

Analisis Output Operator Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* untuk Mengurangi Kecacatan Pengelasan

Jiwo Tri Sanjoyo¹, Gisy Amanda Yudhistira¹, Melinska Ayu Febrianti¹, Qurtubi^{*}

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

*Email: qurtubi@uii.ac.id

Abstrak

Peningkatan *demand* guna memenuhi keinginan pelanggan merupakan spesifikasi perusahaan yang harus ditetapkan. Hal tersebut berdampak pada pengelolaan sumber daya yang harus diproses secara maksimal, meliputi material, *cost*, manusia. PT.XYZ, yang bergerak dibidang pabrik pembuatan peralatan migas dengan proporsi yang besar harus terus memenuhi *demand* untuk keberlangsungan proses produksi hingga pelayanan untuk meningkatkan mutu perusahaan. Penelitian ini mengambil pada *workshop* pengelasan untuk mengidentifikasi serta menganalisis faktor pengendalian kualitas sebagai penentuan dari efisiensi. Hasil penelitian dengan total pengujian sebesar 764.760 mm, kecacatan sebesar 5.987 mm. Serta analisis pada kecacatan pengujian antara lain *Incomplete Fusion* (IF), *Incomplete Penetration* (IP), *Root Concavity* (RC), *Root Undercut* (RUC), *Porosity* (P), *Slug Inclusion* (SI), *Crack* (Crk). Jenis cacat SI teridentifikasi sebesar 64 %. Telah dilakukan analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) pada aspek manusia dan peralatan. Faktor manusia dikarenakan adanya *human error* seperti terburu-buru dalam pengerjaan, tidak menaati SOP. Faktor peralatan dikarenakan bahan material yang tidak sesuai prosedur.

Kata Kunci: *Fault Tree Analysis*, Kecacatan produk, Pengendalian kualitas, Proses Produksi

I. Pendahuluan

Beragam *demand* yang diterima oleh suatu perusahaan yang menuntun untuk memenuhi segala keinginan dari pelanggan. Segala aktivitas untuk memulai sebuah rantai pasok dari pemenuhan keinginan pelanggan hingga pendistribusian produk sangat memberikan nilai dimata pelanggan. Melihat pada aspek sebuah kualitas produk yang dihasilkan, sebagaimana menjadi pokok untuk spesifikasi atau standar produk yang akan dipasarkan oleh sebuah perusahaan.

Pemenuhan segala aspek untuk menentukan spesifikasi produk dengan peningkatan kualitas bagi konsumen memang sangat perlu untuk dilakukan (Hidayat & Rochmoeljati, 2020). Karena akan menyebabkan sebuah mutu perusahaan. Selama adanya proses produksi pada perusahaan akan melihat pada baik dan buruknya *output* dari perusahaan. Penilaian baik ketika produk memiliki mutu hingga pelanggan dapat menerima dan menggunakan produk tersebut. Penilaian buruk dapat dilihat dari kecacatan produk yang terjadi. Apabila produk mengalami kecacatan akan menurunkan tingkat mutu produk hingga perusahaan. Hal ini dapat melihat pula tingkat efektifitas sebuah perusahaan dalam beroperasi.

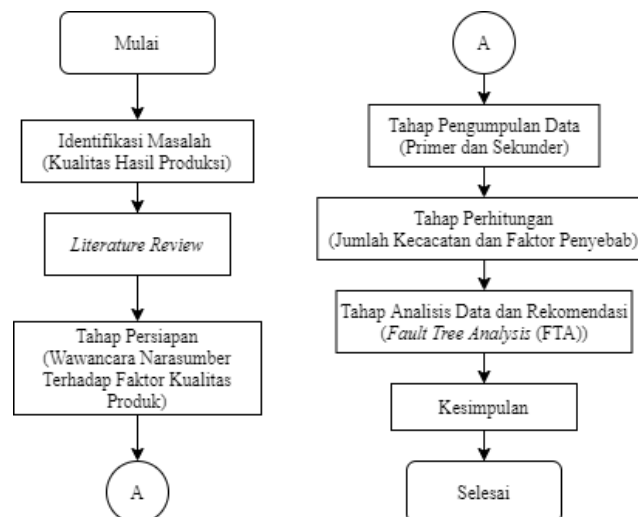
Ketidaksesuaian dengan harapan produk yang dihasilkan dapat dikatakan sebagai kerusakan atau cacat produk (Yuliasih, 2014).Memiliki banyak kekurangan jika perusahaan banyak menghasilkan produk cacat. Selain perlunya adanya pemeriksaan ulang hingga perbaikan ulang bahkan pembuatan ulang produk. Akan memakan biaya yang banyak dan dapat menurunkan sebuah performansi perusahaan. Faktor dari kecacatan produk beragam, yaitu *income* perusahaan, kepuasan dari pelanggan dan *image* perusahaan. Selain itu pelanggan dapat menilai perusahaan dalam kategori baik apabila dapat menghasilkan dan selalu ingin meningkatkan kualitas dari *output* produk yang dihasilkan (Fauzi & Aulawi, 2016).

Selain itu, pemberian pelayanan untuk peningkatan mutu perusahaan dapat memberikan umpan baik kepada pelanggan atas loyalitas terhadap pemasaran produk pada perusahaan (Isiyowati et al., 2020). Aspek kepuasan pelanggan dapat dilihat pada peningkatan kualitas produk serta pemahaman konsep apa yang diinginkan oleh pelanggan (Kusumawati & Fitriyeni, 2017). Perlu adanya pemberian kepuasan pada konsumen terhadap suatu hasil produksi. Karena berdampak pula pada penilaian pelanggan. Sehingga, akan menjadi penilaian kurang baik pada kepercayaan pelanggan jika belum adanya pengendalian kualitas produk. Hal yang diperhatikan dalam kualitas adalah bagaimana cara menghasilkan sebuah produk bebas dari kecacatan serta pemborosan material dan menekan biaya produksi seminimal mungkin untuk satu unit produk yang dibuat (Windarti, 2014).

Perusahaan XYZ merupakan perusahaan terkemuka di Asean yang bergerak dibidang pabrik. Perusahaan yang memiliki *demand* dengan *client* terbesar memiliki perusahaan perusahaan oil mining. Spesialisasi peralatan migas dengan volume yang besar dengan detail tinggi. Hal itu menjadikan PT XYZ dituntut untuk selalu meningkatkan kepuasan client antara lain dengan terus memperbaiki kualitas produk yang dihasilkan untuk meminimalisir biaya produksi dan meningkatkan hasil produksi. Melakukan pengendalian kualitas secara terus menerus demi menekan jumlah produk cacat atau kerusakan khususnya pada pengerjaan *welding* atau pengelasan agar menjaga kualitas produk sesuai standar perusahaan dan standar *client*. Menggunakan metode *six sigma* untuk pengendalian proses industri dan pengendalian sistem proses produksi untuk melihat sebuah analisis serta perbaikan proses dari pengurangan kecacatan (Izzah & Rozi, 2019). Serta melakukan sebuah identifikasi permasalahan dan analisis dari data yang dimiliki perusahaan untuk melihat sistem dari pengendalian kualitas yang nantinya dapat menjadikan bahan evaluasi serta perbaikan kedepannya. Hal ini bertujuan untuk tetap terus menjaga kestabilan produk dan efisien proses produksi.

II. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada sebuah Perusahaan XYZ yang bergerak pada pembuatan peralatan migas dengan proporsi yang besar. Melakukan pengambilan data dengan melihat pada data primer perusahaan untuk pengendalian kualitas pada proses pengerjaan *welding* atau pengelasan. Hal ini untuk mengetahui identifikasi serta analisis dari pengendalian kualitas. Berikut merupakan alur penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian (Sumber: Sanjoyo, 2021)

III. Kajian Pustaka

a. Kualitas

Menurut Sunyoto (2012), kualitas merupakan suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui apakah nilai guna dari suatu barang atau jasa seperti yang dikehendaki. Dalam kata lain dapat dikatakan bahwa suatu barang atau jasa dianggap berkualitas apabila memiliki fungsi dan nilai guna yang diinginkan. Terdapat kategori kecacatan pada pengelasan untuk tingkat kegagalan dalam mencapai kualitas.

Tabel 1. Kategori Kecacatan pada Proses Pengelasan (Sumber: Achmadi, 2019)

Kategori	Deskripsi
<i>Incomplete Fusion (IF)</i>	Adanya hasil ketidaksempurnaan proses penyambungan antara logam las dan logam induk pada proses pengelasan.
<i>Incomplete Penetration (IP)</i>	Kecacatan pengelasan pada daerah <i>root</i> atau akar las. Pengelasan ini terjadi apabila daerah <i>root</i> tidak tembus atau <i>reinforcemen</i> pada akar las berbentuk cekung.
<i>Root Concavity (RC)</i>	Kurangnya penyempurnaan daerah akar atau hasil pengelasan penetrasi berbentuk cekung.

Kategori	Deskripsi
<i>Root Undercut (RUC)</i>	Kecacatan yang berada pada permukaan atau akar yang berbentuk cerukan yang terjadi pada <i>base</i> metal atau logam induk.
<i>Porosity (P)</i>	Kecacatan adanya lubang lubang kecil pada <i>weld metal</i> (logam las) yang berada pada permukaan ataupun dalamnya.
<i>Slug Inclusion (SI)</i>	Kecacatan adanya fluc yang mencair pada bagian pengelasan dan biasanya terjadi pada awal dan berhentinya proses pengelasan.

Pengumpulan data akan didasarkan pada ketentuan dari perusahaan. Melalui data sekunder perusahaan untuk melihat Target *Quality Objective* PT XYZ pada Tabel berikut:

Tabel 2. Target *Quality Objective* PT XYZ (Sumber: PT XYZ, 2015 dalam Sanjoyo, 2021)

Category	Name	Formula	Frequency	Target	Source
<i>Weld Repair Rate</i>	<i>Cumulative (PV, Piping & Structures)</i>	$(\text{Length of Rejected weld on PV} / \text{Length of weld examined}) \times 100\%$	<i>Monthly</i>	$\leq 2\%$	<i>NDT (Non Destruction Test) Coordinator</i>
<i>Weld Repair Rate</i>	<i>Project Repair Rate</i>	$(\text{Length of Rejected weld in the project} / \text{Length of examined}) \times 100\%$	<i>Monthly</i>	$\leq 2\%$	<i>NDT (Non Destruction Test) Coordinator</i>
<i>Weld Repair Rate</i>	<i>Individual Welder / Welding Operator</i>	$(\text{Length of Rejected weld welded by a welder} / \text{Length of weld examined}) \times 100\%$	<i>Monthly</i>	$\leq 2,5\%$	<i>NDT (Non Destruction Test) Coordinator</i>






b. Fault tree Analysis (FTA)


Fault tree Analysis (FTA) merupakan sebuah metode yang mapan dan mudah untuk dipahami dengan baik yang digunakan untuk evaluasi keandalan berbagai sistem (Kabir, 2017). Terdapat 5 tahapan yang digunakan dalam melakukan analisis *Fault Tree Analysis (FTA)* Menurut Priyanta (2000), sebagai berikut:

1. Melakukan definisi masalah dan Batasan dari suatu sistem yang akan diidentifikasi.
2. Menggambarkan model grafis *Fault Tree*.
3. Menentukan dan mencari bagian minimal *cut set* dari analisa *Fault Tree*.
4. Menganalisis secara kualitatif hasil *Fault Tree*.
5. Menganalisis secara kuantitatif hasil *Fault Tree*.

Simbol-simbol dalam *Fault Tree Analysis* yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 3. Simbol *Fault Tree Analysis*

Simbol	Keterangan
	<i>Top Event</i>
	<i>Logic Event OR</i>
	<i>Logic Event AND</i>
	<i>Transferred Event</i>
	<i>Undeveloped Event</i>

Simbol	Keterangan
	<i>Basic Event</i>

IV. Hasil dan Pembahasan

Melakukan sebuah pengambilan data difokuskan pada *workshop* pengelasan dengan 3 *Type of Job* yaitu *Structure*, *Piping*, dan *Vessel*. Tahan pengambilan data berdasarkan data primer dan sekunder dengan pengumpulan data yang akan diolah. Tahapan awal setelah pengumpulan data melakukan sebuah identifikasi awal terkait pengendalian kualitas menggunakan *Six Sigma* dan kemudian mengembangkan menggunakan analisis sebuah permasalahan dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Terdapat spesifikasi untuk jenis kecatatan pada setiap produk dengan melihat pada Target *Quality Objective* yang tertera pada Tabel. 2.

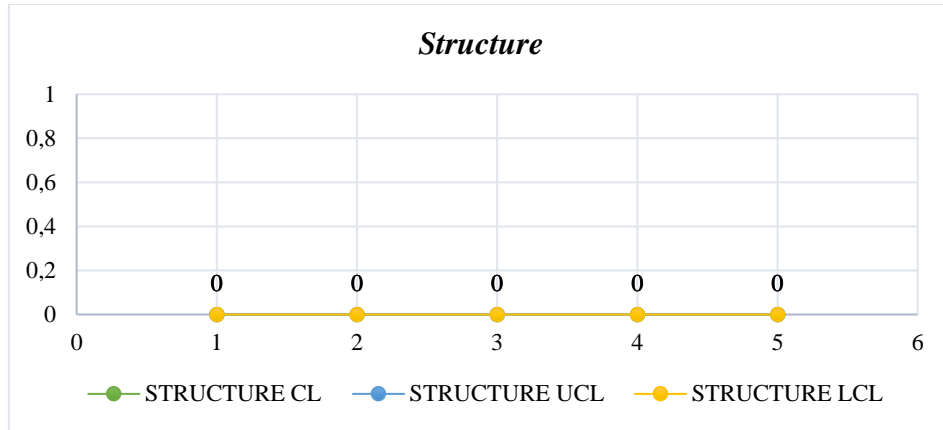
a. Control Chart

Control Chart adalah grafik yang merupakan ilustrasi dari sebuah pengamatan yang berjalan sesuai dengan satuan waktu yang ditetapkan (Rizal & Akbar, 2015). Pada penelitian ini pengujian untuk mengetahui batasan pengambilan data yang tersedia pada tiap minggunya. Melakukan sebuah identifikasi apakah cacat produk yang dihasilkan berada pada batas yang disyaratkan. Berikut merupakan hasil dari data pengujian pengelasan berdasarkan tipe proyek *Structure*, *Piping*, dan *Vessel*. Pada Tabel 4 menjelaskan terkait pengujian serta kecacatan yang diperoleh pada setiap pengujian dengan satuan mm untuk keseluruhan dari produk yang diujikan.

Tabel 4. Hasil Pengamatan Kecatatan 5 Minggu (Sumber: Sanjoyo, 2021)

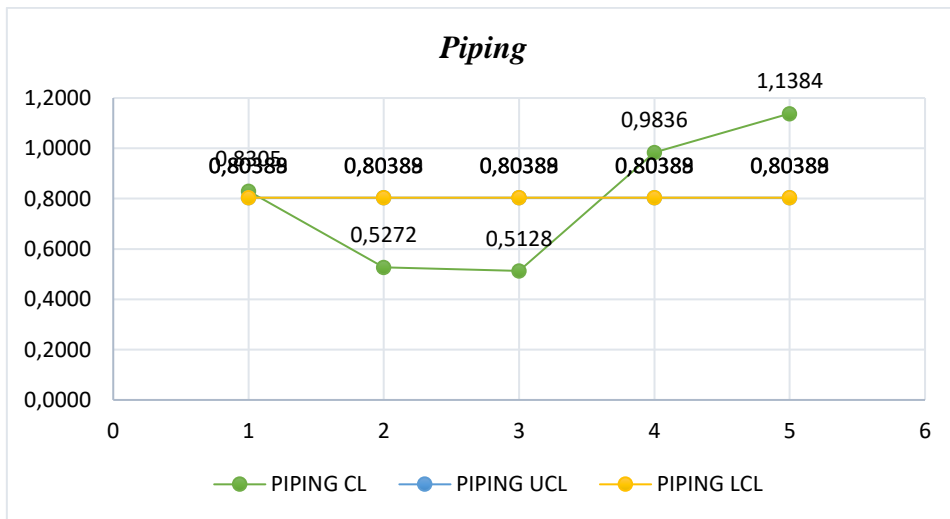
<i>Type of Job</i>		<i>Structure</i>	<i>Piping</i>	<i>Vessel</i>
Minggu Pertama	Pengujian	9.680	79.715	22.148
	Cacat (mm)	0	662	255
Minggu Kedua	Pengujian	14.975	65.253	85.653
	Cacat (mm)	0	344	2.380
Minggu Ketiga	Pengujian	5.804	67.080	100.960
	Cacat (mm)	0	344	222
Minggu Keempat	Pengujian	740	63.236	45.828
	Cacat (mm)	0	622	318
Minggu Kelima	Pengujian	279	72.030	113.379
	Cacat (mm)	0	820	20

Hasil pengumpulan data setelah 5 minggu pengujian dengan total pengujian sebesar 746.760 mm dan memiliki kecacatan sebesar 5.987 mm. Telah dilakukan analisis guna mengetahui batasan atas dan batasan bawah dari kecatatan pada setiap produk, yaitu pada *structure*, *piping*, dan *vessel*.



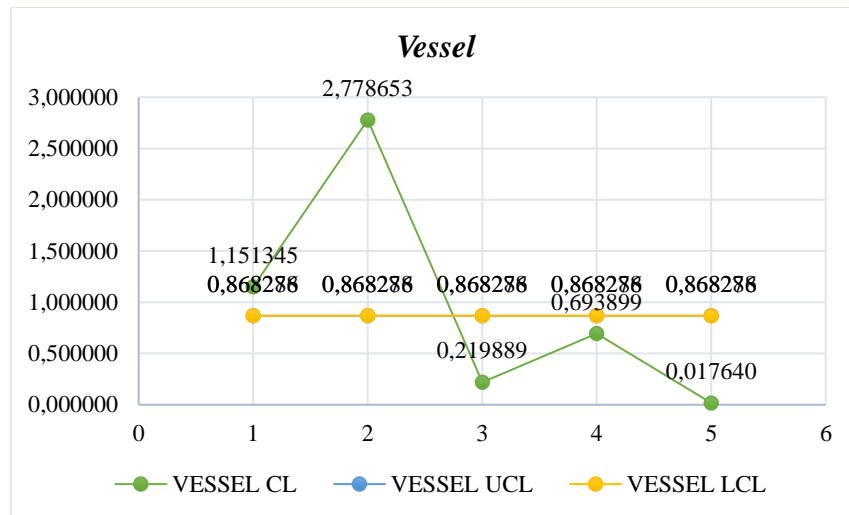
Gambar 2. Control Chart Structure (Sumber: Sanjoyo, 2021)

Hasil dari pengerjaan *structure* selama 5 minggu dilakukan pengujian pengelasan sebesar 31.478 mm. Hasil pengujian struktur adalah tidak terdapat kecacatan pengelasan sehingga tidak ada kendala dalam proses fabrikasi selanjutnya. Kemudian melakukan pada produk piping sebagai berikut:



Gambar 3. Control Chart Piping (Sumber: Sanjoyo, 2021)

Hasil dari pengujian *piping* selama 5 minggu sebesar 347.314 mm. Pada pengujian las piping tersebut terdapat sebesar 2.792 mm kecacatan las. Berdasarkan diagram diatas, tiap – tiap minggu pengujian berada diluar kontrol pengendalian atau melebihi UCL dan LCL.



Gambar 4 Control Chart Vessel (Sumber: Sanjoyo, 2021)

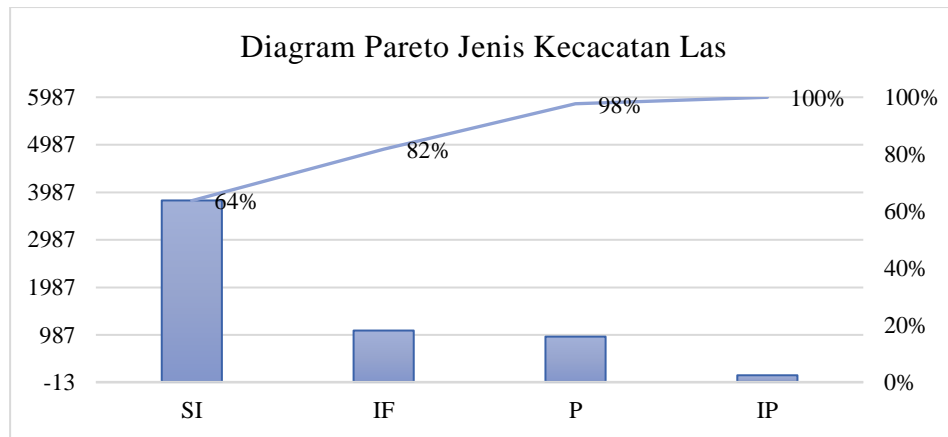
Hasil dari pengujian *vessel* selama 5 minggu sebesar 367.968 mm dan terdapat kecacatan proses pengelasan sebesar 3.195 mm. Pada minggu kedua pengujian proyek *vessel* tingkat kecacatan sebesar 2,78 % dimana diatas dari ambang batas tingkat kecacatan perusahaan sebesar 2,5 %. Berdasarkan diagram diatas, tiap – tiap minggu pengujian berada diluar kontrol pengendalian atau melebihi UCL dan LCL.

b. Diagram Pareto

Data yang digunakan adalah jumlah kecacatan dari tipe – tipe kecacatan dari 5 minggu pengujian, yaitu *Incomplete Fusion* (IF), *Incomplete Penetration* (IP), *Root Concavity* (RC), *Root Undercut* (RUC), *Porosity* (P), *Slug Inclusion* (SI), dan *Crack* (Crk). Berikut merupakan data jumlah kecacatan berdasarkan jenis kecacatan.

Tabel 5. Jumlah Kecacatan pada Setiap Jenis Kecacatan (Sumber: Sanjoyo, 2021)

Minggu ke-	IF (mm)	IP (mm)	RC (mm)	RUC (mm)	P (mm)	SI (mm)	Crk (mm)	
1	297	0	0	0	50	570	0	
2	134	30	0	0	100	2460	0	
3	124	0	0	0	277	165	0	
4	235	100	0	0	274	331	0	
5	290	9	0	0	251	290	0	
Total	1080	139	0	0	952	3816	0	5987



Gambar 5. Diagram Pareto Jenis Kecacatan Las (Sumber: Sanjoyo, 2021)

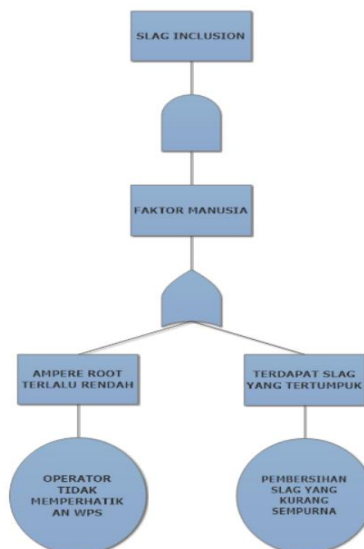
Mengidentifikasi jenis kecacatan yang terjadi pada produk yaitu pada SI, IF, P dan IP. Pada SI dengan prosentase sebesar 64% yang dijadikan para,ater kecatatan produk terbesar. Dalam hal ini mengetahui prosesntase tertinggi sebagai penyusun faktor dari dampak kecacatan yang ada dan nantinya akan dilakukan sebuah analisis terhadap aspek yang memengaruhinya.

c. **Fault Tree Analysis**

Faktor analisis berikutnya terkait dari hasil penyebab 64% keseluruhan jenis kecacatan setiap produk yang akan dianalisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Segala jenis kecacatan dari SI,IF,P dan IP akan dianalisis berdasarkan pada faktor manusia dan peralatan yang digunakan.

1. **Analisis Fault Tree Analysis Pada Slag Inclusion (SI)**

Salah satu potensi penyebab kegagalan produk yaitu *slag inclusion*. Adapun faktor penyebab munculnya SI yakni faktor manusia. Faktor manusia terjadi akibat operator kurang membersihkan objek las yang mengakibatkan hasil pengelasan menjadi tertumpuk. Kemudian operator mengatur *ampere root* terlalu rendah. Hal ini disebabkan operator tidak mengikuti *welding procedure specification* sebagai panduan pengelasan. Akibatnya operator harus membersihkan terlebih dahulu kerak yang tertumpuk menggunakan gerinda kemudian melanjutkan melakukan pengelasan. Berikut gambar *fault tree analysis* pada kecacatan yang diakibatkan *slag inclusion*.

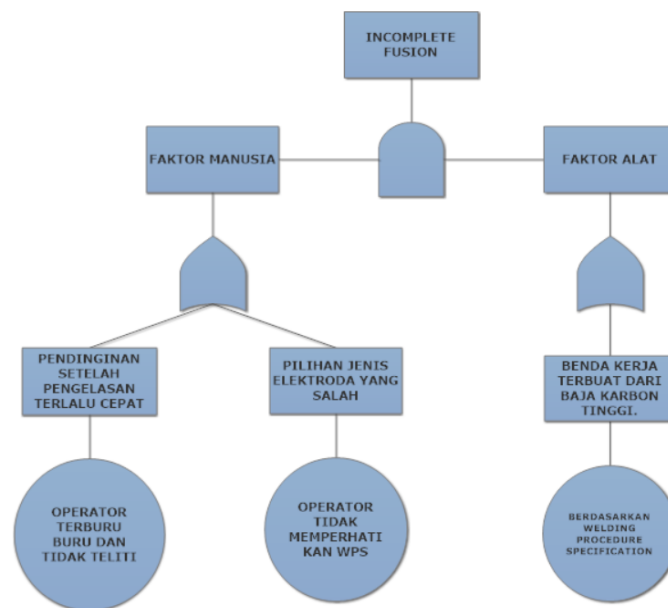


Gambar 6. Fault Tree Analysis pada SI (Sumber: Sanjoyo,2021)

2. **Analisis Fault Tree Analysis pada Incomplete Fusion (IF)**

Incomplete fusion dibagi menjadi dua macam, yaitu *incomplete fusion* pada daerah pengaruh panas yang terjadi pada suhu 500 – 700 derajat celcius dan *incomplete fusion* yang terjadi pada suhu diatas 900 derajat celcius, yaitu saat peristiwa pengendapan (*precipitation*) logam las. *Incomplete fusion* panas sering terjadi pada logam las karena pembekuan, biasanya berbentuk kawah dan retak memanjang antara *base* material dengan daerah lasan. Kawah panas ini terjadi karena pembebasan tegangan pada daerah kaki didalam daerah pengaruh panas.

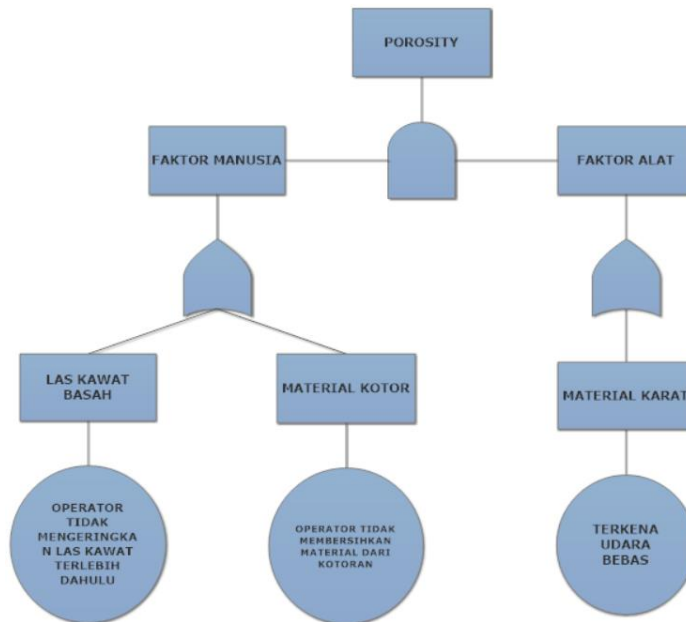
Faktor manusia terjadi karena pemilihan jenis elektroda yang salah. Hal ini disebabkan oleh operator tidak mengikuti panduan yang ada pada *welding procedure specification*. Faktor manusia selanjutnya adalah pendinginan setelah melakukan pengelasan terlalu cepat disebabkan operator terburu – buru dalam melakukan pendinginan. Faktor berikutnya yaitu faktor alat disebabkan benda kerja yang terbuat dari baja karbon tinggi berdasarkan *welding procedure specification* sehingga kawat las sulit untuk bersatu dengan objek las. Berikut gambar *fault tree analysis* pada kecacatan yang diakibatkan *Incomplete Fusion*.



Gambar 7. *Fault Tree Analysis* pada IF (Sumber: Sanjoyo, 2021)

3. Analisis *Fault Tree Analysis* pada Porosity (P)

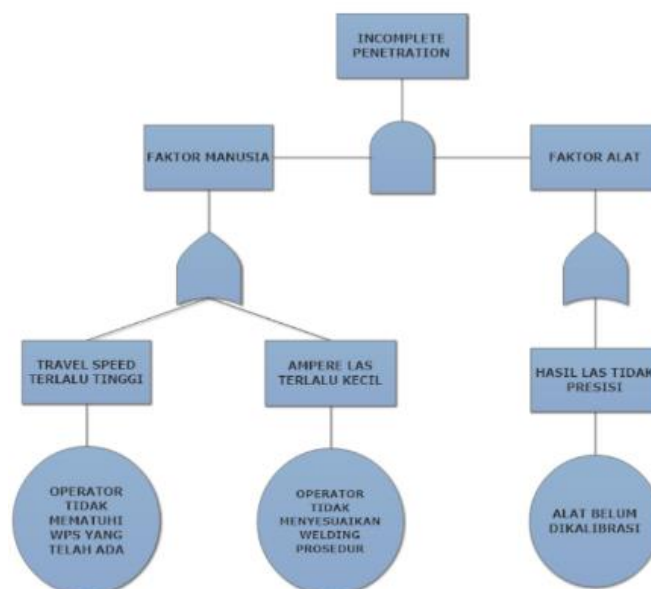
Porosity merupakan salah satu cacat yang dikarenakan adanya gas yang terperangkap di daerah lasan dalam jumlah yang melebihi syarat batas. Potensi penyebab kegagalan produk disebabkan oleh kecacatan las *porosity*. Adapun faktor penyebab kecacatan las tersebut yakni faktor manusia dan faktor alat. Faktor manusia terjadi karena las kawat yang basah diakibatkan operator tidak teliti untuk mengeringkan kawat las sehingga kawat las tidak sempurna untuk bersatu dengan objek las. Faktor manusia selanjutnya adalah objek las kotor disebabkan operator kurang membersihkan objek las terlebih dahulu sebelum melakukan pengelasan. Berikut gambar *fault tree analysis* pada kecacatan yang diakibatkan *Porosity*.



Gambar 8. Fault Tree Analysis pada P (Sumber: Sanjoyo, 2021)

4. Analisis Fault Tree Analysis pada Incomplete Penetration (IP)

Incomplete Penetration terjadi jika pengelasan pada daerah root tidak tembus pada akar las yang berbentuk cekung. Adapun faktor penyebab kecacatan las tersebut yakni faktor manusia dan faktor alat. Faktor manusia terjadi karena *travel speed* dan *ampere* las terlalu tinggi yang diakibatkan operator tidak mengikuti panduan yang ada pada *Welding Procedure Specification (WPS)* sebelum melakukan pengelasan. Selanjutnya faktor alat juga menjadi alasan terjadinya kecacatan tersebut material yang berkarat yang dapat membuat kecacatan las terjadi diakibatkan oleh tempat penyimpanan yang terbuka. Berikut gambar *fault tree analysis* pada kecacatan yang diakibatkan *Incomplete Penetration*.



Gambar 9. Fault Tree Analysis pada IP (Sumber: Sanjoyo, 2021)

IV. Kesimpulan

PT. XYZ , perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang produksi alat migas dengan mengambil sampel pada bagian pengelasan dengan total pengujian sebesar 764.760 mm dan kecacatan sebesar 5.987 mm. Melakukan sebuah identifikasi awal menggunakan *control chart* untuk melihat batas penerimaan dari *control* pengendalian kualitas yang dilanjut dengan mengetahui sebab-akibat menggunakan diagram parreto. Kecacatan yang pada saat pengujian antara lain *Incomplete Fusion* (IF), *Incomplete Penetration* (IP), *Root Concavity* (RC), *Root Undercut* (RUC), *Porosity* (P), *Slug Inclusion* (SI), dan *Crack* (Crk). Jenis cacat terbesar pada jenis SI sebesar 64 %. Serta tahap analisis dengan FTA yang disebabkan oleh faktor manusia dan peralatan. Melihat pada faktor *human error* dan materi atau kualitas dari hasil produksi.

Daftar Pustaka

- Achmadi. (2019, Januari 15). *Teknologi Pengelasan*. Retrieved from Macam Macam Cacat Las dan Penyebabnya Serta Cara Mengatasi: <https://www.pengelasan.net/cacat-las/>
- Fauzi, Y. A., & Aulawi, H. (2016). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Peci Jenis Overset Yang Cacat Di Pd. Panduan Illahi Dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (Fta) Dan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (Fmea). Kalibrasi, Vol. 14, No. 1, pp. 29–34.
- Hidayat, M. T., & Rochmoeljati, R. (2020). Perbaikan Kualitas Produk Roti Tawar Gandeng Dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) Dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) Di PT. XXZ. Juminten: Jurnal Manajemen Industri Dan Teknologi, Vol. 1, No. 4, pp. 70–80.
- Isiyowati, E., Widarko, A., & Khalikussabir. (2020). Pengaruh Kualitas Produk Dan Kualitas Pelayanan Terhadap Loyalitas Dengan Kepuasan Pelanggan Sebagai Variabel Intervening (Studi Kasus Pada Pelanggan *Rei Adventure Store* Dinoyo). E – Jurnal Riset Manajemen, Vol. 9, No.8.
- Izzah, N., & Rozi, M. F. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma-Dmaic Dalam Upaya Mengurangi Kecacatan Produk Rebana Pada Ukm Alfiya Rebana Gresik. Jurnal Ilmiah Soulmath : Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika, Vol. 7, No. 1, pp. 13.
- Kabir, S. (2017). *An overview of fault tree analysis and its application in model based dependability analysis*. *Expert Systems with Applications*, Vol. 77, pp. 114–135.
- Kusumawati, A., & Fitriyeni, L. (2017). Pengendalian Kualitas Proses Pengemasan Gula Dengan Pendekatan *Six Sigma*. Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri, Vol 1, No 1, pp. 43.
- Priyanta, D. (2000). Keandalan dan Perawatan : Modul 1 Probabilitas. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rizal, J., & Akbar, S. (2015). Perbandingan Uji Stasioner *Data Time Series* Antara Metode: *Control Chart*, *Correlogram*, Akar Unit *Dickey Fuller*, Dan Derajat Integrasi. Jurnal Gradien, Vol. 11, No. 1, pp. 1040–1046.
- Sanjoyo, J.T. (2021). Analisis Output Operator Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* Untuk Mengurangi Kecacatan Pengelasan Pada *Workshop Welding* (Studi Kasus PT. XYZ). Laporan Kerja Praktik. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Sunyoto, D. (2012). Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: PT Buku Seru.
- Windarti, T. (2014). Pengendalian Kualitas Untuk Meminimasi Produk Cacat Pada Proses Produksi Besi Beton. J@Ti Undip : Jurnal Teknik Industri, Vol. 9, No. 3, pp. 173–180.
- Yuliasih, N. kadek. (2014). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Pada Perusahaan Garmen Wana Sari Tahun 2013. Jurnal Pendidikan Ekonomi Undiksha, Vol. 4, No. 1, pp. 1–2.