

TUGAS AKHIR
ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN
METODE BOWTIE PADA PROYEK SUNSET QUAY A
MAKASSAR

RISK ANALYSIS OF WORK ACCIDENTS USING THE
BOWTIE METHOD ON SUNSET QUAY A PROJECT
MAKASSAR

NUR FAJRINA RAMETA PUTRI
D011 18 1527



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE BOWTIE
PADA PROYEK SUNSET QUAY A**

Disusun dan diajukan oleh:

NUR FAJRINA RAMETA PUTRI

D011 18 1527

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 18 Juli 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,



Dr. M. Asad Abdurrahman, ST, M.Eng.PM
NIP: 197303061998021001

Pembimbing II,

Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, ST, MT
NIP: 198308162014011001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Nur Fajrina Rameta Putri, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Bowtie Pada Proyek Sunset Quay A Makassar**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 15 Agustus 2023

Yang men



Nur Fajrina Rameta Putri

NIM: D011 18 1527

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE BOWTIE PADA PROYEK SUNSET QUAY A MAKASSAR** ” yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Allah SWT**, yang telah memberikan kekuatan, Kesehatan, kesabaran, serta rezeki untuk dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. **Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.,IPM** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. **Bapak Dr. M. Asad Abdurrahman, ST., M.Eng.PM.** selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini
5. **Bapak Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, ST., MT.**, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal hingga selesainya penulisan ini.
6. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat saya cintai dan kasihi, yaitu **Ayahanda Muh. Amin** dan **Ibunda Marlina Mustaming** atas doa, kasih sayangnya, dan segala dukungan selama ini, baik spritiual maupun material, serta seluruh keluarga besar atas sumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.
2. Kakak tersayang **Vivit Aprlia Amin** serta Adik tercinta **Muh. Abi Fauzan** yang selalu memberikan semangat dalam penyelesaiannya tugas akhir ini.
3. Sahabat-sahabat terkasih **Elvina Rezki Johan,ST.**, **Christine Natalia Ratta c.ST.**, **A.Nurfadillah Alifuddin,ST.**, **Hairah Laila Apriani,ST.**, **Patresia Davita Bunga,ST.**, **Muthiah Afifah Putri,ST.**, **Amalia Resky Nazari,ST.**, **A.Nurul Fadhilah Yusuf,ST.**, **Hikari Khalilah Tjaronge,ST.**, **Muflihah Niddayani,ST.**, yang senantiasa memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Teman-teman penulis sejak sekolah menengah pertama **Syamsi, Yana, Dinda, Mey, Aruni, Muti, Nur, Pute, Ranty, Syifa, dan Pani** yang selalu memberikan gurauan canda tawa serta menyemangati penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.
5. Teman teman tercinta **Diqha D. Aryana,ST.**, **Putri Khusnul Fatimah,S.Tr.Kes.**, dan **Yudhistirana,S.Ked.**, yang telah memberi dukungan yang teramat sering dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Saudari **Adelia Tri Andini,SH.**, dan saudari **Celia Amanda** yang telah membantu serta memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Teman-teman di **Konsentrasi Manajemen Konstruksi 2018** yang sudah banyak membantu, memberikan saran, semangat, serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Saudara-saudari se-**Transisi 2019** yang senantiasa memberikan warna yang sangat begitu indah, dukungan yang tiada henti, semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Keluarga besar **UKM Bola Basket UNHAS** yang selama ini telah memberikan kesempatan dan pengalaman yang berkesan untuk bermain dan menjuarai beberapa ajang olahraga di tingkat universitas.
10. Saudara **Yashar Fiqri Armadi c.ST.**, yang selalu menemani, mendengar keluh kesah, dan memberikan saran serta semangat yang berlimpah terhadap penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, 01 Mei 2023

Penulis

ABSTRAK

Proses konstruksi pada proyek biasanya membutuhkan waktu yang ketat dan kompleks sehingga dapat menimbulkan ketidakpastian yang akan menyebabkan berbagai macam risiko yang menghambat kelancaran proyek. Sebagai upaya untuk mengurangi dampak yang merugikan tujuan fungsional dari suatu proyek maka perlu adanya suatu sistem manajemen K3 yang baik dan tepat untuk meminimalisir dan mencegah terjadinya resiko kecelakaan kerja. Metode Bowtie analysis adalah metode yang sangat efisien dikarenakan metode ini akan didapatkan penyebab, dampak, dan kontrol. dari kemungkinan kecelakaan kerja yang dapat dimanfaatkan dalam memitigasi risiko kecelakaan kerja dalam suatu proyek konstruksi.

Penelitian ini merupakan studi kasus untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko kecelakaan kerja pada proyek Sunset Quay A CitraLand City Losari Makassar yang dilakukan berupa survey dengan cara menjangring pendapat atau persepsi, pengalaman, dan sikap responden mengenai faktor-faktor risiko yang dominan terjadi.

Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui risiko kecelakaan kerja yang paling dominan yaitu pada variabel 8a (Pekerja tertimpa material pada saat pengangkatan) dan 8e (Pekerja terjatuh dari ketinggian). Setelah itu digunakan metode bowtie untuk menganalisis penyebab dari risiko pekerja tertimpa material pada saat pengangkatan adalah berat beban material, cuaca ekstrim, kondisi Kesehatan operator mobile crane, keausan dan korosi pada kawat sling mobile crane, dan metode pengoperasian mobile

crane. Sedangkan, dampaknya yaitu pekerja luka ringan hingga berat bahkan kematian akibat tertimpa material dan material rusak akibat terjatuh saat pengangkatan. Penyebab dari risiko pekerja terjatuh dari ketinggian adalah pekerja ceroboh/tidak fokus/kelelahan, tidak ada alat pengaman di lokasi pekerjaan, dan fasilitas kebersihan lokasi yang kurang mendukung. Sedangkan, dampaknya yaitu pekerja luka ringan dan pekerja luka berat hingga kematian. Selain penyebab dan dampaknya, pada metode bowtie ini juga dianalisis kontrol untuk masing-masing penyebab, kontrol untuk masing-masing dampak, faktor eskalasi, dan kontrol faktor eskalasi.

Kata kunci : Analisis Risiko, Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Metode *Bowtie Analysis*.

ABSTRACT

The construction process on projects usually requires a tight and complex time so that it can cause uncertainty which will cause various kinds of risks that hinder the smooth running of the project. In an effort to reduce the adverse impact on the functional objectives of a project, it is necessary to have a good and appropriate OHS management system to minimize and prevent the risk of work accidents. Bowtie analysis method is a very efficient method because this method will get the cause, impact, and control of possible work accidents that can be utilized in mitigating the risk of work accidents in a construction project.

This research is a case study to identify and analyze the risk of work accidents on the Sunset Quay A CitraLand City Losari Makassar project which is carried out in the form of a survey by capturing the opinions or perceptions, experiences, and attitudes of respondents regarding the dominant risk factors.

The result of this study is to know the most dominant risk of work accidents, namely in variables 8a (Workers are hit by material during lifting) and 8e (Workers fall from a height). After that, the bowtie method is used to analyze the causes of the risk of workers being hit by material during lifting are the weight of the material load, extreme weather, the health condition of the mobile crane operator, wear and corrosion of the mobile crane sling wire, and the method of operating the mobile crane. Meanwhile, the impact is that workers are slightly to severely injured and even death due to falling

material and damaged material due to falling during lifting. The causes of the risk of workers falling from a height are careless workers / unfocused / tired, no safety equipment at the work site, and unsupportive location hygiene facilities. Meanwhile, the impact is that workers are slightly injured and workers are seriously injured until death. In addition to the causes and impacts, this bowtie method also analyzes the control for each cause, control for each impact, escalation factors, and control of escalation factors.

Keywords: Risk Analysis, Occupational Health and Safety, Bowtie Analysis Method.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Proyek Konstruksi.....	7
A.1 Pengertian Proyek Konstruksi	7
A.2 Jenis - Jenis Proyek Konstruksi.....	8
B. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja	9
C. Risiko.....	10
C.1 Definisi Risiko.....	10

C.2 Manajemen Risiko.....	10
C.3 Identifikasi Risiko.....	11
C.4 Analisis Risiko	12
C.5 Penilaian Risiko.....	14
C.6 Pengendalian Risiko.....	16
D. Kecelakaan Kerja	20
D.1 Pengertian Kecelakaan Kerja.....	20
D.2 Klasifikasi Kecelakaan Kerja	21
D.3 Faktor – Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja.....	23
D.4 Dampak Kecelakaan Kerja.....	25
E. <i>Bowtie</i>	27
E.1 Sejarah <i>Bowtie</i>	27
E.2 <i>Bowtie Analysis</i>	28
E.3 Kelebihan dan Kekurangan Metode <i>Bowtie</i>	31
E.4 Tahapan <i>Bowtie Analysis</i>	32
E.5 Komponen Diagram <i>Bowtie</i>	36
BAB 3. METODE PENELITIAN	40
A. Lokasi Penelitian.....	40
B. Instrumen Penelitian	41
B.1 Variabel Penelitian	41
B.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	46
C. Jenis Data Penelitian	47
C.1 Data Primer	47

C.2 Data Sekunder	47
D. Pengumpulan Data.....	48
D.1 Wawancara	48
D.2 Penyebaran Kuesioner.....	48
E. Tahapan Penelitian.....	48
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
A. Data Penelitian	51
A.1 Profil Perusahaan Kontraktor	51
A.2 Profil Proyek.....	51
A.3 Profil Responden.....	52
B. Penilaian Tingkat Risiko	54
C. Identifikasi Sumber Penyebab Kecelakaan dengan Metode Bowtie.....	70
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	93
A. Kesimpulan.....	93
B. Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN.....	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hirarki Pengendalian Risiko	17
Gambar 2. Bowtie Diagram Menurut Aqlan, Faisal dan Ibrahim	29
Gambar 3. Bowtie Diagram menurut IEC/ISO 31010:2009.....	30
Gambar 4. Bowtie Diagram menurut Nolberto Munier	30
Gambar 5. Bowtie Diagram menurut Risk Soft	31
Gambar 6. Bowtie Diagram menurut Gareth Book.....	31
Gambar 7. Model Bowtie	35
Gambar 8. Prinsip Pengaruh Barrier terhadap Lepasnya Bahaya	39
Gambar 9. Peta Lokasi Proyek Sunset Quay A CitraLand City Makassar	40
Gambar 10. Bagan Alir (<i>flowchart</i>) Penelitian	50
Gambar 11. Mobile Crane yang digunakan pada proyek Sunset Quay A	71
Gambar 12. Diagram Bowtie Pekerja Tertimpa Material pada Saat Pengangkatan.....	78
Gambar 13. Diagram Bowtie Pekerja Tertimpa Material pada Saat Pengangkatan dengan Faktor Eskalasi Penyebab dan Dampak Serta Kontrol Faktor Eskalasi	79
Gambar 14. Diagram Bowtie pada Risiko Pekerja Terjatuh dari Ketinggian	91
Gambar 15. Diagram Bowtie pada Risiko Pekerja Terjatuh dari Ketinggian dengan Faktor Eskalasi Dampak Serta Kontrol Faktor Eskalasi.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ukuran Kualitatif Likelihood pada Standar AS/NZ 4360-2004....	13
Tabel 2. Kemungkinan Kejadian (Likelihood).....	13
Tabel 3. Tingkat Keparahan.....	14
Tabel 4. Matriks Analisa Risiko Secara Kualitatif.....	15
Tabel 5. Matriks Pengendalian Risiko.....	16
Tabel 6. Variabel Potensi Risiko	42
Tabel 7. Hasil Plot Matriks pada Variabel 1a	58
Tabel 8. Penilaian Risiko Skala Kemungkinan (Probability).....	59
Tabel 9. Penilaian Risiko Skala Keparahan (Impact)	62
Tabel 10. Matriks Penilaian Tingkat Risiko	66
Tabel 11. Arti Warna pada Rambu-Rambu Keselamatan	85
Tabel 12. Standar Jumlah Petugas P3K	87
Tabel 13. Standar Jumlah Petugas P3K	90

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dengan kemajuan alat dan bahan konstruksi yang semakin baik, maka bentuk konstruksi yang ada saat ini pun menjadi semakin beragam terutama di kota-kota besar. Proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan yang saling berkaitan dengan tujuan tertentu dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Pada proyek konstruksi selalu memerlukan resources (sumber daya) yaitu man (manusia), material (bahan bangunan), machine (peralatan), method (metode pelaksanaan), money (uang), information (informasi), dan time (waktu) dalam pengerjaannya. Proses konstruksi pada proyek biasanya membutuhkan waktu yang ketat dan kompleks sehingga dapat menimbulkan ketidakpastian yang akan menyebabkan berbagai macam risiko yang menghambat kelancaran proyek. Risiko adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan. Dampak risiko dapat mempengaruhi produktivitas, kinerja, kualitas, dan anggaran biaya proyek. Salah satu jenis risiko yang ada pada suatu proyek yaitu risiko kecelakaan kerja proyek. (Astuti, 2017)

Menurut Peraturan Menakertrans No. PER.01/MEN/1980 tentang Kesehatan dan keselamatan kerja pada konstruksi bangunan, dengan semakin meningkatnya pembangunan dengan penggunaan teknologi konstruksi modern, maka upaya keselamatan tenaga kerja dan orang yang berada di wilayah kerja harus seimbang. Namun, kenyataannya masih banyak kasus kecelakaan yang terjadi yang menimpa pekerja. Angka

kecelakaan kerja di Indonesia termasuk yang paling tinggi di Kawasan ASEAN. Hampir 32% kasus kecelakaan yang terjadi di Indonesia merupakan sektor konstruksi yang meliputi semua jenis pekerjaan proyek gedung, jalan, jembatan, terowongan, irigasi, bendungan, dan sejenisnya. Pekerjaan di bidang konstruksi merupakan pekerjaan yang berbahaya dan sangat memungkinkan terjadinya kecelakaan kerja. Hal ini dikarenakan, sifat pekerjaan di bidang konstruksi yang dinamis dan selalu mengalami perubahan. Jenis pekerjaan dan komposisi pekerja selalu berubah sesuai dengan tahapan pekerjaan yang sedang dilakukan, begitupun dengan perubahan cuaca akan merubah kondisi lingkungan kerja.(Saputri, 2018)

Berdasarkan data Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan mencatat, pada tahun 2017 angka kecelakaan kerja yang terjadi mencapai 123.041 kasus, pada tahun 2018 angka kecelakaan kerja meningkat hingga 173.105 kasus. Untuk tahun 2019 sendiri mengalami penyusutan angka kecelakaan kerja menjadi 114.000 kasus, dan tahun berikutnya angka kecelakaan kerja mengalami kenaikan kasus sebesar 55.2% menjadi 177.000 kasus. Sementara, sepanjang Januari hingga September 2021, terjadi 82.000 kasus kecelakaan kerja dan 179 kasus penyakit akibat kerja yang 65 persennya disebabkan karena *Covid-19*. (Katiga, 2022)

Data yang dikeluarkan oleh Kementrian Ketenagakerjaan Indonesia pada tahun 2020, jumlah keseluruhan penduduk yang bekerja di Indonesia sebesar 126,51 juta penduduk dan sebesar 57,5% diantaranya memiliki

tingkat Pendidikan yang rendah. Kondisi ini memengaruhi tingkat tinggi dan rendahnya kesadaran pekerja akan pentingnya budaya K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja).

Sebagai upaya untuk mengurangi dampak yang merugikan tujuan fungsional dari suatu proyek maka perlu adanya suatu system manajemen K3 yang baik dan tepat untuk meminimalisir dan mencegah terjadinya resiko kecelakaan kerja. Metode *Bowtie* dipilih sebagai metode untuk menganalisis kecelakaan kerja di dalam penelitian ini. Metode Bowtie analysis adalah metode yang sangat efisien dikarenakan metode ini akan didapatkan penyebab (*Cause*), Dampak (*Effects*), dan Kontrol (*Control Measure Prevention dan Control Measure Mitigation*) dari kemungkinan kecelakaan kerja yang dapat dimanfaatkan dalam memitigasi risiko kecelakaan kerja dalam suatu proyek konstruksi.

Berdasarkan latar belakang yang tertera di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul :

“Analisis Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Bowtie Pada Proyek Konstruksi”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu:

- a. Kemungkinan risiko-risiko kecelakaan kerja yang dominan terjadi selama pelaksanaan proyek Sunset Quay A?

- b. Apa saja penyebab (*Causes*), Dampak (*Effects*), dan Kontrol (*Control Measure Prevention dan Control Measure Mitigation*) dari kemungkinan kecelakaan kerja yang dominan terjadi selama pelaksanaan proyek Sunset Quay A?

C. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui kemungkinan risiko-risiko kecelakaan kerja yang dominan terjadi selama pelaksanaan proyek Sunset Quay A,
- b. Mengetahui penyebab (*Causes*), Dampak (*Effects*), dan Kontrol (*Control Measure Prevention dan Control Measure Mitigation*) dari kemungkinan kecelakaan kerja yang dominan terjadi selama pelaksanaan proyek Sunset Quay A.

D. Manfaat Penelitian

Dapat mengidentifikasi kemungkinan risiko kecelakaan kerja yang mungkin terjadi sehingga membantu menekan angka kecelakaan kerja dan dapat menjadi referensi mengenai kemungkinan risiko kecelakaan kerja pada suatu proyek konstruksi.

E. Batasan Masalah

- a. Risiko kecelakaan kerja yang diteliti hanya kemungkinan risiko yang dapat terjadi pada pelaksanaan proyek Sunset Quay A
- b. Variabel Risiko penelitian difokuskan pada tahapan pekerjaan sipil tidak termasuk pekerjaan MEP dan finishing.

F. Sistematika Penulisan

Agar lebih terarah penulisan tugas akhir, sistematika penulisan yang akan dilakukan sesuai tahapan-tahapan yang dipersyaratkan dapat diurutkan yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini, pokok-pokok bahasan dalam BAB ini adalah latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori penting yang memiliki keterkaitan dengan topik permasalahan dan dijadikan sebagai landasan atau acuan dalam melakukan penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini, dijelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini yang dituangkan dalam bentuk *flowchart* penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data penelitian berupa jenis dan sumber data serta analisis yang digunakan dalam mengolah data yang didapatkan dari lapangan maupun dari laboratorium.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, disusun hasil-hasil pengujian diantaranya

adalah hasil pemeriksaan karakteristik agregat, pengujian penyerapan air, pengujian *sorptivity*, dan hasil analisa pengujian kuat tarikbelah benda uji silinder berukuran 100

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab yang menyimpulkan hasil dari analisis penelitiandan memberikan saran-saran dan rekomendasi peneliti

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Proyek Konstruksi

A.1 Pengertian Proyek Konstruksi

Kata proyek berasal dari Bahasa Latin "*projectum*" dari kata kerja "*proicere*" yang berarti membuang sesuatu ke depan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), proyek merupakan rencana pekerjaan dengan sasaran khusus (pengairan, pembangkit tenaga listrik, dan sebagainya) dan dengan waktu penyelesaian yang tegas. Proyek adalah aktivitas yang berhubungan yang diawali dengan titik awal (*start*) dan diakhiri dengan titik akhir (*final*) serta memiliki hasil tertentu.

Dipohusodo (1996) menyatakan bahwa suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan.

Menurut Kerzner (2009), proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (bangunan atau konstruksi) dengan Batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi membutuhkan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (Metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Proyek konstruksi merupakan kegiatan yang berhubungan dengan upaya pembangunan suatu bangunan, bidang teknik sipil dan bidang

teknik arsitektur merupakan cakupan dalam pekerjaan pokok, namun tidak jarang, melibatkan bidang lain seperti teknik industry, mesin, elektro, geologi, maupun lanskap.

A.2 Jenis - Jenis Proyek Konstruksi

Menurut Wulfram I.Ervianto proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua kelompok jenis bangunan:

1. Bangunan gedung, meliputi: rumah, kantor, pabrik, dan lain – lain.

Ciri – ciri kelompok bangunan gedung adalah:

- a. Proyek konstruksi menghasilkan tempat orang bekerja atau tinggal.
- b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang relatif sempit dan kondisi pondasi umumnya sudah diketahui.
- c. Dibutuhkan sebuah manajemen terutama *progressing* pekerjaan

2. Bangunan sipil, meliputi: jalan, jembatan bendungan dan infrastruktur lainnya:

Ciri – ciri kelompok bangunan sipil adalah:

- a. Proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar berguna bagi kepentingan manusia.
- b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dan kondisi pondasi sangat berbeda satu sama lainnya dalam proyek.
- c. Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan masalah.

B. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Sistem Manajemen keselamatan dan Kesehatan kerja atau yang biasa disingkat dengan SMK3 merupakan bagian dari suatu sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi perencanaan, struktur organisasi, pelaksanaan, proses dan sumber daya yang dibutuhkan bagi pengembangan, penerapan, tanggung jawab, pencapaian, pengkajian dan peliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif.

Tujuan dan sasaran Sistem Manajemen K3 antara lain menciptakan suatu sistem keselamatan dan Kesehatan kerja di tempat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, tenaga kerja, kondisi dan lingkungan kerja yang terintegrasi dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja serta terciptanya tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif. (Awuy et al., 2017)

Keselamatan dan kesehatan memegang peranan penting dalam memastikan pekerja dapat kembali ke rumah dengan selamat dan bahkan lebih baik kondisi ketika dia berangkat bekerja. Selain itu, prinsip keselamatan dan kesehatan kerja dapat juga digunakan untuk melindungi aset-aset penting perusahaan seperti bangunan, alur produksi, serta aset lain sehingga terbebas dari risiko kerugian akibat kecelakaan kerja.

C. Risiko

C.1 Definisi Risiko

Pengertian risiko menurut AS/NZS 4360:2004 adalah sebagai peluang munculnya suatu kejadian yang dapat menimbulkan efek terhadap suatu objek. Risiko diukur berdasarkan nilai likelihood (kemungkinan munculnya sebuah peristiwa) dan Consequence (dampak yang ditimbulkan oleh peristiwa tersebut). Risiko dapat dinilai secara kualitatif, semi-kuantitatif atau kuantitatif. (Ratnasari, 2009)

C.2 Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan aplikasi dari manajemen umum yang berhubungan dengan berbagai aktifitas yang dapat menimbulkan risiko. Siagian dan Sekarsari (2001) dalam pandangannya mendeskripsikan bahwa manajemen risiko juga harus mengelola keseluruhan risiko-risiko organisasi.

Manajemen risiko juga mencakup proses identifikasi, pengukuran risiko dan membuat strategi untuk pengelolaan sumber daya yang ada, Tujuan dari manajemen risiko adalah mengelola risiko-risiko yang ada sehingga perusahaan mendapatkan hasil yang optimal. (Rahmawati et al., 2019)

Definisi tentang manajemen risiko memang sangat beragam, akan tetapi pada dasarnya manajemen risiko bersangkutan dengan cara yang digunakan oleh sebuah perusahaan untuk mencegah ataupun menanggulangi suatu risiko yang dihadapi. (Hakim, 2017)

Ruang lingkup proses manajemen risiko terdiri dari :

- a. Penentuan konteks kegiatan yang akan dikelola risikonya,
- b. Identifikasi risiko,
- c. Analisis risiko,
- d. Penilaian risiko,
- e. Pengendalian risiko,
- f. Penanganan risiko/respon risiko.

C.3 Identifikasi Risiko

Tahapan dalam manajemen risiko meliputi perencanaan, penilaian (identifikasi dan analisa), penanganan, serta pengawasan risiko. Rancangan manajemen risiko proyek secara formal dilakukan sebelum proyek dilaksanakan (Gray dan Larson, 2000). Penilaian risiko merupakan tahapan awal dalam program manajemen risiko serta merupakan tahapan paling penting karena mempengaruhi keseluruhan program dalam manajemen risiko. Identifikasi risiko berfungsi untuk mendapatkan area-area dan proses-proses teknis yang memiliki risiko yang potensial untuk selanjutnya dianalisa. (Ketut et al., 2011)

Berikut adalah teknik yang digunakan dalam mengidentifikasi risiko:

- a. Brainstorming Pada tahap ini dilakukan pendataan ide-ide semua kemungkinan risiko yang akan terjadi serta mengelompokkan risiko tersebut. Selain itu juga ditambahkan informasi mengenai masalah-masalah yang terjadi dan cara penanganannya.
- b. Interviewing Melakukan wawancara/interview terhadap para

stakeholder

- c. Penyebaran Kuisisioner Teknik yang digunakan untuk mendapatkan masukan dari para ahli/pakar yang relevan dengan proyek. Ide-ide mengenai risiko yang akan timbul ditampung dalam kuisisioner kemudian para ahli/pakar diminta untuk memberikan pendapat dan komentar terhadap kuisisioner tersebut.

C.4 Analisis Risiko

Analisis risiko adalah usaha untuk menganalisis daripada hasil data yang telah diperoleh dari proses identifikasi risiko untuk menentukan tingkat risiko. Analisis risiko juga dapat memberikan nilai pada risiko agar dapat ditimbang tingkat risikonya. Tingkat risiko pada analisis risiko ini bersifat kuantitatif. Analisis risiko dilakukan untuk menentukan besarnya suatu risiko dengan mempertimbangkan tingkat keparahan atau kemungkinan yang mungkin terjadi. (Ramadhan et al., 2020)

Jika sudah menyelesaikan tahap identifikasi, berikutnya adalah tahap analisis risiko. Proses ini dilakukan penilaian terhadap kemungkinan risiko yang sudah diidentifikasi sebelumnya. (*Impact*). (Lantang & Cahyono, 2017)

Tabel 1. Ukuran Kualitatif Likelihood pada Standar AS/NZ 4360-2004

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
1	Rare	Hampir tidak pernah terjadi
2	Unlikely	Jarang terjadi
3	Possible	Dapat terjadi sekali-sekali
4	Likely	Sering terjadi
5	Almost Certain	Dapat terjadi setiap saat

Sumber:(Willy Alfredo & Pratama Pebrina Br Tarigan, 2021)

Nilai kemungkinan pada Tabel 1. memiliki 5 nilai yaitu pertama Rare, Unlikely, Possible, Likely, dan Certain. Rare merupakan nilai kemungkinan yang paling kecil dan hampir tidak pernah terjadi. Nilai kemungkinan yang paling tinggi adalah Certain yaitu risiko yang paling sering terjadi.

Tabel 2. Kemungkinan Kejadian (Likelihood)

Tingkat	Uraian	Keterangan
A	Hampir Pasti Terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal
B	Sering Terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode waktu tertentu
C	Dapat Terjadi	Risiko dapat terjadi namun tidak sering
D	Kadang-kadang	Kadang-kadang terjadi
E	Jarang Sekali	Dapat terjadi dalam keadaan tertentu

Sumber: (Syfa Urrohmah & Riandadari, 2019)

Tabel 3. Tingkat Keparahan

Tingkat	Uraian	Keterangan
1	Tidak Siginifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia
2	Kecil	Menimbulkan cedera ringan, kerugian kecil, dan tidak menimbulkan dampak serius
3	Sedang	Cedera Berat dan dirawat di rumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, kerugian finansial sedang
4	Berat	Menimbulkan Cedera Parah dan cacat tetap kerugian finansial besar
5	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan

Sumber: (Syfa Urrohmah & Riandadari, 2019)

C.5 Penilaian Risiko

Penilaian risiko menggunakan pendekatan metode matriks risiko yang relatif sederhana serta mudah digunakan, diterapkan dan menyajikan representasi visual di dalamnya. Matriks Penilaian Risiko K3 merupakan hasil kali antara nilai frekuensi dengan nilai keparahan suatu risiko. Untuk menentukan kategori suatu risiko apakah itu rendah, sedang, tinggi ataupun ekstrim dapat menggunakan metode matriks

risiko seperti pada tabel matriks dibawah ini :

Tabel 4. Matriks Analisa Risiko Secara Kualitatif

<i>Probability</i>	<i>Impact</i>				
	Tidak Signifikan (0)	Kecil (1)	Sedang (2)	Berat (3)	Bencana (4)
<i>Almost Certain</i> (4)	Medium (4x0)	High (4x1)	High (4x2)	Very High (4x3)	Very High (4x4)
<i>Likely</i> (3)	Low (3x0)	Medium (3x1)	High (3x2)	High (3x3)	Very High (3x4)
<i>Possible</i> (2)	Low (2x0)	Medium (2x1)	Medium (2x2)	High (2x3)	High (2x4)
<i>Unlikely</i> (1)	Low (1x0)	Low (1x1)	Medium (1x2)	Medium (1x3)	High (1x4)
<i>Rare</i> (0)	Low (0x0)	Low (0x1)	Low (0x2)	Low (0x3)	Medium (0x4)

Adapted from the AS/NZ 4360 Standard Risk Matrix and NHS QIS Risk Matrix

Sumber: Ramli, Soehatman. "Pedoman Praktis Manajemen Risiko Dalam Perspektif K3 OHS Risk Management.

C.6 Pengendalian Risiko

Menurut Ramli (2010) menjelaskan bahwa pengendalian risiko merupakan langkah yang menentukan dalam keseluruhan manajemen risiko. Pengendalian risiko harus dilakukan terhadap tingkat risiko yang tidak dapat diterima (*unacceptable risk*) sehingga mencapai tingkat risiko yang dapat diterima (*acceptable risk*). Jika suatu batas risiko masih dapat diterima, risiko tersebut harus tetap dipantau secara berkala, didokumentasikan dan rekamannya harus dipelihara. Tingkat risiko yang dapat diterima akan bergantung kepada penilaian/pertimbangan dari suatu organisasi berdasarkan tindakan pengendalian yang telah ada, sumber daya (finansial, SDM, fasilitas, dan lain-lain), regulasi/standar yang berlaku serta rencana keadaan darurat. (Ponda & Fatma, 2019)

Berikut ini merupakan matriks pengendalian risiko:

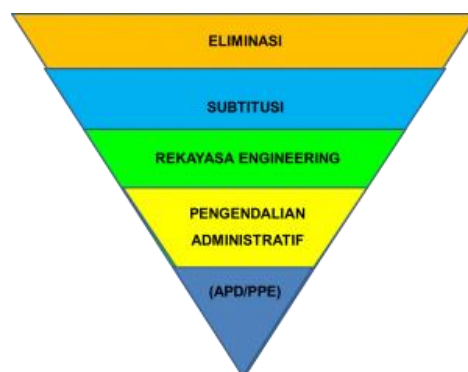
Tabel 5. Matriks Pengendalian Risiko

TINGKAT RISIKO	TINDAKAN DAN SKALA WAKTU
Trivial (tidak berarti / tidak berpengaruh)	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak perlu Tindakan • Tidak ada arsip dokumentasi
Tolerable (dapat diterima)	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak perlu kontrol tambahan, cukup dengan kontrol yang sudah ada • Monitoring tindakan pengendalian
Moderate (sedang /menengah)	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya untuk mengurangi Resiko harus dibatasi dan terukur

	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat jadwal waktu pelaksanaan untuk mengurangi Resiko • Pelaksanaan belum dapat dimulai sebelum Resiko dikurangi
Substantial (berpengaruh)	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan tidak dapat dimulai sebelum Resiko dikurangi • Tindakan harus segera diambil pada pekerjaan yang sedang dalam proses
Intolerable (tidak dapat diterima)	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan tidak boleh dimulai atau dilanjutkan sebelum Resiko dikurangi • Pekerjaan harus dilarang/ dihentikan

Sumber : Prosedur Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko PT. Sicamindo

Dalam menentukan pengendalian risiko harus memperhatikan hierarki pengendalian bahaya seperti yang terlihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Hirarki Pengendalian Risiko

(Sumber: <https://www.safety-footwear.co.id/hirarki-pengendalian-kecelakaan-kerja/>)

Keterangan:

1. Eliminasi adalah teknik pengendalian dengan menghilangkan sumber bahaya.
2. Substitusi adalah teknik pengendalian bahaya dengan mengganti alat, bahan, sistem, atau prosedur yang berbahaya dengan yang lebih aman atau yang lebih rendah bahayanya.
3. Pengendalian Teknis adalah teknik pengendalian peralatan atau sarana teknis yang ada di lingkungan kerja.
4. Pengendalian Administratif adalah pengendalian bahaya dengan mengatur jadwal kerja, istirahat, cara kerja, atau prosedur kerja yang lebih aman, rotasi atau pemeriksaan kesehatan.
5. Penggunaan alat pelindung diri (APD) adalah teknik pengendalian bahaya dengan memakai alat pelindung diri misalnya pelindung kepala, sarung tangan, pelindung pernafasan, pelindung jatuh, dan pelindung kaki.

Peringkat kemungkinan hanya bersifat kualitatif dan subjektif karena diungkapkan dengan kata-kata. Sehingga untuk mengukur tingkat risiko berdasarkan probabilitas dan dampak maka perlu digunakan rumus sebagai berikut

$$II = FI \times SI$$

Dimana :

II : Importance Index

FI : Frequency Index

SI : Severity Index

Dalam penelitian ini penilaian terhadap nilai FI dan SI dari setiap variabel risiko didapatkan dari beberapa responden, maka perlu penggabungan terhadap hasil penilaian FI dan SI dengan *Index Analysis*.

Index Analysis suatu data dapat dihitung *Frequency Index*, *Severity Index* dan *Importance Index*). *Frequency Index* (FI) menghasilkan Indeks frekuensi terjadinya dari faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kinerja kontraktor.

Untuk menghitung *Frequency Index* digunakan rumus pada persamaan sebagai berikut :

$$FI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i . n_i}{4N} \times 100\%$$

Severity Index (SI) menghasilkan indeks dampak tingkat pengaruh dari faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kinerja kontraktor. Untuk menghitung *Severity Index* digunakan rumus pada persamaan sebagai berikut :

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i . n_i}{4N} \times 100\%$$

Dimana :

a = konstanta penilaian (0 s/d 4)

n_i = probabilitas responden

i = 0,1,2,3,4, ...n

N = Total Jumlah Responden

Klasifikasi ranking dari skala penilaian pada keparahan adalah sebagai berikut :

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 0. Extremely Ineffective | = $0\% < SI \leq 20\%$ |
| 1. Ineffective | = $20\% < SI \leq 40\%$ |
| 2. Moderately Effective | = $40\% < SI \leq 60\%$ |
| 3. Very Effective | = $60\% < SI \leq 80\%$ |
| 4. Extremely Effective | = $80\% < SI \leq 100\%$ |

D. Kecelakaan Kerja

D.1 Pengertian Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian atau peristiwa yang tidak diinginkan yang merugikan terhadap manusia, merusak harta benda atau kerugian terhadap proses kerja. Kecelakaan kerja disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor manusia, faktor pekerjaan atau faktor lingkungan kerja.

Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang berhubungan dengan hubungan kerja, termasuk penyakit yang timbul karena hubungan kerja, demikian pula kecelakaan yang terjadi dalam perjalanan berangkat dari rumah menuju tempat kerja dan pulang ke rumah melalui jalan biasa dan wajar dilalui. Kecelakaan kerja dapat terjadi karena kondisi yang tidak aman (*unsafe condition*) atau karena perubahan tingkah laku/ teknis kerja dari pekerja tersebut yang tidak selamat/benar (*unsafe act*) di tempat kerja.

Kejadian kecelakaan kerja merupakan suatu rangkaian yang

berkaitan dengan satu dengan yang lainnya. Hal ini dapat pula disebabkan karena pekerjaan yang kurang hati-hati dan banyak berbuat kesalahan, faktor peralatan kerja dan lingkungan yang menuju pada tindakan yang salah dalam melakukan pekerjaannya, tindakan berbahaya serta bahaya mekanik dan bahaya fisik lain. Dengan terjadinya kecelakaan kerja mengakibatkan pekerja mengalami luka ringan, cedera bahkan kehilangan salah satu anggota tubuh lainnya. (Setyaningsih et al., 2010)

D.2 Klasifikasi Kecelakaan Kerja

Ber macam-macam jenis kecelakaan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, menurut Thomas : [2,11]

- Terbentur (*struck by*), kecelakaan ini terjadi pada saat seseorang yang tidak diduga ditabrak atau ditampar sesuatu yang bergerak atau bahan kimia. Contohnya : Terkena pukulan palu, ditabrak kendaraan, benda asing material.
- Membentur (*struck against*), kecelakaan yang selalu timbul akibat pekerja yang bergerak terkena atau bersentuhan dengan beberapa objek atau bahan-bahan kimia. Contohnya : terkena sudut atau bagian yang tajam, menabrak pipa-pipa, dan sebagainya.
- Terperangkap (*caught in, on, between*), contoh dari caught in adalah kecelakaan yang terjadi bila kaki pekerja tersangkut diantara papan-papan yang patah dilantai. Contoh dari caught on adalah kecelakaan yang timbul bila baju dari pekerja terkena pagar kawat. Contoh dari

caught between adalah kecelakaan yang terjadi bila lengan atau kaki dari pekerja tersangkut dalam bagian mesin yang bergerak.

- Jatuh dari ketinggian (*fall from above*), kecelakaan ini banyak terjadi, yaitu jatuh dari ketinggian yang lebih tinggi ke tingkat yang lebih rendah. Contohnya jatuh dari tangga atau atap.
- Jatuh pada ketinggian yang sama (*fall at ground level*), beberapa kecelakaan yang timbul pada tipe ini seringkali berupa tergelincir, tersandung, jatuh dari lantai yang sama tingkatnya.
- Pekerjaan yang terlalu berat (*over-exertion or strain*), kecelakaan ini timbul akibat pekerjaan yang terlalu berat yang dilakukan pekerja seperti mengangkat, menaikkan, menarik benda atau material yang dilakukan diluar batas kemampuan.
- Terkena aliran listrik (*electrical contact*), luka yang ditimbulkan dari kecelakaan ini terjadi akibat sentuhan anggota badan dengan alat atau perlengkapan yang mengandung listrik.
- Terbakar (*burn*), kondisi ini terjadi akibat sebuah bagian dari tubuh mengalami kontak dengan percikan, bunga api, atau dengan zat kimia yang panas.

Adapun klasifikasi kecelakaan kerja menurut ILO (International Labour Organization) pada konferensi tahun 1952. ILO mengklasifikasikan kecelakaan akibat kerja adalah :

- Klasifikasi menurut jenis kecelakaan : terjatuh dari ketinggian, terjatuh pada ketinggian yang sama, tertimpa benda jatuh, terpukul

benda tidak bergerak, terjepit di antara dua benda, tersengat arus listrik.

- Klasifikasi menurut benda : Mesin, alat pengangkut dan sarana angkutan, perlengkapan lainnya (perkakas kerja, instalasi listrik, dan lain-lain), material bahan dan radiasi, hewan, lain-lain yang termasuk klasifikasi di atas.
- Klasifikasi menurut sifat luka : fraktur / retak, terkilir, gegar otak dan luka di dalamnya, amputasi dan enuklerasi, luka-luka ringan, memar dan remuk, terbakar, akibat arus listrik, lain-lain yang termasuk klasifikasi tersebut.
- Klasifikasi menurut letak luka : Kepala, leher, badan, tangan, tungkai.

D.3 Faktor – Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja

Menurut Suma'mur (2014), faktor penyebab kecelakaan disebabkan oleh faktor Tindakan-tindakan tidak aman (*unsafe acts*) 85 % dan Kondisi yang tidak aman (*unsafe condition*) 15 %.

Menurut Suma'mur (2014) Kecelakaan disebabkan oleh dua golongan penyebab yaitu :

- a. Tindak perbuatan manusia yang tidak memenuhi keselamatan (*Unsafe Human Acts*)

Dari penyelidikan-penyelidikan, ternyata faktor manusia dalam timbulnya kecelakaan sangat penting. Selalu ditemui dari hasil-hasil penelitian, bahwa 80-85% kecelakaan disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan manusia. Kesalahan tersebut mungkin

saja dibuat oleh perencana, kontraktor yang membangunnya, pimpinan kelompok, pelaksana, atau petugas yang melakukan pemeliharaan mesin dan peralatan. Kesalahankesalahan yang disebabkan oleh pekerja dikarenakan sikap yang tidak wajar seperti terlalu berani, sembrono, tidak mengindahkan instruksi, kelalaian, melamun, mengantuk, tidak mau bekerja sama, kelelahan dan kurang sabar. Hal-hal tersebut juga tidak luput dari faktor usia dan ketrampilan para pekerja.

b. Keadaan-keadaan lingkungan yang tidak aman (*unsafe conditions*)

Faktor-faktor keadaan lingkungan kerja yang penting dalam kecelakaan kerja terdiri dari kondisi tempat kerja, penerangan, kebisingan, dan pengaturan suhu dan ventilasi. Kesalahan disini terletak pada tata cara menyimpan bahan material dan alat kerja tidak pada tempatnya, lantai yang kotor dan licin. Ventilasi yang tidak sempurna sehingga ruangan kerja terdapat debu, keadaan lembab yang tinggi sehingga orang merasa tidak enak kerja. Pengaturan suhu udara agar tidak terlalu dingin ataupun terlalu panas yang dapat mengganggu konsentrasi pekerja. Pencahayaan yang tidak sempurna misalnya ruangan gelap, terdapat kesilauan dan tidak ada pencahayaan setempat. Beberapa penelitian membuktikan bahwa penerangan yang tepat dan disesuaikan dengan pekerjaan berakibat produksi yang maksimal dan ketidak efisienan yang minimal, dan dengan begitu secara tidak langsung

membantu mengurangi terjadinya kecelakaan kerja.

D.4 Dampak Kecelakaan Kerja

Menurut Grimaldi, kecelakaan kerja yang menimbulkan luka pada pekerja (personal injuries) dapat digolongkan menjadi 4 (empat) kelompok, yaitu :

1. Kematian (*Deaths*), merupakan akibat terburuk dari suatu kecelakaan yaitu kematian pada pekerja proyek.
2. Cacat total yang permanen (*Permanent Total Disabilities*), merupakan segala luka yang tidak dapat diubah dan tidak dapat disembuhkan sehingga mengakibatkan pekerja menjadi tidak mampu bekerja lagi.
3. Cacat sebagian yang permanen (*Permanent Partial Disabilities*), merupakan luka yang tidak dapat diubah dan mengakibatkan pekerja kehilangan fungsi dari salah satu anggota atau organ tubuhnya.
4. Cacat total yang tidak permanen (*Temporary Total Disabilities*), merupakan luka yang tidak mengakibatkan kematian ataupun kerusakan yang permanen, tapi membuat pekerja tidak dapat bekerja secara efektif dalam beberapa hari.

Kerugian-kerugian yang ditimbulkan oleh kecelakaan kerja dapat berupa kerugian yang bersifat ekonomi, baik langsung maupun tidak langsung antara lain kerusakan, mesin, peralatan, bahan dan bangunan, biaya pengobatan dan perawatan korban, tunjangan

kecelakaan, Hilangnya waktu kerja dan menurunnya jumlah maupun mutu produksi, sedangkan kerugian yang bersifat non ekonomi antara lain, berupa penderitaan korban baik itu kematian, luka / cedera berat maupun ringan, serta penderitaan keluarga korban meninggal / cacat. Menurut Suma'mur (2014), kecelakaan kerja menyebabkan lima jenis kerugian (K):

1. Kerusakan
2. Kekacauan organisasi
3. Kelelahan dan kesedihan
4. Kelainan dan cacat
5. Kematian

Tiap kecelakaan merupakan suatu kerugian yang antara lain tergambar dari pengeluaran dan besarnya biaya kecelakaan. Biaya yang dikeluarkan akibat terjadinya kecelakaan seringkali sangat besar, padahal biaya tersebut bukan semata-mata beban suatu perusahaan melainkan juga beban masyarakat dan negara secara keseluruhan.

Biaya ini dapat dibagi menjadi biaya langsung meliputi biaya atas P3K, pengobatan, perawatan, biaya angkutan, upah selama tidak mampu bekerja, kompensasi cacat, biaya atas kerusakan bahan, perlengkapan, peralatan, mesin dan biaya tersembunyi meliputi segala sesuatu yang tidak terlihat pada waktu dan beberapa waktu pasca kecelakaan terjadi, seperti berhentinya operasi

perusahaan oleh karena pekerja lainnya menolong korban, biaya yang harus diperhitungkan untuk mengganti orang yang ditimpa kecelakaan dan sedang sakit serta berada dalam perawatan dengan orang baru yang belum biasa bekerja pada pekerjaan di tempat terjadinya kecelakaan.

E. Bowtie

E.1 Sejarah Bowtie

Pendekatan Bowtie awalnya dirancang untuk energi sistem manajemen keselamatan. Teori di balik pendekatan bow tie dapat ditemukan pada “Swiss Cheese Model” milik Reason (Reason 1990). Asal mula tepatnya metodologi bow-tie agak sedikit samar. Metode ini disebut pertama kali sebagai adaptasi dari ICI plc Hazan Course Notes 1979, yang disampaikan oleh The University of Queensland, Australia. Niscaya, The Royal Dutch/Shell Group merupakan perusahaan pertama yang mengintegrasikan dengan penuh metodologi bow-tie pada praktik bisnis mereka, Motivasi utamanya adalah untuk mencari jaminan yang sesuai untuk tujuan pengendalian risiko secara konsisten di tempat di seluruh operasi di seluruh dunia dan dianggap sebagai pengembang teknik yang sudah banyak digunakan tersebut.

Bowtie Diagram adalah teknik yang digunakan untuk melakukan Analisis Risiko di sejumlah industri yang berbeda, seperti Petrokimia, *Ship, Building* , dan bahkan Keuangan .

Metode bow tie adalah analisis kualitatif menggabungkan teknik

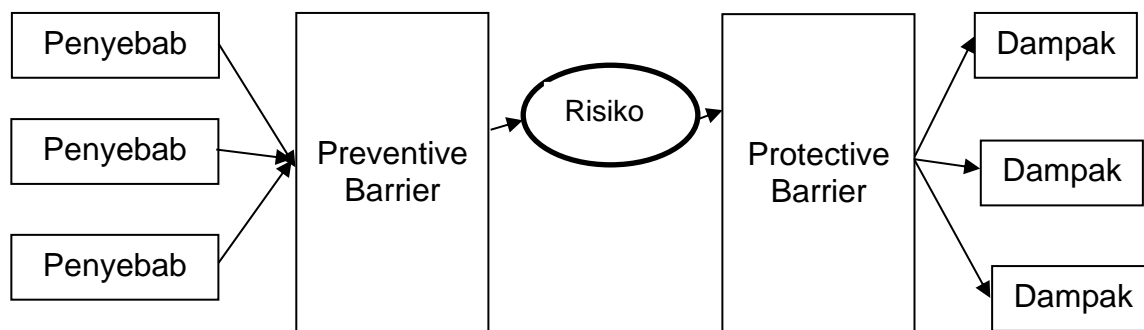
sistem manajemen. Bow tie telah menjadi populer sebagai metode terstruktur untuk menilai risiko dimana pendekatan kuantitatif tidak mungkin atau diinginkan. Metode bow tie merupakan teknik yang digunakan untuk melakukan identifikasi risiko dan analisis risiko dalam sejumlah industri yang berbeda. (Sri & Handayani, 2021)

E.2 Bowtie Analysis

Bowtie analysis merupakan teknik analisis yang digunakan untuk menganalisis skenario kecelakaan dengan tujuan memberikan penilaian peluang kejadian dan alur kejadian (Duijm, 2009). Alat ini bertujuan untuk mencegah, mengontrol, dan mengurangi kejadian yang tidak diinginkan melalui pengembangan hubungan logika antara penyebab dan dampak dari kejadian yang tidak diinginkan (Dianous dan Fieve, 2006). Bowtie analysis menggabungkan dua analisis yang sudah ada, yaitu Fault Tree Analysis (FTA) dan Event Tree Analysis (ETA). Metode ini dapat menangani ketidakpastian pada FTA atau ETA karena menganalisis kedua sisinya dan berfokus pada penghambat (barrier) antara penyebab dengan risiko, serta antara risiko dengan dampaknya (Ferdous, 2013). Metode ini disebut bowtie karena diagramnya berbentuk seperti dasi kupu – kupu.

Menurut Aqlan (2014) dalam jurnalnya menyatakan bahwa diagram bowtie terbagi menjadi tiga bagian utama, yakni penyebab dan risiko berada dikiri, kejadian risiko berada ditengah, dan dampak dari risiko berada dikanan diagram. Penahan risiko dibagi menjadi dua kategori : 1)

preventive barriers, bertujuan untuk mengurangi probabilitas terjadinya risiko. Hal ini berarti preventive barriers berada diantara penyebab dan risiko. 2) protective barriers, berfungsi untuk mengurangi dampak dari terjadinya risiko, penahan ini berada diantara risiko dan dampaknya. Mitigasi risiko harus berfokus pada kedua penahan tersebut. (Rahmatianti, 2020)



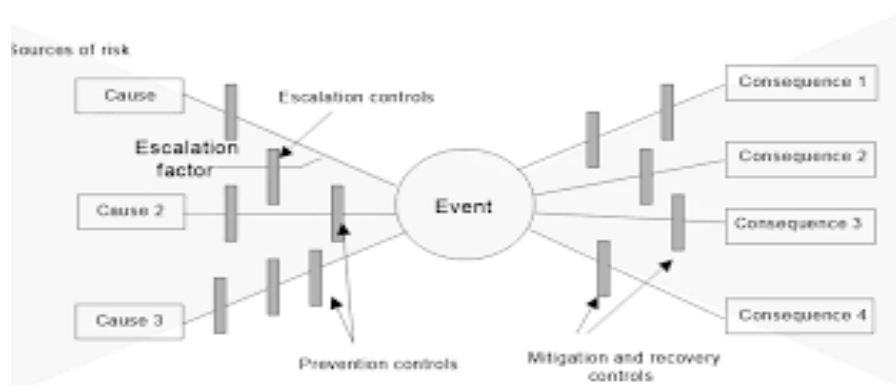
Gambar 2. Bowtie Diagram Menurut Aqlan, Faisal dan Ibrahim

(Sumber : Aqlan, Faisal dan Ebrahim Mustafa Ali. 2014.)

Bowtie analysis merupakan analisa menggunakan diagram yang menyerupai bentuk dasi kupu-kupu yang menyatakan hubungan antara skenario bahaya, ancaman, kendali, dan dampak. Bowtie analysis digunakan untuk mencegah, mengendalikan dan mengurangi kejadian yang tidak diinginkan dengan mengembangkan hubungan logis antara sebab dan akibat dari suatu kejadian yang tidak diinginkan (Dianous dan Fievez, 2006). *Bowtie analysis* dimulai dari titik pusat/simpul yaitu top event yang merupakan kejadian dari pelepasan bahaya, lalu kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan penyebab dan konsekuensi dari kejadian tersebut, lalu kemudian mencari tindakan pengendalian (hambatan) yang

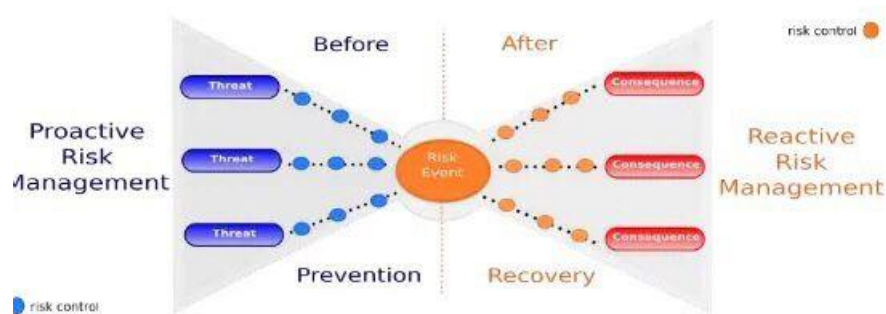
dapat mengurangi kemungkinan kejadian (kontrol preventif) serta untuk mengurangi keparahan konsekuensi kejadian tersebut (kontrol mitigasi).

Menurut Lewis (2010) top event terjadi akibat pelepasan bahaya (*when the hazard is released*) dan akibat kehilangan kontrol (*when the control is lost*). Top event yang terdapat pada simpul (tengah) diagram bowtie juga disebut dengan *event*, *risk*, *risk event* dan *business upset* seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



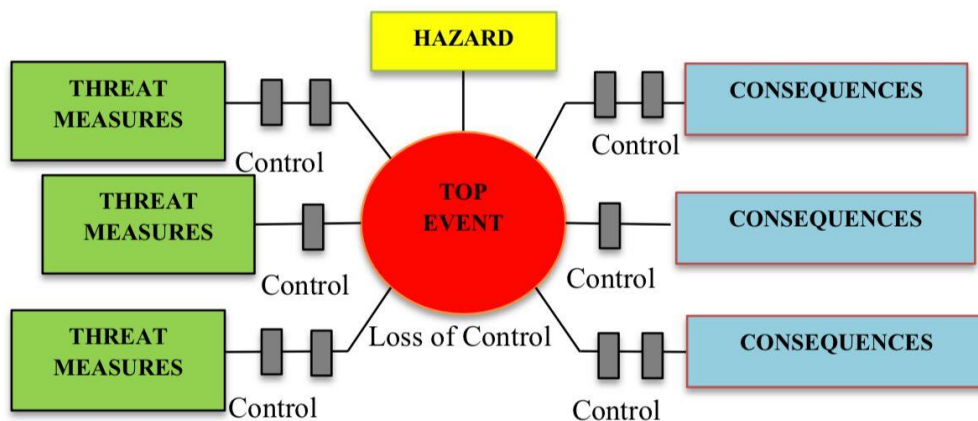
Gambar 3. Bowtie Diagram menurut IEC/ISO 31010:2009

(Sumber: IEC/ISO 31010:2009)



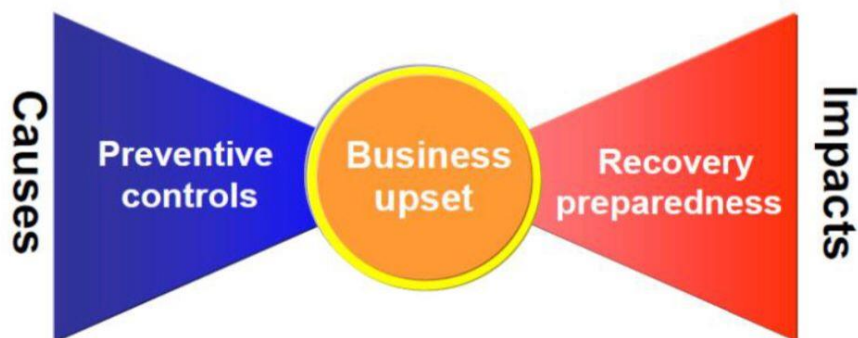
Gambar 4. Bowtie Diagram menurut Nolberto Munier

Sumber: Risk Management for Engineering Projects. Nolberto Munier



Gambar 5. Bowtie Diagram menurut Risk Soft

(Sumber: <https://www.risk-soft.com/bowtie-riskmanagementsoftware>)



Gambar 6. Bowtie Diagram menurut Gareth Book

(Sumber: Risk Management Solutions. Gareth Book)

E.3 Kelebihan dan Kekurangan Metode *Bowtie*

Metode bow tie dapat diaplikasikan dalam berbagai industri dikarenakan beberapa kelebihan yang dimilikinya yaitu:

- a. Sangat efektif untuk analisis proses bahaya awal
- b. Mengidentifikasi high probability and high consequence events
- c. Merupakan perpaduan dari teknik *fault-tree analysis* (FTA) dan *event-tree analysis* (ETA).

- d. Representasi penyebab peristiwa skenario berbahaya, kemungkinan hasil dan langkah langkah untuk mencegah, mengurangi atau mengontrol hazard.
- e. Hambatan diidentifikasi dan dievaluasi

Meskipun memiliki banyak kelebihan, metode bowtie memiliki beberapa batasan atau kekurangan yaitu: (Singh, 2012)

- a. Dengan metode bowtie, tidak dapat ditentukan barrier dan kontrol eskalasi mana yang lebih penting.
- b. Terkadang penggunaan bowtie sebagai alat komunikasi dan kebutuhan untuk menggambarkan manajemen bahaya secara efektif dan detail dapat menyebabkan permasalahan atau konflik. Hal ini dikarenakan jumlah data dalam suatu diagram bowtie bisa sangat banyak.
- c. Metode bowtie tidak mampu menggambarkan seluruh aktivitas yang diperlukan untuk mengendalikan bahaya secara efektif

E.4 Tahapan *Bowtie Analysis*

Dalam penyusunan diagram Bowtie tidak hanya membutuhkan data yang dapat diandalkan pada frekuensi dari semua kejadian, tetapi juga perlu mengetahui probabilitas kegagalan hambatan. Penyusunan diagram Bowtie memerlukan penilaian dan pendapat dari berbagai narasumber yang ahli dan berpengalaman di bidangnya. Tidak semua perusahaan dapat menerapkan metode ini. Meskipun demikian, Bowtie analysis merupakan dasar yang menarik untuk mendukung analisis

kualitatif. Metode Bowtie merupakan langkah maju dalam keadaan saat ini dalam pengelolaan risiko, termasuk yang berhubungan dengan keselamatan kerja.(Guntara, 2017)

Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk membangun diagram bow tie menurut Lewis dan Smith, 2010 :

1. Mengidentifikasi bahaya (*hazard*)

Metode BTA dimulai dengan menentukan bahaya dari suatu pekerjaan. Hazard atau bahaya merupakan suatu hal, baik di dalam, di sekitar, atau bagian dari organisasi yang memiliki potensi menyebabkan kerusakan dan kerugian (Alijoyo, Wijaya, & Jacob, 2019). Saat mengidentifikasi bahaya, maka diperlukan pertanyaan seperti 'Kejadian apa yang berpotensi menimbulkan kerugian?.

2. Menentukan peristiwa puncak (*top event*)

Langkah selanjutnya setelah bahaya teridentifikasi adalah menentukan peristiwa puncak. Peristiwa puncak adalah situasi ketika penanganan atau kontrol terhadap bahaya tersebut hilang (Alijoyo, Wijaya, & Jacob, 2019). Maka dari itu, pertanyaan yang muncul sebagai landasan brainstorming pada tahapan ini adalah:

- a. Apa yang terjadi apabila suatu bahaya timbul/ dilepaskan?
- b. Apa yang terjadi apabila penanganan atau kontrol terhadap bahasa hilang/ rusak?

3. Melakukan penentuan threats atau penyebab atau ancaman
Penyebab atau ancaman adalah segala sesuatu yang dapat menyebabkan peristiwa puncak terjadi (Alijoyo, Wijaya, & Jacob, 2019). Letak dari ancaman adalah di sisi paling kiri diagram. Satu peristiwa puncak dapat memiliki lebih dari satu penyebab. Dalam menentukan penyebab, harus dilakukan secara rinci dan konkret. Berikut pertanyaan yang muncul apabila menentukan penyebab dari peristiwa puncak:

- a. Apa yang menyebabkan bahaya tersebut terjadi?
- b. Apa penyebab kontrol (barrier) bahaya hilang/ rusak?

4. Melakukan penentuan terhadap konsekuensi

Konsekuensi merupakan dampak negatif dari peristiwa puncak dan terletak di sisi paling kanan diagram (Alijoyo, Wijaya, & Jacob, 2019). Satu peristiwa puncak dapat memiliki lebih dari satu konsekuensi. Pada tahap ini, penentuan konsekuensi harus spesifik dan menghindari formulasi konsekuensi yang bersifat umum.

5. Mengidentifikasi *prevention control (barrier)*

Prevention barriers atau kontrol pencegahan berada pada sisi kiri diagram diantara threats dan top event yang merepresentasikan kontrol yang dilakukan untuk menghentikan bahaya agar tidak menimbulkan peristiwa puncak. Maka dari itu, pertanyaan yang muncul ketika menentukan *barrier* adalah 'Apa yang harus

dilakukan untuk mencegah bahaya timbul?'.

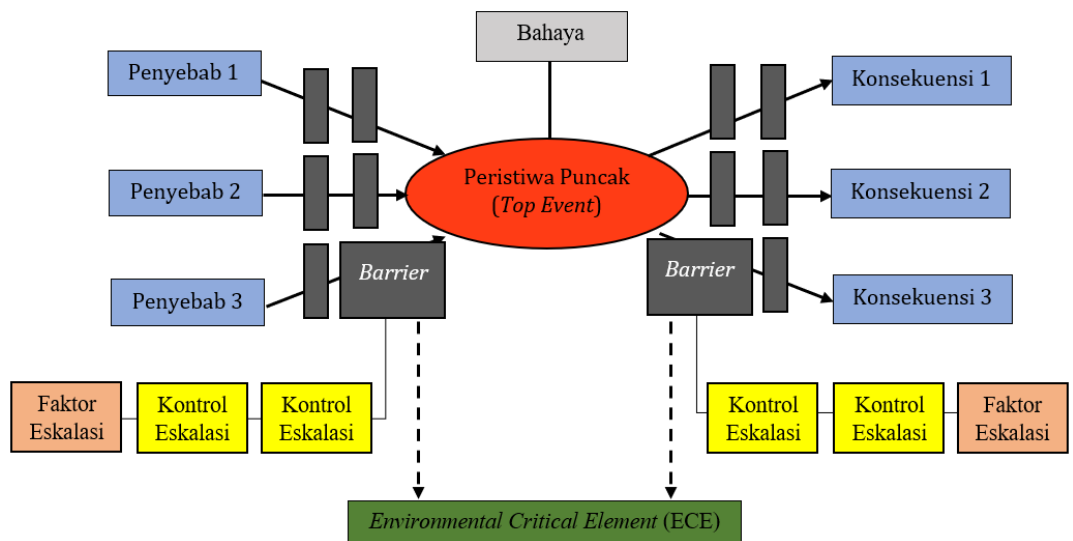
6. Menentukan *Recovery / mitigation control (barrier)*

Mitigation barriers atau kontrol mitigasi berada di sisi kanan peristiwa puncak yang bertujuan untuk mengurangi dampak atau konsekuensi yang diakibatkan oleh top event.

7. Faktor Eskalasi dan Kontrol Eskalasi

Faktor eskalasi merupakan alasan mengapa suatu kontrol dapat gagal. Dalam rangka mencegah faktor eskalasi terjadi, perlu ditambahkan kontrol eskalasi.

Hasil dari metode BTA adalah sebuah ilustrasi yang



Gambar 7. Model Bowtie

menggambarkan hubungan antara penyebab dengan risiko dan risiko dengan konsekuensi. Hasil akhir yang didapat dari metode BTA adalah kontrol pencegahan, mitigasi, pemulihan, faktor eskalasi dan kontrol eskalasi.

Sumber: (Singh,2012)

E.5 Komponen Diagram *Bowtie*

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang komponen-komponen *bowtie* dan persyaratan yang dibutuhkan untuk mengembangkan suatu diagram *bowtie*. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, terdapat beberapa langkah penyusunan diagram *bowtie* dimana langkah-langkah tersebut adalah mengidentifikasi komponen yang ada pada diagram. Komponen penunjang diagram *bowtie* yaitu sebagai berikut: (Singh, 2012)

1. Bahaya (*hazard*)

Merupakan potensi yang dapat menyebabkan kerugian, termasuk kesehatan dan cedera, kerusakan properti, lingkungan atau produk, serta kerugian produksi. Bahaya yang akan dimasukkan ke dalam diagram *bowtie* harus telah diidentifikasi menggunakan *Hazard Identification Guideline*. Bahaya yang memerlukan analisis *bowtie* harus dipilih berdasarkan peringkat risiko *Risk Assessment Matrix* (RAM).

2. Peristiwa puncak (*top event*)

Umumnya, *top event* merupakan beberapa jenis kehilangan kendali atau pelepasan energi. Apabila kejadian tersebut dapat dicegah, maka tidak akan ada akibat atau konsekuensi dari bahaya tersebut. *Top event* ini kemudian harus diidentifikasi menggunakan diagram *bowtie*. *Top event* biasanya menjelaskan hal apa yang terjadi ketika

penghalang gagal beroperasi sehingga bahaya pun dilepaskan atau muncul. Contohnya, terdapat bahaya berupa beban pada ketinggian dan kemudian kehilangan kendali bahaya maka akan mengakibatkan beban terjatuh. Maka 'beban terjatuh' merupakan *top event*.

3. Penyebab (*threats*)

Penyebab merupakan potensi-potensi dimana bahaya dapat dilepaskan sehingga menyebabkan *top event*. Semua penyebab atau ancaman yang dapat melepaskan bahaya harus diidentifikasi dan didokumentasikan. Dalam kebanyakan kasus, akan ada sejumlah penyebab dalam penyusunan diagram *bowtie*. Penyebab harus ditentukan sedemikian rupa sehingga nantinya semua *barrier* dan kontrol pengendalian yang digunakan dapat secara efektif mengatasi penyebab tersebut.

4. Konsekuensi (*Consequences*)

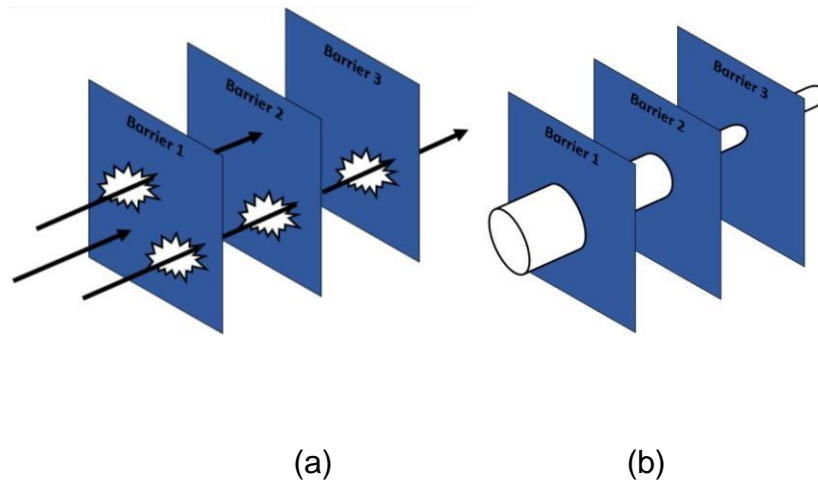
Konsekuensi merupakan kemungkinan hasil berbahaya yang timbul dari *top event*. Semua konsekuensi yang timbul akibat dari *top event* beserta dengan tingkat keparahannya perlu diidentifikasi dan didokumentasikan sesuai dengan *Risk Assessment Matrix* (RAM). Konsekuensi yang termasuk di dalam diagram *bowtie* merupakan akibat langsung dari pelepasan bahaya. Suatu *top event* dapat memiliki beberapa konsekuensi. Sama halnya dengan penyebab, konsekuensi juga perlu dijelaskan dengan rinci sehingga

serangkaian *barrier* dan kontrol mitigasi yang tepat dapat ditentukan.

5. Penghalang (*barrier*)

Terdapat dua macam penghalang atau *barrier* dalam diagram *bowtie*. Berikut merupakan penjelasan dari *barrier-barrier* tersebut:

- a. *Preventive barrier* yaitu perangkat yang digunakan untuk menghalangi suatu bahaya dilepaskan. Apabila seluruh *preventive barrier* dioperasikan dan berfungsi dengan baik, maka secara teori bahaya seharusnya tidak akan terjadi. Apabila bahaya tidak dihentikan dengan *barrier*, maka akan mengakibatkan konsekuensi penuh. *Barrier-barrier* ini masing- masing akan dengan sendirinya mencegah bahaya terlepas. Prinsip ini dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 8 (a).
- b. *Mitigation barrier* merupakan perangkat yang digunakan untuk mengurangi konsekuensi dari bahaya yang dilepaskan. Serangkaian *mitigation barrier* yang berurutan (*layer*) juga diperlukan untuk menghilangkan atau mengurangi konsekuensi yang ditimbulkan. Demikianpula apabila suatu *barrier* tidak berfungsi, maka besarnya konsekuensi yang ditimbulkan tergantung pada efektivitas *barrier*. Prinsip ini digambarkan pada Gambar 8 (b).



Gambar 8. Prinsip Pengaruh Barrier terhadap Lepasnya Bahaya

Sumber: (Singh,2012)

6. Faktor Eskalasi dan Kontrol Eskalasi

Eskalasi adalah penyebaran dampak dari peristiwa berbahaya ke area lain sehingga menyebabkan peningkatan konsekuensi dari peristiwa tersebut. Maka, faktor-faktor yang mengurangi efektivitas dari suatu *barrier* yang telah ditetapkan disebut dengan faktor eskalasi. Dalam rangka mencegah atau mengurangi efek dari faktor eskalasi diperlukan suatu tindakan pengendalian yang disebut dengan kontrol eskalasi.

Perancangan *bowtie* perlu mencakup penilaian efektivitas dari *barrier* dan kontrol eskalasi yang diusulkan untuk setiap penyebab/ancaman dengan mempertimbangkan pengalaman historis praktis. Hal ini akan mengakibatkan modifikasi atau perbaikan ulang pada *barrier* dan kontrol eskalasi yang telah ditetapkan.