

ANALISIS PENYEBAB SISA PIPA PRODUKSI KAPAL X MENGGUNAKAN NEW SEVEN TOOLS DAN FMEA : (Studi Kasus : PT. KRS)

Aditya Tri Pratama¹, Isna Nugraha²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

*Corresponding Author: ¹⁾ 21032010122@student.upnjatim.ac.id, ²⁾ isna.nugraha.ti@upnjatim.ac.id

Abstrak

PT. KRS merupakan Perusahaan yang bergerak dibidang maritim, khususnya produksi kapal. Selain memproduksi kapal, perusahaan ini juga memiliki kapabilitas untuk repair dan overhaul. Pada tahun 2023 PT. KRS meluncurkan kapal X. Kapal ini sangat berpengaruh besar untuk negara, adanya kapal ini dapat membantu mempermudah dalam memberikan bantuan berupa kesehatan dan medis. Namun, pada pembuatan kapal ini masih terdapat sisa material yang masih banyak. Dalam penelitian ini dikhususkan untuk material pipa. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir jumlah sisa material pipa dari produksi kapal X. Untuk mengatasi masalah ini, kita perlu mencari tahu variabel apa saja yang mempengaruhi jumlah material pipa yang tersisa. Penelitian ini menggunakan analisis New Seven Tools serta teknik Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Setelah diolah dan dianalisis, unsur-unsur yang ditentukan bersifat penyebab banyaknya sisa material pipa adalah kurangnya kemampuan dan ketelitian pekerja terhadap pengelolaan dan perawatan material serta mesin. Selain itu, lingkungan juga berpengaruh terhadap kualitas material. Oleh karena itu, pengkajian potensi peningkatan meliputi pelatihan dan sosialisasi Standar Operasional Prosedur (SOP) pengoperasian mesin, melakukan perawatan rutin, dan pemeliharaan gudang penyimpanan material proyek.

Kata Kunci: FMEA, Industri Kapal, *New Seven Tools*, Sisa Material

Abstract

PT. KRS is a company operating in the maritime sector, especially ship production. Apart from producing ships, this company also has the capability to repair and overhaul. In 2023 PT. KRS launched ship However, in making this ship there is still a lot of material remaining. This research is devoted to pipe materials. This research aims to minimize the amount of remaining pipe material from the production of ship X. To overcome this problem, we need to find out what variables influence the amount of remaining pipe material. This research uses New Seven Tools analysis and the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) technique. After processing and analysis, the elements determined to be the cause of the large amount of remaining pipe material were the lack of ability and accuracy of workers in the management and maintenance of materials and machines. Apart from that, the environment also influences the quality of the material. Therefore, assessing potential improvements includes training and socializing Standard Operating Procedures (SOP) for machine operation, carrying out routine maintenance, and maintaining the project material storage warehouse.

Keywords: FMEA, Ship Industry, *New Seven Tools*, Leftover Material

PENDAHULUAN

Selain menjamin kesejahteraan armadanya, kedaulatan maritim juga mencakup otonomi dan daya saing industri perkapalan dalam negeri dalam hal pembuatan dan pemeliharaan kapal nasional. Jika berbicara mengenai perekonomian, pertahanan, dan keamanan negara, sektor ini sangatlah krusial, tidak hanya dalam hal pembuatan kapal baru namun juga dalam hal pemeliharaan dan perbaikan armada kapal bangsa. Pemerintah telah menetapkan sejumlah peraturan untuk mendukung pertumbuhan industri ini, namun masih sulit untuk dikembangkan terutama dalam hal produksi kapal baru, oleh karena itu kegiatan reparasi kapal saat ini lebih penting untuk

kelangsungan industri (Ma'ruf & MM, 2014). Membangun kapal adalah tugas rumit yang memerlukan beberapa tahun anggaran atau pengaturan pembayaran multi-tahun. Oleh karena itu, membuat anggaran untuk pengeluaran atau harga yang diperlukan untuk membangun kapal baru sangatlah penting. Sepanjang periode penyelesaian, harga harus diubah untuk mencerminkan kebutuhan pasokan dan layanan pada tingkat yang berlaku. (Azhar & Agung, 2019). Saat membangun kapal, jumlah sumber daya harus dipertimbangkan selain biaya. Hal ini pada akhirnya akan berdampak pada seberapa baik bahan tersebut digunakan. Fitur-fitur ini akan mengurangi limbah material dari proyek dan meningkatkan efisiensi proses pembuatan kapal.

Karena letak Indonesia sebagai negara kepulauan dengan garis pantai dan wilayah lautan yang luas, industri dan jasa kelautan berikut mungkin akan mengalami pertumbuhan: a) pembuatan kapal; b) industri yang berkaitan dengan mesin dan peralatan kapal; c) alat penangkapan ikan; d) kincir air kolam; e) rekayasa dan struktur untuk lepas pantai; f) rekayasa dan struktur wilayah pesisir; g) kabel dan serat optik yang digunakan di bawah permukaan laut; dan h).teknologi, sistem informasi geografis, dan penginderaan jauh (Arianto, 2020). PT. KRS adalah perusahaan kelautan yang mengkhususkan diri dalam pembuatan kapal bantu rumah sakit. Selain memproduksi kapal, PT. KRS juga memiliki kapabilitas untuk *repair* dan *overhaul*. Di awal tahun 2023, PT. KRS telah meluncurkan kapal bantu rumah sakit baru (Kapal X), kapal ini berhasil untuk dioperasikan dan sudah berkontribusi banyak untuk negeri ini. Dalam pembangunan kapal rumah sakit (Kapal X) tersebut terdapat banyaknya sisa material sisa proyek. Terdapat beberapa jenis material seperti pipa, cat, plat besi, dan masih material-material pembuatan kapal lainnya. PT. KRS mengalami masalah pada efektivitas pengelolaan material. Dalam pengelolaan material, PT. KRS masih menyisakan banyak sisa material dalam pembangunan sebuah kapal. Dalam upaya mengurangi atau meminimalisir banyaknya sisa material sisa proyek, dilakukannya penelitian ini dengan tujuan menganalisis faktor-faktor apa saja yang menyebabkan banyaknya sisa material proyek kapal. Pada penelitian ini, kapal yang dianalisis adalah kapal bantu rumah sakit (X), dan sisa material yang difokuskan adalah material pipa.

Dalam pengerjaan kapal bantu rumah sakit (X) ini, PT. KRS mengalami beberapa kendala, tak hanya saat pengerjaan, setelah pengerjaan kapal pun masih ada beberapa kendala seperti pengelolaan dan penyimpanan material sisa proyek. Pada kasus ini, peneliti mengambil salah satu jenis material yaitu pipa. Terdapat jenis pipa yang digunakan pada proyek kapal X ini. Meskipun proyek kapal ini berakhir di awal tahun 2023, namun masih terdapat sisa material pipa sampai pada bulan Oktober 2023 yang bisa dibbilang jumlahnya masih banyak. Dengan adanya sisa material yang banyak ini, peneliti ingin menganalisis apakah penyebab dari banyaknya sisa material pipa dengan

menggunakan pendekatan analisis *New Seven Tools* dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Selain itu, kedua pendekatan ini akan memberikan beberapa solusi yang ditujukan untuk Perusahaan.

KAJIAN PUSTAKA DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Sisa Material Kontruksi

Dalam hal pemanfaatan bahan bangunan, bahan konstruksi merupakan komponen yang paling penting dan memberikan porsi yang cukup besar terhadap keseluruhan biaya proyek. Oleh karena itu, pengadaan, penyimpanan, penggunaan/distribusi, dan penghitungan bahan bangunan memerlukan penerapan sistem pengelolaan yang tepat dan efektif. Ada dua kategori utama bahan yang digunakan dalam konstruksi. Bahan-bahan yang ditetapkan sebagai bahan habis pakai adalah bahan-bahan yang pada akhirnya akan masuk ke dalam struktur bangunan yang sebenarnya. Sebaliknya, bahan yang tidak dapat dikonsumsi berfungsi sebagai elemen pendukung selama proses pembangunan dan secara fisik tidak ada dalam struktur akhir. Contoh material tersebut antara lain perancah, bekisting, dan dinding penahan sementara (Setiawan & Robi'in, 2021).

Ada dua kategori sisa bahan bangunan yang dihasilkan setelah konstruksi: limbah konstruksi dan sampah pembongkaran. Bahan-bahan yang tersisa setelah bangunan lama dibongkar atau dihancurkan dikenal sebagai limbah pembongkaran. Sisa bahan bangunan dari pembangunan atau renovasi bangunan perumahan, komersial, dan lainnya disebut sebagai sampah konstruksi. Enam kelompok terdiri dari sumber sisa bahan bangunan: desain, pengadaan bahan, penanganan bahan, pelaksanaan, sisa, dan lain-lain (Nuciferani *et al.*, 2022).

New Seven Tools

New Seven Tools of Quality adalah metode atau alat yang digunakan untuk menemukan dan memecahkan masalah yang bersifat kualitatif, karena terkadang tidak semua permasalahan dapat didefinisikan secara kuantitatif (Gilang & Prakoso, 2023). *New seven tools of quality* merupakan alat-alat bantu yang

digunakan dalam eksplorasi kualitatif, meliputi *affinity diagram*, *interrelationship diagram*, *tree diagram*, *matrix diagram*, *arrow diagram* atau *activity network diagram*, *process decision program chart*, dan *matrix data analysis* (Erni, 2020).

1. *Affinity diagram* digunakan untuk mengumpulkan dan mengorganisir sejumlah fakta, opini, dan ide.
2. *Interrelationship Diagram* merupakan sebuah instrumen untuk memecahkan masalah dengan hubungan sebab akibat yang rumit.
3. *Tree Diagram* adalah sebuah metode untuk menguraikan keseluruhan tindakan dan tugas-tugas yang diperlukan untuk mencapai tujuan utama dan sub-tujuan terkait.
4. *Matrix Diagram*, hubungan antara dua, tiga, atau empat kategori informasi ditampilkan menggunakan diagram matriks.
5. *Activity Network Diagram*, tujuan diagram ini adalah untuk menjadwalkan atau merencanakan tugas..
6. *Process Decision Program Chart Method* adalah teknik untuk mengidentifikasi potensi masalah dan menentukan tindakan pencegahan untuk suatu strategi.
7. *Matrix Data Analysis* adalah diagram analisis data numerik bergaya matriks yang menghasilkan elemen penting untuk menukar variabel yang memengaruhi suatu masalah.

(Aziza & Setiaji, 2020).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Dengan penjelasan menyeluruh dan metodis pada setiap tingkat kegagalan, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan teknik yang dapat digunakan untuk menentukan penyebab dan dampak berbagai mode kegagalan pada komponen peralatan, sehingga memungkinkan dilakukannya pencegahan dan perbaikan yang tepat. Pendekatan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan kepentingan relatif dari setiap kategori risiko tinggi kegagalan. Seseorang dapat menghitung kemungkinan setiap penyebab kegagalan, tingkat keparahan setiap dampak kegagalan, dan kemungkinan setiap penyebab kegagalan teridentifikasi dengan mengalikan ketiga variabel ini. nilai RPN (Situngkir, 2019). Penggunaan *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) dapat membantu meningkatkan kontrol kualitas dan mempertahankan kualitas produk. Memberikan

klasifikasi tingkat keparahan, tingkat kemungkinan kejadian, dan tingkat kesulitan deteksi adalah cara proses analisis dilakukan (Andiyanto *et al.*, 2022). Ketika dilakukan dengan baik, FMEA akan mengurangi jumlah kegagalan selama produk perkembangan. FMEA dapat mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan keselamatan sebelum a potensi bencana (Carlson, 2014).

METODE PENELITIAN

Metode deskriptif kualitatif adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini diolah dengan analisis *New Seven Tools* dan FMEA. Penelitian ini dilakukan di Jalan Ujung, Ujung, Kec. Semampir, Surabaya, Jawa Timur 60155. Waktu penelitian ini berlangsung selama 1 bulan pada 1 November 2023 – 30 November 2023.

Dalam penelitian ini menggunakan data pembelian awal keseluruhan material pipa dan data sisa material pipa yang ada di gudang pusat pada 31 Oktober 2023. Masih terdapat sisa material pipa yang tidak digunakan dan akhirnya disimpan di Gudang pusat. Dari 89 jenis material pipa yang memiliki total panjang 12357 meter, terdapat sisa sebanyak 15 jenis pipa dengan ukuran yang berbeda dan jumlah panjang total dari sisa pipa adalah sebanyak 292,5 meter. Data yang digunakan nantinya akan dianalisis dan dilakukan pengolahan menggunakan metode *New Seven Tools* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis New Seven Tools

Analisis New Seven Tools merupakan alat untuk menganalisis mengenai kecacatan atau ketidakefektifan produk maupun proses produksi. Dalam penelitian ini, *New Seven Tools* digunakan untuk mencari apa faktor yang membuat proses penggunaan material tidak optimal.

Affinity Diagram



Gambar 1. Affinity Diagram Jumlah Sisa Material Pipa

Pada gambar 1, terdapat *affinity diagram* yang menunjukkan faktor penyebab banyaknya jumlah sisa material pipa. Diagram tersebut menunjukkan bahwa terdapat lima faktor yang mempengaruhi, antara lain faktor manusia, mesin, metode, material dan lingkungan.

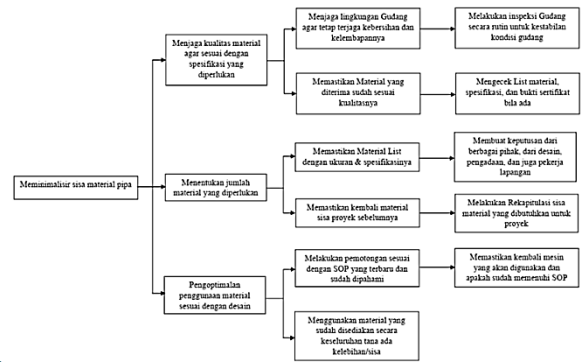
Interrelationship Diagram



Gambar 2. Interrelationship Diagram Jumlah Sisa Material Pipa

Pada gambar 2, terdapat *interrelationship diagram* yang menunjukkan faktor penyebab banyaknya jumlah sisa material pipa. Diagram tersebut menunjukkan bahwa terdapat lima faktor utama yang mempengaruhi, antara lain faktor *human error* disaat proses pengerjaan proyek, kesalahan pada pengoperasian mesin, metode pada pemotongan dan penggunaan material yang kurang efisien, material pipa mengalami penurunan kualitas dan lingkungan kerja atau gudang yang kurang memadai

Tree Diagram









Gambar 3. Tree Diagram Minimasi Jumlah Sisa Material Pipa

Pada gambar 3, terdapat *interrelationship diagram* yang menunjukkan strategi untuk meminimalisir banyaknya jumlah sisa material pipa. Diagram tersebut menunjukkan bahwa terdapat 3 strategi utama yang dapat meminimalisir, antara lain menjaga kualitas agar dan pengoptimalan penggunaan material sesuai dengan desain

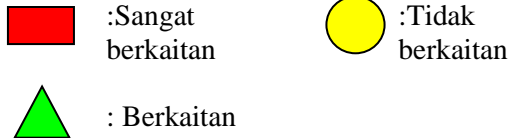
Matrix Diagram

Kesalahan Operator Dalam mengoperasikan mesin (<i>Human error</i>)	▲	●	■
Material bahan memiliki kualitas di bawah standar	▲	■	▲
Mesin Produksi Mengalami Masalah	■	▲	●
Penyebab	Membuat Kinerja Mesin dan Pekerja Lainnya Menjadi Optimal	Memperketat Inspeksi Penerimaan Material dan Penyimpanan Gudang	Meningkatkan Performa Mesin Produksi
Kegiatan Memperbaiki			
Kegiatan Secara Spesifik			
Meletakkan Standar Operasional Prosedur (SOP) di area kerja	▲	●	■
Mengadakan <i>training</i> berkala untuk semua operator	■	▲	●
Mengatur jam kerja optimal	■	●	■
Melakukan pengecekan spesifikasi material datang	●	■	●
Melakukan piket di gudang penyimpanan	●	■	●

Melakukan penjadwalan <i>maintenance</i> mesin			
Melakukan diskusi mengenai desain dan ukuran material secara rutin			

Gambar 4. Matrix Diagram Jumlah Sisa Material Pipa

Keterangan:



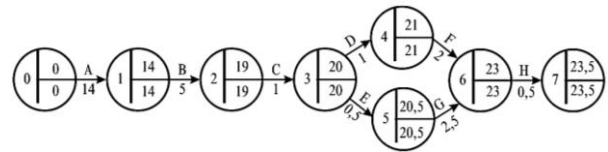
Pada gambar 4, terdapat *matrix diagram* yang menunjukkan strategi untuk meminimalisir banyaknya jumlah sisa material pipa. Dari diagram tersebut dapat diketahui proses apa saja yang bertanggung jawab terkait sisa stok material yang digambarkan didalam *matrix* dengan simbol kotak, segitiga, bulat dimana secara berurutan memiliki arti sangat berkaitan, berkaitan dan tidak berkaitan

Activity Network Diagram

Tabel 1.
Data Activity Network Diagram

Kegiatan	Deskripsi	Kegiatan Sebelumnya	Durasi (Hari)
A	Pembuatan Desain	-	14
B	Penentuan Material List	A	5
C	Pemesanan Material	B	1
D	Inspeksi Material	C	1
E	Penempatan Material	C	0,5
F	Pemotongan	D,E	2
G	Pemasangan	F	2,5
H	Inspeksi Pemasangan	G	0,5

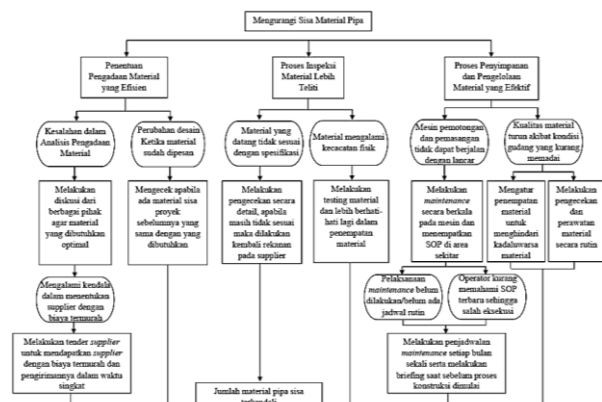
Setelah data didapatkan, selanjutnya akan dilakukan proses pembuatan *activity network diagram* yang berupa hubungan antar *node* yang menjelaskan proses pengelolaan material pipa.



Gambar 5. Activity Network Diagram Pemasangan Material Pipa

Digunakan untuk merancang jadwal aktivitas secara visual dan melacak pelaksanaannya (Setiawan & Nuryanto, 2023). Diagram jaringan aktivitas dapat digunakan untuk menganalisis kemungkinan penyelesaian proyek, biaya-biaya yang diperlukan untuk mempercepat penyelesaian proyek, tantangan yang muncul ketika terjadi penundaan, dan jangka waktu penyelesaian proyek. Dari *activity network diagram* diatas dapat diketahui proses dimulai dari pembuatan desain selama 14 hari, dilanjutkan dengan pembuatan material list selama 5 hari, dan setelah itu dilakukan pengadaan atau pemesanan material selama 1 hari. Selanjutnya masuk ke proses inspeksi material dan penempatan material masing masing selama 1 hari dan 0,5 hari. Setelah itu dilanjutkan dengan pemotongan dan pemasangan material masing masing selama 2 hari dan 2,5 hari, dan yang terakhir adalah inspeksi pemasangan selama 0,5 hari. Diagram di atas memiliki lintasan kritis A-B-C-D-F-H, maka semua kegiatan harus dapat diselesaikan sesuai waktu yang telah dijadwalkan. Apabila terjadi keterlambatan dalam proses selanjutnya akan membuat proses lainnya juga mengalami keterlambatan

Process Decision Program Chart



Gambar 6. Process Decision Program Chart Minimasi Jumlah Sisa Material Pipa

PDPC digunakan untuk menganalisis hambatan yang bisa terjadi saat dilakukannya penerapan alternatif perbaikan (Zakariya et al., 2020). Dengan menganalisis urutan kejadian dan hasil potensial, diagram ini digunakan untuk membantu menentukan prosedur yang harus diikuti agar membuahkan hasil yang diinginkan. Dari diagram program Keputusan diatas dijelaskan bahwa didapatkan rencana tindakan yang telah ditentukan untuk mendapatkan jumlah sisa stok material pipa

yang terkendali. Untuk meminimalisir jumlah sisa stok material pipa terdapat tiga rencana tindakan, yaitu: menentukan pengadaan material yang efisien, proses inspeksi material lebih teliti, dan proses penyimpanan dan pengelolaan material yang efektif.

Matrix Data Analysis

Tabel 2.
Matrix Data Analysis

<i>Primary</i>	<i>Secondary</i>	<i>Importance</i>	<i>PT. KRS</i>
Menentukan pengadaan material yang efisien	Melakukan diskusi dari berbagai pihak agar material yang dibutuhkan optimal	3	3
	Mengecek apabila ada material sisa proyek sebelumnya yang sama dengan yang dibutuhkan	3	3
Proses inspeksi material lebih teliti	Melakukan pengecekan secara detail, apabila masih tidak sesuai maka dilakukan kembali rekanan pada supplier	3	3
	Melakukan testing material dan lebih berhati-hati lagi dalam penempatan material	2	2
Proses penyimpanan dan pengelolaan material yang efektif	Melakukan <i>maintenance</i> secara berkala pada mesin dan menempatkan Standar Operasional Prosedur (SOP) di area sekitar	3	2
	Mengatur penempatan material untuk menghindari kadaluwarsa material	2	2
	Melakukan pengecekan dan perawatan material secara rutin	3	2

Keterangan :

- 1 : Belum dilakukan
- 2 : Dilakukan
- 3 : Sering Dilakukan

Matrix data analysis digunakan untuk memperoleh data dari diagram raster dan menampilkannya dengan lebih mudah, yang menunjukkan kekuatan hubungan antar variabel.

Berdasarkan *matrix data analysis* di atas, dapat dilihat tingkat kepentingan pengimplementasian dari beberapa usulan yang diajukan. Usulan-usulan yang diajukan ternyata hamper sudah sering dilakukan oleh PT. KRS. Hal ini menunjukkan bahwa PT. KRS hanya perlu meningkatkan dan konsisten terhadap kegiatan

yang menunjang jalannya proses produksi serta dalam penggunaan material yang optimal.

Analisis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisa dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) setelah variabel penyebab material tetap berada di dalam pipa telah ditentukan dengan menggunakan analisa *New Seven Tools*. FMEA mencari kemungkinan

mode kegagalan dan konsekuensi dari cacat produk. Teknik ini memfasilitasi prosedur perbaikan dengan membantu penetapan skala prioritas perbaikan untuk setiap skenario kegagalan yang muncul. Tabel FMEA dianalisis dengan menghitung pembobotan nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* yang didapat dari hasil pengamatan yang nantinya akan didapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*). Berikut ini adalah tabel analisis FMEA sisa material proyek kapal X adalah:

Tabel 3.
Analisis FMEA Sisa Material Pipa

No	Kegagalan	Potensi Efek kegagalan	Severity (S)	Penyebab Potensi Kegagalan		Occurance (O)	Rencana Perbaikan	Detection (D)	RPN
				Faktor Penyebab	Keterangan				
1	Material mengalami kerusakan pada saat proses pemotongan	Pada proses pemotongan pipa terjadi kesalahan dalam melakukan pemotongan, karena kesalahan ukuran yang membuat ukuran pipa menjadi salah dan pipa tidak bisa digunakan, hal ini yang menjadikan pipa tersebut menjadi sisa stock	2	Manusia	Kurangnya fokus pada saat bekerja membuat proses pemotongan tidak dapat berjalan sesuai dengan prosedur, dan hasil yang didapatkan juga tidak sesuai yang direncanakan	2	Menghindari hal-hal yang dapat menyebabkan fokus terganggu, kurangi penyebab kebisingan yang berlebihan, mengatur suhu dan kelembapan ruangan kerja agar karyawan tidak mengalami kelelahan dalam waktu singkat	6	24
2	Material mengalami kerusakan pada saat proses pemotongan	Pada proses pemotongan pipa terjadi kesalahan dalam melakukan pemotongan, karena kesalahan ukuran yang membuat ukuran pipa menjadi salah dan pipa tidak bisa digunakan, hal ini yang menjadikan pipa tersebut menjadi sisa stock	2	Manusia	Kurangnya pemahaman Standar Operasional Prosedur (SOP) terbaru dan penggunaan mesin pemotong yang sesuai dengan jenis pipa	2	Melakukan <i>briefing</i> setiap sebelum proses produksi dilaksanakan, memberikan arahan mengenai Standar Operasional Prosedur (SOP) terbaru dan menempelkan Standar Operasional Prosedur (SOP) terbaru di area tempat kerja	8	32
3	Material mengalami kerusakan pada saat proses pemotongan	Pada proses pemotongan pipa terjadi kesalahan dalam melakukan pemotongan, karena	4	Mesin	Mesin yang kurang perawatan membuat kinerja mesin kurang optimal yang membuat hasil	3	Melakukan <i>maintenance</i> mesin secara berkala dan rutin, hindari pemakaian mesin yang berlebihan agar tidak terjadi	7	84

		kesalahan ukuran yang membuat ukuran pipa menjadi salah dan pipa tidak bisa digunakan, hal ini yang menjadikan pipa tersebut menjadi sisa stock			pemotongan kurang sesuai dengan yang diinginkan		overheat pada mesin		
4	Terjadi kesalahan pada saat pemasangan pipa	Kesalahan pada saat pemasangan pipa mengharuskan pipa harus dibongkar kembali, hal ini dapat menyebabkan <i>defect</i> pada pipa dan berakhir menjadi sisa stock material	2	Manusia	Kurangnya komunikasi antar pekerja dapat menyebabkan kesalahan pemasangan	2	Memastikan apakah semua pekerja sudah memahami prosedur pemasangan, untuk menghindari kesalahan pemasangan dapat dilakukan <i>briefing</i> setiap sebelum proses pemasangan	9	36
5	Terjadi kesalahan pada saat pemasangan pipa	Kesalahan pada saat pemasangan pipa mengharuskan pipa harus dibongkar kembali, hal ini dapat menyebabkan <i>defect</i> pada pipa dan berakhir menjadi sisa stock material	3	Lingkungan	Lingkungan yang tidak memadai dapat membuat proses pemasangan pipa tidak berjalan dengan lancar, cuaca yang ekstrim, bau yang menyengat, kurangnya pencahayaan merupakan beberapa contoh lingkungan yang tidak memadai untuk proses pemasangan	3	Melakukan pembersihan dan penyesuaian pada area kerja serta melakukan penjadwalan yang bersifat kondisional untuk berjaga-jaga apabila cuaca kurang mendukung untuk proses pemasangan	9	81
6	Material pipa kadaluwarsa	Material yang kadaluwarsa dapat menyebabkan kualitas dapat menurun, hal ini berpengaruh terhadap kekuatan, ketuhan dan kokohnya material pipa	3	Manusia	Penempatan material yang tidak sesuai dengan urutan <i>expired date</i> membuat kemungkinan material dapat melewati waktu kadaluwarsa	2	Melakukan perencanaan jadwal penggunaan material yang mempertimbangkan tanggal kadaluwarsa material	8	48
7	Material pipa kadaluwarsa	Material yang kadaluwarsa dapat menyebabkan kualitas dapat menurun, hal ini berpengaruh terhadap kekuatan, ketuhan dan kokohnya material pipa	3	Lingkungan	Material yang tidak disimpan dengan baik dapat mengalami kadaluwarsa lebih cepat dari tanggal kadaluwarsanya, lingkungan yang memiliki suhu dan kelembapan yang ekstrim dan tidak stabil dapat	3	Menyimpan material dengan memperhatikan suhu dan kelembapan yang stabil, menjauhkan material dari hal yang membuat penurunan kualitas seperti api, sinar matahari dan berlebihan	8	72

menyebabkan material mengalami penurunan kualitas

Pada tabel 3 menjelaskan mengenai jenis kegagalan, efek dari kegagalan tersebut, penyebab kegagalan, deteksi kegagalan, serta rencana perbaikan untuk kegagalan tersebut. Dari tabel tersebut juga dapat diketahui nilai RPN dari masing-masing *cause of failure*. Nilai-nilai RPN tersebut selanjutnya dirangkum dalam Tabel sebagai berikut.

- 1) Material mengalami kerusakan pada saat proses pemotongan

Tabel 4.
Risk Priority Category Material Mengalami Kerusakan Pada Saat Proses Pemotongan

<i>Risk Priority Category</i>		
	RPN 200+	<i>Urgent Action</i>
	RPN 100 – 199	<i>Improvement Required</i>
	RPN 1 – 99	<i>No Action (Monitor Only)</i>
<i>Modes of Failure</i>	<i>Cause of Failure</i>	RPN
Material mengalami kerusakan pada saat proses pemotongan	Kurangnya fokus pada saat bekerja	24
	Kurangnya pemahaman Standar Operasional Prosedur (SOP) terbaru dan penggunaan mesin pemotong yang sesuai dengan jenis pipa	32
	Mesin yang kurang perawatan	84

Pada tabel diatas dijelaskan mengenai jenis kegagalan material mengalami kerusakan pada saat proses pemotongan. Dalam tabel ini ditunjukkan tingkat kategori prioritas resiko yang terbagi menjadi tiga kategori yaitu tindakan yang sangat harus dilakukan (*urgent action*), memerlukan improvisasi mengenai tindakan yang sudah dilakukan (*improvement required*), dan tidak perlu ada tindakan tambahan atau hanya perlu konsisten terhadap

tindakan yang sudah dilakukan (*monitor only*). Didapatkan *cause of failure* dengan nilai RPN tertinggi yakni mesin kurang perawatan, sebanyak 84. Namun, karena angka ini masih berada dalam kisaran 1-99, maka tidak diperlukan tindakan perbaikan, karena perbaikan sudah diberikan dalam pengarahannya; semua alasan kegagalan lainnya memiliki nilai RPN antara 1 dan 99. Lebih mengfokuskan karyawan sebelum bekerja, serta *maintenance* secara rutin terhadap mesin pemotong.

- 2) Terjadi kesalahan pada saat pemasangan pipa

Tabel 5.
Risk Priority Category Terjadi Kesalahan Pada Saat Pemasangan Pipa

<i>Risk Priority Category</i>		
	RPN 200+	<i>Urgent Action</i>
	RPN 100 – 199	<i>Improvement Required</i>
	RPN 1 – 99	<i>No Action (Monitor Only)</i>
<i>Modes of Failure</i>	<i>Cause of Failure</i>	RPN
Terjadi Kesalahan Pada Saat Pemasangan Pipa	Kurangnya komunikasi antar pekerja	36
	Lingkungan yang tidak memadai	81

Pada tabel diatas dijelaskan mengenai jenis kegagalan terjadi kesalahan pada saat pemasangan pipa. Dalam tabel ini ditunjukkan tingkat kategori prioritas resiko yang terbagi menjadi tiga kategori yaitu tindakan yang sangat harus dilakukan (*urgent action*), memerlukan improvisasi mengenai tindakan yang sudah dilakukan (*improvement required*), dan tidak perlu ada tindakan tambahan atau hanya perlu konsisten terhadap tindakan yang sudah dilakukan (*monitor only*). Pada tabel diatas didapatkan *cause of failure* dengan nilai RPN tertinggi yakni lingkungan yang tidak memadai, sebanyak 81. Namun, karena angka ini masih berada dalam kisaran 1-99, maka tidak diperlukan tindakan perbaikan. Karena solusi sudah ditawarkan dalam bentuk, nilai RPN

untuk sumber kegagalan lebih lanjut adalah 1-99, oleh karena itu tidak diperlukan tindakan perbaikan. *briefing* dan memastikan karyawan memahami Standar Operasional Prosedur (SOP) terbaru, serta menjaga kebersihan, kelembapan dan kestabilan suhu ruang penyimpanan material.

3) Material pipa kadaluwarsa

Tabel 6.
Risk Priority Category Material Pipa
Kadaluwarsa

<i>Risk Priority Category</i>		
RPN 200+	<i>Urgent Action</i>	
RPN 100 – 199	<i>Improvement Required</i>	
RPN 1 – 99	<i>No Action (Monitor Only)</i>	
<i>Modes of Failure</i>	<i>Cause of Failure</i>	RPN
Material Pipa Kadaluwarsa	Penempatan material yang tidak sesuai dengan urutan <i>expired date</i>	48
	Material yang tidak disimpan dengan baik	72

Pada tabel diatas dijelaskan mengenai jenis kegagalan material pipa kadaluwarsa. Dalam tabel ini ditunjukkan tingkat kategori prioritas resiko yang terbagi menjadi tiga kategori yaitu tindakan yang sangat harus dilakukan (*urgent action*), memerlukan improvisasi mengenai tindakan yang sudah dilakukan (*improvement required*), dan tidak perlu ada tindakan tambahan atau hanya perlu konsisten terhadap tindakan yang sudah dilakukan (*monitor only*). Pada tabel diatas didapatkan *cause of failure* dengan nilai RPN tertinggi yakni material yang tidak disimpan dengan baik, sebanyak 72. Namun, karena angka ini masih berada dalam kisaran 1-99, maka tidak diperlukan tindakan perbaikan. Tidak diperlukan tindakan perbaikan karena nilai RPN untuk penyebab kegagalan lainnya berkisar antara 1 hingga 99. Hal ini dikarenakan solusi sebelumnya seperti membuat jadwal penggunaan material dan lebih memperhatikan kondisi material di gudang untuk mencegah kadaluwarsa telah dilakukan.

KESIMPULAN

Hasil dari analisis *new seven tools* meliputi diagram-diagram yang menjelaskan faktor yang mempengaruhi banyaknya sisa material proyek kapal X. Selain itu, terdapat juga diagram yang menjelaskan apa tindakan yang harus dilakukan oleh PT. KRS untuk meminimalisir jumlah sisa material pipa dan mengoptimalkan penggunaan material pipa pada proyek yang akan dikerjakan selanjutnya. Lalu pada analisis FMEA ditunjukkan penyebab kegagalan pada pengelolaan material pipa serta perhitungan RPN.

Setelah dilakukan analisis dengan kedua metode diatas, didapatkan beberapa faktor utama penyebab banyaknya sisa material pipa dari proyek kapal X. Faktor-faktor utama tersebut adalah variabel termasuk manusia, mesin, prosedur, zat, dan lingkungan. Selanjutnya, mengusulkan metode untuk mengurangi jumlah sisa material pipa, yaitu dengan menentukan perencanaan pengadaan yang efisien, memperketat inspeksi penerimaan material, dan membuat proses penyimpanan dan penggunaan material yang efektif. Kemudian dilakukan penggambaran tindakan yang diperlukan untuk perbaikan proses dan didapatkan alur atau urutan proses pengelolaan material pipa yang harus dilakukan dengan efisien oleh seluruh pekerja agar meminimalisir sisa stok material pipa. Dan terakhir pada *matrix data analysis*, didapatkan tingkat kepentingan pengimplementasian dari beberapa usulan yang diajukan. Sedangkan untuk analisis FMEA didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa proses produksi atau pengelolaan material pipa di PT. KRS khususnya pada pembangunan kapal X mengalami sangat sedikit kemungkinan untuk terjadi kegagalan. Dan tidak perlu tindakan perbaikan yang begitu serius, hanya perlu adanya konsistensi.

Berdasarkan hasil penelitian yang menggunakan dua metode yaitu metode analisis *New Seven Tools* dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), dapat diketahui faktor-faktor penyebab banyaknya sisa material pipa pada proyek kapal X di PT. KRS. Maka dapat disimpulkan bahwa penyebab utama dari banyaknya sisa material pipa adalah kurangnya kemampuan dan ketelitian pekerja terhadap pengelolaan dan perawatan material serta mesin. Selain itu, lingkungan juga

berpengaruh terhadap kualitas material. Oleh karena itu, menilai potensi perbaikan memerlukan pemeliharaan rutin, sosialisasi prosedur operasi standar (SOP), dan pelatihan pengoperasian mesin, serta perawatan gudang penyimpanan material proyek. Kelemahan dari artikel ini adalah data yang dibutuhkan kurang detail di tiap bulan setelah proyek selesai sampai di 31 Oktober, serta metode yang dipakai hanya metode yang kurang memberikan masukan dan usulan kepada PT. KRS. Maka dari itu, diharap untuk penelitian selanjutnya bisa ditambahkan metode yang lebih memberikan banyak masukan atau usulan untuk perusahaan seperti metode TQM, TQC, ISO, dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andiyanto, S., Sutrisno, A., & Punuhsingon, C. C. (2022). Penerapan Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) Pada UD. Lajamin Untuk Memperbaiki Kualitas Produk Tas. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat*, 6(2), 51–58.
- Azhar, A., & Agung K, T. (2019). Standarisasi Harga Pembangunan Kapal Perintis. *Jurnal Teknologi Maritim*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.35991/jtm.v2i1.902>
- Aziza, N., & Setiaji, F. B. (2020). Pengendalian Kualitas Produk Mebel Dengan Pendekatan Metode *New Seven Tools*. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 4(1), 27. <https://doi.org/10.51804/tesj.v4i1.791.27-34>
- Carlson, C. S. (2014). *Understanding and Applying the Fundamentals of FMEAs*. 2014 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), 12.
- Erni, Y. R. P. (2020). Analisa Pengendalian Kualitas Paving Block dengan Metode *New Seven Tools* di CV . Arga Reyhan Bahari Sumatera Utara metode atau alat yang digunakan untuk Dengan Metode *New Seven Tools* Di CV . Arga. *Jurnal JIME*, 4(November), 138–147.
- Gilang, D., & Prakoso, I. (2023). Analisis Kualitas Produk Joran Pancing Dengan Menggunakan Metode *New Seven Tools* (Studi Kasus : *Jurnal Taguchi*, 3(1), 68–79.
- Ma'ruf, B., & MM, M. (2014). Aplikasi Manajemen dan Teknologi untuk Mendorong Daya Saing Industri Kapal dan Industri Pelayaran Nasional. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen ...*, May, 1995–1998.
- Nuciferani, F. T., Aulady, M. F. N., Choiriyah, S., Sumarsono, D. S. B., Sipil, T., Teknologi, I., & Tama, A. (2022). Penerapan *Lean Construction* pada Proyek Perumahan terhadap *Waste Material*. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 1(1), 1–6.
- Setiawan, A., & Nuryanto. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Kemasan Air Minum Jenis Galon Cleo Dengan Metode *New Seven Tools*. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(11), 4371–4380. <https://bnr.bg/post/101787017/bsp-za-balgaria-e-pod-nomer-1-v-buletinata-za-vota-gerb-s-nomer-2-pp-db-s-nomer-12>
- Setiawan, A., & Robi'in, M. A. (2021). Analisa Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Pada Pembangunan Perumahan Di Bojonegoro. *Dearsip*, 1(2), 79–92.
- Situngkir, D. I. (2019). Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada *Paper Machine*. *Flywheel : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 39. <https://doi.org/10.36055/fwl.v1i1.5489>
- Zakariya, Y., Mu'tamar, M. F. F., & Hidayat, K. (2020). Analisis Pengendalian Mutu Produk Air Minum dalam Kemasan Menggunakan Metode *New Seven Tools* (Studi Kasus di PT. DEA). *Rekayasa*, 13(2), 97–102. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i2.5453>