila belum pernah maka penilaian dilakukan berdasarkan perkiraan. Kesalahan merupakan penilaian seberapa buruk atau serius dari pengaruh bentuk kegagalan yang ada. Kesalahan menggunakan penelitian dari skala 1 sampai 10.

4. Menilai Tingkat Kemungkinan Terjadi Kesalahan

Sama dengan langkah ketiga, bila tersedia cukup data maka dapat dihitung probabilitas atau frekuensi kemungkinan terjadinya kesalahan tersebut. Bila tidak tersedia maka harus digunakan estimasi yang didasarkan pada pendapat ahli (*expert judgement*) atau metode

lainnya. *Occurrence* merupakan frekuensi dari penyebab kegagalan secara spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan. *Occurance* menggunakan bentuk penilaian dengan skala dari 1 (hampir tidak pernah) sampai dengan 10 (hampir sering).

Metode yang digunakan untuk memperoleh data-data dalam penelitian dengan menggunakan Metode FMEA dan Identifikasi kecacatan. Tujuannya untuk mempermudah dan mempercepat dalam penginputan data. *Flowchart* penelitian ini ditunjuk pada **Gambar 1**,



(Sumber: Pengolahan Sendiri dari Berbagai Sumber)

Gambar 1 Flow Chart Penelitian

III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Kecacatan

Dalam proses pengelasan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas pengelasan dan salah satunya adalah cacat. Berdasarkan data pengujian dan data cacat yang diperoleh dari perusahaan, maka diperoleh informasi mengenai jenis cacat yang mempengaruhi hasil pengelasan dengan pengujian *Penetrant Test* yang akan dijelaskan pada **Tabel 2**

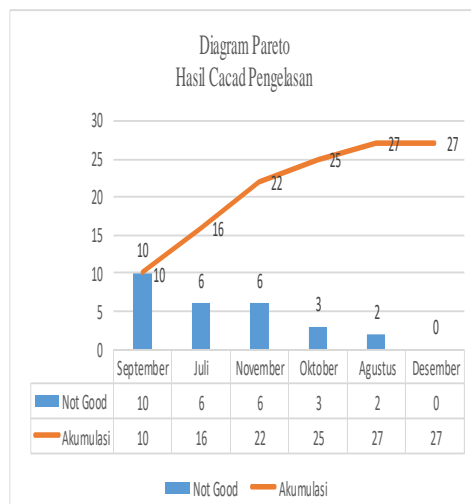
Tabel 2 Data Hasil Pengelasan pada Welder

No	Bulan	Jumlah Pipa	Finish Good	Not Good
1	Juli 2018	51	45	6

2	Agustus	69	67	2
3	September	31	21	10
4	Oktober	62	59	3
5	November	66	60	6
6	Desember 2018	0	0	0
Total		279	252	27

(Sumber: PT. PJ-TEK Mandiri)

Berikut adalah hasil perhitungan tingkat cacat pada setiap pipa berdasarkan data yang diperoleh dan pada **Gambar 2**, yang disajikan diatas.



(Sumber: Diolah Sendiri)

Gambar 2. Pareto Chart Jenis Cacat

Sebelum pemungutan, diketahui cacat September yang mempunyai jumlah pipa adalah 31 dengan jumlah pengelasan cacat sebanyak 10. Kemudian melakukan kembali pengumpulan data dari pengelasan dan dilakukan pendekatan analisa menggunakan diagram *pareto chart* untuk mengetahui jenis cacat lasan yang paling ominan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

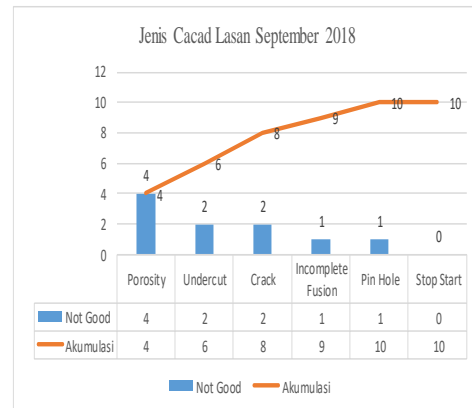
Tabel 3 Data Cacat Lasan pada *Welder*

N o	Jenis Defect	Jumlah Defect	Akumulasi Cacat
1	<i>Porosity</i>	4	4
2	<i>Undercut</i>	2	6
3	<i>Crack</i>	2	8
4	<i>Stop Start</i>	1	9
5	<i>Pin Hole</i>	1	10
6	<i>Incomplete Fusion</i>	0	10
Total		10	

(Sumber: Diolah Sendiri)

Berdasarkan data jenis cacat lasan periode September 2018, proses pengelasan di PT. PJ-TEK Mandiri yang mengalami kecacatan lasan sebanyak 10 titik pengelasan yang terdiri dari beberapa jenis kecacatan, yaitu *Porosity* sebesar 4, *Undercut* sebesar 2, *Crack* sebesar 2, *Stop Start* sebesar 1, *Pin Hole* sebesar 1, dan *Incomplete Fusion* sebesar 0. Berdasarkan data yang ditampilkan pada **Tabel 3**. PT. PJ-TEK

Mandiri Visualisasi *Pareto Chart* dapat dilihat pada **Gambar 3**.



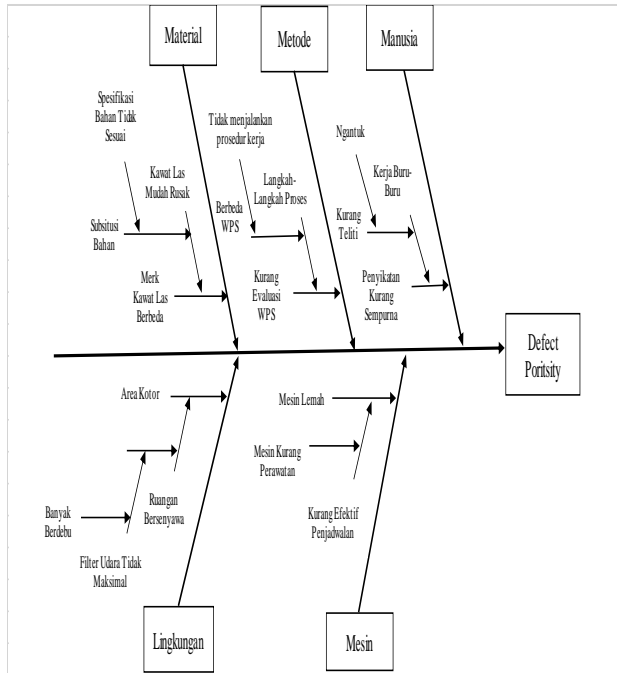
(Sumber: Diolah Sendiri)

Gambar 3. Pareto Chart Jenis Cacat

Berdasarkan Gambar 4.4 diperoleh informasi bahwa jenis cacat lasan ditetapkan adalah cacat *Porosity* sebesar 40%, *undercut* sebesar 20%, *crack* sebesar 20%, *stop start* sebesar 10%, *pin hole* sebesar 10%, dan *incomplete fusion* sebesar 0% dari total keseluruhan defect yang terjadi.

B. Analisis Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat memperlihatkan hubungan antara permasalahan yang dihadapi dengan kemungkinan penyebabnya serta faktor-faktor yang mempengaruhinya, maka dari itu analisa lanjutan dengan menggunakan *fishbone diagram*. Adapun hasil pendekatan analisa sebab-akibat dengan menggunakan *fishbone diagram* yang didapat dari hasil observasi dan wawancara dengan beberapa responden yang telah expert di PT. PJ-Tek Mandiri dapat dilihat pada **Gambar 4**.



(Sumber: Diolah Sendiri)
Gambar 4. Fishbone Diagram Cacat Lasan

Dari *Fishbone diagram* di atas dapat dilihat faktor-faktor penyebab potensial dari *weld defect porosity* dimana diantaranya adalah kesalahan kerja, metode kerja dan kualitas bahan pengisi. Faktor-faktor tersebut adalah:

1. Mesin (*Machine*)

Mesin memegang peranan penting dalam kegiatan produksi karena tanpa mesin produksi tidak dapat dilakukan. Adapun faktor yang berpengaruh dalam kinerja kualitas produksi jika ditinjau dari mesin adalah:

- a. Cara penggunaan mesin untuk setiap operator (juru las) berbeda-beda sesuai dengan pengalaman kerja dan hasil *training* operator selama bekerja perusahaan *welder* sebelumnya;
- b. Pergantian mesin perusahaan didasarkan pada perhitungan umur mesin dan kapasitas kerja mesin, apabila kondisi mesin sering mengalami *breakdown* tentu harus dilakukan pergantian mesin segera;
- c. Sistem manajemen perawatan PT. PJ-TEK Mandiri cukup baik

tetapi perlu ditingkatkan dengan menerapkan TPM (*Total Productive Maintenance*).

2. Bahan Baku (*Material*)

Bahan baku juga menjadi penyebab terjadinya *defect* pengelasan. Adapun penyebab kecacatan las jika ditinjau dari material antara lain adalah:

- a. Penggunaan kawat las yang telah rusak atau masuk angin, sehingga bisa terjadi gangguan dalam pengelasan pada *welder* saat digunakan.
- b. Unit pemasok (*supplier*) bahan baku/komponen sering terjadinya tidak berfungsi atau kurang kualitasnya.

3. Manusia (*Man*)

- a. Setiap juru las yang pelatihan yang masih kurang sehingga belum memahami prosedur kerja dan mengimplementasikan aturan dan cara kerja pengelasan yang benar di perusahaan;
- b. Kerja yang terburu-buru akan mempengaruhi hasil pengelasan dan kelelahan kerja mempengaruhi terjadinya produk *defect* karena proses pengelasan dilakukan tidak ergonomis sehingga kurang konsentrasi.

4. Metode (*Method*)

- a. Langkah-langkah proses pengelasan tiap operator tidak sama walaupun pada dasarnya sama-sama mengelas. Posisi
- b. Kurangnya pemahaman dalam penerapan prosedur kerja yang baik.

5. Lingkungan (*Environment*)

- a. Area Kerja yang banyak debu berterbangan dan suhu ruangan kerja panas;
- b. Apabila ditinjau dari *layout* PT. PJ-TEK Mandiri konsep ini cukup kurang efektif karena penumpukan peralatan dan bahan baku, sehingga dapat mengurangi efisiensi gerakan;

- c. Pembuangan asap pengelasan (*Filter*) tidak bisa menyedot seutuhnya/ tidak maksimal.

C. Penggunaan Metode FMEA

Metode analisis FMEA adalah analisis yang digunakan untuk mengetahui atau mengamati apakah suatu tindak kegagalan (*failure*) dapat dianalisis atau diukur sehingga dapat diantisipasi, dimitigasi ataupun dicegah baik tingkat kegagalannya ataupun efek negatif yang timbul sebagai faktor *output*-nya.

1. Manusia yaitu terjadi pada para pekerja las atau *welder* yang belum terampil dalam pengelasan pipa. Pengaruhnya keterampilan dalam pengelasan ini berpengaruh dengan tidak mengikuti standar WPS yang diberikan kepada *welder* efek yang terjadi akan kurangnya kualitas *welder* sebagai juru las atau tidak berkualifikasi, sehingga pengelasan yang dia jalankan akan menimbulkan *defect*. Berdasarkan hal tersebut dibobot nilai:
 - a. *Severity* adalah 8 karena akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas pengelasan. Penyikatan kawat las dalam aturan juru las menjadi peranan penting dalam upaya pengurangan *defect* pengelasan, bukan saja disiplin pekerjaan tetapi juga totalitas disiplin yang maksimal. Akurasi dan posisi pengelasan pada saat proses pengelasan dari tiap-tiap operator berbeda-beda, karena juru las kurang bertanggung jawab dalam pengelasan. Ini berdampak pengaruhnya *report* atau laporan untuk *welder*.
 - b. *Occurance* adalah 7 dibuktikan dengan fakta dilapangan bahwa pekerja terburu-buru untuk mengikuti aturan yang diberikan WI. Sehingga terjadinya kesalahan dalam pengelasan.
 - c. *Detection* adalah 5 berdasarkan dilapangan metode pencegahan

yang diberikan memberikan instruksi ulang dan pengecekan yang ketat. para juru las. Supaya tidak malas dalam kegiatan pengelasan.

$$RPN = S \times O \times D = 8 \times 7 \times 5 = 280$$

2. Material yaitu segala sesuatu yang dipergunakan oleh perusahaan sebagai komponen dalam proses pengelasan seperti bahan baku dan bahan penunjang yang lain, maka dari itu dalam pengelasan sehingga berpengaruh dalam kualitas pengelasan juru las. Berdasarkan hal tersebut dibobot nilai:
 - a. *Severity* adalah 7 karena akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas pengelasan. Unit pemasok (*supplier*) bahan baku/komponen dari berbagai lokasi dan berbagai karakteristik bahan. Kurang bagus bahan baku terhadap proses pengelasan menjadi faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan;
 - b. *Occurance* adalah 6 dibuktikan dengan fakta dilapangan bahwa kawat las sering terjadinya kerusakan dan juga tidak bisa dipakai, disebabkan kawat las masuk angin. Unit pemasok (*supplier*) bahan baku/komponen sering terjadinya tidak berfungsi atau kurang kualitasnya
 - c. *Detection* adalah 5 berdasarkan dilapangan pencegahan yang diberikan yaitu pengawasan terhadap kualitas bahan baku harus benar-benar terjaga sehingga nantinya *defect* pada pengelasan dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan.
$$RPN = S \times O \times D = 7 \times 6 \times 5 = 210$$
3. Mesin yaitu memegang peranan penting dalam kegiatan produksi karena tanpa mesin produksi tidak dapat dilakukan. Berdasarkan hal tersebut dibobot nilai:

- a. *Severity* adalah 7 karena akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas pengelasan. *seful life* tiap mesin berbeda-beda sesuai dengan waktu pertama kali mesin masuk perusahaan atau pengadaan mesin dan juga frekuensi penggunaan mesin pada unit *welding* cukup tinggi. Maka dari itu sering terjadinya kerusakan mesin;
- b. *Occurance* adalah 6 dibuktikan dengan fakta dilapangan bahwa kurangnya perawatan mesin perusahaan yang rutin, sehingga akan mengganggu proses dalam pengujian pengelasan;
- c. *Detection* adalah 5 berdasarkan dilapangan pencegahan yang diberikan yaitu sistem manajemen perawatan mesin perlu ditingkatkan dengan menerapkan TPM (*Total Productive Maintenance*). Dengan konsep ini perawatan tidak hanya dilakukan oleh tim *maintenance* tetapi juga dapat dilakukan oleh pekerja lain yang terlibat dalam operasi pengelasan di perusahaan.

$$RPN = S \times O \times D = 7 \times 6 \times 5 = 210$$

4. Metode Kerja yaitu instruksi kerja atau perintah kerja yang harus diikuti dalam proses produksi pengelasan. Cara pengelasan tiap operator tidak sama walaupun pada dasarnya samsama mengelas logam. Posisi pengelasan cukup menjadi acuan hasil produksi nantinya. Berdasarkan hal tersebut dibobot nilai:
 - a. *Severity* adalah 8 karena akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas pengelasan. Metode kerja yang mengacu pada WPS yang sudah diatur dari perusahaan PT.PJ-TEK Mandiri atau perusahaan *welder* tersebut;

- b. *Occurance* adalah 5 dibuktikan dengan fakta dilapangan bahwa tidak mengikuti standard WPS akan pengaruhnya hasil pengelasan;
- c. *Detection* adalah 5 berdasarkan dilapangan pencegahan yang diberikan pengulangan penjelasan standar WPS, sehingga para juru las akan mengingat akan kualifikasi yang diberikan.

$$RPN = S \times O \times D = 8 \times 5 \times 5 = 200$$

5. Lingkungan yaitu keadaan sekitar perusahaan secara langsung atau tidak mempengaruhi perusahaan secara umum dan mempengaruhi proses pengujian atau pengelasan secara khusus. Berdasarkan hal tersebut dibobot nilai:
 - a. *Severity* adalah 8 karena banyak faktor yang mempengaruhi lingkungan yang salah satunya yaitu kurang konsentrasi para juru las;
 - b. *Occurance* adalah 6 dibuktikan dengan fakta dilapangan bahwa permasalahan yang ada diruang kerja sangat mengganggu juru las, karena Saluran Udara (*filter*) tidak menyedot udara maksimal dan lampu kurang bercahaya;
 - c. *Detection* adalah 5 berdasarkan dilapangan pencegahan yang diberikan Penggantian *filter* daya tinggi sehingga menyedot debu dengan maksimal.

$$RPN = S \times O \times D = 8 \times 6 \times 5 = 240$$

D. Meningkatkan (*Improve*)

Setelah mengetahui akar penyebab tinggingnya kecacatan las, maka langkah selanjutnya adalah menentukan suatu usulan perbaikan untuk tiap penyebab yang ada. Penentuan usulan perbaikan dilakukan dengan melakukan *brainstorming* bersama *welding inspektour*, *supervisor* dan *welding manager*. *Brainstorming* tersebut bertujuan untuk mendapatkan usulan

perbaikan yang tepat dan dapat diterapkan oleh perusahaan sehingga dapat mengurangi presentasi cacat lasan pada proses pengelasan. Pada proses *improve* terdapat beberapa tahap yang antara lain adalah:

1. Rekomendasi Perbaikan

a. Rekomendasi pada Mesin:

- 1) Perbaikan mesin yang rusak dan melakukan perawatan terhadap mesin secara lebih intensif dan terus menerus atau berkala;
- 2) Melakukan *setting* mesin secara berkala berdasarkan SOP (*standard Operating Procedure*) dan selalu melakukan pengecekan mesin setiap waktu;
- 3) Melakukan prinsip TPM (*Total Productive Maintenance*);

b. Melakukan pada Material:

- 1) Melakukan *treatment* bahan baku dan bahan pengisi pengelasan sesuai dengan rekomendasi pabrik atau pembuat.

c. Rekomendasi pada Manusia:

- 1) Disiplin pra-operasi, saat operasi dan paska-operasi pengelasan (*before, during, dan after welding*);
- 2) Mengikuti pelatihan (*training*) dengan baik dan kemudian diterapkan pada saat melakukan pekerjaan pengelasan;
- 3) Melakukan pembersihan tiap lapisan (*layer*) las selama pengelasan untuk mencegah terperangkapnya slag dalam layer las yang menimbulkan *defect* pengelasan;
- 4) Menjaga kesehatan dan stamina agar tetap fokus pada saat melakukan pengelasan.

d. Rekomendasi pada Metode Kerja:

- 1) Totalitas pengawasan baik ketika jam lembur atau tidak;
- 2) Menerapkan hasil training dengan penuh kesadaran pribadi.

e. Rekomendasi pada Lingkungan:

- 1) Menambahkan saluran udara (*filter*) untuk bisa memaksimalkan masuknya udara kotor;
- 2) Penerangan perlu ditambah untuk memperjelas jarak pandang operator terhadap benda/obyek yang akan dilas;
- 3) *Yard layout* perlu disesuaikan dengan kebutuhan kerja.
- 4) Untuk menstabilkan suhu ruangan dan suhu tubuh juru las/operator las terutama dalam ruangan kerja yang terbatas.

2. Hasil Analisis Perbaikan:

- a. Meningkatkan pengawasan terhadap hasil pekerjaan juru las baik sebelum, selama dan setelah melakukan pengelasan;
- b. Menambah alat-alat yang menunjang pembersihan las, agar setiap juru las mempunyai alat-alat yang cukup untuk melakukan *interrun cleaning*;
- c. Menambah tenaga teknisi perawatan (*maintenance*) yang mencek setiap mesin las dan melakukan program perawatan preventif (*preventive maintenance*) agar tidak terjadi mesin yang rusak dan pekerjaan las yang terbengkalai;
- d. Melakukan pengawasan intensif terhadap pemeliharaan dan penjagaan bahan baku yang akan dilas dan bahan pengisi las, sehingga mutu bahan dapat tetap terjamin dan tidak mempengaruhi mutu pengelasan;
- e. Menekankan agar QC *Inspector* dapat melakukan perannya lebih giat lagi dalam melakukan pengawasan terhadap juru las dan hasil pengelasannya, apabila

kinerja dan *workmanship* dari juru las terbukti berada di bawah standar yang ditentukan, maka QC *Inspector* dapat melaporkannya ke Supervisor atau Manajer bidang produksi pengelasan untuk dilakukan penindakan atau pemberian sanksi;

- f. Menekankan pada supervisor dan WI operator las agar tidak segan dalam memberikan peringatan atau sanksi administratif kepada juru las atau operator las yang bekerja di bawah standar, atau yang melakukan kesalahan teknis baik sengaja ataupun tidak, serta yang mempengaruhi hasil las dan menyebabkan pekerjaan *repair* atau *re-work*, yang secara materi/biaya merugikan pihak perusahaan;
- g. Melakukan pelatihan-pelatihan sebelum pengujian berlangsung baik secara formal ataupun tidak terhadap prinsip pengelasan yang baik dan benar sehingga juru las/operator las dapat menghasilkan las-lasan yang bebas dari cacat (*defect*).

Berdasarkan hasil penelitian bulan Juli 2018 sampai Desember 2018 di PT. PJ-TEK Mandiri pada kurun waktu 6 bulan. Melakukan perbaikan di PT PJ-TEK Mandiri pada bulan Oktober 2019 ditemukan bahwa tingkat *defect rate* di PT PJ-TEK Mandiri berkurang sekitar 25%.

Tabel 4 Tabel Proporsi *Defect* Pengelasan Bulan Oktober 2019

Minggu	Welder	Jumlah Defect	% defect
Ke-I	4	1	0,25
Ke-II	2	0	0
Ke-III	12	0	0
Ke-IV	16	0	0
Total	34	1	0,25

(Sumber: Diolah Sendiri)

Data yang diperoleh dari penelitian juga menunjukkan bahwa jenis *defect* yang paling banyak menyebabkan kegagalan las adalah *undercut*, dimana jenis *defect* ini menduduki peringkat pertama persentase *defect* pengelasan dan diikuti dengan *defect-defect* yang lain.

Tabel 5 Tabel Persentase Jenis *Defect* Pengelasan

No	Jenis Defect	Jumlah Defect	Persentase %
1	<i>Porosity</i>	0	0%
2	<i>Undercut</i>	1	0.01%
3	<i>Crack</i>	0	0%
4	<i>Stop Start</i>	0	0%
5	<i>Pin Hole</i>	0	0%
6	<i>Incomplete Fusion</i>	0	0
Total		1	0,01%

(Sumber: Diolah Sendiri)

IV. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah dianalisis dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan analisis maka dapat diketahui jenis-jenis cacat lasan yang terjadi pada hasil pengelasan pipa adalah *prosimity*, *undercut*, *crack*, *stop start*, *pin hole*, *incomplete fusion*. Dan jenis

cacat lasan terbesar adalah *prosimy* dengan jumlah sebesar 40%. Berdasarkan perhitungan nilai RPN sebesar 280 dan berdasarkan analisis *fishbone diagram* peringkat I penyebab yang paling dominan adalah manusia. Faktor terjadi pada para pekerja las atau *welder* yang belum terampil dalam pengelasan pipa. Kemudian, Peringkat II adalah lingkungan yang keadaan sekitar perusahaan secara langsung atau tidak mempengaruhi perusahaan secara umum dan mempengaruhi proses pengujian atau pengelasan secara khusus dengan perhitungan RPN sebesar 240. Peringkat II adalah metode kerja dalam instruksi kerja atau perintah kerja yang harus diikuti dalam proses produksi pengelasan dengan perhitungan RPN sebesar 210.

2. Faktor manusia, faktor lingkungan, dan faktor metode kerja yang diperoleh dari analisis FMEA, yang secara dominan mempengaruhi terjadinya *defect* dapat diatasi dan ditekan sehingga *output* yang dihasilkan menjadi lebih baik dan mencapai sasaran yang diinginkan.

2 Saran

Dari hasil pembahasan dan kesimpulan penelitian di atas, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan metode FMEA dan dalam tahap *improvement* atau perbaikannya FTA (*Fault Tree Analysis*), metode 5S, Poka Yoke, *Kaizen* atau metode 8 D.

Semoga penelitian seperti ini dapat dilakukan kembali dan dikembangkan oleh generasi mahasiswa Teknik Industri Universitas Pamulang selanjutnya dan dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya dalam hal analisis dan penerapan metode FMEA dalam mencari solusi perbaikan perbaikan di perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri.2008.*Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Besterfield, Dale H.2009.*Quality Control.8thedition*.New Jersey: Pearson Prentice
- Daryanto.2012.*Teknik Las*.Alfabeta: Bandung.
- Evans, James R. & Lindsay, William M.2007.*An Introduction to Six Sigma & Process Improvement* Singapore : Thomson.
- Hariastuti, N.,L.,P.2013.*Analisa Resiko Dalam Usaha Mengelola Faktor Resiko Sebagai Upaya Meningkatkan Kualitas Dan Kuantitas Produk Jadi*. Teknik Industri.Institut Teknologi Adhi Tama: Surabaya
- Napitupulu,S.J.2009.*Pengukuran Risiko Operasional Dengan Metode Agregating Value AT Risk* Skripsi.Universitas Sumatra Utara: Medan
- Ocavia, L.2010.*Aplikasi Metode Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) Untuk Pengendalian Kualitas Pada Proses Heat Treatment PT.Mitsuba Indonesia*.Universitas Mercubuana: Jakarta
- Widharto, S.2013. *Welding Inspection*. Jakarta: Pradnya Pramita.
- Wiriosumarto, H.2008. *Welding*. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Yuniarti, R. Rosih A. R, Choiri, M.2015.*Analisis Risiko Operasional Pada Departemen Logistik dengan Menggunakan Metode FMEA*. Jurnal Rekayasa

dan Manajemen Sistem Industri 3
(3) 58-59. Teknik Industri
Universitas Brawijaya Malang

Yusuf, Z. 2016. *Analisa Perawatan Berbasis Risiko Pada Sistem Pelumas KM. Lambelu*. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan. Vol 14 (1): 129-140

Zeng, S., X. Chun M. Tam, and Vivian W. Y. Tam. 2010. *Integrating Safety, Environmental and Quality Risks for Project Management Using a FMEA Method*. *Ekonomika Engineering*. Vol 21 (1): 44-52.

Zulziar, M. (2018). *Analisa Material Bahan Pembuat Sensor La0.67ba0.33mn1-Xnixo3 Dengan Penambahan Ni Menggunakan Four Point Probe*. *Teknologi*, 7: Jakarta