

DOI <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v8i2.1408>

Analisis Potensi Kegagalan Jenis *Defect* Dominan Pada *Transmission Case* Dan *Clutch Housing* Menggunakan Metode FMEA-TOPSIS

Daffa Amara Dzikri^{1*}, Nunung Nurhasanah¹

¹Program studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia
Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12110

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: daffaamaradzikr@gmail.com

Abstract - PT. Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing Engine Factory, or PT. MKM 1 manufactures the TD-4V21 engine for canter and engine parts such as crankcase and timing gear, transmission, front axle, and differential case. This research was conducted at PT. MKM 1 on the Transmission Case and Clutch Housing production line aims to identify the dominant type of defect, analyze the potential causes of failure using the Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) method, and determine the priority causes of failure to be repaired using the Technique for Others Reference by Similarity to the method. Ideal Solution (TOPSIS). In the production of TMTD & CLH, there are three dominant types of defects based on the application of the Pareto diagram, namely, the result of the NG thread process is 42%, the hole diameter plus-minus is 23%, and the outspent position is 13%. There are causes of failure that need to be addressed based on the analysis of the Ishikawa diagram and the application of the FMEA-TOPSIS method. In the results of the NG thread process, the causes of failure that need to be overcome are the wrong settings for tools, parts, or materials that are not smooth, there are iron ores. On the defect hole diameter plus-minus, try ex tool insert, loose bolt insert tool, and overspec tool dimension. While the outspent position there are causes of failure that need to be overcome, namely the length of the part over, improvements to the-axis scale, and panel brackets that are accidentally turned off.

Abstrak – PT. Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing Engine Factory atau yang biasa disebut PT. MKM 1 merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi mesin TD-4V21 untuk produk canter dan bagian mesin seperti *crank case*, *timing gear case*, *transmission*, *front axle* dan *differential case*. Penelitian ini dilakukan di PT. MKM 1 pada lini produksi *Transmission Case* dan *Clutch Housing* yang bertujuan untuk mengidentifikasi jenis *defect* dominan, menganalisis potensi penyebab kegagalan menggunakan metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) dan menentukan penyebab kegagalan yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan menggunakan metode *Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Pada produksi TMTD & CLH terdapat tiga jenis *defect* yang dominan berdasarkan penerapan diagram pareto yaitu, hasil proses ulir NG sebesar 42%, hole diameter plus minus sebesar 23%, dan posisi outspec sebesar 13%. Terdapat penyebab kegagalan yang perlu diatasi berdasarkan analisis diagram ishikawa dan penerapan metode FMEA-TOPSIS. Pada hasil proses ulir NG yaitu penyebab kegagalan yang perlu diatasi yaitu salah setting tools, part atau material yang kurang mulus, terdapat biji besi. Pada jenis *defect* hole diameter plus minus yaitu try ex tool insert, bolt insert tool kendur, dimensi tools overspec. Sementara posisi outspec terdapat penyebab kegagalan yang perlu diatasi yaitu panjang part over, perbaikan pada skala axis b, bracket panel yang tidak sengaja dimatikan.

Keywords – *Quality improvement, FMEA, TOPSIS, Diagram Ishikawa, Failure Mode Effect And Analysis, Technique For Others Reference By Similarity To Ideal Solution.*

PENDAHULUAN

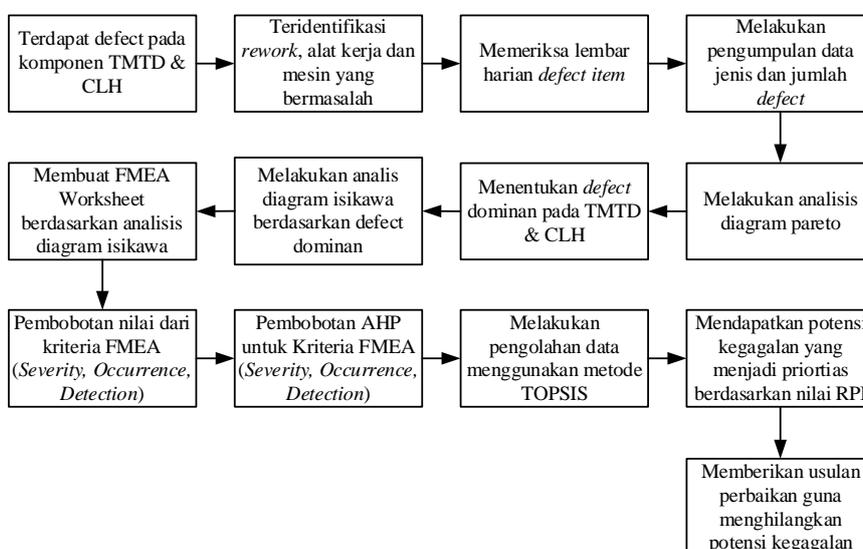
Mengontrol dan meningkatkan kualitas dapat menjadi salah satu kunci bagi perusahaan dalam menjaga kepercayaan pelanggan agar dapat bersaing dengan para kompetitor. Sesuai dengan misi pertama PT. Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing yaitu mengutamakan kepuasan pelanggan dengan memberikan produk yang berkualitas melalui kegiatan perbaikan. Selain itu, PT. MKM menerapkan IATF 16949:2016 yang merupakan standar *Quality Management System* (QMS) yang selaras dengan struktur dan persyaratan ISO 9001:2015 khusus dalam sektor otomotif. Dengan menerapkan standar tersebut PT. MKM memiliki fokus terhadap perbaikan berkelanjutan, dan menekankan *zero defect* serta tindakan pencegahan pada kerusakan atau cacat agar kualitas dan kepuasan pelanggan meningkat secara konsisten. IATF 16949:2016 memiliki salah satu coretools yaitu, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) sebagai alat *review* potensi kegagalan pada tiap tahapan proses produksi, sehingga bisa dilakukan tindakan antisipasi sebelum persiapan proses produksi. Tidak jarang terjadi kendala pada lini produksi Transmission Case dan Clutch Housing seperti rework pada benda kerja atau perbaikan alat kerja dan mesin yang bermasalah. Hal tersebut yang dapat berpotensi menyebabkan defect pada barang, pemborosan waktu proses produksi, pemborosan

bahan baku yang digunakan, dan pergantian produk yang bermasalah apabila terdapat keluhan dari pihak konsumen terhadap produk yang telah diterima. Maka dari itu, diperlukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan pada *Transmission Case* dan *Clutch Housing* dengan menggunakan metode FMEA.

Perhitungan FMEA menimbang bobot *severity*, *occurrence*, dan *detectability* yang akan menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Namun, penggunaan metode FMEA memiliki kelemahan pada nilai RPN yang memiliki nilai yang sama tetapi menimbulkan representasi risiko yang berbeda [1], untuk mengatasi kelemahan tersebut maka dapat digunakan metode TOPSIS dengan pembobotan menggunakan AHP (*Analytical Hierarchy Process*) berdasarkan kriteria FMEA yang bertujuan untuk menghindari nilai RPN yang didapatkan sama pada perhitungan FMEA [2], penelitian kali ini menggunakan metode FMEA-TOPSIS dan menggunakan pendekatan AHP untuk menghindari nilai RPN yang didapatkan sama pada perhitungan FMEA dan memudahkan dalam penentuan potensi penyebab kegagalan yang menjadi prioritas.

METODE

Kerangka Berpikir Penelitian

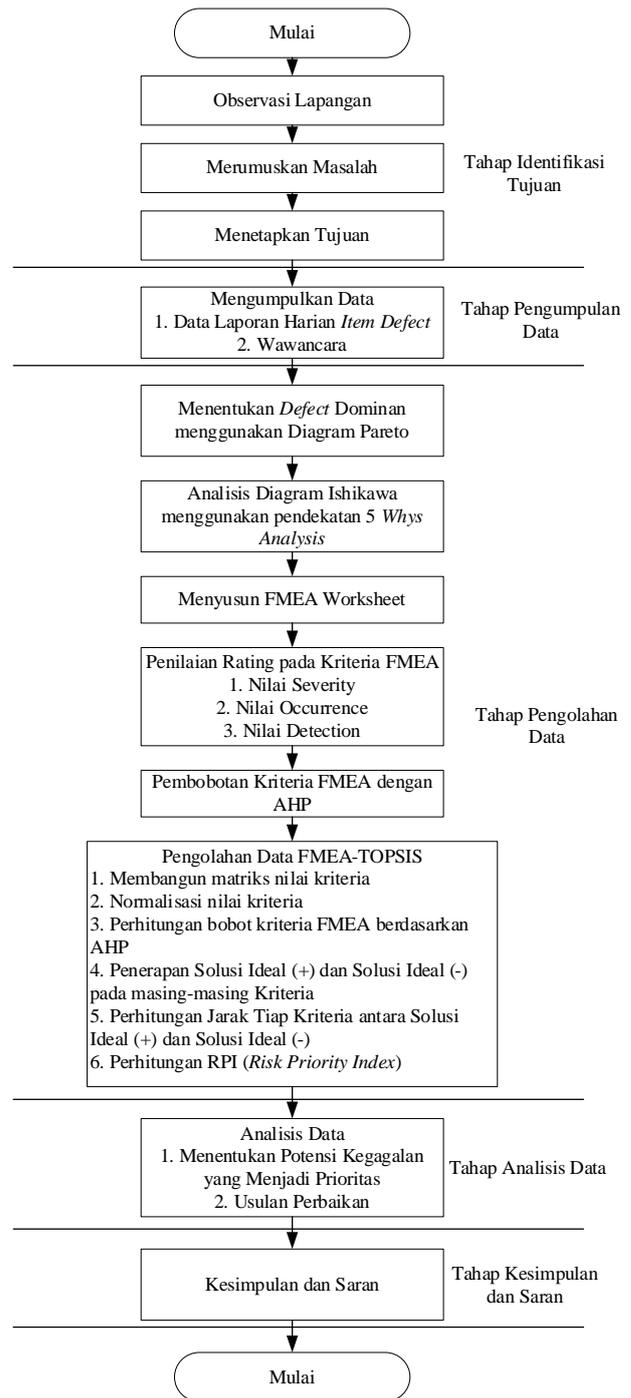


Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian

Kerangka berpikir penelitian. Konsep berpikir penelitian ini dibuat berdasarkan latar belakang dan permasalahan pada penelitian. Berdasarkan hasil observasi penelitian yaitu terdapat *defect* pada komponen TMTD & CLH dan terdapat permasalahan *rework*, perbaikan alat kerja dan mesin yang bermasalah yang dapat berpotensi menyebabkan *defect*. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk dapat memberikan usulan perbaikan guna mengurangi potensi kegagalan pada komponen TMTD & CLH.

Flowchart Penelitian

Tahapan pertama dilakukan dengan kegiatan observasi tempat penelitian yaitu pada PT. MKM 1. Berdasarkan hasil observasi terdapat beberapa permasalahan mengenai kualitas dalam proses produksi yang berdampak langsung pada kualitas akhir produk jadi. Hal tersebut dapat mempengaruhi proses produksi dan dapat mengakibatkan defect pada produk. Setelah mengetahui permasalahan yang terjadi dalam lingkup tersebut maka kemudian dilakukan perumusan masalah penelitian dan penetapan tujuan penelitian untuk mencari solusi dan menjawab rumusan masalah tersebut. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk melakukan identifikasi jenis *defect* dominan pada *transmission case* dan *clutch housing*, setelah itu melakukan analisis sebab-akibat terjadinya *defect* dominan tersebut yang dapat membantu Quality Manager mengidentifikasi penyebab *defect* dengan menggunakan metode FMEA dan melakukan pembobotan menggunakan AHP pada kriteria FMEA yaitu *severity*, *occurrence*, *detection* untuk mengetahui kriteria yang paling berpengaruh dalam pembobotan FMEA. Setelah mengetahui setiap penyebab dari defect maka langkah selanjutnya yaitu menentukan urutan prioritas penyebab kegagalan. Penggunaan metode TOPSIS dapat memudahkan peneliti dalam menentukan penyebab kegagalan yang paling berdampak untuk diprioritaskan sehingga perlu diatasi.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis dan Jumlah Defect

Jenis *defect* pada TMTD & CLH diambil berdasarkan laporan harian *item reject* yang telah peneliti rekam dimulai pada Januari-Desember 2021. Laporan harian tersebut berisikan model barang, jenis barang, jenis *defect* dan jumlah *defect*.

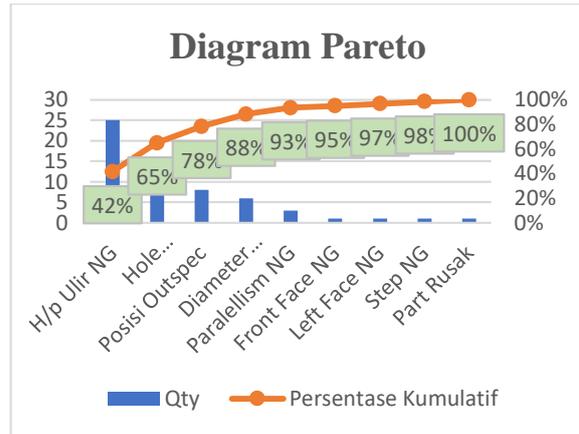
Tabel 1. Jenis dan Jumlah Defect

Jenis Defect	Qty
H/p Ulir NG	25
Hole Diameter Plus Minus	14
Posisi Outspec	8
Diameter Hole Blong	6
Paralellism NG	3
Front Face NG	1
Left Face NG	1
Step NG	1
Part Rusak	1

Jumlah *defect* produksi TMTD & CLH pada periode Januari 2021 hingga Desember 2021. Jumlah *defect* yang terdapat pada periode tersebut yaitu sebanyak 60-unit. Dari data jumlah *defect* tersebut dilakukan pendekatan menggunakan diagram pareto untuk menentukan *defect* dominan.

Diagram Pareto

Untuk dapat mengetahui *defect* dominan, perlu dilakukan perhitungan persentase kumulatif pada jenis *defect* yang ada dengan menggunakan diagram Pareto. Diagram Pareto merupakan diagram batang yang dapat menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian, setiap diagram batang mewakili satu permasalahan. Masalah yang paling banyak terjadi akan menjadi diagram batang yang paling tinggi, sebaliknya jika masalah yang paling sedikit diwakili oleh diagram batang yang paling rendah [3], pada diagram Pareto menggunakan prinsip 80/20 dapat memudahkan dalam mengidentifikasi 20% jenis cacat yang merupakan 80% kecacatan yang dihasilkan dari proses produksi [4], berikut hasil diagram Pareto berdasarkan persentase kumulatif pada jenis *defect*.

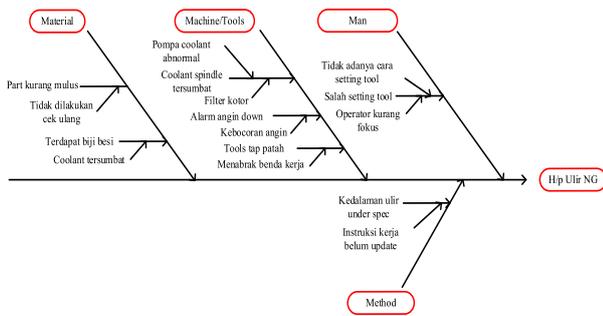


Gambar 3. Diagram Pareto

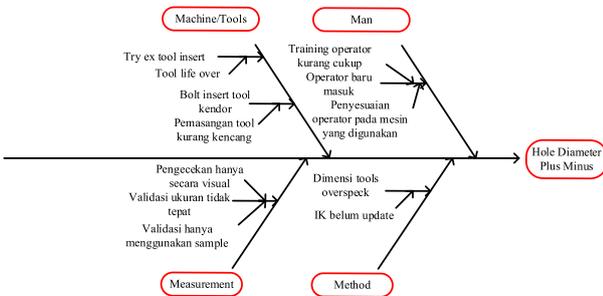
Hasil pada diagram Pareto menunjukkan bahwa pada urutan pertama yaitu H/p Ulir NG dengan persentase kumulatif sebesar 42%, selanjutnya terdapat jenis *defect hole diameter plus minus* dengan persentase kumulatif sebesar 65%, dan posisi *outspec* dengan persentase kumulatif sebesar 78%. Ketiga jenis *defect* tersebut yang menjadi *defect* dominan yang perlu dilakukan analisis secara mendalam pada penelitian ini. Dari setiap jenis *defect* yang dominan dilakukan analisis untuk mengetahui sebab-akibat terjadinya permasalahan tersebut. Dengan menggunakan *cause and effect* diagram atau yang biasa disebut diagram Ishikawa dapat dilakukan identifikasi akar penyebab dari suatu permasalahan atau *defect* yang menjadi prioritas.

Diagram Ishikawa

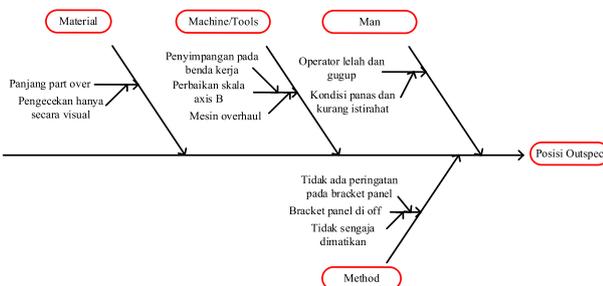
Diagram Ishikawa merupakan representasi yang menggambarkan hubungan antara hasil tertentu dan penyebabnya, pada bagian efek yang dihasilkan atau masalah yang diprioritaskan dapat ditunjukkan pada bagian kepala ikan, sedangkan penyebab potensial terdapat pada struktur tulang ikan [5], keuntungan dalam menggunakan diagram ishikawa yaitu dapat memahami secara jelas masalah penyebabnya dan seberapa besar masalah dapat mempengaruhi hasil akhir [6], berikut merupakan diagram ishikawa pada jenis *defect* dominan.



Gambar 4. Diagram Ishikawa H/p Ulir NG



Gambar 5. Diagram Ishikawa Hole Diameter Plus Minus



Gambar 6. Diagram Ishikawa Posisi Outspec

Diagram ishikawa pada jenis *defect* dominan yaitu hasil proses ulir NG, *hole* diameter *plus minus*, dan posisi *outspec*. Proses analisa menggunakan diagram ishikawa dilakukan dengan wawancara dan *brainstorming* dengan para pakar untuk menambahkan informasi mengenai penyebab dari *defect* berdasarkan faktor *man*, *machine/tools*, *material*, *measurement*, *method*, dan *environment*. Wawancara pada analisis diagram ishikawa dilakukan dengan menggunakan pendekatan *5 Why Analysis* yang dapat membantu menentukan titik akar dari suatu permasalahan serta membantu untuk menambah pemahaman mengenai akar-akar permasalahan. Hasil dari diagram ishikawa dapat digunakan untuk menyusun FMEA Worksheet untuk dapat mengidentifikasi *potential effect of failure*, *cause of failure*, dan *detection*.

Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)

FMEA perlu dirancang dengan melalui proses diskusi dengan setiap departemen yang bersinggungan dengan proses produksi ataupun dengan desain produk guna menganalisis penyebab kegagalan terhadap komponen produk [7], FMEA menggunakan kriteria kemungkinan kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan deteksi (*detection*) [8], berikut hasil penyusunan FMEA.

Tabel 2. Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)

Mode of Failure	Potential Effect of Failure	SEV	Cause of Failure	OCC	Current Control	DET
H/p Ulir NG	Salah setting tools	7	Operator menjadi tidak fokus karena ragu pada saat pemasangan tools dan operator tidak mengetahui cara setting tools	5	Membuat instruksi kerja atau prosedur cara melakukan setting tools dan melakukan pemantauan terhadap operator pada saat dilakukan setting tools	7
	Coolant spindle tersumbat	6	Filter pada coolant spindle yang kotor dan pompa coolant yang abnormal yang menyebabkan coolant tidak keluar dengan lancar	5	Mengganti filter coolant	6
	Alarm angin down	6	Kebocoran angin pada mesin yang mengakibatkan alarm angin tidak berfungsi	4	Melakukan perbaikan pada mesin yang memiliki masalah bocor angin	6

<i>Mode of Failure</i>	<i>Potential Effect of Failure</i>	<i>SEV</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>OCC</i>	<i>Current Control</i>	<i>DET</i>
Hole Diameter Plus Minus	Tools tap patah	7	Tools yang digunakan pada saat proses ulir menabrak benda kerja	4	Menghentikan proses ulir sementara dan mengganti tools yang patah dengan tools yang baru	5
	Part atau material yang kurang mulus	8	Tidak dilakukan pengecekan kembali sebelum benda kerja masuk ke dalam proses atau pada saat penerimaan benda kerja di gudang	4	Pengecekan secara visual secara sampling pada saat kedatangan material	7
	Terdapat biji besi	7	Coolant setelah proses ulir tersumbat membuat benda kerja tidak bersih dari chip	4	Operator cek pada coolant spindle apabila terdapat peringatan coolant yang tersumbat	6
	Kedalaman ulir under spec	5	Tidak adanya instruksi kerja mengenai kedalaman tools ulir dan pemasangan tools ulir	4	Update instruksi kerja mengenai tools ulir dan kedalaman tools ulir	6
	Operator baru masuk	5	Training yang didapatkan oleh operator kurang mencukupi dan operator masih melakukan penyuaian pada mesin yang terdapat pada lini produksi	4	Memberikan waktu training tambahan dengan waktu tertentu pada operator tersebut dan mengganti operator tersebut dengan operator yang lebih berpengalaman	4
	Try ex tool insert	7	Masa pakai tools yang digunakan sudah habis dan perlu diganti, perlu mencoba tools tersebut ketika sudah diganti	6	Cek hasil proses diameter setelah menggunakan tools baru dan membuat Instruksi kerja Regrind Tools	6
	Bolt Insert Tool Kendor	7	Pemasangan tools kurang kencang	4	Operator memastikan kembali pada saat setelah dilakukan pemasangan tools	5
	Dimensi tools overspec	7	Instruksi Kerja mengenai penggantian tools belum update	5	Operator memastikan kembali kepada bagian PE atau Foreman mengenai dimensi tools yang akan digunakan atau diganti dan update Instruksi Kerja	7
	Validasi ukuran tidak tepat	4	Sistem pengukuran sampel yang dipakai tidak tepat digunakan pada model baru	5	Melakukan uji sistem pengukuran yang akan digunakan pada model baru	4
	Posisi Outs spec	Operator lelah dan gugup	4	Kondisi panas dan operator sedang dalam keadaan kurang istirahat	5	Menambah kipas angin pada area produksi TMTD & CLH
	Perbaiki skala axis B	7	Adanya penyimpangan pada benda kerja dan	5	Melakukan cek terhadap skala axis pada mesin secara	7

Mode of Failure	Potential Effect of Failure	SEV	Cause of Failure	OCC	Current Control	DET
			pada saat mesin overhaul		rutin dan jadwal maintenance akurasi mesin oleh PM	
	Panjang part over	8	Pengecekan hanya secara visual	4	Instruksi Kerja oleh QM mengenai incoming material inspection	8
	Bracket panel di off	7	Tidak ada peringatan pada mesin dan tidak sengaja dimatikan oleh operator	3	Prosedur pengoperasian mesin oleh PE	5

Pembobotan berdasarkan kriteria FMEA. Tabel FMEA dibuat terlebih dahulu untuk dapat mengidentifikasi *potential effect of failure*, *cause of failure*, dan *current control* yang sebelumnya sudah didapatkan berdasarkan hasil analisis menggunakan diagram ishikawa. Pembobotan dilakukan bersama dengan tiga pakar yaitu, *Quality Manager*, *Foreman* dan *leader operator* untuk dapat menentukan bobot dari masing-masing kriteria yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection*.

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process merupakan suatu metode pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. *Analytical Hierarchy Process* merupakan teori pengukuran perbandingan berpasangan yang bergantung pada penilaian para ahli untuk menunjukkan skala prioritas [9], kegunaan *Analytical Hierarchy Process* dapat menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria kompleks menjadi suatu hirarki yang dapat digunakan dalam penentuan alternatif keputusan, perencanaan, penyusunan prioritas, dan optimasi [10], pengolahan data AHP pada penelitian ini dibantu menggunakan *software Super Decision*. Tahapan pertama pada pengolahan data AHP yaitu membuat struktur hierarki dengan 2 level, level pertama untuk tujuan dan level kedua untuk kriteria. Pada level kriteria terdapat tiga kriteria FMEA yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection*. Dengan menggunakan *software Super Decision*, konsistensi jawaban pakar dapat dilihat secara langsung berdasarkan nilai *Consistency Ratio* (CR) yang telah didapatkan. Berikut merupakan hasil (CR) yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Consistency Ratio

No	Nama Pakar	Consistency Ratio (CR)
1	Faqih Maulana A	0,06239
2	Wagimin	0,09040
3	Sani	0,05156

CR dari masing-masing pakar kurang dari 0,1 maka dapat dikatakan setiap pengisian pakar dalam menentukan perbandingan kriteria berpasangan sudah konsisten. Langkah selanjutnya yaitu menghitung *geomean* untuk menggabungkan jawaban dari setiap pakar. Perhitungan *geomean* dilakukan menggunakan excel. Berikut merupakan hasil perhitungan *geomean* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Geomean Perbandingan Berpasangan

Geomean Perbandingan Berpasangan			
Kriteria	Severity	Occurrence	Detection
Severity	1	0,23	3,30
Occurrence	4,23	1	5,94
Detection	0,29	0,15	1

Setelah mendapatkan hasil *geomean*, maka langkah selanjutnya yaitu memindahkan hasil *geomean* ke dalam *software Super Decision* untuk mengetahui kembali (CR) gabungan dari ketiga pakar. Didapatkan hasil (CR) sebesar 0.08375, yang artinya jawaban dari ketiga pakar setelah digabungkan menggunakan *geomean* sudah konsisten dikarenakan angka tersebut kurang dari 0,1. Dapat disimpulkan bahwa jawaban dari pakar dapat dibenarkan. Langkah selanjutnya yaitu, menghitung normalisasi atau menghitung bobot dari setiap kriteria. Berikut dapat dilihat Tabel 5 yang merupakan hasil normalisasi yang didapatkan menggunakan *software Super Decision*.

Tabel 5. Hasil Normalisasi Kriteria FMEA

Kriteria	Normalisasi
Severity	0,215209781
Occurrence	0,697306568
Detection	0,087483650

Hasil normalisasi kriteria FMEA yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection*. Pada kriteria *severity* didapatkan bobot sebesar 0,215, pada kriteria *occurrence* didapatkan bobot sebesar 0,697 dan pada

kriteria *detection* didapatkan bobot sebesar 0,215. Hasil normalisasi tersebut merupakan bobot yang nantinya digunakan pada perhitungan bobot dalam metode TOPSIS.

Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

Metode TOPSIS merupakan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) untuk membantu memecahkan permasalahan atau pengambilan keputusan dari beberapa alternatif yang ada [11], TOPSIS bertujuan untuk menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, dimana alternatif yang dipilih memiliki jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan memiliki jarak terjauh dari solusi ideal negatif [12], setelah mendapatkan hasil pembobotan kriteria FMEA dengan menggunakan AHP maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengolahan data menggunakan metode TOPSIS. Metode tersebut digunakan untuk menentukan permasalahan yang diprioritaskan berdasarkan nilai RPI pada TOPSIS. Urutan prioritas tersebut dapat memudahkan perusahaan dalam mengambil tindakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang mungkin terjadi. Berikut merupakan perhitungan menggunakan metode TOPSIS.

(1). Membangun matriks perbandingan kriteria. Pada langkah ini peneliti membuat matriks perbandingan kriteria pada metode TOPSIS. Matriks perbandingan kriteria dibuat berdasarkan kriteria FMEA dengan setiap *potential failure* pada jenis defect atau failure mode yang terdapat pada FMEA.

Tabel 6. Matriks Perbandingan Kriteria Jenis Defect H/p Ulir NG

Kode	Potential Failure	Severity	Occurrence	Detection
A1	Salah setting tools	7	5	7
A2	Coolant spindle tersumbat	6	5	6
A3	Alarm angin down	6	4	6
A4	Tools tap patah	7	4	5
A5	Part atau material yang kurang mulus	8	4	7
A6	Terdapat biji besi	7	4	6
A7	Kedalaman ulir under spec	5	4	6

(2). Normalisasi matriks perbandingan kriteria

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \tag{1}$$

$$r_{11} = \frac{7}{7+6+6+7+8+7+5} = \frac{7}{46} = 0,152 \tag{2}$$

Dari persamaan didapatkan nilai kriteria ternormalisasi sebesar 0,152 pada *potential failure* salah *setting tools* untuk kriteria *severity*. Berikut hasil perhitungan pada matriks perbandingan kriteria ternormalisasi yang dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 7. Matriks Perbandingan Kriteria Ternormalisasi H/p Ulir NG

Kode	Potential Failure	Severity	Occurrence	Detection
A1	Salah setting tools	0,152	0,167	0,163
A2	Coolant spindle tersumbat	0,130	0,167	0,140
A3	Alarm angin down	0,130	0,133	0,140
A4	Tools tap patah	0,152	0,133	0,116
A5	Part atau material yang kurang mulus	0,174	0,133	0,163
A6	Terdapat biji besi	0,152	0,133	0,140
A7	Kedalaman ulir under spec	0,109	0,133	0,140

(3). Perhitungan Matriks Ternormalisasi Terbobot. Selanjutnya yaitu melakukan perhitungan bobot pada setiap kriteria FMEA yang telah didapatkan menggunakan metode AHP. Perhitungan matriks ternormalisasi terbobot dengan cara mengalikan nilai matriks ternormalisasi dengan bobot hasil perhitungan menggunakan AHP. Hasil perhitungan matriks ternormalisasi terbobot dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 8. Matriks Ternormalisasi Terbobot H/p Ulir NG

Kode	Potential Failure	Severity	Occurrence	Detection
A1	Salah setting tools	0,033	0,116	0,035
A2	Coolant spindle tersumbat	0,028	0,116	0,030
A3	Alarm angin down	0,028	0,093	0,030
A4	Tools tap patah	0,033	0,093	0,025

Kode	Potential Failure	Severity	Occurrence	Detection
A5	Part atau material yang kurang mulus	0,037	0,093	0,035
A6	Terdapat biji besi	0,033	0,093	0,030
A7	Kedalaman ulir under spec	0,023	0,093	0,030

(4). Perhitungan Solusi Ideal Positif dan Solusi Ideal Negatif. Langkah selanjutnya yaitu menghitung solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Perhitungan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dapat dilihat sebagai berikut.

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \tag{3}$$

$$A_{Severity}^+ = \max(0,033; 0,028; 0,028; 0,033; 0,037; 0,033; 0,023) = 0,037$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \tag{4}$$

$$A_{Severity}^- = \min(0,033; 0,028; 0,028; 0,033; 0,037; 0,033; 0,023) = 0,023$$

Berikut merupakan hasil perhitungan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif pada setiap masing-masing kriteria FMEA yang dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 9. Solusi Ideal Positif dan Negatif H/p Ulir NG

Keterangan	Severity	Occurrence	Detection
Solusi Ideal +	0,037	0,116	0,014
Solusi Ideal -	0,023	0,093	0,010

Solusi ideal positif dan solusi ideal negatif pada masing-masing kriteria FMEA pada jenis *defect* hasil proses ulir NG. Didapatkan solusi ideal positif kriteria *severity* sebesar 0,037, pada solusi ideal negatif didapatkan sebesar 0,023. Pada kriteria *occurrence* didapatkan solusi ideal positif sebesar 0,116 dan solusi ideal negatif sebesar 0,093. Pada kriteria *detection* didapatkan solusi ideal positif sebesar 0,014 dan solusi ideal negatif sebesar 0,010.

(5). Perhitungan Jarak Solusi Ideal Positif dan Solusi Ideal Negatif. Pada langkah ini dilakukan perhitungan jarak antara solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Perhitungan jarak solusi ideal

positif dan solusi ideal negatif dapat dilihat sebagai berikut.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2} \tag{5}$$

$$D_1^+ = \sqrt{(0,033 - 0,037)^2 + (0,116 - 0,116)^2 + (0,035 - 0,014)^2} = 0,00468$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2} \tag{6}$$

$$D_1^- = \sqrt{(0,033 - 0,023)^2 + (0,116 - 0,93)^2 + (0,035 - 0,010)^2} = 0,010$$

Dari persamaan didapatkan jarak solusi ideal positif pada kode A1 yaitu sebesar 0,00468 dan jarak solusi ideal negatif pada kode A1 sebesar 0,010. Hasil perhitungan jarak antara solusi ideal positif dan solusi ideal negatif pada setiap *potential failure* hasil proses ulir NG dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif H/p Ulir NG

Kode	Jarak Solusi Ideal Positif	Jarak Posisi Ideal Negatif
A1	0,00468	0,010
A2	0,00936	0,005
A3	0,00990	0,005
A4	0,00524	0,009
A5	0,00054	0,014
A6	0,00522	0,009
A7	0,01458	0,000

(6). Perhitungan RPI (*Risk Priority Index*). Langkah terakhir pada metode TOPSIS yaitu melakukan perhitungan RPI (*Risk Priority Index*). Perhitungan RPI dapat membantu untuk menentukan prioritas berdasarkan peringkat. Perhitungan nilai *Risk Priority Index* (RPI) dapat dilihat sebagai berikut.

$$V_i = \frac{D_i}{D_i^- + D_i^+} \tag{7}$$

$$RPI_{A1} = \frac{0,010}{0,00468 + 0,010} = 0,679$$

Dari persamaan didapatkan hasil perhitungan nilai RPI pada kode A1 sebesar 0,679. Hasil perhitungan nilai *Risk Priority Index* (RPI) pada setiap *potential failure* hasil proses ulir NG yang dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 11. Nilai RPI H/p Ulir NG

Kode	RPI	Ranking
A1	0,679	2
A2	0,358	5
A3	0,321	6
A4	0,641	4
A5	0,963	1
A6	0,642	3
A7	0,000	7

Hasil perhitungan RPI dan terdapat juga peringkat pada masing-masing potential failure hasil proses ulir NG. Peringkat yang terdapat pada RPI dapat membantu dalam menentukan urutan prioritas pada permasalahan yang perlu diatasi. Berikut merupakan peringkat prioritas pada *potential failure* hasil proses ulir NG, *hole diameter plus minus*, dan posisi *outspec* berdasarkan nilai RPI yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Ranking Potential Failure H/p Ulir NG

Kode	Potential Failure	RPI	Ranking
A5	Part atau material yang kurang mulus	0,963	1
A1	Salah setting tools	0,679	2
A6	Terdapat biji besi	0,642	3
A4	Tools tap patah	0,641	4
A2	Coolant spindle tersumbat	0,358	5
A3	Alarm angin down	0,321	6
A7	Kedalaman ulir under spec	0,000	7

Tabel 13. Ranking Potential Failure Hole Diameter Plus Minus

Kode	Potential Failure	RPI	Ranking
B2	Try ex tool insert	1,000	1
B4	Dimensi tools overspec	0,837	2
B3	Bolt Insert Tool Kendor	0,600	3
B1	Operator baru masuk	0,200	4
B5	Validasi ukuran tidak tepat	0,124	5

Tabel 14. Ranking Potential Failure Posisi Outspec

Kode	Potential Failure	RPI	Ranking
C3	Panjang part over	0,954	1
C2	Perbaikan skala axis B	0,792	2
C4	Bracket panel di off	0,622	3
C1	Operator lelah dan gugup	0,168	4

Setelah mendapatkan peringkat prioritas *potential failure* pada setiap jenis dominan, maka selanjutnya peneliti memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode FMEA TOPSIS. Dalam memberikan usulan perbaikan, peneliti memberikan terlebih dahulu hasil perhitungan metode yang digunakan bersama kepada bagian *Quality Management, Foreman*, dan *Assistant Foreman* agar mengetahui masalah yang menjadi prioritas untuk diatasi oleh pihak perusahaan. Setelah bagian tertentu mengetahui permasalahan yang diprioritaskan, maka peneliti dengan *Quality Manager, Foreman*, dan *Assistant Foreman* melakukan brainstorming dan diskusi untuk dapat mengetahuiantisipasi yang bisa dilakukan untuk menghindari permasalahan tersebut.

Usulan Perbaikan terhadap Defect H/p Ulir NG

Part atau *material* kurang mulus. Pada *potential failure part* atau *material* yang kurang mulus didapatkan nilai RPI sebesar 0,963 dengan peringkat utama yang menjadi prioritas utama dalam menyebabkan *defect* hasil proses ulir NG. Material yang tidak mulus dapat menyebabkan kerusakan pada *tools* dan menghasilkan ulir yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Material yang kurang mulus berasal pengiriman atau impor dengan kode barang CKD yang masuk ke dalam gudang material. Pihak QM sudah membuat instruksi kerja mengenai incoming material inspection dengan cara melakukan visual cek secara sampling. Namun, permasalahan tersebut tetap ada dikarenakan tidak adanya fungsi pengawasan pada instruksi kerja ketika kedatangan material dari luar. Perlu dilakukan fungsi pengawasan dan *controlling* oleh pihak QM terhadap instruksi kerja yang sudah dibuat untuk mengetahui operator sudah melakukan pengecekan sesuai dengan instruksi kerja atau belum.

Salah *Setting Tools*. Pada *potential failure* salah *setting tools* didapatkan nilai RPI sebesar 0,679. Kesalahan dalam *setting tools* dapat menyebabkan hasil ulir yang kurang baik seperti, kebocoran dan tidak dapat dilakukan proses *assembly* pada lini produksi selanjutnya. Untuk permasalahan kesalahan *setting tools* diperlukan pengecekan kembali hasil *setting* atau pemasangan *tools* sebelum dimulai proses produksi. Pada instruksi kerja ditambahkan checklist untuk operator memastikan kembali apabila terdapat *tools* yang diganti atau terdapat *tools* yang diperbaiki sebelum proses produksi dimulai.

Terdapat Biji Besi. Pada *potential failure* terdapat biji besi didapatkan nilai RPI sebesar 0,642. Permasalahan biji besi yang terdapat pada material dapat menyebabkan hasil ulir yang kurang baik dan bisa menyebabkan benda kerja tidak dapat dilakukan proses *assembly*. Biji besi tersebut disebabkan oleh *coolant* yang tidak keluar atau tersumbat pada proses. Agar *coolant* dapat keluar dengan lancar dan dapat membersihkan hasil proses pada benda kerja maka diperlukan *maintenance* rutin pada mesin. Pada saat melakukan *maintenance* perlu dilakukan cek pada pompa *coolant* dan *filter coolant*. Filter perlu diganti apabila pada saat cek sudah kotor atau sudah banyak *chip*.

Usulan Perbaikan terhadap Jenis *Defect Hole Diameter Plus Minus*

Try ex Tool Insert. Pada *potential failure try ex tool insert* didapatkan nilai RPI sebesar 1 dengan peringkat utama yang menjadi prioritas utama dalam menyebabkan *defect hole diameter plus minus*. Permasalahan tersebut bisa menyebabkan part reject yang artinya part tidak dapat digunakan kembali pada proses selanjutnya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan melakukan cek akurasi mesin secara rutin apabila telah dilakukan penggantian *tools insert*. Selain itu diperlukan pengawasan pada operator pada saat melakukan pengasahan *tools* pada *shop tools* sesuai dengan instruksi kerja *regrind tools*.

Dimensi *Tools Overspec*. Pada *potential failure* dimensi *tools overspec* didapatkan nilai RPI 0,837. Permasalahan tersebut dapat menyebabkan bearing tidak dapat dipasang, dan shaft gear tidak dapat dipasang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu pengawasan pada operator pada saat melakukan pengasahan *tools* pada *shop tools* sesuai dengan instruksi kerja *regrind tools*.

Bolt Insert Tool Kendor. Pada *potential failure bolt insert tool kendor* didapatkan nilai RPI 0,600. Bolt insert tool yang kendor dapat menyebabkan tools yang dipasang tidak kuat untuk melakukan proses pada benda kerja Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan pengawasan pada operator pada saat melakukan pemasangan tools sesuai dengan instruksi kerja *setting tools*.

Usulan Perbaikan terhadap Posisi *Outspec*

Panjang *Part Over*. Pada *potential failure* panjang *part over* didapatkan nilai RPI sebesar 0,963 dengan peringkat utama yang menjadi prioritas utama dalam menyebabkan posisi *outspec*. Panjang *part over* dapat menyebabkan *over* pemakanan di mesin TM-

10 sehingga dapat merusak tools yang digunakan. Perlu dilakukan fungsi pengawasan dan *controlling* oleh pihak QM terhadap instruksi kerja yang sudah dibuat untuk mengetahui operator sudah melakukan pengecekan sesuai dengan instruksi kerja atau belum.

Perbaikan skala axis B. Pada *potential failure* perbaikan skala axis B didapatkan nilai RPI 0,792. Perbaikan skala axis dapat menyebabkan part reject karena adanya penyimpangan pada benda kerja. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan pencatatan hasil *maintenance* rutin pada akurasi pada mesin untuk cek skala axis agar perbaikan tidak dilakukan secara berulang-ulang.

Bracket Panel di Off. Pada *potential failure bracket panel off* didapatkan nilai RPI sebesar 0,622. Bracket panel yang dimatikan dapat menyebabkan seluruh proses pada mesin TMTD & CLH berhenti. Perlu adanya peringatan pada mesin agar operator tidak dengan sengaja mematikan mesin yang tidak perlu dimatikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut Terdapat tiga jenis defect yang dominan yaitu, hasil proses ulir NG, *hole diameter plus minus*, dan posisi *outspec*. Jenis *defect* hasil proses ulir NG disebabkan karena salah *setting tools*, *coolant spindle* yang tersumbat, alarm angin *down*, *tools tap* patah, *part* atau material yang kurang mulus, terdapat biji besi, kedalaman ulir *underspec*. Jenis *defect hole diameter plus minus* disebabkan dengan temuan operator yang baru masuk, *try ex tool insert*, *bolt insert tool kendor*, dimensi *tools overspec*, dan validasi ukuran yang tidak tepat. Sementara posisi *outspec* dikarenakan operator yang lelah dan gugup, perbaikan pada skala axis b, panjang *part over*, *bracket panel* yang di *off*.

Berdasarkan penerapan AHP didapatkan bobot kriteria *severity* yaitu sebesar 0,215, pada kriteria *occurrence* didapatkan bobot sebesar 0,697 dan pada kriteria *detection* didapatkan bobot sebesar 0,215. Berdasarkan penerapan menggunakan metode FMEA-TOPSIS didapatkan *failure potential* yang menjadi prioritas yaitu, *Part* atau material yang kurang mulus, Salah *setting tools*, Terdapat biji besi, *Try-ex tool insert*, *Bolt insert tool kendor*, Dimensi *tools overspec*, Panjang *part over*, Perbaikan skala axis B, *Bracket panel* di *off*

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan berdasarkan penerapan metode FMEA-TOPSIS yaitu Melakukan pengawasan pada fungsi instruksi kerja *incoming material inspection* dan terdapat PIC yang bertanggung jawab melaporkan ke bagian QM mengenai hasil pengecekan material yang baru datang. Menambah *checklist* keadaan *tools* pada *checklist* mesin untuk operator. Agar operator memastikan kembali apabila terdapat *tools* yang diganti atau terdapat *tools* yang diperbaiki sebelum proses produksi dimulai. Menambah *checklist* keadaan pompa *coolant* dan filter *coolant* pada *checklist* mesin. Pengawasan langsung pada operator pada saat melakukan pengasahan *tools* pada *shop tools* sesuai dengan instruksi kerja *regrind tools*. Apabila *maintenance* rutin pada hasil akurasi mesin tahunan sudah dilakukan, maka hasil *maintenance* rutin perlu dilakukan pencatatan oleh PM dan catatan terdapat pada rantai produksi agar dapat dilakukan cek apabila terdapat *reactive maintenance* atau ketidakakuratan yang terjadi. Peringatan atau simbol pada sekitar tombol *switch on* atau *off* pada mesin yang tidak perlu dimatikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan perkuliahan selama 8 semester ini meliputi Orang tua, Kakak dan Adik yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan serta doa, Ibu Dr. Nunung Nurhasanah, S.T, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Universitas Al Azhar Indonesia yang telah memberikan beasiswa kepada Penulis, Bapak/Ibu Dosen Teknik Industri Universitas Al-Azhar Indonesia yang telah menanamkan ilmu kepada penulis, Pak Faikar Zaky selaku Alumni Teknik Industri Universitas Al-Azhar Indonesia yang telah merekomendasikan penulis untuk dapat melakukan penelitian di PT. Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing, Karyawan PT Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing yang telah menerima dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian, Teman-teman Teknik Industri 2018 yang telah saling membantu dan menyemangati penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] R. Putra Perdana and E. Yulawati, "Integrasi Metode FMEA Dan TOPSIS Untuk Menganalisis Risiko Kecelakaan Pada Proses Frame And Fork Welding," 2014.
- [2] Onur and Muhammed Kabak, "The Usahe of MCDM Techniques in Failure Mode Effect and Analys," 2015.
- [3] S. Saori, "Analisis Pengendalian Mutu Pada Industri Lilin(Studi kasus pada PD.Ikram Nusa Persada Kota Sukabumi)," *Jurnal Inovasi Penelitian*, vol. 1, 2021.
- [4] G. Suci Ramadhani, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Diagram Kendali Demerit (Studi Kasus Produksi Air Minum Dalam Kemasan 240 ml di PT TIW)," vol. 3, no. 3, pp. 401–410, 2014, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- [5] L. Liliana, "A New Model of Ishikawa Diagram for Quality Assessment," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Dec. 2016, vol. 161, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/161/1/012099.
- [6] R. S. Raman and Y. Basavaraj, "Quality Improvement of Capacitors Through Fishbone and Pareto Techniques," *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 2248–2252, Jul. 2019, doi: 10.3940/ijrte.B2444.078219.
- [7] A. Suherman and B. J. Cahyana, "Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2019*, 2019.
- [8] N. Ardiansyah and H. C. Wahyuni, "Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analisis (FTA) Di Exotic UKM Intako," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 2, no. 2, pp. 58–63, Dec. 2018, doi: 10.21070/prozima.v2i2.2200.
- [9] T. L. Saaty, "Decision Making With The Analytic Hierarchy Process," 2008.
- [10] Chauliah Fatma Putri, "Pemilihan Supplier Bahan Baku Pengemas Dengan Metode Ahp (Analytical Hierarchy Process)," 2012.
- [11] Renaldo Riki, Anggaraeni Elisabet, and E. HC, "Metode Topsis Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Penerimaan Beasiswa Di SMTIK Pringsewu," *Jurnal Management Sis*
- [12] E. Purnomo, S. Sihwi, and R. Anggrainingsih, "Analisis Perbandingan Menggunakan Metode AHP, TOPSIS, dan AHP-TOPSIS dalam Studi Kasus Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Siswa Program Akselerasi," *Jurnal ITSMArt*, vol. 2, 2013.