

**ANALISIS RISIKO KEGAGALAN PROSES  
PRODUKSI *HOPPER*  
MENGUNAKAN FMEA DENGAN PEMBOBOTAN  
FUZZY (Studi Kasus: PT WXYZ)**

**Aga Tertia Putra Hendratno<sup>1</sup>, Naniek Utami Handayani\*<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Teknik Industri UNDIP, Semarang, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknik Industri UNDIP, Semarang, Indonesia

\*E-mail: naniekh@live.undip.ac.id

## **1. PENDAHULUAN**

Mitigasi risiko merupakan salah satu faktor penting dalam proses pembuatan suatu produk. Hal tersebut dikarenakan risiko bersifat merugikan dan hadir dari kondisi ketidakpastian (I.W. Wedana Yasa dkk., 2013). Semakin baik mitigasi suatu risiko maka probabilitas terjadinya risiko tersebut akan semakin kecil. Di dalam proses produksi, risiko kegagalan dapat terjadi pada setiap tahap bahkan sebelum proses produksi dimulai maupun setelah barang sampai di tangan konsumen. Salah satu risiko proses itu sendiri adalah kegagalan produk untuk memenuhi spesifikasi (*not conform to specification*). Spesifikasi sendiri dapat meliputi beberapa atribut seperti bentuk, ukuran, tekstur, warna dan sebagainya. Spesifikasi bentuk dan ukuran adalah atribut penting bagi produk yang tersusun atas beberapa komponen seperti produk perakitan.

---

<sup>1</sup>Cite this chapter (APA):

Hendratno, A.T.P., dan Handayani, N.U. (2023). Analisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Hopper Menggunakan Fmea Dengan Pembobotan Fuzzy (Studi Kasus: PT WXYZ). In C. A. P. Hapsari, & F. Azzahra (Eds.), *Several Perspectives in Industrial Engineering. Volume II: Dies Natalies 25<sup>th</sup> Departemen Teknik Industri* (pp. XX-XX). Undip Press. <https://doi.org/XX.XXX/zenodo.XXXXXXX>

Ketidaksesuaian spesifikasi bentuk dan ukuran pada komponen-komponen produk tersebut akan mengakibatkan kegiatan *assembly* (perakitan) terhambat atau bahkan tidak bisa dilakukan. Akibatnya, produk tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Gerobak roda satu (*wheelbarrow*) merupakan salah satu produk perakitan yang cukup sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. *Hopper* merupakan salah satu komponen penyusun *wheelbarrow* yang diproduksi oleh PT WXYZ. Komponen ini berwujud bak penampungan yang memiliki bentuk geometris seperti trapesium terbalik tanpa penutup di atasnya. *Hopper* adalah salah satu bagian fungsional yang dianggap penting. Tanpa adanya *hopper*, *wheelbarrow* tidak akan memiliki tempat penampungan sehingga kegiatan material handling tidak dapat dilakukan. Proses pembuatan *Hopper* terdiri atas 11 tahapan dari bentuk lembaran logam hingga komponen jadi yang siap untuk dikemas. Proses produksi *hopper* harus memiliki standar yang baik agar mutu *hopper* dapat terus terjaga hingga proses berakhir sampai ke tangan konsumen.

Namun, berdasarkan keterangan dari bagian *quality control*, *hopper* adalah komponen yang paling sering mengalami *reject* dan *repair* dibandingkan komponen lainnya. Keterangan tersebut diperkuat dengan data jumlah cacat dari 8 komponen yang diproduksi sepanjang tahun 2021. Terdapat total 5240 unit komponen cacat, dimana 63% atau 3293 unitnya merupakan komponen cacat yang berasal dari *hopper*. Data setiap bulannya pada tahun tersebut juga menunjukkan bahwa komponen *hopper* mendominasi *output* produk cacat dengan rata-rata di atas 200 unit. *Reject* atau *repair* yang terjadi dapat disebabkan oleh berbagai macam modus kegagalan pada proses produksi seperti ukuran yang tidak sesuai, cacat pelengkungan, letak lubang mur tidak tepat, gumpalan, goresan, logo merek tidak timbul, dan sebagainya sehingga berpeluang untuk menimbulkan risiko yang merugikan perusahaan. Selain itu, mesin *hydraulic press* untuk mencetak *body hopper* terkadang mengalami kerusakan, sehingga produksi tidak dapat dilakukan yang berdampak pada terlambatnya pengiriman. Kegagalan proses produksi *hopper* juga ditemukan pada

tahap *painting*, seperti adanya bagian yang masih berwarna hitam akibat pengecatan tidak merata serta cat yang mengelupas. Oleh karena itu, perlu dilakukan mitigasi risiko pada proses produksi *hopper* untuk meminimalisir terjadinya modus kegagalan.

Pentingnya mitigasi risiko pada proses produksi *hopper* diperkuat dengan terdapatnya unsur muda, mura, dan muri (3M) dalam aktivitas produksi. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa hasil pencetakan awal body *hopper* yang mengalami kerut atau pecah cukup sering terjadi sehingga mengakibatkan pemborosan material serta penggunaan mesin (muda). Hal tersebut dapat terjadi karena pada dasarnya mesin masih dioperasikan secara manual sehingga dimungkinkan pengaturan tekanan yang diberikan kurang tepat. Sementara itu, keberadaan mura dibuktikan dengan adanya tuntutan kepada operator untuk bisa memegang tiap-tiap mesin di lantai produksi. Padahal, tidak semua operator memiliki keahlian untuk mengendalikan keseluruhan mesin. Hal tersebut dapat menimbulkan risiko pada *output* yang tidak maksimal pada proses tertentu. Selain itu, diketahui pula adanya muri yang dialami oleh para pekerja berupa kelelahan kerja yang berlebihan karena beban kerja yang cukup berat atau beban kerja dilakukan secara terus menerus dengan waktu istirahat yang minim. Kelelahan pekerja tersebut terjadi pada semua proses produksi *hopper* terutama pada proses pencetakan. Kelelahan kerja dapat berisiko pada *output* produksi yang tidak maksimal akibat performa para pekerja yang menurun. Berdasarkan keberadaan 3M tersebut, dapat disimpulkan bahwa mitigasi risiko kegagalan proses produksi *hopper* di PT WXYZ memang perlu dilakukan.

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang ada, dapat disimpulkan bahwa rumusan masalah yang hendak diselesaikan dalam penelitian kali ini yaitu mengetahui risiko kegagalan proses mana saja yang tergolong krusial pada proses produksi *Hopper*, apa saja penyebab dan dampak dari risiko kegagalan pada tahap produksi tersebut, dan bagaimanakah usulan-usulan rekomendasi perbaikan untuk meminimasi terjadinya risiko kegagalan pada masa mendatang.

Beberapa penelitian terdahulu juga menjumpai adanya risiko kegagalan pada proses produksi. S. Parsana dan T. Patel (2014) mengidentifikasi berbagai macam modus kegagalan berisiko pada proses produksi *cylinder head*. Pada proses *bottom face finish* terdapat modus kegagalan berupa tinggi yang tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga dapat menimbulkan risiko permasalahan pada bahan bakar serta asap. Pada proses *inlet and exhaust face finish*, dijumpai modus kegagalan berupa kerataan di luar spesifikasi sehingga menimbulkan dampak masalah pada *fitment*. Selain itu, Ekmekçioğlu dan Can Kutlu (2012) yang menjumpai modus-modus kegagalan pada proses produksi *spindle*. Pada proses *shoot blasting* terdapat modus kegagalan berupa perubahan warna pada bagian permukaan dan pada proses *packaging* dapat dimungkinkan terjadinya modus kegagalan seperti kesalahan kuantitas dalam boks dan kesalahan pemasangan label pada boks. Hal yang berbeda ditemukan pada penelitian Aized dkk. (2020) yang mengidentifikasi risiko proses produksi pada produk *leaf spring*. Adapun, modus kegagalan ditemukan pada proses *painting and marking* yakni terjadi kehilangan penandaan (*marking miss*) sehingga dapat berpotensi menyebabkan karat dan kurangnya ketahanan produk. Selain itu, pada proses *shearing* dapat terjadi modus kegagalan berupa ukuran *main leaf* yang panjangnya kurang dari ketentuan sehingga nanti dapat berdampak pada risiko panjang bentangan lebih sedikit serta *fitting problem* pada kendaraan.

Selain itu, terdapat pula beberapa modus kegagalan operasi *boring* yang terjadi pada proses produksi *crankshaft*. Bagian-bagian yang dapat mengalami modus kegagalan yakni seperti diameter, kedalaman, dan *finishing* permukaan (Deshmukh dan Deskmukh, 2017). Sementara itu, proses produksi untuk produk *bearing* yang diidentifikasi oleh Thakore dkk. (2015) memiliki beberapa kemungkinan kegagalan yang dapat menimbulkan risiko pula. Contohnya adalah pada proses *grinding* diameter dalam, kekasaran permukaan dapat melebihi variasi yang berpotensi menimbulkan keretakan pada cincin. Di samping itu, kegagalan pada proses *deburring, cleaning, inspection, dan packing* dapat berpotensi menenggalkan

residu berupa debu dan karat. Hal tersebut akan berisiko pada permasalahan *fictional* yang dialami oleh konsumen akhir nantinya.

Penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis penyebab serta dampak dari berbagai macam modus kegagalan pada proses produksi *hopper*, mengetahui modus-modus kegagalan yang menjadi prioritas perbaikan berdasarkan nilai risiko pada proses produksi *hopper*, serta memberikan usulan/rekomendasi perbaikan bagi PT WXYZ untuk mengendalikan terjadinya risiko kegagalan tertentu pada proses produksi bagi komponen *hopper*.

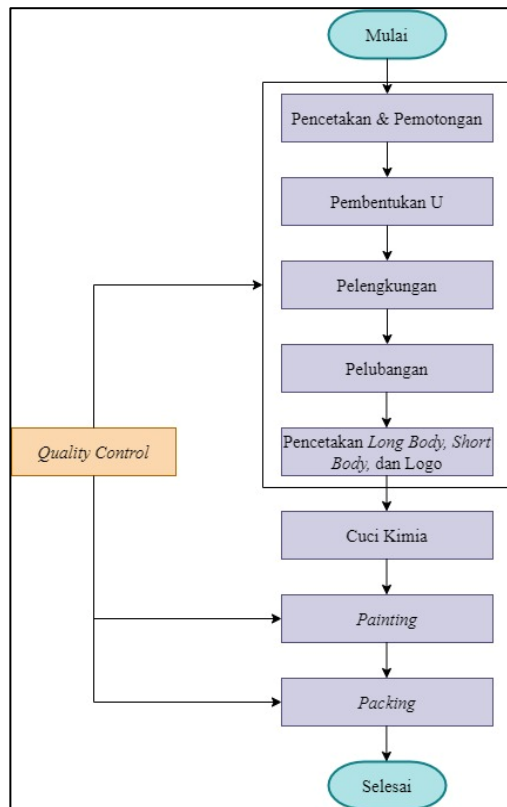
Perhitungan bobot *severity*, *occurance*, dan *detection* (SOD) untuk setiap tahap produksi dari hasil kuesioner AHP menggunakan metode Fuzzy AHP. Sementara itu, hasil keusioner FMEA digunakan untuk menghitung nilai *risk priority number* (RPN) untuk masing-masing modus kegagalan pada setiap tahap produksi. Nilai *risk priority number* (RPN) akan dikonversi menjadi nilai *fuzzy risk priority number* (FRPN) dengan mengalikan setiap *ranking* SOD dengan bobot SOD pada masing-masing proses produksi. Penetapan prioritas perbaikan dilakukan dengan melakukan pemeringkatan terhadap seluruh nilai FRPN terlebih dahulu. Modus kegagalan dengan nilai FRPN yang menempati *ranking* 1-5 akan dipilih sebagai prioritas perbaikan. Metode yang digunakan adalah dengan analisis 3M dan 5W+1H sehingga akan dihasilkan usulan perbaikan secara lebih detail dan terperinci.

## **2. PEMBAHASAN**

Gambar 1. menunjukkan *process flowchart* dari produksi komponen *hopper* di PT WXYZ. Berdasarkan Gambar 1. tersebut dapat terlihat bahwa terdapat delapan proses utama yang terlibat dalam produksi *hopper*. Kedelapan proses tersebut di antaranya yakni proses pencetakan dan pemotongan, proses pembentukan U, proses pelengkungan, proses pelubangan, proses pencetakan *long body*, *short body*, dan logo, proses cuci kimia, proses *painting*, dan proses *packing*. Tahapan *quality control* dilakukan oleh para staff *quality control* secara

acak di bagian proses tertentu untuk memastikan apakah *hopper* memenuhi spesifikasi yang diharapkan atau tidak.

Analisis FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai macam modus kegagalan pada proses produksi *hopper* dan memberikan nilai prioritas risiko (RPN) agar diketahui modus kegagalan mana saja yang tergolong krusial. Nilai RPN didapatkan dari perkalian antara *ranking severity*, *occurance*, dan *detection*. Setelah didapatkan nilai RPN, berikutnya adalah menghitung nilai *fuzzy risk priority number* (FRPN) yang merupakan perkalian antara nilai RPN x 100 dengan setiap bobot *fuzzy AHP*.



**Gambar 1.** Tahapan Produksi Komponen *Hopper*  
(Data Diolah, 2021)

Berikut ini merupakan formula perhitungan nilai RPN dan FRPN:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (1)$$

$$FRPN = (RPN \times 100) \times fuzzy\ severity \times fuzzy\ occurrence \\ \times fuzzy\ detection \quad (2)$$

Berdasarkan perhitungan nilai FRPN, dapat diketahui bahwa 5 modus kegagalan dengan nilai tertinggi secara berturut-turut yakni K15 (hasil pelengkungan pinggir tidak rapi akibat operator), K13 (hasil pembentukan dan perabian bentuk U di sisi pinggir *hopper* tidak sesuai dengan ketentuan), K16 (ukuran pelubangan tidak sesuai ukuran standar), K14 (hasil pelengkungan pinggir tidak rapi akibat *predecessor*), dan K1 (kerusakan bagian fungsional mesin pencetak *body hopper* seperti bagian *hydraulic press*).

Salah satu bentuk metode perbaikan dengan *continuous improvement* dapat diimplementasikan dengan konsep eliminasi 3M (Muda, Mura, dan Muri). Berdasarkan pernyataan dari Sahri dan Novita (2019), Muda dapat diartikan sebagai aktivitas atau kegiatan yang dapat menimbulkan pemborosan atau tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi. Mura merupakan aktivitas atau kegiatan yang mengandung ketidakseimbangan, ketidakmerataan, ketidakharmonisan, serta ketidakteraturan dalam berbagai konteks di proses produksi. Sementara itu, Muri merujuk pada kegiatan yang mengandung unsur keterpaksaan atau dianggap berlebihan sehingga dapat menimbulkan ketegangan, kelelahan, serta tekanan dalam suatu proses produksi.

### **Analisis 3M Modus Kegagalan K15**

Kode K15 sebagai peringkat pertama dari prioritas perbaikan menunjukkan modus kegagalan berupa hasil pelengkungan pinggir *hopper* yang tidak rapi. Hal tersebut disebabkan oleh pengerjaan palu sebelum proses pelengkungan yang memang kurang rapi. Operator adalah faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap kerapian hasil pemaluan karena pengerjaan dengan palu sendiri dilakukan secara manual menggunakan tangan. Saputro dkk. (2017) menjelaskan bahwa salah satu kompetensi dasar (*base competency*) operator mesin

produksi yakni terampil dalam menggunakan perkakas tangan dan mekanik. Palu sendiri adalah salah satu perkakas tangan. Pengerjaan pemaluan yang tidak rapi oleh operator dapat disebabkan karena kurangnya keterampilan, konsentrasi atau fokus ketika memalu bagian pinggir *hopper* dimana hal tersebut dapat digolongkan ke dalam mura. Selain itu, faktor lainnya dapat disebabkan oleh kelelahan pada bagian tangan operator akibat pekerjaan pemaluan dilakukan secara repetitif dan terus menerus dalam jangka waktu yang lama dengan istirahat yang minim sehingga hasil pemaluan tidak konsisten dari awal hingga akhir. Hal tersebut menunjukkan adanya muri yang dialami oleh operator. Sejalan dengan penelitian dari Damantalm dkk. (2018), mereka menjumpai muri pada pemanen kelapa sawit yang mengalami kelelahan karena menggunakan alat egrek secara repetitif dengan tenaga yang besar untuk memotong tandan buah segar (TBS) sehingga para pemanen mengambil istirahat curian. Hal tersebut menunjukkan bahwa pekerja dengan pekerjaan repetitif membutuhkan waktu istirahat yang cukup agar tidak mengalami kelelahan.

### **Analisis 3M Modus Kegagalan K13**

Kode K13 sebagai peringkat kedua dari prioritas perbaikan menunjukkan modus kegagalan berupa hasil pembentukan dan perabian bentuk U di sisi pinggir *hopper* tidak sesuai dengan ketentuan. Hal tersebut disebabkan oleh adanya mura, yakni operator yang kurang terampil. Pada kegiatan pembentukan U, operator berperan untuk memposisikan *hopper* pada matras agar sesuai dengan tempat cetakan. Penyimpangan posisi akan berakibat pada risiko hasil cetak U bagian pinggir yang kurang bagus atau bahkan dapat berisiko juga pada rusaknya *hopper* yang menimbulkan muda material. Hasil penelitian dari Nasution dan Sodikin (2018) juga menunjukkan bahwa terjadinya kecacatan cetak pada karton boks disebabkan karena kurang terampilnya operator serta kurangnya pelatihan operator dalam pengoperasian mesin *converting*. Sementara itu, pada kegiatan perabian bentuk U, operator melakukan operasi dengan cara berdiri dimana tangan operator memutar *hopper* sambil menahan getaran



mesin perabian. Dalam melakukan kegiatan tersebut, tentunya dibutuhkan ketrampilan dari tangan operator untuk mengendalikan *hopper* yang diputar dengan menahan getaran mesin yang timbul. Apabila operasi perabian tidak dilakukan dengan keterampilan yang baik, maka *output* nya menjadi tidak sesuai standar dan akan berpengaruh buruk untuk proses pelengkungan.

### **Analisis 3M Modus Kegagalan K16**

Kode K16 sebagai peringkat ketiga dari prioritas perbaikan menunjukkan modus kegagalan berupa ukuran pelubangan yang tidak sesuai dengan standar. Hal tersebut disebabkan oleh adanya mura berupa pisau pelubangan yang tidak sesuai ukurannya. Pisau pelubangan yang terus-menerus dipakai dapat berakibat pada ketumpulan sehingga mempengaruhi diameter potong. Akibatnya, ukuran lubang tidak sesuai dengan standar dan apabila terlalu kecil maka mur tidak dapat dimasukkan sehingga akan menghambat perakitan *hopper* dengan komponen lainnya seperti *hopper front support* (HFS), *handle*, atau *fixed connect rod* (FCR). Oleh karena itu, perlu dilakukan inspeksi yang lebih ketat ketika menggunakan pisau pelubangan. Penelitian dari Redzky dan Wiwi (2017) menunjukkan hal yang serupa yakni ditemukannya cacat berupa lubang plat yang tidak sesuai ukuran pada produksi kerangka baja. Hal tersebut salah satunya disebabkan oleh faktor mesin yakni adanya ketumpulan pada mata bor yang digunakan. Selain itu, terdapat pula penyebab dari faktor manusia berupa kekurangtelitian pekerja ketika melakukan *setting* mesin.

### **Analisis 3M Modus Kegagalan K14**

Kode K14 sebagai peringkat keempat dari prioritas perbaikan menunjukkan modus kegagalan berupa hasil pelengkungan pinggir *hopper* yang tidak rapi. Hal tersebut disebabkan oleh adanya permasalahan pada proses pembentukan U yang merupakan *predecessor* dari proses pelengkungan. Permasalahan kode 14 dapat timbul akibat hasil pencetakan U yang tidak rapi atau hasil perabian U yang kurang maksimal. Operasi pelengkungan sendiri dilakukan untuk

menekuk bentuk U sehingga menjadi lipatan yang berbentuk pipih. Oleh karena itu, keberhasilan proses pelengkungan memang sangat dipengaruhi oleh hasil proses pembentukan U di bagian pinggir *hopper*. Permasalahan pembentukan U pada umumnya disebabkan oleh adanya mura yakni kekurangterampilan atau kurangnya konsentrasi dan fokus dari operator. Anditha dkk. (2017) juga menunjukkan adanya pengaruh kualitas hasil proses pemotongan material terhadap proses-proses selanjutnya pada pembuatan pintu besi. Hal tersebut dikarenakan proses-proses selanjutnya seringkali menggunakan jig yang ukurannya sudah disesuaikan sehingga jika ukuran hasil pemotongan tidak sesuai maka proses selanjutnya tidak akan terlaksana dengan baik. Selain itu, jika plat hasil pemotongan mengalami kerusakan akibat benturan, maka akan menjadi hambatan pula untuk proses selanjutnya serta membuat kurangnya estetika produk pada *output* akhir nantinya.

### **Analisis 3M Modus Kegagalan K1**

Kode K1 sebagai peringkat kelima dari prioritas perbaikan menunjukkan modus kegagalan berupa kerusakan bagian fungsional mesin pencetak *body hopper* seperti bagian *hydraulic press*. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya penjadwalan *maintenance* mesin secara rutin. Hasil wawancara dengan salah satu *mechanician* menyatakan bahwa perawatan mesin hanya dilakukan saat dibutuhkan saja sehingga belum ada rutinitas untuk melakukan *preventive maintenance*. Rutinitas sendiri merujuk pada kegiatan atas dasar prosedur yang teratur dan tidak berubah-ubah. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kegagalan bagian fungsional pada mesin disebabkan oleh adanya mura berupa ketidakteraturan dalam hal perawatan (*maintenance*). Mesin *hydraulic press* pada proses produksi *hopper* juga dapat mengalami kerusakan-kerusakan lain seperti sambungan kabel kendur, limit *switch* bergeser karena tekanan, tombol kontrol yang tidak dapat berfungsi karena adanya kotoran, serta kabel-kabel terkadang ada yang lepas. Kerusakan bagian fungsional pada mesin pencetak dapat mengakibatkan mesin tidak dapat berfungsi

sehingga kegiatan pencetakan *hopper* menjadi terhambat atau tidak dapat dilakukan. Hal tersebut dapat mengakibatkan keterlambatan pengiriman barang ke konsumen. Permasalahan yang serupa juga ditemukan pada objek penelitian Firmansyah dan Nurhalim (2020), yakni mesin *hydraulic press plate machine* yang sering mengalami kerusakan akibat *preventive maintenance* belum optimal, mesin sudah berumur tua, serta banyaknya kerusakan yang berasal dari kekurangpahaman operator. Kerusakan mesin tersebut dapat menyebabkan berhentinya proses produksi serta berpotensi membahayakan keselamatan para pekerja.

### **Rekomendasi Perbaikan**

Rekomendasi perbaikan dilakukan sebagai bentuk tindakan mitigasi risiko serta menurunkan kemungkinan terjadinya 5 modus kegagalan prioritas saat proses produksi *hopper* berlangsung. Pemberian rekomendasi perbaikan dilakukan berdasarkan analisis 3M dengan menggunakan *tools* 5W + 1H. Hal tersebut dikarenakan metode tersebut dapat digunakan untuk mencari, mengidentifikasi, serta menghilangkan potensi kegagalan, error, serta masalah yang diketahui dari sistem, desain, serta proses. Tabel 1. menunjukkan rekomendasi perbaikan untuk 5 modus kegagalan prioritas menggunakan 5W + 1H.

**Tabel 1.** Rekomendasi Perbaikan 5W + 1H (Data Diolah, 2021)

No	Modus Kegagalan	What	Why	Where	When	Who	How
		Melatih ketrampilan, kekonsistenan, dan kefokusan operator dalam menggunakan palu	Agar hasil pengerjaan memalu di bagian pinggir lebih rapi secara konsisten	Divisi produksi bagian proses pelengkungan <i>hopper</i>	Sebelum proses memalu yang sebenarnya dilakukan	Tenaga ahli di lantai produksi seperti mandor ( <i>supervisor</i> )	Memberikan pelatihan memalu dengan media komponen <i>hopper</i> yang sudah tidak terpakai ( <i>reject</i> ) hingga operator yang dilatih dianggap konsisten dalam menghasilkan pengerjaan palu yang rapi
1	Hasil pelengkungan pinggir tidak rapi (K15)	Memberikan sela-sela waktu istirahat kepada operator saat jam kerja (Hima dan Umami, 2011) proses memalu berlangsung	Agar operator tidak mengalami kelelahan otot tangan secara berlebihan	Divisi produksi bagian proses pelengkungan <i>hopper</i>	Saat proses memalu berlangsung	Operator yang bertugas dalam memalu bagian pinggir <i>hopper</i>	Manajer produksi dapat membuat kebijakan pergantian <i>job</i> antara operator yang memalu dan yang memegang mesin pada proses pelengkungan setiap 30 menit sekali, sehingga kegiatan pemaluan yang repetitif tidak terus-menerus dilakukan oleh 1 operator

*Dies Natalies 25<sup>th</sup> Departemen Teknik Industri Undip*

	Membuat jadwal penggantian alat palu serta melakukan pengecekan terhadap alat palu yang digunakan secara berkala (Rahmana, 2017)	Memastikan agar palu yang digunakan memang sesuai dengan standar. Selain itu, palu bisa segera diganti jika kurang sesuai tanpa menunggu hingga rusak parah (Rahmana, 2017)	Divisi produksi bagian proses pelengkungan <i>hopper</i>	Sebelum proses memalu dilakukan	<i>Staff quality control</i>	Membuat jadwal penggantian alat berdasarkan perkiraan periode waktu ketika palu sudah tidak maksimal lagi untuk digunakan. Untuk pengecekan palu dapat dilakukan dengan melihat bentuk fisik dari alat palu yang digunakan. Pastikan bentuk fisik palu tidak menyimpang dari standar, terutama bagian kepala yang bersinggungan langsung dengan bagian pinggir <i>hopper</i>	
2	Hasil pembentukan dan perabian bentuk U di sisi pinggir <i>hopper</i> tidak sesuai dengan ketentuan (K13)	Memposisikan <i>hopper</i> secara lebih presisi dan hati-hati pada matras mesin pembentukan U	Agar ketika proses pembentukan U, cetakan pada mesin presisi dengan bagian <i>hopper</i> yang dicetak	Divisi produksi bagian proses pembentukan U	Saat proses pembentukan U berlangsung	Operator yang mengoperasikan mesin pembentukan U	Masukkan <i>hopper</i> ke dalam matras pencetak sambil perlahan-lahan menyesuaikan posisi <i>hopper</i> pada matras dengan tepat. Pastikan bagian pinggir <i>hopper</i> berada tepat di bawah alat pencetak pada mesin pembentuk U. Lakukan dengan konsisten.

*Dies Natalies 25<sup>th</sup> Departemen Teknik Industri Undip*

		Melatih operator untuk memutar dan memegang <i>hopper</i> dengan benar saat proses perabian bentuk U	Agar hasil perabian lebih rapi dan tidak rusak	hasil bisa dan bagian proses pembentukan U	Divisi produksi dan bagian proses pembentukan U	Saat proses perabian U berlangsung	Tenaga ahli di lantai produksi seperti mandor ( <i>supervisor</i> )	Memberikan pelatihan kepada operator dengan melibatkan mesin perabian. Pastikan bahwa operator dapat memegang dan memutar <i>hopper</i> dengan benar serta dapat menahan getaran dari gesekan mesin dengan bagian pinggir <i>hopper</i>
3	Ukuran pelubangan tidak sesuai ukuran standar (K16)	Melakukan pengecekan ukuran secara rutin terhadap diameter pisau pelubangan yang digunakan serta bentuknya	Memastikan agar pisau yang dipasang dalam mesin memiliki ukuran dan bentuk yang sesuai dengan standar	Divisi produksi bagian proses pelubangan	Divisi produksi bagian proses pelubangan	Sebelum memasang pisau ke mesin pelubangan	<i>Staff quality control</i>	Lakukan pengukuran dengan alat ukur diameter seperti sketmat secara rutin setiap sebelum memasang pisau pelubangan pada mesin. Pastikan pisau pelubangan tidak tumpul dan tidak cacat bentuknya.
4	Hasil pelengkungan pinggir tidak rapi (K14)	Melakukan pengawasan dan evaluasi secara lebih ketat terhadap proses pembentukan dan perabian bentuk U	Agar hasil proses pembentukan dan perabian bentuk U bisa lebih rapi karena sangat mempengaruhi proses pelengkungan	Divisi produksi bagian proses pembentukan U	Divisi produksi bagian proses pembentukan U	Selama proses pembentukan dan perabian bentuk U	<i>Staff quality control</i>	Lakukan monitor terhadap cara kerja operator, pengaturan <i>hopper</i> di matras, serta pengaturan mesin yang digunakan. Selain itu, lakukan pula pengecekan fisik secara <i>sampling</i> terhadap bentuk

								U dibagian pinggir. Pastikan tidak ditemukan banyak <i>hopper</i> dengan pinggiran bentuk U yang tidak sesuai standar. Apabila hal tersebut terjadi, maka hentikan operasi sejenak dan cari sumber masalahnya.
5.	Kerusakan bagian fungsional mesin pencetak seperti bagian <i>hydraulic press</i> (K1)	Melakukan pemeliharaan ( <i>maintenance</i> ) mesin secara rutin dan terjadwal	Agar kemungkinan kerusakan mesin selama proses produksi menjadi berkurang serta gejala-gejala kerusakan dapat dihindarkan	Mesin pencetak <i>body hopper</i>	Seminggu atau sebulan sekali (Yunanto dan Hafidh, 2014)	Tenaga kerja khusus (mekanik)		Melakukan pemeliharaan mesin secara terjadwal dengan cara: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membersihkan mesin dari material-material residu.</li> <li>2. Pelumasan <i>spare part</i> (terutama bagian <i>hydraulic press</i>) dengan oli secara teratur.</li> <li>3. Melakukan kalibrasi mesin untuk mengetahui apakah kinerjanya masih baik atau berkurang.</li> <li>4. Melakukan pengecekan performansi aliran</li> </ol>

*Dies Natalies 25<sup>th</sup> Departemen Teknik Industri Undip*

						listrik dan <i>power supply</i> mesin.
						5. Memeriksa apakah terjadi kebocoran minyak pada komponen mesin atau tidak.
Menambah tenaga kerja/mekanik (SDM) yang berfokus dalam pemeliharaan mesin di departemen produksi agar Tindakan <i>maintenance</i> lebih optimal (Firmansyah dan Nurhalim, 2020)	Agar kegiatan pemeliharaan mesin dapat lebih terurus dan terlaksana secara konsisten.	Divisi produksi bagian proses pencetakan <i>hopper</i>	Sesegera mungkin atau dalam waktu dekat	<i>Human Resource Development</i> (HRD)	HRD dapat melakukan perekrutan terhadap tenaga kerja yang ahli dan mungkin tersertifikasi dalam hal pemeliharaan mesin. Setelah merekrut, lakukan <i>training</i> terhadap tenaga kerja tersebut agar dapat menyesuaikan kondisi di lantai produksi.	
Membuat <i>logbook</i> harian yang dapat memantau aktivitas mesin. Selain itu, <i>logbook</i> juga	Agar dapat memonitor aktivitas mesin, apakah terjadi <i>overactivity</i> yang	Divisi produksi bagian proses pencetakan <i>hopper</i>	Sehari sekali	Tenaga kerja khusus (mekanik)	Membuat <i>logbook</i> dengan format yang lengkap dan terperinci. Buat pencatatan atribut-atribut dari aktivitas mesin seperti <i>idle time</i> , <i>down time</i> , kecepatan	



*Dies Natalies 25<sup>th</sup> Departemen Teknik Industri Undip*

<p>dapat diisi dengan informasi kerusakan yang terjadi serta cara mengatasinya (Triwardani dkk., 2013)</p>	<p>membahayakan atau tidak</p>	<p>mesin, penggunaan tekanan, dsb. Lakukan pencatatan saat mesin mulai digunakan hingga selesai digunakan.</p>
<p>Mengganti <i>spare part</i> mesin secara berkala sesuai dengan waktu yang telah ditentukan (Prihastono dan Prakoso, 2017)</p>	<p>Agar kerusakan <i>spare part</i> saat proses produksi berlangsung dapat dihindari sehingga tidak menghambat produksi komponen <i>hopper</i> serta menghindari adanya kendala mesin saat proses produksi</p>	<p>Mesin pencetak <i>body hopper</i> Setelah beberapa periode waktu sebelum terjadi kerusakan Tenaga kerja khusus yang dibantu oleh kepala pabrik (manajer produksi) Mengganti <i>spare part</i> yang apabila digunakan dalam beberapa waktu tertentu dapat mengalami kerusakan. Waktu penggantian <i>spare part</i> berbeda-beda sesuai dengan karakteristiknya. Pertimbangkan pula <i>lead time</i> pengiriman <i>spare part</i> baru dari <i>supplier</i> saat akan dilakukan penggantian.</p>

### **3. KESIMPULAN**

Hasil identifikasi risiko melalui wawancara dan observasi lapangan di PT WXYZ menunjukkan bahwa terdapat 31 kode modus kegagalan dengan berbagai macam penyebab dan dampak yang dapat ditemukan pada proses produksi komponen *hopper*. Modus-modus kegagalan yang menjadi prioritas perbaikan bagi PT WXYZ ditetapkan berdasarkan perhitungan bobot kriteria risiko (*severity*, *occurrence*, dan *detection*) menggunakan *fuzzy AHP* untuk masing-masing proses yang diintegrasikan dengan perhitungan FMEA sehingga menghasilkan nilai FRPN. Kelima modus kegagalan dengan nilai FRPN tertinggi secara berturut-turut yakni hasil pelengkungan pinggir yang tidak rapi (akibat permasalahan pemaluan), hasil pembentukan dan perabian bentuk U di sisi pinggir *hopper* tidak sesuai dengan ketentuan, ukuran pelubangan tidak sesuai ukuran standar, hasil pelengkungan pinggir yang tidak rapi (akibat permasalahan pembentukan U), serta kerusakan bagian fungsional mesin pencetak *body hopper* seperti bagian *hydraulic press*. Penetapan rekomendasi perbaikan dilakukan dengan analisis 3M untuk mengetahui sumber penyebab modus kegagalan apabila ditinjau dari segi muda, mura, atau muri. *Tools 5W+1H* untuk merancang rekomendasi perbaikan secara lebih detail dan terperinci. Secara umum, rekomendasi perbaikan yang diberikan meliputi pengembangan keterampilan bagi operator, panduan teknis yang lebih baik untuk operasi kerja pada proses tertentu, serta perawatan (*maintenance*) dari mesin yang digunakan pada proses produksi *hopper*.

PT WXYZ sebaiknya menerapkan rekomendasi perbaikan yang telah dirancang oleh penulis untuk meminimalkan risiko terjadinya modus kegagalan prioritas dimana implementasinya dapat disesuaikan dengan kebijakan yang diberlakukan. Selain itu, sebaiknya penelitian selanjutnya dapat melibatkan pendekatan kaizen sebagai metode pengendalian risiko untuk merancang perbaikan yang berkelanjutan secara lebih menyeluruh.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aized, T., Ahmad, M., Jamal, M. H., Mahmood, A., Ubaid ur Rehman, S., dan Srail, J. S. (2020). Automotive leaf spring design and manufacturing process improvement using failure mode and effects analysis (FMEA). *International Journal of Engineering Business Management*, 12. <https://doi.org/10.1177/1847979020942438>
- Anditha, F. I., Kabul, T., dan Ym, W. (2017). Perancangan dan Simulasi Elektro Pneumatik Holder Machinism Pada Sheet Metal Shearing Machine. *Profisiensi*, 5(1).
- Damantalm, Y., Tirtayasa, K., Adiatmika, I. P. G., Manuaba, I. B. A., Sutjana, I. D. P., dan Sudiajeng, L. (2018). Pemberian Buah Pisang, Istirahat Pendek Dan Peregangan Menurunkan Keluhan Muskuloskeletal, Kelelahan Dan Meningkatkan Produktivitas Pemanen Pengguna Alat Egrek Perkebunan Kelapa Sawit PT. SSD Kalimantan Timur. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*, 4(1). <https://doi.org/10.24843/jei.2018.v04.i01.p04>
- Deshmukh, A. R. S., dan Deskmukh, A. A. (2017). The Process FMEA Tool for Boring Operation of Crankshaft to Enhance Quality and Efficiency. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 6(4).
- Ekmekçioğlu, M., dan Can Kutlu, A. (2012). A Fuzzy Hybrid Approach for Fuzzy Process FMEA: An Application to a Spindle Manufacturing Process. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 5(4). <https://doi.org/10.1080/18756891.2012.718104>
- Firmansyah, M. A., dan Nurhalim. (2020). Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Mesin Hydraulic Press Plate Machine 1000 Ton. *J-Proteksion*, 4(2), 19–23.
- Hima, A. F., dan Umami, M. K. (2011). Evaluasi Beban Kerja Operator Mesin pada Departemen Log and Veeeneer Preparation di PT.XYZ Universitas Trunojoyo Madura. *Jurnal Teknik Dan Manajemen Industri*, 6(2).

- I W.Wedana Yasa, Dharma, I. G. B. S., dan Sudipta, I. G. K. (2013). Manajemen Risiko Operasional Dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Regional Bangli Di Kabupaten Bangli. *Jurnal Spektran*, 1(2).
- Munawir, H., dan Yunanto, D. (2014). Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Sizing Baba Sangyo Kikai Dengan Metode FMEA Dan LTA (Studi Kasus Di Pt Primatexco Indonesia). *Seminar Nasional IENACO*, 296–302.
- Nasution, S., dan Sodikin, R. D. (2018). Perbaikan Kualitas Proses Produksi Karton Box Dengan Menggunakan Metode DMAIC Dan Fuzzy FMEA. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 20(2). <https://doi.org/10.32734/jsti.v20i2.488>
- Prihastono, E., dan Prakoso, B. (2017). Perawatan Preventif Untuk Mempertahankan Utilitas Performance Pada Mesin Cooling Tower Di CV. Arhu Tapselindo Bandung. *Dinamika Teknik*, (X) 17–27.
- Rahmana, A. (2017). Perbaikan Kualitas Sepatu Dengan Metode Five Whys Analysis Dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Di PT Primarindo Asia Infrastructure Tbk. *Profesionalisme Akuntan Menuju Sustainable Business Practice*, 1075–1082
- Redzky, M., dan Wiwi, H. U. (2017). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Di Pt. Ometraco Arya Samanta Menggunakan Metode Six Sigma. *Jurnak Teknik Manufaktur*, (05).
- S. Parsana, T., dan T. Patel, M. (2014). A Case Study: A Process FMEA Tool to Enhance Quality and Efficiency of Manufacturing Industry. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 4(3). <https://doi.org/10.9756/bijiems.10350>
- Sahri, N. A., dan Novita, N. (2019). Kaizen Costing sebagai Perbaikan Berkelanjutan untuk Meningkatkan Keunggulan Bersaing pada E-Commerce. *Jurnal Kajian Akuntansi*, 3(1). <https://doi.org/10.33603/jka.v3i1.2136>
- Saputro, H., Bambang Pr., B. P., dan C. Sudibyo, C. S. (2017). Peta Kompetensi Profesi Operator Mesin Produksi Dan Gap

Kompetensi Antara Kompetensi Lulusan Smk Jurusan Teknik Pemesinan dengan Tuntutan Dunia Kerja (Studi kasus pada Bengkel Pemesinan di Kota Surakarta). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, 6(2).  
<https://doi.org/10.20961/jiptek.v6i1.12516>

- Thakore, R., Dave, R., dan Parsana, T. (2015). A Case Study: A process FMEA Tool to Enhance Quality and Efficiency of Bearing Manufacturing Industry. *Scholars Journal of Engineering and Technology (SJET)*, 3(4B) (2321-435X).
- Triwardani, D. H., Rahman, A., dan Tantrika, C. F. M. (2013). Analysis Of Overall Equipment Effectiveness To Reduce Six Big Losses On Production Of Dual Filter Dd07 Machine. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, (1).