



PENGUNAAN METODE FMEA DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) MENGENAI LINGKUNGAN KERJA K3 PADA KOLAM RENANG PURI BETA

Ade Putra Biyantoro¹, Nadila Puspita Tri Handayani², Abi Febriansyah³, Muhamad Bintang Hidayatullah Subagyo⁴, Aprilia Tri Purwandari⁵

Email: adeptr2004@gmail.com

Program Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia

ABSTRACT

Occupational safety factors are important because they are closely related to visitors to the place. The fewer occupational safety facilities available, the smaller the possibility of work accidents. Work accidents not only cause fatalities or material losses for workers and visitors but can also damage the environment, which will ultimately have an impact on the wider community. This study is about the risks in the Puri Beta Swimming Pool work environment located in Larangan District using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) methods. The study aims to evaluate the K3 system in order to minimize work accidents around the Puri Beta swimming pool. Based on the results of data processing, there are 2 largest RPN scores, namely 36 and 32, both of which are in swimming activities. Both activities have high RPN scores, because the failure has a fairly serious severity and the control carried out by the manager is still low and cannot fully detect the failure. Then, with this failure, it can cause a loss of visitors, which can reduce the income of the swimming pool. Controls that can be done are by providing red medicine, repairing pool tiles during closing hours, and providing lifeguards. Then, with data processing using FTA, the basic causes of the two activities can be identified. As for suggestions for improvement efforts from researchers who use 4 types of hierarchy of controls.

Keyword: *Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Occupational Health and Safety.*

ABSTRAK

Faktor keselamatan kerja menjadi penting karena sangat terkait dengan pengunjung pada tempat tersebut. Semakin sedikit tersedianya fasilitas keselamatan kerja maka semakin kecil kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja tidak saja menimbulkan korban jiwa maupun kerugian materi bagi pekerja dan pengunjung, tetapi juga dapat merusak lingkungan yang pada akhirnya akan berdampak pada masyarakat luas. Penelitian ini mengenai risiko di lingkungan kerja Kolam Renang Puri Beta yang terletak di Kecamatan Larangan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi sistem K3 agar dapat meminimalkan kecelakaan kerja di sekitar kolam renang Puri Beta. Berdasarkan hasil pengolahan data, terdapat 2 skor RPN terbesar, yakni 36 dan 32 yang mana kedua nya berada di aktivitas berenang. Kedua aktivitas tersebut memiliki skor RPN yang tinggi, karena kegagalan tersebut memiliki keparahan yang cukup serius serta pengendalian yang dilakukan pengelola masih rendah dan tidak dapat sepenuhnya untuk mendeteksi kegagalan tersebut. Lalu dengan adanya kegagalan tersebut, dapat menyebabkan hilangnya pengunjung yang sehingga dapat menurunkan pendapatan kolam renang. Pengendalian yang dapat dilakukan yaitu dengan memberikan obat merah, memperbaiki keramik kolam saat jam tutup, dan menyediakan *lifeguard*. Lalu dengan adanya pengolahan data menggunakan FTA, dapat diketahui penyebab dasar dari dua aktivitas tersebut. Adapun saran upaya perbaikan dari peneliti yang menggunakan 4 jenis *hierarchy of controls*.

Kata Kunci: *Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Occupational Health and Safety.*

PENDAHULUAN

Pada setiap kolam renang pasti adanya dilakukan identifikasi bahaya yang ada dalam setiap kegiatan, mengetahui pengendalian resiko sehingga potensi terjadinya kecelakaan kerja dapat diminimalkan, serta mengetahui penilaian resiko terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Faktor keselamatan kerja menjadi penting karena sangat terkait dengan pengunjung pada tempat tersebut.



Semakin sedikit tersedianya fasilitas keselamatan kerja maka semakin kecil kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja tidak saja menimbulkan korban jiwa maupun kerugian materi bagi pekerja dan pengunjung, tetapi juga dapat merusak lingkungan yang pada akhirnya akan berdampak pada masyarakat luas. Penelitian ini mengenai risiko di lingkungan kerja Kolam Renang Puri Beta yang terletak di Kecamatan Larangan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi sistem K3 agar dapat meminimalkan kecelakaan kerja di sekitar kolam renang Puri Beta.

TINJAUAN PUSTAKA

Kesehatan dan Keselamatan Kerja

K3, atau Keselamatan dan Kesehatan Kerja, dalam bahasa Inggris dikenal sebagai Occupational Health and Safety (OHS). Secara umum, K3 atau OHS merujuk pada sebuah sistem program yang dirancang untuk pekerja dan pengusaha dengan tujuan mencegah terjadinya kecelakaan kerja serta penyakit akibat kerja di lingkungan kerja [1]. Oleh karena itu, perlunya identifikasi risiko dan pengendalian untuk risiko tersebut.

Pengendalian risiko adalah langkah yang sangat penting dan berperan krusial dalam keseluruhan proses manajemen risiko. Tindakan ini bertujuan untuk menekan atau mengurangi tingkat risiko yang ada hingga mencapai level terendah atau level yang masih dapat diterima. Proses pengendalian risiko dilakukan melalui berbagai metode. Pengendalian risiko dilakukan dengan beberapa metode, yaitu [2]:

- Eliminasi: Upaya pengendalian yang dilakukan dengan cara menghapuskan sumber bahaya (hazard) sepenuhnya.
- Substitusi: Mengurangi tingkat risiko dengan mengganti proses atau bahan yang digunakan dengan alternatif yang memiliki risiko lebih rendah.
- Rekayasa Teknik (*Engineering*): Mengurangi bahaya melalui penerapan teknologi atau teknik rekayasa pada peralatan, mesin, infrastruktur, lingkungan kerja, atau bangunan.
- Pengendalian Administratif: Menekan risiko bahaya melalui penerapan prosedur, pembuatan aturan, pemasangan tanda atau rambu keselamatan (safety sign), pemberian pelatihan, seleksi kontraktor, serta pengelolaan material dan mesin, termasuk cara penyimpanan, pelabelan, dan penanganannya.
- Alat Pelindung Diri (APD): Meminimalkan risiko bahaya dengan menggunakan peralatan perlindungan diri, seperti helm keselamatan, masker, sepatu keselamatan, pakaian pelindung (coverall), kacamata pelindung, dan perlengkapan lainnya yang sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan.

Rencana keselamatan konstruksi (*Construction Safety Plan*) adalah sebuah perencanaan K3 yang dirancang untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja guna mencapai target nol kecelakaan (*zero accident*) pada proyek konstruksi. Rencana ini dimulai dengan mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, dilanjutkan dengan penilaian risiko, dan diakhiri dengan penyusunan serta implementasi rencana pengendalian risiko di lapangan. Keselamatan kerja sendiri mengacu pada upaya perlindungan terhadap keamanan pekerja, baik secara fisik maupun mental, selama berada di lingkungan kerja [3].

Keselamatan kerja mencakup aspek keselamatan yang terkait dengan aktivitas manusia dalam berbagai sektor seperti industri, manufaktur, dan konstruksi. Hal ini melibatkan penggunaan mesin, peralatan, penanganan material, pesawat uap, bejana bertekanan, alat kerja, bahan baku, proses pengolahan, landasan kerja, lingkungan kerja, serta metode kerja. Dalam industri jasa, keselamatan kerja juga mencakup penggunaan alat seperti peralatan pembersih gedung dan sarana transportasi.

Sementara itu, kesehatan kerja di perusahaan merupakan cabang khusus dari ilmu kesehatan yang berfokus pada praktik penilaian terhadap faktor-faktor yang dapat menyebabkan penyakit di lingkungan kerja. Penilaian ini dilakukan melalui pengukuran yang digunakan sebagai dasar untuk tindakan korektif atau pencegahan, jika diperlukan. Tujuannya adalah melindungi pekerja dan masyarakat sekitar dari risiko bahaya kerja serta memastikan pencapaian tingkat kesehatan yang optimal [4].

Failure Mode and Effect Analysis

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dikenalkan oleh Angkatan Bersenjata Amerika Serikat pada akhir tahun 1940-an dalam konteks militer. FMEA merupakan sebuah metode rekayasa yang digunakan untuk mendeteksi, mengidentifikasi, dan menganalisis potensi masalah, kesalahan, atau

kelemahan pada sistem, desain, proses, maupun layanan sebelum produk atau layanan tersebut diserahkan kepada konsumen. FMEA digolongkan menjadi dua jenis yaitu [5]:

1. Desain FMEA adalah alat yang digunakan untuk memastikan bahwa potensi mode kegagalan, penyebab, dan dampaknya telah dipertimbangkan dengan cermat sehubungan dengan karakteristik desain. Alat ini biasanya diterapkan oleh *Design Responsible Engineer* atau tim terkait.
2. Process FMEA adalah alat yang digunakan untuk memastikan bahwa potensi mode kegagalan, penyebab, dan dampaknya telah diperhitungkan dengan baik dalam kaitannya dengan karakteristik proses. Alat ini digunakan oleh *Manufacturing Engineer* atau tim yang bertanggung jawab.

Tabel 1. Tabel *Severity*

Rating	Criteria of Severity Effect
10	Kejadian fatal seperti kematian
9	trauma setelah kejadian
8	kerusakan tulang belakang
7	penderita hipertemia kehilangan kesadaran
6	patah tulang berat, iritasi berat, operasi dan amputasi
5	patah tulang ringan
4	Luka robek, luka bakar, iritasi ringan
3	Pegal, terkilir dan tergores
2	Alergi dan luka memar
1	Iritasi ringan

Pada Tabel 1. merupakan penilaian tingkat keparahan pengaruh bentuk kegagalan yang ada dengan nilai ratingnya adalah 1 sampai 10.

Tabel 2. *Occurrence*

Probabilitas Kegagalan	Probabilitas Terjadinya Kegagalan Pertahun	<i>Possible Failure Rate</i>	Rank
Hampir selalu	>500	≥1 dalam 2	10
Sangat tinggi	366-500	1 dalam 3	9
Tinggi	300-365	1 dalam 8	8
Agak Tinggi	250-300	1 dalam 20	7
Medium	150-249	1 dalam 80	6
Rendah	50-149	1 dalam 400	5
Sedikit	10-49	1 dalam 2000	4
Sangat Sedikit	5-9	1 dalam 15000	3
Sangat Sedikit Sekali	1-4	1 dalam 150000	2
Hampir Tidak Pernah	<1	1 dalam 1500000	1

Tabel 2 memperlihatkan rentang kejadian dari penyebab kegagalan secara spesifik dari suatu proyek tersebut dan terdapat dengan *rating* 1 sampai 10 untuk bentuk kegagalan.

Tabel 3. *Detection*

Detection	<i>Probability of Detection</i>	Rank
Tidak terdeteksi	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat sedikit kemungkinan	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Sedikit kemungkinan	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dari penyebab kegagalan	8
Sangat Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi dan penyebab rendah	6
Cukup	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi dan penyebab sedang	5
Cukup Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi dan	4



Tinggi	penyebab sedang sampai tinggi Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi dan penyebab tinggi	3
Sangat Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi dan penyebab hampir pasti	1

Pada Tabel 1. merupakan deteksi kegagalan atau kemampuan untuk mendeteksi penyebab atau mode kegagalan dengan rating 1 sampai 10.

Pengendalian kualitas yang dilakukan dengan benar akan menghasilkan produk yang mampu memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Adapun metode yang dapat mendukung pengendalian kualitas adalah *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA). FMEA adalah metode untuk menganalisis potensi kegagalan pada suatu sistem, desain, proses, atau layanan. Proses identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan memberikan skor pada setiap mode kegagalan berdasarkan *occurrence*, *severity*, dan *detection*.

FMEA diartikan sebagai metode untuk mengevaluasi keandalan yang bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam sistem, peralatan, atau mesin. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi, memprioritaskan, dan mengurangi potensi kegagalan pada suatu sistem, desain, atau proses sebelum digunakan oleh konsumen. FMEA juga berfungsi sebagai alat untuk mendukung peningkatan kualitas secara berkelanjutan. Dengan pendekatan yang terstruktur, metode ini membantu mengidentifikasi potensi kegagalan serta efek yang ditimbulkannya. FMEA sering diterapkan dalam desain proses manufaktur untuk mengevaluasi mode kegagalan dan mengurangi dampak dari kegagalan tersebut [7].

Job Safety Analysis

Dalam menganalisis risiko kecelakaan kerja, metode kualitatif yang sering digunakan adalah Job Safety Analysis (JSA). JSA merupakan metode sederhana yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan risiko dalam aktivitas kerja di industri. Analisis ini dilakukan dengan mencatat semua potensi bahaya yang mungkin terjadi, kemudian memberikan solusi pengendalian sesuai dengan standar K3 yang berlaku.

Selain itu, JSA berfungsi sebagai cara untuk memastikan bahwa suatu pekerjaan dilakukan sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang telah ditetapkan oleh perusahaan [8]. Langkah-langkah dalam metode *job safety analysis* adalah sebagai berikut [9]:

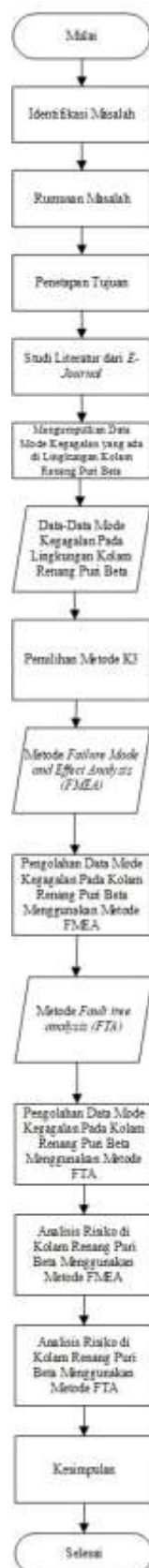
1. Memilih pekerjaan untuk dianalisis: Pada tahap ini, dilakukan identifikasi lokasi, observasi awal, dan wawancara untuk menentukan bahaya dan risiko yang berkaitan dengan pekerjaan yang akan dianalisis.
2. Menentukan urutan dan langkah-langkah kerja: Tahap ini melibatkan penetapan langkah-langkah serta urutan pelaksanaan aktivitas kerja berdasarkan hasil observasi sebelumnya.
3. Mengidentifikasi dan menganalisis bahaya pada setiap langkah kerja: Dilakukan identifikasi potensi bahaya yang dapat muncul dalam setiap aktivitas kerja.
4. Menentukan solusi terbaik untuk menjalankan setiap langkah kerja dengan aman: Pada tahap ini, dirumuskan solusi untuk mengatasi setiap bahaya yang telah diidentifikasi agar pekerjaan dapat dilakukan dengan selamat.

Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis (FTA) atau Analisis Pohon Kegagalan adalah metode manajemen risiko yang bersifat deduktif, dimulai dengan mengidentifikasi kejadian puncak (*top event*) yang berpotensi terjadi dalam suatu proses. Dampak dari kejadian puncak ini kemudian dirinci ke dalam bentuk pohon logika yang disusun secara hierarkis ke arah bawah, menggunakan simbol-simbol tertentu. Dengan menggunakan FTA sebagai alat penilaian risiko, bahaya dapat diidentifikasi secara deduktif, memungkinkan analisis yang spesifik, terfokus, dan mendalam terhadap satu kejadian puncak yang tidak diinginkan. Metode ini juga membantu mengungkap penyebab-penyebab yang memicu kejadian tersebut serta menentukan probabilitas terjadinya [10].



METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan latar belakang permasalahan pada Kolam Renang Puri Beta, maka penelitian ini melakukan pengambilan data mengenai kecelakaan kerja yang berkaitan dengan Keselamatan, Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan kerja Kolam Renang Puri Beta. Data tersebut akan diolah menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

Data kecelakaan kerja pada lingkungan kerja kolam renang puri beta akan diolah menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Penggunaan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) ditujukan untuk mengevaluasi desain system dengan mempertimbangkan bermacam-macam kegagalan yang terjadi pada lingkungan tersebut. Dengan menggunakan metode FMEA dapat teridentifikasi mode kegagalan terhadap risiko kecelakaan kerja dengan menghitung nilai *risk priority number* (RPN).

Tabel 4. *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)

Aktivitas	Potensi Kegagalan	Efek Kegagalan	Potensi S	Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian	D	RPN
Peristirahatan	Wajan memasak terbakar	Kebakaran	4	Tidak menyediakan apar di sekitar ruang masak	1	Menyediakan alat <i>safety</i> seperti apar di sekitar ruang masak	4	16
	Jalanan di sekitar kolam yang berlumut	Kaki memar serta lecet	3	Pengunjung berlarian dari satu tempat ke tempat lain	2	Memberikan obat merah serta menyediakan <i>lifeguard</i>	6	36
Kolam Renang	Di dalam kolam renang terdapat keramik pecah	Luka sobek	4	Pengunjung lompat dari pinggir kolam	2	Memberikan obat merah, memperbaiki keramik kolam saat jam tutup, dan menyediakan <i>lifeguard</i>	4	32
	Pengunjung mengunjungi kolam yang dalam	Tenggelam sehingga kesulitan bernafas	9	Tanda kedalaman yang kurang jelas di sekitar kolam renang	1	Memberikan pertolongan pertama, memberikan petunjuk kedalaman, dan menyediakan <i>lifeguard</i>	3	27
	Pengunjung menaiki perosotan tidak sesuai dengan ketentuan umur atau tinggi badan	Merosot terlalu cepat Pengunjung dapat terlempar jauh saat menuju kolam renang	1	Tidak ada plang pemberitahuan mengenai ketentuan khusus untuk menaiki perosotan	2	Menyediakan <i>lifeguard</i> pada saat ingin menaiki perosotan dan <i>lifeguard</i> pada saat di kolam renangnya	4	8
Ruang Bilas	Ruangan yang tidak digunakan	Pengunjung bilas membilas badannya di ruangan yang salah	1	Tidak terdapat pemberitahuan bahwa ruang bilas tersebut rusak atau tidak dapat digunakan	1	Memberikan petunjuk dengan menandai tanda silang menggunakan tongkat	6	6
	Penempatan stop kontak di dekat keran air	Korsleting listrik	4	Stop kontak dipasang tanpa adanya pengamanan	1	Menutup stop kontak	6	24
	Penempatan barang elektronik di tempat yang rentan terkena air	Barang elektronik tidak dapat digunakan karena korslet	1	Barang elektronik tidak ditempatkan di ruang tertutup dan kedap air	1	Melakukan koordinasi dengan pihak kantor untuk menyediakan tempat menyimpan barang serta melakukan penataan barang dengan rapih pada saat jam tutup kolam renang	5	5
Penyewaan Ban	Penempatan pompa ban tidak listrik	Korsleting listrik	4	Pompa diletakkan di ruang terbuka	1	Membuat tempat dan membuat tempat penyimpan pompa ban	4	16

	safety	Kebakaran	tanpa adanya	yang safety
Mushola	Penempatan barang-barang tidak sesuai dengan tempatnya	Debu barang bertebaran	Kurangnya tempat tertutup dan rapi untuk menyimpan barang	Menyediakan tempat menyimpan barang serta melakukan penataan barang dengan rapih pada saat jam tutup kolam renang

Pada Tabel 4 merupakan tabel pengolahan data *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) yang di dalamnya terdapat skor *severity*, *occurrence*, *detection*, dan *risk priority number* (RPN). Output dari metode FMEA ini adalah skor RPN, karena dengan mengetahui skor RPN, maka dapat terlihat kegagalan apa yang harus diprioritaskan untuk diperbaiki sistem desainnya.

Aktivitas pada lokasi penelitian dibagi menjadi 6 bagian yang diikuti dengan mode kegagalan, efek kegagalan, *severity*, penyebab kegagalan, *occurrence*, pengendalian pihak pengelola, dan *detection*. Berdasarkan Tabel 1, terdapat 2 skor RPN terbesar, yakni 36 dan 32 yang mana kedua nya berada di aktivitas kolam renang.

Kedua aktivitas tersebut memiliki skor RPN yang tinggi, karena kegagalan tersebut memiliki keparahan yang cukup serius serta pengendalian yang dilakukan pengelola masih rendah dan tidak dapat sepenuhnya untuk mendeteksi kegagalan tersebut. Lalu dengann adanya kegagalan tersebut, dapat menyebabkan hilangnya pengunjung yang sehingga dapat menurunkan pendapatan kolam renang. Berikut terdapat beberapa dokumentasi terkait kegagalan yang terdapat di lingkungan kerja kolam renang:



Gambar 2. Tempat Istirahat

Gambar 2 merupakan tempat istirahat para pengunjung, yang mana sekaligus sebagai tempat makan. Pada Gambar 2 menunjukkan adanya tempat masak yang dapat berpotensi kebakaran, tetapi tidak terdapat alat untuk mengendalikan api jika terjadinya kebakaran.



Gambar 3. Area Kolam Renang

Pada Gambar 3 terdapat bagian kolam renang yang berlumut, sehingga dapat menyebabkan terjatuhnya pengunjung akibat terpeleset lantai dasar yang licin.



Gambar 4. Area Kolam Renang Dalam

Pada Gambar 4 menunjukkan pembatas kedalaman yang dipasang sampai ke luar kolam yang dapat menyebabkan seseorang tersandung tali pembatas tersebut. Seharusnya pembatas tersebut dipasang di dalam kolam renang, jadi tidak mengganggu area lalu lalang pengunjung kolam renang.



Gambar 5. Bermain Perosotan

Pada Gambar 5 menunjukkan bagian tangga menuju perosotan, dan dapat dilihat bahwa tidak adanya petunjuk mengenai ketentuan untuk menaiki perosotan, contoh ketentuan berat badan atau batasan usia.



Gambar 6. Ruang Bilas (a)



Gambar 7. Ruang Bilas (b)

Gambar 6 merupakan area ruang bilas, yang mana di Gambar 6a terdapat stop kontak yang berada dekat keran air, dan Gambar 7 terdapat alat-alat elektronik yang rentan rusak jika masuknya air ke mesin tersebut.

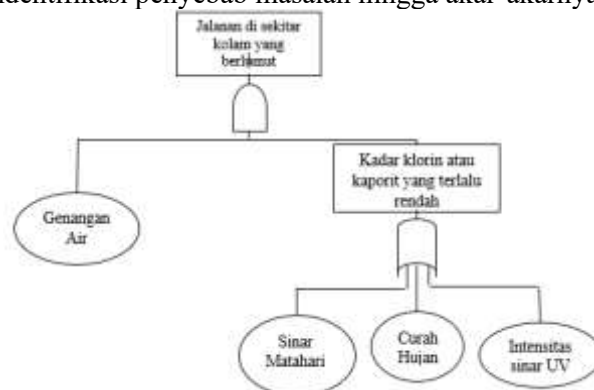


Gambar 8. Penyewaan Ban

Pada Gambar 8 terdapat area penyewaan ban, yang mana pompa ban tersebut tidak ditempatkan secara *safety*. Sehingga dapat menimbulkan korsleting listrik.

Fault Tree Analysis (FTA)

Dua peringkat dengan skor RPN tertinggi mencakup dua mode kegagalan, kemudian dilakukan analisis FTA untuk mengidentifikasi penyebab masalah hingga akar-akarnya.



Gambar 9. Berlumut



Berdasarkan Gambar 9 *top event* Jalan di sekitar kolam yang berlumut memiliki 4 *basic event*.



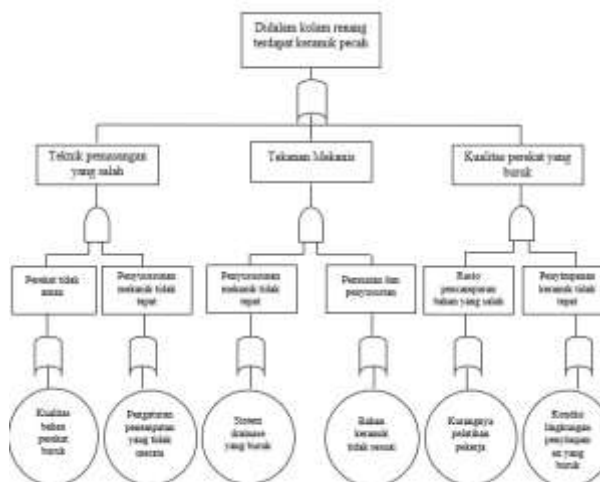
Gambar 10. *Minimal Cut Set* Dasar Berlumut

Gambar 10 terdapat *minimal cut set* pada mode kegagalan satu, yakni dasar yang berlumut. *Minimal cut set* adalah kombinasi terkecil dari kejadian utama yang diturunkan dari *basic event*. Pada awalnya terdapat 4 *basic event*, tetapi setelah dibuat *minimal cut set*, 3 *basic event* berubah menjadi *intermediate event* yang menurunkan 5 *basic event* terbaru. Sehingga totalnya terdapat 6 *basic event*.



Gambar 11. Keramik Pecah

Berdasarkan Gambar 11 terdapat 1 *top event* Di dalam kolam renang terdapat keramik pecah memiliki 6 *basic event*.



Gambar 12. *Minimal Cut Set* Keramik Pecah



Gambar 12 terdapat *minimal cut set* pada mode kegagalan dua, yakni dasar yang berlumut. Pada awalnya terdapat 6 *basic event*, tetapi setelah dibuat *minimal cut set*, seluruh *basic event* tersebut berubah menjadi *intermediate event* yang masing-masing menurunkan 1 *basic event* terbaru. Sehingga totalnya terdapat 6 *basic event*.

Pengawasan dan Keselamatan Kolam Renang Puri Beta

Selain adanya potensi bahaya di kolam renang Puri Beta, tempat tersebut juga menerapkan operasional kolam yang menekankan pada pengawasan dan keselamatan. Terdapat *lifeguard* serta rambu-rambu yang dipasang oleh pengelola di sekitar kolam renang. Pengelola menyediakan sebanyak 5 *lifeguard* terlatih yang siap siaga yang sebagian berada di pertengahan kolam, yaitu diantara kolam anak kecil dan kolam dewasa. Lalu terdapat rambu-rambu di sekitar kolam renang, yaitu:



Gambar 13. Dilarang Merokok

Gambar 12 menunjukkan rambu dilarang merokok, yang mana rambu tersebut dipasang di area peristirahatan atau tempat makan dan area tangga untuk menaiki perosotan.



Gambar 14. Hati-Hati Lantai Licin

Pada Gambar 13 terdapat rambu hati-hati lantai licin yang dipasang tepat di pintu masuk awal ruang bilas. Sehingga rambu tersebut akan langsung terlihat oleh pengunjung pada saat memasuki ruangan bilas.



Gambar 15. Area Kolam Renang Dalam

Selain itu, terdapat rambu kedalaman yang dipasang di tembok dekat kolam renang dewasa yang terlihat pada Gambar 14. Rambu ini berfungsi untuk menunjukkan berbagai macam kedalaman yang ada di kolam renang dewasa.



Saran Perbaikan

Tabel 5. Upaya pengendalian

No	Aktivitas	Jenis Pengendalian	Upaya	Usulan Perbaikan
1.	Berenang:			
	Jalanan Berlumut	<i>Elimination</i>		Menghilangkan lumut dengan membersihkannya bahan-bahan kimia pembersih dengan menggunakan pelindung
	Keramik Pecah	<i>Administrative controls</i>		Melakukan pengecekan sebelum jam buka operasional
2.	Bermain Perosotan	<i>Administrative controls</i>		Memberikan rambu mengenai batasan usia dan tinggi/berat badan
3.	Pembilasan	<i>Elimination</i>		Menutup permanen stop kontak, bukan hanya tidak memakai stop kontak tersebut
4.	Penyewaan ban	<i>Substitution</i>		Menyediakan tempat penyimpanan tersendiri untuk pompa ban
5.	Rambu Kedalaman	<i>Substitution</i>		Menandai kedalaman di pinggir kolam renang
6.	Pembatas Kolam	<i>Engineering controls</i>		Memodifikasi pembatas yang ditempatkan di dalam kolam renang

Tabel 5 merupakan saran perbaikan dari para peneliti berdasarkan *hierarchy of controls*. Peneliti menyarankan 2 eliminasi, 2 substitusi, 2 kontrol administrative, dan 1 *engineering controls*. Dari masing-masing *hierarchy of controls* yang disarankan peneliti, terdapat saran perbaikan yang dijelaskan disampingnya pada Tabel 5 tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan identifikasi mode kegagalan yang dilakukan pada kolam renang puri beta di bagi menjadi 6 bagian yang diikuti dengan mode kegagalan, efek kegagalan, *severity*, penyebab kegagalan, *occurrence*, pengendalian pihak pengelola, dan *detection*. Berdasarkan hasil pengolahan data, terdapat 2 skor RPN terbesar, yakni 36 dan 32 yang mana kedua nya berada di aktivitas berenang. Kedua aktivitas tersebut memiliki skor RPN yang tinggi, karena kegagalan tersebut memiliki keparahan yang cukup serius serta pengendalian yang dilakukan pengelola masih rendah dan tidak dapat sepenuhnya untuk mendeteksi kegagalan tersebut.

Lalu dengan adanya kegagalan tersebut, dapat menyebabkan hilangnya pengunjung yang sehingga dapat menurunkan pendapatan kolam renang. Pengendalian yang dapat dilakukan yaitu dengan memberikan obat merah, memperbaiki keramik kolam saat jam tutup, dan menyediakan *lifeguard*. Lalu dengan adanya pengolahan data menggunakan FTA, dapat diketahui penyebab dasar dari dua aktivitas tersebut. Adapun saran upaya perbaikan dari peneliti yang menggunakan 4 jenis *hierarchy of controls*.

REFERENSI

- [1] R. Yana, "Hubungan Pengetahuan K3 Terhadap Kesadaran Berperilaku K3 pada Mahasiswa di Laboratorium," *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 3, p. 46, 2019.
- [2] G. Soputan, B. Sompie, and R. Mandagi, "Manajemen Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) (Study Kasus Pada Pembangunan Gedung Sma Eben Haezar)," *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 4, no. 4, pp. 229–238, 2014.
- [3] H. Alexander, S. Nengsih, and O. Guspari, "Kajian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Konstruksi Balok pada Konstruksi Bangunan Gedung," *J. Ilm. Poli Rekayasa*, vol. 15, no. 1, p. 39, 2019.
- [4] N. Wahyuni, B. Suyadi, and W. Hartanto, "Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Pada PT. Kutai Timber Indonesia," *J. Pendidik. Ekon. J. Ilm. Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekon. dan Ilmu Sos.*, vol. 12, no. 1, p. 99, 2018.
- [5] D. F. Mayangsari, H. Adianto, and Y. Yuniati, "Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator



- dengan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA),” *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 13, no. 2, pp. 81–91, 2015.
- [6] N. B. Puspitasari and A. Martanto, “Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus Pt. Asaputex Jaya Tegal),” *J@Ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 93–98, 2014.
- [7] B. Priambodo, E. Nursanti, and D. I. Laksana, “Analisa Risiko Lift (Elevator) dengan Metode FMEA,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 7–12, 2021.
- [8] Muhammad Zulfi Ikhsan, “Identifikasi Bahaya, Risiko Kecelakaan Kerja dan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA),” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 42–52, 2022.
- [9] P. A. Mukti Mulyojati and F. Yuamita, “Analisis Potensi Bahaya Kerja pada Proses Pencetakan Pengecoran Logam Menggunakan Metode *Job Safety Analysis* (JSA),” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 90–97, 2023.
- [10] A. S. Addawiyah and R. Windraswara, “Pengembangan *Risk Assessment* Dalam Evaluasi Manajemen Penanggulangan Kebakaran Melalui *Fault Tree Analysis*,” *Unnes J. Public Heal.*, vol. 5, no. 1, p. 36, 2016.