Penilaian Risiko Operasional Proses Pekerjaan Heat Exchanger di PT.PAL Indonesia Menggunakan Metode FMEA

Arif Priyo Sembodo[1], Minto Basuki[2]
Program Studi Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhitama Surabaya
e-mail: arifpriyo300897@gmail.com[1], mintobasuki@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

Researchers would conduct an operational risk assessment at the stages of the work process in constructing new buildings in PT PAL INDONESIA using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). This research had two main objectives: identifying potential failure modes at each stage of the work process and analyzing the level of impact and likelihood of failure modes occurring. Data were collected through project documentation, field observations, and interviews with construction experts. This research method was Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The results of this study were the construction of a Heat Exchanger had several types of risks, including Marking Setting & Levelling Fix Tube Sheet, installing tie Rod, Spacer & Setting, Levelling Buffles, Install Plat Bar, Welding Plat Bar, NDE (MT), Inserting Tube, Tube Expanding, Tube Cutting, Final Check Tube Sheet Surface, Hidrotest Preparation, Witness Hidrotest, Clean Up & Heating, Final Check, and Final Painting & Packing. Based on the Risk Priority Number (RPN) value calculation, the highest priority ranking is obtained, namely the result of inhomogeneous connection or welding. It would undoubtedly impact several events, such as uneven heat, overheating, corrosion, and susceptibility to material cracking. Mitigation efforts that could be made require human resources to have experience in welding. It was done so that the welding results were good and the heat exchanger's temperature was evenly distributed to prevent the onset of overheating.

Kata kunci: *FMEA, Impact of Failure, Operational Risk Assessment, Risk Management.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko operasional pada tahapan proses pekerjaan dalam konstruksi bangunan baru di PT. PAL Indonesia menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Penelitian ini memiliki dua tujuan utama: pertama, mengidentifikasi potensi mode kegagalan pada setiap tahapan proses pekerjaan; kedua, menganalisis tingkat dampak dan kemungkinan kejadian dari mode kegagalan tersebut. pengumpulan data melalui dokumentasi proyek, observasi lapangan, serta wawancara dengan para ahli di bidang konstruksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Hasil dari penelitian ini yaitu identifikasi risiko proses pembangunan Heat Excahrger memiliki jenis risiko antara lain Marking Setting & Levelling Fix Tube Sheet, Install Tie Rod.Spacer & Setting + Levelling Buffles, Install Plat Bar, Welding Plat Bar, NDE (MT), Inserting Tube, Tube Expanding, Tube Cutting, Final Check Tube Sheet Surface, Hidrotest Preparation, Witness Hidrotest, Clean Up & Heating, Final Check, Final Painting & Packing, Berdasarkan perhitungan nilai RPN maka peringkat didapatkan prioritas tertinggi yaitu pada hasil penyambungan atau pengelasan yang tidak homogen. Hal ini tentunya akan berdampa pada beberapa kejadian seperti panas yang tidak merata, overheating, korosi dan rentan terhadap keretakan material, Upaya mitigasi yang dapat dilakukan SDM harus memiliki pengalaman dalam hal pengelasan. Hal ini dilakukan agar hasil pengelasan baik dan suhu Heat Exchanger akan merata sehingga mencegah timbulnya overheating.

Kata kunci: Dampak Kegagalan, FMEA, Manajemen Risiko, Penilaian Risiko Operasional.

PENDAHULUAN

PT. PAL Indonesia merupakan perusahaan milik negara Indonesia yang bergerak di bidang pembuatan kapal dan galangan kapal. Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pembangunan kapal, PT. PAL Indonesia memiliki banyak proyek konstruksi bangunan baru yang dilakukan secara berkelanjutan.

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui wawancara dengan pihak-pihak terkait di PT. PAL Indonesia, observasi langsung terhadap proses pekerjaan bangunan baru, serta studi dokumentasi dan literatur. Kegiatan operasional pembangunan kapal baru di PT. PAL Indonesia tidak terlepas dari risiko-risiko yang dapat menyebabkan berbagai macam kendala dan bahkan dapat menimbulkan kerugian yang disebabkan oleh proses internal, kesalahan sumber daya manusia, kerusakan atau kesalahan sistem, kerugian yang disebabkan kejadian dari luar perusahaan dan kerugian karena pelanggaran hukum atau peraturan oleh perusahaan.

Penyebab keterlambatan proyek yaitu keterbatasan peralatan yang digunakan, peralatan yang jarang dirawat, dan jumlah tenaga kerja yang minim. Ketepatan waktu penyelesaian proyek sesuai target harus diwujudkan.

Keterlambatan proyek akan menambah biaya, karena harus membayar sanksi kepada pemilik proyek sesuai kesepakatan. Agar penyelesaian proyek tepat waktu maka dilakukan analisa terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan penyelesaian proyek Bonardo [1]

Mengelola risiko bisa dimulai dari mengidentifikasi risiko, kemudian menilai tingkat keparahan risiko tersebut sehingga bisa diprioritaskan pengelolaannya. Serta menentukan mitigasi risiko agar dapat menurunkan tingkat risiko [2]**.** *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan dalam sebuah system, desain, proses dan pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan pemberian nilai atau skor masing masing kegagalan berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*) dan tingkat deteksi (*detection*) [3]

TINJAUAN PUSTAKA

Risiko Operasional

Risiko operasional adalah risiko yang terkait dengan kesalahan, kegagalan, atau kehilangan yang disebabkan oleh proses internal, orang, atau sistem atau oleh peristiwa eksternal seperti perubahan lingkungan atau tindakan regulatori.

Risiko operasional merupakan risiko yang disebabkan kekurangan atau tidak berfungsinya proses internal, kesalahan manusia, kegagalan sistem, dan adanya kejadian eksternal yang memengaruhi operasional. Sumber risiko operasional dapat disebabkan antara lain oleh sumberdaya manusia, proses, sistem, dankejadian eksternal. [4].

Risiko operasional, secara umum, adalah risiko kerugian dari kegagalan operasional. Ini mencakup berbagai peristiwa dan tindakan serta kelambanan, misalnya, kegagalan untuk mengambil tindakan yang tepat pada waktu yang tepat.

Manajemen Risiko Operasional

Manajemen risiko adalah suatu pendekatan terstruktur/metodologi dalam mengelola ketidakpastian yang berkaitan dengan ancaman suatu rangkaian aktivitas manusia termasuk: Penilaian risiko, pengembangan strategi untuk mengelolanya dan mitigasi risiko dengan menggunakan pemberdayaan/pengelolaan sumber daya

Menurut [5] Definisi manajemen risiko itu sendiri merupakan suatu pendekatan terstruktur yang digunakan untuk mengelola ketidakpastian terkait risiko.

Proses manajemen Risiko Operasional

Proses manajemen risiko operasional bukanlah proses yang linier, akan tetapi terdiri dari proses mengidentifikasi, mengukur, memantau dan mengendalikan risiko operasional: Identifikasi Risiko Operational, Pengukuran Risiko Operasional, Pemantauan Risiko Operasional, Pengendalian Risiko Operasional.

Tujuan Manajemen Risiko Operasional

Manajemen risiko operasional memiliki tujuan merubah inherent risk (risiko yang melekat) yang terdapat dalam setiap aktivitas organisasi menjadi residual risk dan mengelola penyebab timbulnya risiko operasional tersebut sehingga dapat menekan ataupun mencegah timbulnya risiko yang mengakibatkan kerugian operasional perusahaan.

Metode Penilaian Risiko Operasional

Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan penilaian risiko operasional adalah metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Metode ini melibatkan langkah-langkah seperti identifikasi dan deskripsi failure mode, penilaian tingkat keparahan (severity), penilaian tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan (occurrence), penilaian deteksi (detection), perhitungan tingkat risiko (Risk Priority Number/RPN), serta identifikasi dan implementasi tindakan mitigasi.

Teori FMEA yang berkaitan dengan SOD dan RPN

FMEA, atau Failure Mode and Effect Analysis, adalah suatu metodologi sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan dalam suatu proses atau sistem. berikut adalah dasar teori terkait FMEA, SOD, dan RPN:

1. Severity (Keparahan):
   Definisi: Keparahan (Severity) adalah ukuran dampak atau konsekuensi dari suatu kegagalan atau mode kegagalan.

Tabel 1. Skala Pengukuran Severity (keparahan)

Nilai Skor	Kriteria	Deskripsi
10 - 9	Sangat Tinggi	Berdampak besar dan >20% berdampak terhadap *critical path*
8 -7	Tinggi	Berdampak besar dan >10% - 20% berdampak terhadap *critical path*

6 - 5	Sedang	Berdampak 5% - 10% terhadap *critical path*
4 - 3	Rendah	Berdampak < 5% terhadap *critical path*
2 -1	Sangat Rendah	Berdampak tidak signifikan

2. Occurrence (Kemungkinan Terjadinya):
   Definisi: Kemungkinan Terjadinya (Occurrence) adalah ukuran seberapa sering atau mungkin suatu mode kegagalan terjadi dalam suatu sistem atau proses.

Tabel 2. Skala Pengukuran Occurrence

Nilai Skor	Kriteria	Deskripsi
10 - 9	Sangat mungkin terjadi	Suatu kejadian mungkin terjadi pada hampir semua kondisi
8 -7	Kemungkinan akan terjadi	Suatu kejadian yang akan terjadi pada beberapa kondisi
6 - 5	Kesempatan sama antara terjadi atau tidak	Suatu kejadian yang bisa terjadi atau tidak terjadi pada keondisi tertentu
4 - 3	Kemungkian tidak akan terjadi	Suatu kejadian mungkin terjadi pada beberapa kondisi tertentu, namun kecil kemungkinan terjadinya
2 -1	Sangat tidak mungkin terjadi	Suatu kejadian yang tidak mungkin terjadi pada beberapa kondisi

3. Detection (Deteksi):
   Definisi: Deteksi adalah kemampuan untuk mendeteksi atau menemukan kegagalan sebelum mencapai konsumen atau pengguna akhir.

Tabel 3. kriteria detection

Nilai Skor	Kriteria	Deskripsi
10 - 9	Hampir tidak mungkin mendeteksi	Hazards Analysis, JSA, PPHA, rencana atau prosedur kerja hampir tidak mungkin mendeteksi risiko
8 -7	Kemungkinan kecil mendeteksi	Hazards Analysis, JSA, PPHA, rencana atau prosedur kerja mempunyai kemungkinan kecil untuk dapat mendeteksi risiko
6 - 5	Kemungkinan moderate untuk mendeteksi	Hazards Analysis, JSA, PPHA, rencana atau prosedur kerja mempunyai kemungkinan moderate untuk dapat mendeteksi risiko
4 - 3	Kemungkinan tinggi untuk mendeteksi	Hazards Analysis, JSA, PPHA,rencana atau prosedur kerja mempunyai kemungkinan tinggi untuk dapat mendeteksi risiko
2 -1	Sangat mungkin mendeteksi	Hazards Analysis, JSA, PPHA, rencana atau prosedur kerja sangat mungkin mendeteksi risiko

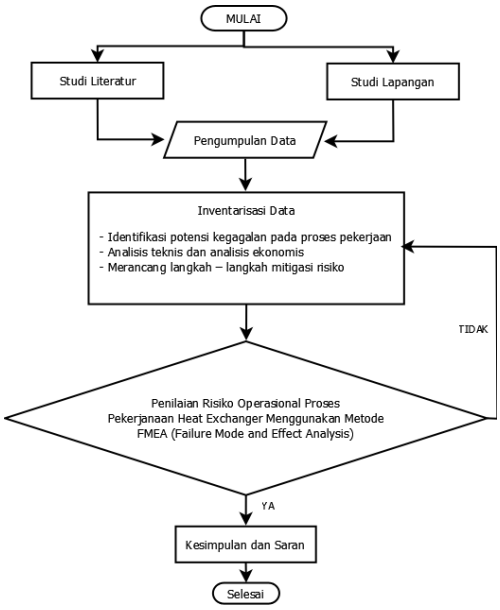
4. Risk Priority Number (RPN):
   Definisi: RPN adalah hasil dari perkalian antara Severity, Occurrence, dan Detection. Ini memberikan nilai numerik untuk membantu dalam menentukan prioritas kegagalan yang paling kritis atau berisiko tinggi.
   Perhitungan RPN:
   $RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$
   Interpretasi RPN:
   - Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi risiko kegagalan.
   - RPN yang tinggi menunjukkan bahwa suatu kegagalan memiliki dampak serius, sering terjadi, dan sulit dideteksi.

   Dengan menggunakan FMEA, tim dapat mengidentifikasi area di mana peningkatan atau perbaikan perlu dilakukan untuk mengurangi risiko kegagalan

METODE

Metodologi penelitian adalah suatu pendekatan atau strategi yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian. Tempat penelitian adalah tempat atau objek untuk diadakan suatu penelitian. Penelitian ini dilakukan pada bangunan baru di PT. PAL Indonesia (Persero).

Metode yang digunakan untuk menganalisis risiko operasional adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Metode ini melibatkan langkah-langkah sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merancang mitigasi risiko yang efektif.



Gambar 1. Diagar Alur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Risiko

Identifikasi resiko yang dilakukan dalam proses pembangunan *Heat Exchanger* dapat diperoleh melalui proses wawancara dan brainstorming dengan kepala proyek dan supervisor yang sudah berpengalaman dalam bidang *Heat Exchanger* sehingga menghasilkan beberapa sumber risko pada proses pembangunan *Heat Exchanger* dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4. Jenis kegagalan (Failure) yang dapat terjadi

Jenis Risiko	Risiko
Marking Setting & Levelling Fix Tube Sheet	1. Kelebihan/kekurangan bahan dasar tube 2. SDM yang kurang kompeten akan menyebabkan tube tidak baik pemasangannya 3. Penanda tube yang salah
Install Tie Rod.Spacer & Setting + Levelling Buffles	Pemasangan sabuk yang salah/tidak tepat
Install Plat Bar	Pemasangan plat yang tidak tepat
Welding Plat Bar	1. Sambungan plat bar yang tidak homogen 2. Sambungan yang tidak rapat 3. SDM yang kurang terampil dalam pengelasan
NDE (MT)	1. Keretakan yang tidak terdeteksi 2. Rongga yang tidak terdeteksi 3. Porositas yang tidak presisi sehingga menyebabkan putaran tidak seimbang
Inserting Tube	1. Kesalahan ukuran tube 2. Persediaan tube yang kurang
Tube Expanding	1. SDM yang kurang terampil dalam expanding tube 2. Ukuran yang diluar perencanaan
Tube Cutting	1. Ukuran potongan yang salah 2. Mesin pemotong yang rusak/tidak berfungsi dengan baik
Final Check Tube Sheet Surface	1. Permukaan yang tidak rata 2. Terjadi kebocoran/adanya lubang/rongga 3. Sambungan pengelasan yang tidak homogen/baik

ISSN 2775-5630

Hidrotest Preparation	1. Ketersediaan air yang kurang 2. Alat hidrotest yang tidak berfungsi 3. SDM yang tidak dapat menggunakan alat hidrotest
Witness Hidrotest	1. Kebocoran pada tube 2. Kebocoran pada tabung 3. Tekanan air tidak sesuai settingannya 4. Penyumbatan pada saluran tube
Clean Up & Heating	1. Overheating 2. Suhu air tidak sesuai settingannya 3. Suhu pemanasan tidak maksimal 4. Adanya kotoran yang tertinggal menyebabkan terjadinya sumbatan
Final Check	Ketidaktelitian dalam proses checking secara keseluruhan
Final Painting & Packing	1. Painting yang tidak rapi 2. Packing yang kurang baik sehingga menimbulkan ketidakamanan *Heat Excharger* saat distribusi

Setelah mengidentifikasi kegagalan dalam proses pembangunan *Heat Exchanger* maka disusun kuisioner I yang berisi perhitungan *Severity* (keparahan), *Occurrence* (kegagalan), dan *Detection* (deteksi) yang dilakukan oleh [6] yang sudah disesuaikan dengan pembangunan *Heat Exchanger*.

Tabel 5. Kriteria Severity, Occurrence, dan Detection

Nilai	Dampak (Severity)		Kejadian (Occurance)		Deteksi (Detection)	
Skor	Kriteria	Diskripsi	Kriteria	Diskripsi	Kriteria	Diskripsi
10-9	Sangat tinggi	Berdampak besar dan >20% terhadap *project schedule*	Sangat memungkinkan terjadi	Suatu kejadian meungkin terjadi pada hamper semua kondisi	Hampir tidak mungkin mendeteksi	Rencana/prosedur kerja hamper tidak mungkin mendeteksi risiko
8-7	Tinggi	Berdampak 10%-20% terhadap *project schedule*	Kemungkinan akan terjadi	Suatu kejadian yang akan terjadi pada beberapa kondisi	Kemungkinan kecil mendeteksi	Rencana/ Prosedur kerja mempunyai kemungkinan kecil untuk dapat mendeteksi risiko
6-5	Sedang	Berdampak 5%-10% terhadap *project schedule*	Kesempatan yang sama antara terjadi atau tidak	Suatu kejadian yang bisa terjadi/ tidak bisa terjadi pada kondisi tertentu	Kemungkinan moderate mendeteksi	Rencana/ Prosedur kerja mempunyai kemungkinan moderate untuk dapat mendeteksi risiko
4-3	Rendah	Berdampak >5% terhadap *project schedule*	Kemungkinan tidak akan terjadi	Suatu kejadian mungkin terjadi pada beberapa kondisi tertentu, namun kecil kemungkinan terjadinya	Kemungkinan tinggi untuk mendeteksi	Rencana/prosedur kerja mempunyai kemungkinan tinggi untuk dapat mendeteksi risiko
2-1	Sangat Rendah	Berdampak tidak signifikan	Sangat tidak mungkin terjadi	Suatu kejadian yang tidak mungkin terjadi pada beberapa kondisi	Sangat mungkin mendeteksi	Rencana/prosedur kerja sangat mungkin mendeteksi risiko

Penilaian *Severity, Occurance,* dan *Detection* (Kuisioner I)

Kuisioner 1 ini diisi responden untuk mengetahui dan menentukan nilai *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detection* (D). Kuisioner ini nantinya akan diisi oleh Direktur, Managr, Kepala Bagian, Supervisor dan 1 orang staf ahli yang sudah berpengalaman dibidangnya.

Wawancara beberapa pihak terkait yang ahli dibidangnya ini bertujuan agar hasil penilaian risiko dapat dipertanggungjawabkan

Pengolahan Data

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode yag dilakukan untuk mengetahui potensi kegagalan dalam sistem dan potensi yang dapat terdeteksi dengan melihat nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk mendeteksi prioritas risiko yang dapat terjadi dan menyebabkan kegagalan yang besar. Nilai RPN ini dihitung dari kuisioner 1 dengan mengalikan nilai *severity*, *occurance* dan *detection* sehingga diperoleh tabel sebagai berikut:

Tabel 6. Analisa FMEA

Jenis Risiko	Risiko	S	O	D	RPN
Marking Setting & Levelling Fix Tube Sheet	Kelebihan/kekurangan bahan dasar tube	7.6	4.6	3.2	111.872
	SDM yang kurang kompeten akan menyebabkan tube tidak baik pemasangannya	9.2	3.6	3.2	105.984
	Penanda tube yang salah	3.2	3	4	38.4
Install Tie Rod.Spacer & Setting + Levelling Buffles	Pemasangan sabuk yang salah/tidak tepat	5.4	5.2	3.6	101.088
Install Plat Bar	Pemasangan plat yang tidak tepat	5.4	3.8	1.2	24.624
Welding Plat Bar	Sambungan plat bar yang tidak homogen	7.8	7.2	7	393.12
	Sambungan yang tidak rapat	7	6	7	294
	SDM yang kurang terampil dalam pengelasan	6.8	5.8	2	78.88
NDE (MT)	Keretakan yang tidak terdeteksi	8	5	8	320
	Rongga yang tidak terdeteksi	8	5	8	320
	Porositas yang tidak presisi sehingga menyebabkan putaran tidak seimbang	8	5	8	320
Inserting Tube	Kesalahan ukuran tube	9	6	3.6	194.4
	Persediaan tube yang kurang	5	5.2	2	52
Tube Expanding	SDM yang kurang terampil dalam expanding tube	6	5	2	60
	Ukuran yang diluar perencanaan	4	3	2	24
Tube Cutting	Ukuran potongan yang salah	5	4	1	20
	Mesin pemotong yang rusak/tidak berfungsi dengan baik	6	3	2	36
Final Check Tube Sheet Surface	Permukaan yang tidak rata	4	1.6	1	6.4
	Terjadi kebocoran/adanya lubang/rongga	8	6	4	192
	Sambungan pengelasan yang tidak homogen/baik	7	6	4	168
Hidrotest Preparation	Ketersediaan air yang kurang	4	3	2	24
	Alat hidrotest yang tidak berfungsi	6	4	2	48
	SDM yang tidak dapat menggunakan alat hidrotest	5	5	2	50
Witness Hidrotest	Kebocoran pada tube	8	7	4	224
	Kebocoran pada tabung	8	7	4	224
	Tekanan air tidak sesuai settingannya	4	3.6	1	14.4
	Penyumbatan pada saluran tube	6	6	4	144
Clean Up & Heating	Overheating	9	8	4	288
	Suhu air tidak sesuai settingannya	8	7	4	224
	Suhu pemanasan tidak maksimal	5.8	7.2	5.8	242.208

	Adanya kotoran yang tertinggal menyebabkan terjadinya sumbatan	1.8	1	2	3.6
Final Check	Ketidaktelitian dalam proses checking secara keseluruhan	8	3	2	48
Final Painting & Packing	Painting yang tidak rapi	1	3.4	3	10.2
	Packing yang kurang baik sehingga menimbulkan ketidakamanan *Heat Excharger* saat distribusi	4	4.4	4.4	77.44

Berdasarkan nilai RPN terdapat 10 kejadian kegagalan yang harus dilakukan tindak lanjut mitigasi di beberapa bagian proses pembangunan *Heat Excharger*. Hal ini dilakukan agar mengurangi tingkat risiko maupun tingkat kegagalan pada proyek pembangunan tersebut maka sangat perlu dilakukannya mitigasi risiko untuk kejadian di atas.

Mitigasi Risiko

Setelah mendapatkan nilai prioritas berdasarkan nilai RPN maka langkah selanjutnya yaitu dengan melakukan mitigasi risiko. Mitigasi risiko merupakan langkah akhir dalam penelitian ini agar potensi kegagalan dapat diminimalisir atau bahkan dihilangkan.

Tabel 7. Prioritas Mitigasi

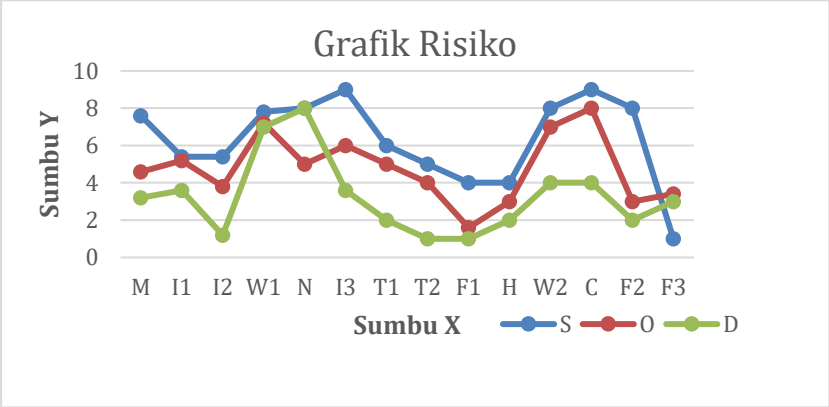
Jenis Risiko	Risiko	Mitigasi	Prioritas RPN
Welding Plat Bar	Sambungan plat bar yang tidak homogen	SDM harus memiliki pengalaman dalam hal pengelasan	1
NDE (MT)	Keretakan yang tidak terdeteksi	Dilakukan pengujian berulang kali	2
NDE (MT)	Rongga yang tidak terdeteksi	Dilakukan pengujian berulang kali	3
NDE (MT)	Porositas yang tidak presisi sehingga menyebabkan putaran tidak seimbang	Memposisikan poros dengan seimbang	4
Welding Plat Bar	Sambungan yang tidak rapat	SDM harus memiliki pengalaman dalam hal pengelasan atau menambal sambungan agar rapat	5
Clean Up & Heating	Overheating	Suhu dinaikkan secara perlahan dan dibawah pengawasan. Pengukuran suhu dilakukan secara periodic	6
Clean Up & Heating	Suhu pemanasan tidak maksimal	Pengecekan apakah terjadi sumbatan/kebocoran heatloss atau tidak	7
Clean Up & Heating	Suhu air tidak sesuai settingannya	Membersihkan dan mengecek ulang apakah ada kotorankerak atau tidak	8
Witness Hidrotest	Kebocoran pada tube	Mengganti/menambal tube	9
Witness Hidrotest	Kebocoran pada tabung	Menambal bagian tabung dengan baik	10

Dari hasil mitigasi maka didapatkan prioritas tertinggi yaitu pada hasil penyambungan atau pengelasan yang tidak homogeny. Hal ini tentunya akan berdampa pada beberapa kejadian seperti panas yang tidak merata, overheating, korosi dan rentan terhadap keretakan material. Tindakan mitigasi ini sangat penting dilakukan oleh PT PAL agar memastikan produk *Heat Excharger* yang baik dan berkualitas.

Pembahasan

Pada penelitian ini PT PAL sebagai objek penelitian dimana memiliki teknologi pembangkit listrik yang salah satu komponennya adalah *Heat Excharger*. Dengan adanya *Heat Excharger* yang berfungsi dengan baik maka akan berdampak oada akses operasional yang lancar.

Proses pembangunan *Heat Excharger* di PT PAL berdasarkan hasil wawancara masih memiliki kemungkinan terjadinya kegagalan produk yang sudah peneliti identifikasi. Setelah melakukan identifikasi peneliti melakukan mitigasi terhadap 10 kejadian berdasarkan nilai RPN tertinggi. Hal ini dilakukan sebagai upaya agar dalam pelaksanaan pembanguan *Heat Excharger* dapat lebih memperhatikan bagian-bagian yang memiliki nilai RPN yang tinggi sehingga produk yang dihasilkan menjadi berkualitas sesuai dengan standar operasional dan tidak mengalami kendala-kendala ketika dioperasikan.



Gambar 2. Grafik Tingkat Risiko

Grafik diatas menunjukkan pada sumbu x adalah penomoran pada setiap jenis kegiatan proses pembangunan Heat Exchanger di PT. PAL INDONESIA yang terdapat pada tabel 6 yaitu hasil pengolahan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan sumbu Y menunjukkan skala penilaian yang dimulai dari nol (0) hingga terbesar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil peneliian mengenai Penilaian Risiko Operasional Proses Pekerjaan Bangunan Baru di PT. PAL INDONESIA Menggunakan Metode FMEA maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Identifikasi risiko proses pembangunan *Heat Exchanger* memiliki jenis risiko antara lain Marking Setting & Levelling Fix Tube Sheet, Install Tie Rod.Spacer & Setting + Levelling Buffles, Install Plat Bar, Welding Plat Bar, NDE (MT), Inserting Tube, Tube Expanding, Tube Cutting, Final Check Tube Sheet Surface, Hidrotest Preparation, Witness Hidrotest, Clean Up & Heating, Final Check, Final Painting & Packing. Berdasarkan perhitungan nilai RPN maka peringkat didapatkan prioritas tertinggi yaitu pada hasil penyambungan atau pengelasan yang tidak homogeny. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan SDM harus memiliki pengalaman dalam hal pengelasan. Hal ini dilakukan agar hasil pengelasan baik dan suhu *Heat Exchanger* akan merata sehingga mencegah timbulnya overheating.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Basuki, M. d. (2015). Penilaian Risiko Pekerjaan Bangunan Baru Pada Galangan Kapal Klaster Sumatera, Batam Dan Karimun Menggunakan Produksi Berbasis Risiko (Risk-Based Production). Jurnal. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

[2] Fajrianto. (2016). *Manajemen Kesehatan Berbasis Risiko. Jakarta: PT*

[3] Ramadhani, N. (2015). *Pengaruh Karakteristik Dewan Komisaris dan Karakteristik Perusahaan Terhadap Praktik Manajemen Risiko Perusahaan. Akuntansi*, , Vol. 4, No. 1.

[4] Ratna dan Suhartini. (2021). *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis di SBU Galangan Pelni Surya. Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*,, http://ejournal.itats.ac.id/senastitan/article/view/16.

[5] Regatama, G. A. (2019). Analisa Network Planning Reparasi Kapal SPB TITAN 70 Dengan Metode Critical Path Method. Jurnal. Universtas Diponegoro.

[6] Yieh-Lin, T. &. (2012). *A Fuzzy Risk Assessment Approach for Occupational*.