

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES WIREBOND ALU PADA PT. XYZ BATAM

Audita .S¹, Arsyad Sumantika.²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

²Dosen Program Teknik Industri, Universitas Putera Batam

email: pb210410037@upbatam.ac.id

ABSTRACT

In the semiconductor manufacturing industry, product quality is essential to ensure process reliability and global competitiveness. This study aims to analyze the dominant types of defects and their root causes in the aluminium wire bonding process at PT. XYZ Batam during the 2024 production period. Various quality control tools including the Seven Quality Tools, Pareto Diagram, and Fishbone Diagram along with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) were applied in this analysis. The defect rate reached 0.29%, exceeding the company's quality threshold of 0.25%. Tight Wire was identified as the most frequent defect, with the highest Risk Priority Number (RPN) of 863 and an average score of 215.75. Root cause analysis revealed several key factors, including bonding parameter deviations, tool wear, material contamination, and operator errors. The study recommends systematic parameter calibration, preventive maintenance, operator training, and enhanced material quality control. These findings provide practical insights to support defect reduction efforts and continuous quality improvement in semiconductor assembly processes.

Keywords: *Wire bond Alu, Defect Analysis, FMEA, FTA, Quality Improvement*

PENDAHULUAN

Dalam era persaingan industri manufaktur yang semakin kompetitif, kualitas produk menjadi faktor kunci dalam menentukan keberhasilan dan daya saing perusahaan (Nugroho, 2017). Kualitas tidak hanya mencerminkan performa, tetapi juga menjadi indikator keselamatan dan kesesuaian produk terhadap kebutuhan pengguna (Salah et al., 2023). PT. XYZ Batam, perusahaan semikonduktor multinasional, terus berupaya menjaga kualitas produknya, khususnya dalam proses *wire bonding* pada pembuatan *Integrated Circuit* (IC),

meskipun telah diimplementasikan standar dan sistem kontrol mutu, masih ditemukan berbagai jenis cacat, seperti *Tight Wire Non Stick Wedge on Lead Lifted Bond on Die* dan lainnya yang berdampak pada efisiensi dan kepuasan pelanggan. Cacat-cacat tersebut diduga dipengaruhi oleh parameter mesin yang tidak optimal pada proses *bonding* aluminium menggunakan mesin *Orthodyne 7200*. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi faktor serta akar penyebab dan menentukan langkah perbaikan. Penelitian ini menggunakan

pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menilai potensi kegagalan serta menghitung nilai *Risk Priority Number*. Pendahuluan mencakup latar belakang masalah yang diperkuat oleh urgensi dan rasionalisasi berdasarkan studi terdahulu, serta memuat tujuan dan rencana pemecahan masalah dalam penelitian.

KAJIAN TEORI

2.1 Kualitas

Kualitas produk adalah tingkat di mana suatu produk mampu memenuhi atau melampaui harapan dan kebutuhan pelanggan, baik dari segi fungsi, keandalan, daya tahan, keamanan, maupun kesesuaian spesifikasi teknis (Krisnaningsih et al., 2022). Dalam konteks industri manufaktur, kualitas produk tidak hanya mencakup hasil akhir, tetapi juga dipengaruhi oleh konsistensi proses produksi, pemilihan material, kontrol kualitas, serta kepatuhan terhadap standar yang ditetapkan (Novianti & Saputra, 2023).

2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan suatu sistem aktivitas dan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin suatu standar kualitas mutu tertentu sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan agar produk yang dihasilkan menjadi efektif dan efisien (Ridwan et al., 2023). Seringkali terjadi ketidaksesuaian antara standar dan hasil produksi, sehingga pengendalian kualitas diperlukan untuk memastikan produk sesuai harapan pelanggan. (Shiyamy et al., 2021).

2.3 Seventools

Seven Tools merupakan seperangkat alat analisis dasar yang digunakan dalam manajemen mutu

untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah kualitas secara sistematis (Ansori & Gusniar, 2023). Alat ini efektif dalam mendukung upaya perbaikan berkelanjutan, terutama di industri manufaktur. Mengandung tujuh instrumen pengendalian kualitas, meliputi: *check sheet*, *histogram*, *scatter diagram*, *stratifikasi*, *diagram pareto*, *control chart*, dan *fishbone*. (Atta Luthfi Nurul Falah et al., 2023). Penggunaan alat-alat ini membantu dalam pengumpulan data, analisis penyebab masalah, pemantauan kestabilan proses, serta pengambilan keputusan yang berbasis data (Matondang & Ulkhaq, 2018).

2.4 FMEA

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (Ardiansyah, 2020). penggunaan FMEA dilakukan dengan proses diskusi dari divisi yang berbeda pada perusahaan untuk menganalisis penyebab kegagalan terhadap komponen dan subsistem pada suatu proses atau produk (Suherman & Cahyana, 2019). FMEA digunakan untuk mengevaluasi potensi kegagalan dan menetapkan prioritas berdasarkan skor *Risk Priority Number (RPN)*, yang dihitung dari tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadi (*occurrence*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Izzulhaq et al., 2023).

2.5 FTA

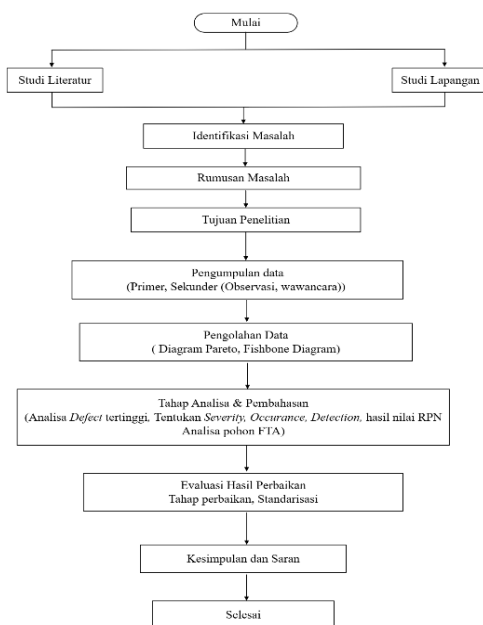
Fault Tree Analysis (FTA) merupakan sebuah teknik yang digunakan dalam mengidentifikasi risiko atau mencari akar penyebab masalah yang berperan terhadap terjadinya

kegagalan yang muncul dengan melakukan analisis pohon kesalahan. (Kartika et al., 2016). Metode ini dilakukan secara sistematis, dimulai dari identifikasi *top event* atau kejadian utama, kemudian disusun struktur pohon kegagalan untuk menggambarkan hubungan logis antar peristiwa (Supono, 2018). Selanjutnya, analisis dan penyederhanaan pohon dilakukan untuk menghitung kemungkinan kejadian, lalu diidentifikasi akar penyebab utama guna meminimalkan kesalahan secara proaktif. (Priyambada et al., 2024).

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain ini mencakup metode yang digunakan, jenis data yang dikumpulkan, teknik analisis, serta langkah-langkah pelaksanaan penelitian.



Gambar 1. Desain Penelitian
(Sumber : data penelitian, 2025)

3.2 Variabel Penelitian

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah proses *wire bonding* aluminium yang diukur berdasarkan tingkat kecacatan yang terjadi. Sementara itu, variabel independennya adalah Upaya penurunan tingkat defect pada proses *wire bonding* aluminium.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mesin *wire bonding* aluminium tipe Orthodyne 7200 yang digunakan di PT. XYZ Batam. Adapun sampel yang digunakan yaitu produksi device dengan tipe S1073C, yang diproses menggunakan wire aluminium berukuran 125 μm dan 50 μm .

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi langsung di lapangan serta wawancara dengan pihak terkait, seperti operator, *technician*, *maintenance*, dan *engineer*. Data yang dikumpulkan mencakup jumlah produksi, jumlah *reject*, spesifikasi produk, serta kondisi mesin. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan, literatur, jurnal, dan referensi lain yang relevan dengan proses dan kualitas *wire bonding*.

3.5 Teknik Analisa Data

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

1. Rekapitulasi data Produksi dan *defect* – Mengumpulkan data jumlah lot dan *reject* dari Januari hingga Desember 2024.
2. Analisis Pareto – Mengidentifikasi *defect* dominan berdasarkan prinsip 80/20, yaitu mengurutkan jenis cacat dari yang paling sering hingga yang paling jarang terjadi.

3. Diagram *Fishbone* (*Cause and Effect*) – Menganalisis potensi penyebab cacat berdasarkan faktor *Man, Method, Machine, Material*, dan *Environment*.
4. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) – Menilai potensi kegagalan berdasarkan tingkat keparahan (*Severity*), kemungkinan terjadi (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi (*Detection*), untuk memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN tertinggi menjadi prioritas perbaikan.
5. FTA (*Fault Tree Analysis*) – Digunakan untuk menganalisis akar penyebab defect utama dengan memetakan hubungan logis antara penyebab dasar dan kejadian puncak menggunakan simbol Boolean.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menganalisis tingkat kecacatan pada proses *wire bonding* aluminium di PT. XYZ Batam selama periode Januari hingga Desember 2024. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara dengan *technician, maintenance, dan engineer*, serta analisis menggunakan metode Pareto, *Fishbone*, FMEA, dan FTA.

4.1 Tingkat Kecacatan

Total produksi setahun mencapai 470.060 unit dengan jumlah defect 1.379 dengan jumlah rata rata (0,29%), yang melebihi standar kualitas perusahaan sebesar 0,25%. Tingkat kerusakan tertinggi terjadi pada bulan Oktober (0,85%).

4.2 Jenis Cacat Dominan

Melalui diagram Pareto, lima jenis cacat utama yang menyumbang lebih dari 80% dari total kerusakan adalah:

1. *Tight Wire* (26,85%)
2. *Non Stick Wedge on Lead Small* (17,00%)
3. *Lifted Bond on Lead* (13,31%)
4. *Lifted Bond on Die* (12,59%)
5. *Non Stick Wedge on Pad Heavy* (10,64%)

4.3 Penyebab Kerusakan

Berdasarkan analisis *Fishbone*, empat faktor utama penyebab defect adalah:

1. Mesin: *Wire tube* dan *set screw* aus
2. Metode: Parameter proses berubah dan kalibrasi tidak konsisten
3. Tenaga kerja: Kesalahan saat pemasangan dan pembersihan tool
4. Material: Kontaminasi pada *wire, lead, atau die*

4.4 Analisis Risiko (FMEA)

Dari hasil FMEA, cacat dengan nilai risiko tertinggi adalah *Tight Wire*, terutama disebabkan oleh perubahan parameter bonding dan *wire tube* yang sudah aus, dengan nilai RPN tertinggi 863. Disusul oleh NSWOL, dengan penyebab utama adalah *wedge tool* kotor dan kontaminasi *wire/lead*, nilai RPN tertinggi 196.

4.5 Akar Masalah (FTA)

Hasil FTA memperkuat temuan FMEA, di mana akar penyebab utama berasal dari:

1. Permukaan *bonding (pad/die)* yang terkontaminasi
2. Komponen mesin yang aus
3. Parameter bonding yang berubah
4. Ketidaktepatan saat pemasangan *jig tool*

Tabel 1. Data Total produksi dan Kerusakan selama periode satu tahun

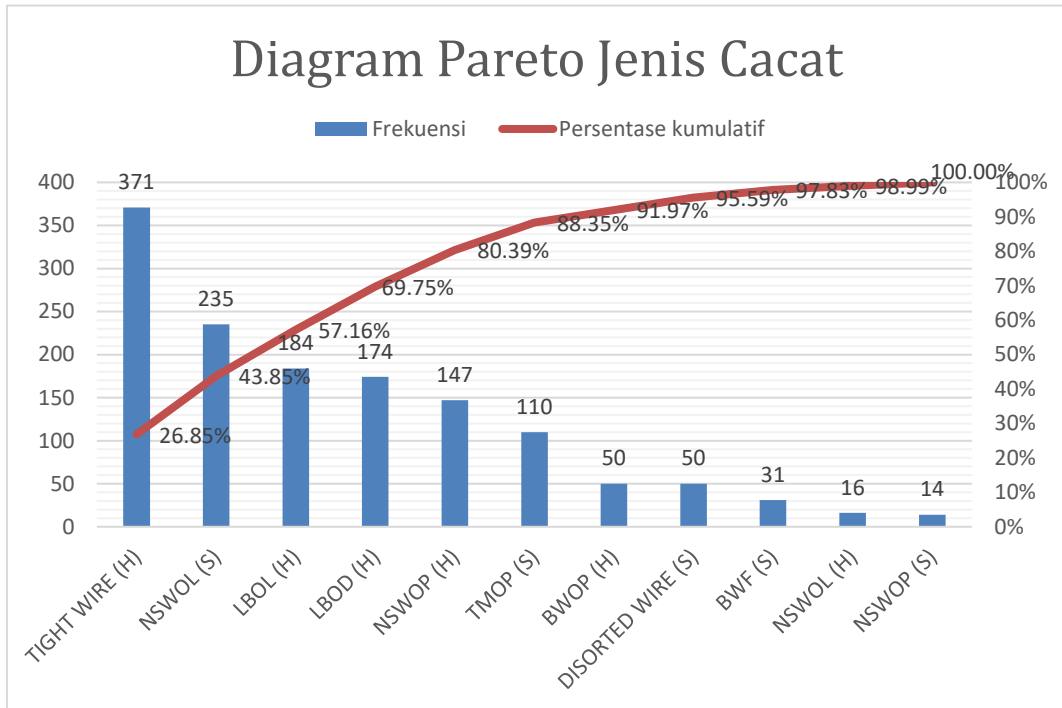
No.	Bulan	Total produksi	Total kerusakan	Persentase
1	Januari	19200	59	0,31
2	Februari	8616	4	0,05
3	Maret	55200	320	0,58
4	April	57400	224	0,39
5	Mei	57600	34	0,06
6	Juni	126320	330	0,26
7	Juli	19200	44	0,23
8	Agustus	27200	29	0,11
9	September	29187	92	0,32
10	Oktober	19200	164	0,85
11	November	28137	17	0,06
12	Desember	22800	62	0,27
Total		470060	1379	3,48
Rata Rata		39171,67	114,92	0,29

(Sumber : data penelitian 2025)

Berdasarkan Tabel diatas menyajikan data produksi dan jumlah cacat selama tahun 2024, dengan total produksi sebanyak 470.060 unit dan total kerusakan 1.379 unit, menghasilkan total persentase sebesar 3,48% dengan Rata rata persentase sebesar 0,29%. Angka ini melebihi batas standar kualitas perusahaan sebesar 0,25%. Terdapat 7

bulan dengan persentase jumlah cacat selama produksi yang menunjukkan tingkat kerusakan melebihi 0,25%.

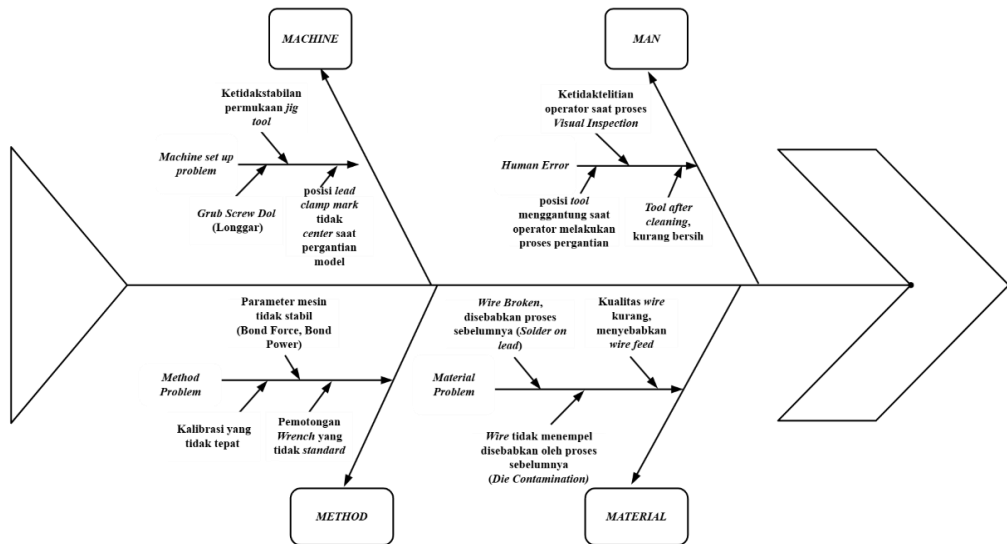
Persentase kerusakan tertinggi terjadi pada bulan Oktober (0,85%), Fluktuasi ini mengindikasikan potensi masalah yang perlu ditelusuri lebih lanjut, baik dari sisi material, mesin, metode, lingkungan, maupun tenaga kerja.



GAMBAR 2. Diagram Pareto
(Sumber : Data Penelitian 2025)

Berdasarkan Gambar diatas, analisis menggunakan diagram Pareto menunjukkan lima jenis cacat utama yang menyumbang 80,38% dari total kecacatan produksi, yaitu *Tight Wire* (26,85%), *Non Stick Wedge on Lead Small*, *Lifted Bond on Lead*, *Lifted Bond on Die*, dan *Non Stick Wedge on Pad Heavy*. Sesuai

prinsip Pareto, kelima jenis cacat ini dikategorikan sebagai cacat dominan. Oleh karena itu, penulis menetapkan lima jenis cacat dominan, termasuk yang memiliki nilai RPN tinggi, untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Fishbone*, FMEA, dan FTA.



Gambar 3. Fishbone Diagram
(Sumber : Data Penelitian 2025)

Berdasarkan *Fishbone* Diagram diatas, ditemukan empat faktor utama penyebab terjadinya defect dalam proses produksi, yaitu *Machine*, *Method*, *Man*, dan *Material*.

1. Faktor *Machine* mencakup ketidakstabilan permukaan *jig tool*, ausnya grub screw/set screw, serta posisi *lead clamp mark* yang tidak tepat saat pergantian model
2. Faktor *Method* meliputi pembersihan tool yang kurang optimal, perubahan parameter mesin (seperti *bond force* dan *bond power*), kalibrasi *torque* tool yang jarang dilakukan, serta ketidaksesuaian ukuran pemotongan *wrench*.
3. Faktor *Man* mencakup ketidakteklian operator dalam visual *inspection*, kesalahan saat pergantian *tool*, serta hasil cleaning tool yang kurang bersih.
4. Faktor *Material* meliputi *wire* yang terkontaminasi, kontaminasi *solder* pada *lead*, serta partikel asing pada permukaan *die* akibat proses sebelumnya yang kurang bersih

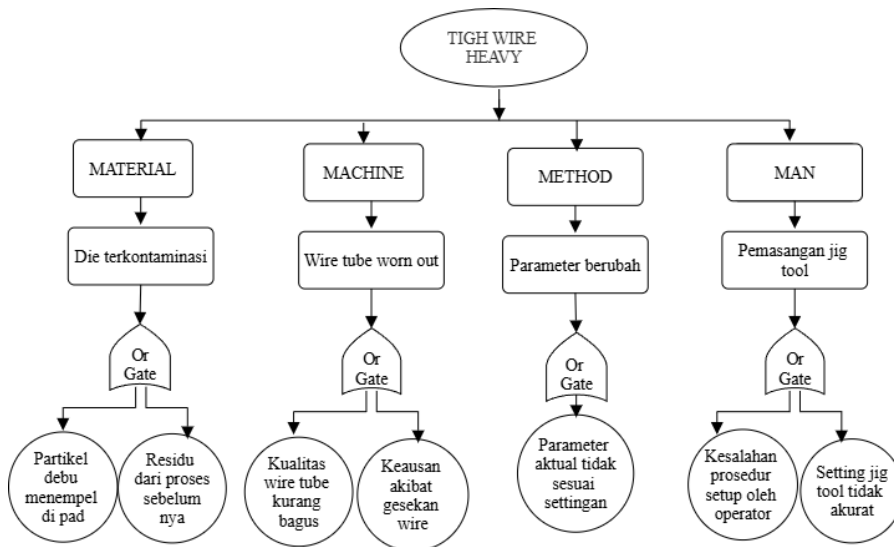
Tabel 2. Perhitungan nilai RPN *defect Tight Wire*

No	Jenis Kegagalan	Efek kegagalan (S)	Penyebab kegagalan (O)	Pengendalian (D)	Technician			RPN	Maintenance			RPN	Engineer			RPN
					S	O	D		S	O	D		S	O	D	
1.	TIGHT WIRE (HEAVY)	Kekuatan <u>wire</u> menjadi lemah	<u>Parameter loop</u> mengalami perubahan	Pengecekan dan mengubah parameter	7	5	6	210	8	6	6	288	9	7	7	441
		<u>Wire loop</u> menyentuh <u>die</u>	<u>Wire Tube</u> mengalami <u>worn out</u>	Penggantian secara berkala	7	4	5	140	7	5	6	210	4	7	8	224
		Menghasilkan <u>reability</u> <u>bondingan</u> rendah	Pemasangan <u>jig tool</u> yang tidak sejajar atau menggantung	Pastikan pemasangan <u>jig tool</u> secara presisi	5	3	4	60	5	3	4	60	4	3	4	48
		Kawat tertarik, <u>loop</u> tidak sempurna	Kondisi fisik di bagian <u>pad</u> maupun <u>lead</u> terkontaminasi	Deteksi kontaminasi dari proses sebelumnya	6	3	5	90	6	4	5	120	6	5	5	150
	Total							500				678				863
Average							125				169.5				215.75	

(Sumber : data penelitian 2025)

Berdasarkan table diatas, Jenis kegagalan tertinggi adalah *Tight Wire Heavy* yaitu kondisi di mana *bond wire* terlalu tegang dan tidak membentuk *loop* normal. Hasil analisis menunjukkan nilai RPN tertinggi berasal dari *Engineer* sebesar 863 (rata-rata 215,75), menandakan tingkat risiko yang dianggap serius. *Maintenance* mencatat RPN 678 (rata-rata 169,5), sedangkan *Technician* mencatat nilai terendah sebesar 500 (rata-rata 125).

Nilai RPN tertinggi per item berasal dari perubahan setting parameter *bond force*, dengan kontribusi terbesar dari *Engineer* (441), diikuti oleh *Maintenance* (288) dan *Technician* (210). Perbedaan nilai ini mencerminkan sudut pandang masing-masing tim: *Engineer* fokus pada risiko proses dan kualitas output, sedangkan *Maintenance* dan *Technician* lebih menekankan aspek operasional dan perawatan mesin.

**Gambar 4.** Analisa Fault Tree Analysis pada defect Tight Wire

(Sumber : Data Penelitian 2025)

Berdasarkan hasil analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) terhadap defect *Tight Wire Heavy* mengidentifikasi empat faktor utama penyebab:

1. Material: *Die* terkontaminasi, ada partikel menempel menyebabkan *wire* sulit menempel dan tertarik lebih kuat.
2. Mesin: *Wire tube* aus karena gesekan terus-menerus menyebabkan tegangan kawat meningkat.
3. Method: Parameter *bonding* berubah di luar standar (seperti *bond force* dan *power, loop*), memicu *wire* terlalu tegang.
4. Man: Pemasangan *jig tool* tidak presisi oleh operator menyebabkan posisi *bonding* tidak sejajar, sehingga kawat tertarik lebih kuat.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa defect *Tight Wire Heavy* merupakan jenis kegagalan dominan dalam proses *wire bonding Alu*, ditandai oleh nilai RPN tertinggi dari *Engineer* sebesar 863. Faktor penyebab utama meliputi perubahan parameter bonding, keausan *wire tube*, kontaminasi material, serta kesalahan operator saat pemasangan *jig tool*. Melalui analisis FMEA dan FTA, teridentifikasi bahwa perubahan parameter bonding dan kondisi mesin yang tidak optimal merupakan penyumbang utama kecacatan. Untuk mengatasinya, direkomendasikan perbaikan berupa kalibrasi dan penguncian parameter mesin secara berkala, penggantian komponen sesuai umur pakai, peningkatan kompetensi operator, serta penguatan pengendalian

kualitas material dan lingkungan kerja. Pemantauan berkelanjutan melalui metode Pareto dan FMEA secara rutin juga diperlukan guna menjaga stabilitas kualitas produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, F. A., & Gusniar, I. N. (2023). Penerapan Metode Seven Tools pada Pengendalian Kualitas Produk Cacat di PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(2).
<https://doi.org/10.32672/jse.v8i2.5991>
- Ardyansyah, R. (2020). *Analisis Penyebab Cacat Produk Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada PT. Sinar Sanata Electronic Industry*. 48.
- Atta Luthfi Nurul Falah, Khoirul Arief, & Radhinal Sa'id Riginianto. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Tempe Menggunakan Metode Seven Tools Dan FMEA. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 2(3).
<https://doi.org/10.55826/tmit.v2i3.264>
- Izzulhaq, F., Renosori, P., & Selamat. (2023). Peningkatan Kualitas Produk Genteng dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Bandung Conference Series: Industrial Engineering Science*, 3(1).
<https://doi.org/10.29313/bcsies.v3i1.6697>
- Kartika, W. Y., Harsono, A., & Permata, G. (2016). USULAN PERBAIKAN PRODUK CACAT MENGGUNAKAN METODE FAULT MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAULT TREE ANALYSIS PADA PT. SYGMA EXAMEDIA ARKANLEEMA. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Januari*, 4.
- Krisnaningsih, E., Sulistyio, A. B., Rahim, A., & Dwiyoatno, S. (2022). Fuzzy risk priority number assessment to detect and prevent product quality defects on a Mesin Roller. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 2(2), 59.
<https://doi.org/10.30656/jsmi.v2i2.681>
- Novianti, N., & Saputra, A. (2023). Pengaruh Kualitas Produk, Minat Beli dan Perilaku Konsumen Terhadap Keputusan Pembelian di Minimarket Victoria Tiban. *ECo-Buss*, 6(1), 66–78.
<https://doi.org/10.32877/eb.v6i1.656>
- Nugroho, A. J. (2017). Evaluasi Gangguan Jaringan Telepon dengan Kombinasi Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode And Effect Analysis. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 16(2), 88.
<https://doi.org/10.23917/jiti.v16i2.2420>
- Priyambada, A., Finali, A., Satria, I., Dy, P., Umar, M. L., Eko, R., Utomo, P., Rekayasa, T., Politeknik, M., & Banyuwangi, N. (2024). ANALYSIS OF THE CAUSES OF DAMAGE TO CONVEYOR BELT AT PT XYZ USES THE FTA AND METHOD FMEA ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN PADA BELT CONVEYOR DI PT XYZ MENGGUNAKAN METODE FTA DAN FMEA. *Journal of Scientech Research and Development*, 6(1).
<https://idm.or.id/JSCR/index>
- Ridwan, W., Widiastuti, R., & Nurhayati, E. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Bibit Sawit Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Metode Failutre Mode Effect Analysis (FMEA) di PT. Kapuas Sawit Sejahtera. *Reslaj : Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 5(6).

<https://doi.org/10.47467/reslaj.v5i6.2741>

Salah, B., Alnahhal, M., & Ali, M. (2023). Risk prioritization using a modified FMEA analysis in industry 4.0. *Journal of Engineering Research (Kuwait)*, 11(4).

<https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.07.001>

Shiyamy, A. F., Rohmat, S., & Sopian, A. (2021). Artikel analisis pengendalian kualitas produk dengan. *Jurnal Ilmiah Manajemen*, 2(2), 32–45.

Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 16.

Supono, J. (2018). ANALISIS PENYEBAB KECACATAN PRODUK SEPATU TERREX AX2 GORETEX DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) DAN FAILURE MODE AND EFFECT

ANALYSIS (FMEA)
PT.PANARUB INDUSTRI

DI

	Penulis pertama, Audita .S, merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam.
	Penulis kedua, Arsyad Sumantika, merupakan Dosen Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam.