

**USULAN MITIGASI RISIKO PADA PROYEK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP
DI PT X MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK***

SKRIPSI



Disusun Oleh:

AINUN ROBBY MAULANA

3333200061

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

**USULAN MITIGASI RISIKO PADA PROYEK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP
DI PT X MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK***

Skripsi ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam
mendapatkan gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

AINUN ROBBY MAULANA

3333200061

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

NAMA : Ainun Robby Maulana

NIM : 3333200061

JURUSAN : Teknik Industri

JUDUL : USULAN AKSI MITIGASI RISIKO PADA PROYEK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP DI
PT X MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK*

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut diatas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing I dan pembimbing II dan tidak ada duplikasi dengan kerja orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 03 Juli 2024



Ainun Robby Maulana

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

NAMA : Ainun Robby Maulana

NIM : 3333200061

JURUSAN : Teknik Industri

JUDUL : USULAN AKSI MITIGASI RISIKO PADA PROYEK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP DI
PT X MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan penguji dan Diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas

Sultan Ageng Tirtayasa

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 03 Juli 2024

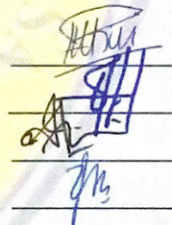
DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Dra. Putiri Bhuana Katili, M.T.

Pembimbing 2 : Hadi Setiawan, S.T., M.T.

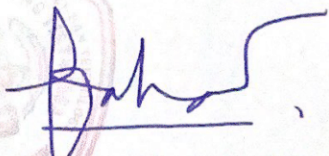
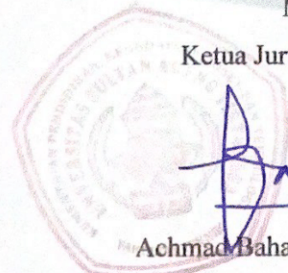
Penguji 1 : Dr. Nurul Umami, S.T., M.T.

Penguji 2 : Dr. Ir. Maria Ulfah, M.T.



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Industri



Achmad Bahauddin, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197812212005011002

PRAKATA

Puji syukur peneliti panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Usulan Mitigasi Risiko Pada Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap di PT X Menggunakan Metode *House Of Risk*" dengan baik. Peneliti bersyukur atas kesempatan yang diberikan untuk menyelesaikan pendidikan di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Industri.

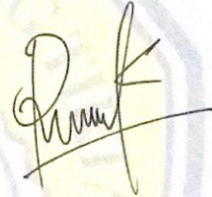
Dalam menyelesaikan skripsi ini, peneliti banyak dibantu, didukung dan dibimbing oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa, atas segala karunia dan hidayah-Nya yang memungkinkan penulis untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan kedua kakak yang memberikan dukungan kepada peneliti dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Dra. Putiri Bhuana Katili, M.T. dan Bapak Hadi Setiawan, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 atas bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Dr. Nurul Ummi, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Ir. Maria Ulfah, M.T. selaku penguji 1 dan penguji 2 yang telah memberikan arahan, bimbingan serta masukan untuk kesempurnaan skripsi ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa atas dedikasi dan pengabdianya dalam memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada peneliti selama masa studi.
6. Pihak-pihak terkait di PT X yang telah membantu peneliti selama pengumpulan data dan informasi mengenai Proyek PLTS Atap.

7. Teman-teman terdekat penulis, Aryu, Falahi, Manda, Resti, Caca, Denissa, Tri, Nia dan Ledis yang selalu menemani, memberikan motivasi dan semangat serta kebersamaan selama masa perkuliahan.
8. Seluruh pihak lain yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penelitian ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis meminta maaf atas kesalahan dalam penggunaan kata dan sangat mengharapkan kritik serta saran untuk perbaikan di masa depan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi Perusahaan dan pembaca serta dapat menjadi referensi pada penelitian selanjutnya.

Cilegon, 03 Juli 2024



AINUN ROBBY MAULANA

ABSTRAK

AINUN ROBBY MAULANA, USULAN MITIGASI RISIKO PADA PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP DI PT X MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK* Dibimbing oleh Dr. Dra. PUTIRI BHUANA KATILI, M.T. dan HADI SETIAWAN, S.T., M.T.

Indonesia memiliki potensi energi surya yang besar dan pemerintah mendorong pemanfaatannya melalui Energi Baru Terbarukan (EBT). Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2019 menargetkan 23% pemanfaatan EBT pada tahun 2025. PT X, sebagai perusahaan penyedia energi listrik, berkomitmen untuk mendukung target ini melalui pengembangan bisnis PLTS atap. Melalui perkembangan bisnis PLTS atap yang dikelola oleh PT X, tentu hal tersebut tidak akan lepas dari risiko-risiko yang mungkin terjadi. Adapun kejadian risiko yang pernah terjadi pada proyek PLTS atap di PT X yaitu ketidaksesuaian perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan serta adanya perbedaan *energy yield forecasting* pembangkitan PLTS dengan aktual. Oleh karena itu, diperlukan adanya identifikasi, klasifikasi dan analisis terhadap risiko yang terjadi serta penyusunan strategi guna mencegah dan memitigasi risiko yang ada sehingga dapat meminimalisir kerugian bagi perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sumber risiko dan usulan mitigasi risiko menggunakan *project management process groups* yang mengacu pada *Project Management Body Of Knowledge (PMBOK) Guide* serta metode *House of Risk*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa terdapat 14 sumber risiko prioritas serta 15 aksi mitigasi yang dapat diusulkan untuk mengatasi sumber risiko prioritas.

Kata Kunci: *House of Risk, Manajemen Risiko, PLTS Atap, PMBOK, Project management process groups*

ABSTRACT

AINUN ROBBY MAULANA, PROPOSED RISK MITIGATION ON ROOFTOP SOLAR POWER PLANT (PLTS) PROJECT AT PT X USING HOUSE OF RISK METHOD supervised by Dr. Dra. PUTIRI BHUANA KATILI, M.T. dan HADI SETIAWAN, S.T., M.T.

Indonesia has a large potential for solar energy, and the government encourages its utilization through New Renewable Energy (EBT). Minister of Energy and Mineral Resources Regulation No. 13 of 2019 targets 23% of EBT utilization by the year 2025. PT X, as an electric energy provider company, is committed to supporting this target through the development of the rooftop solar power plant business. Through the growth of the rooftop solar power plant business managed by PT X, it will not be free from risks. There have been incidents of risks in the rooftop solar power plant project at PT X, such as the mismatch between planning during the feasibility study and field conditions, and the difference in energy yield forecasting of PLTS generation with the actual results. Therefore, it is necessary to identify, classify, and analyze the risks that occur, as well as develop strategies to prevent and minimize them, in order to reduce losses for PT X. This study aims to determine the sources of risk and proposed risk mitigation using project management process groups that refer to the Project Management Body Of Knowledge (PMBOK) Guide and the House of Risk method. Based on the results of the study, it was found that there are 14 priority risk sources and 15 mitigation actions that can be proposed to address the priority risk sources.

Keywords: House of Risk, PMBOK, Project Management Process Groups, Risk Management Rooftop Solar Power Plant

RINGKASAN

AINUN ROBBY MAULANA, USULAN MITIGASI RISIKO PADA PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP DI PT X MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK* Dibimbing oleh Dr. Dra. PUTIRI BHUANA KATILI, M.T. dan HADI SETIAWAN, S.T., M.T.

Pendahuluan: Berada didaerah tropis dan terletak pada wilayah khatulistiwa, Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10 sampai dengan 12 jam dalam sehari sehingga memiliki potensi besar untuk menghasilkan energi baru terbarukan. Salah satu cara untuk mengoptimalkan hal tersebut yaitu dengan menggunakan teknologi sel surya untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik melalui sistem yang dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pemanfaatan PLTS atap atau PLTS *Rooftop* ini diatur melalui Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2019 untuk mendukung target pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) sekitar 23% pada tahun 2025. PT X, sebagai perusahaan penyedia energi listrik, berkomitmen untuk mendukung target ini melalui pengembangan bisnis PLTS atap. Melalui perkembangan bisnis PLTS atap yang dikelola oleh PT X, tentu hal tersebut tidak akan lepas dari risiko-risiko yang mungkin terjadi. Adapun kejadian risiko yang pernah terjadi pada proyek PLTS atap di PT X yaitu ketidaksesuaian perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan serta adanya perbedaan *energy yield forecasting* pembangkitan PLTS dengan aktual. Oleh karena itu, diperlukan adanya identifikasi, klasifikasi dan analisis terhadap risiko yang terjadi serta penyusunan strategi guna mencegah dan memitigasi risiko yang ada sehingga dapat meminimalisir kerugian bagi perusahaan.

Tujuan Penelitian: Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risiko yang mungkin terjadi dan berpotensi mengganggu dalam proyek PLTS atap di PT X, menentukan sumber risiko prioritas berdasarkan nilai ARP dalam proyek PLTS atap di PT X serta menentukan usulan aksi mitigasi untuk mengatasi sumber risiko prioritas dalam proyek PLTS atap di PT X.

Metode Penelitian: Penelitian ini menggabungkan pendekatan penelitian kualitatif dan kuantitatif yang didasarkan pada *Project Management Body Of Knowledge* (PMBOK) untuk memetakan aktivitas proyek serta menggunakan metode *House of Risk* (HOR) untuk melakukan identifikasi, klasifikasi dan analisis terhadap risiko yang terjadi serta penyusunan strategi mitigasi. Selain itu, digunakan pula alat bantu statistik berupa diagram pareto untuk menentukan sumber risiko prioritas.

Hasil Penelitian: Berdasarkan hasil penelitian, terdapat dua (2) aktivitas pada proses *initiating*, lima (5) aktivitas pada proses *planning*, satu (1) aktivitas pada proses *executing*, dua (2) aktivitas pada proses *monitoring and controlling* serta dua (2) aktivitas pada proses *closure*. Selanjutnya, terdapat tiga (3) kejadian

risiko pada proses *initiating*, tujuh (7) kejadian risiko pada proses *planning*, delapan (8) kejadian risiko pada proses *executing*, tiga (3) kejadian risiko pada proses *monitoring and controlling* serta tiga (3) kejadian risiko pada proses *closure*. Selain itu, didapatkan 14 sumber risiko prioritas dari 32 sumber risiko yang teridentifikasi dan terdapat 15 usulan aksi mitigasi untuk menanggulangi sumber risiko prioritas tersebut.

Kesimpulan: Pada penelitian ini, terdapat 24 kejadian risiko serta 32 sumber risiko pada proyek PLTS Atap. Selain itu, terdapat 14 sumber risiko prioritas pada proyek PLTS Atap, yaitu tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku, kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS, kondisi alam dan cuaca, kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil, instalasi PLTS tidak sesuai standar dan *engineering*, perencanaan dan *engineering* tidak akurat, pengawasan pekerjaan kurang ketat, kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei, kondisi finansial *client* tidak memadai, adanya penambahan *scope* pekerjaan dan material diluar rencana, kerusakan komponen akibat *human error*, produktivitas kerja rendah, kesalahan personel *quality control* serta secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan. Untuk mengatasi sumber risiko prioritas yang terjadi, diusulkan 15 aksi mitigasi yang dapat diterapkan PT X pada aktivitas proyek PLTS atap yaitu melaksanakan sosialisasi berkala akan pentingnya keselamatan kerja, memberikan sanksi kepada pekerja yang tidak menerapkan aturan dan JSA yang berlaku, mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi, merekrut pekerja yang berpengalaman dan berkompotensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan, memonitor kondisi alam dan cuaca melalui BMKG, melakukan pemantauan, penjadwalan serta persiapan biaya yang benar dan sesuai dengan memasukan kemungkinan kenaikan harga pada estimasi biaya, membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan, melakukan survei dan kolekting data yang lebih detail dan cermat pada tahap awal survei, melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin, menganalisis kembali keputusan investasi, memastikan kemampuan finansial *client* pada aktivitas *background check client*, perencanaan yang matang diawal terkait *scope* pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan, melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan, memberikan *reward* dan motivasi kepada pekerja serta mengadakan *sharing knowledge* antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja

Kata Kunci: *House of Risk, Manajemen Risiko, PLTS Atap, PMBOK, Project management process groups*

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Halaman Pernyataan Keaslian.....	iii
Halaman Pengesahan	iv
Prakata.....	v
Abstrak	vii
<i>Abstrack</i>	viii
Ringkasan.....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Arti Lambang, Singkatan dan Istilah	xvi
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
1.6 Penelitian Terdahulu	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Risiko	8
2.1.1 Sumber Risiko	8
2.1.2 Macam-macam Risiko	9
2.2 Manajemen Risiko	11
2.2.1 Tahapan Manajemen Risiko.....	12
2.3 <i>Project Management Process Groups</i>	13

2.4	<i>House of Risk (HOR)</i>	14
2.4.1	<i>House of Risk</i> Fase 1 (HOR Fase 1).....	15
2.4.2	<i>House of Risk</i> Fase 2 (HOR Fase 2).....	16
2.5	Diagram Pareto	18
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Rancangan Penelitian	20
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.3	Cara Pengumpulan Data.....	21
3.4	Alur Pemecahan Masalah.....	21
3.4.1	<i>Flowchart</i> Penelitian Umum.....	22
3.4.2	<i>Flowchart</i> Pengolahan Data.....	23
3.5	Deskripsi Pemecahan Masalah.....	24
3.5.1	Deskripsi <i>Flowchart</i> Penelitian Umum.....	24
3.5.2	Deskripsi <i>Flowchart</i> Pengolahan Data.....	26
3.6	Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL PENELITIAN		
4.1	Pengumpulan Data	28
4.1.1	Pemetaan Aktivitas Proyek.....	28
4.2	Pengolahan Data.....	30
4.2.1	Identifikasi Risiko.....	30
4.2.1.1	Identifikasi Kejadian Risiko.....	30
4.2.1.2	Identifikasi Sumber Risiko.....	31
4.2.2	Analisis Risiko.....	32
4.2.2.1	Penilaian <i>Severity</i> Pada Kejadian risiko (<i>risk event</i>).....	33
4.2.2.2	Penilaian <i>Occurrence</i> Pada Sumber Risiko (<i>risk agent</i>).....	36
4.2.2.3	Penilaian Korelasi dan Perhitungan ARP	38
4.2.3	Evaluasi Risiko	46
4.2.4	Mitigasi Risiko.....	49
4.2.4.1	Identifikasi Langkah Usulan Aksi Mitigasi	49
4.2.4.2	Penilaian Korelasi antara Usulan Aksi Mitigasi dengan Sumber Risiko	51

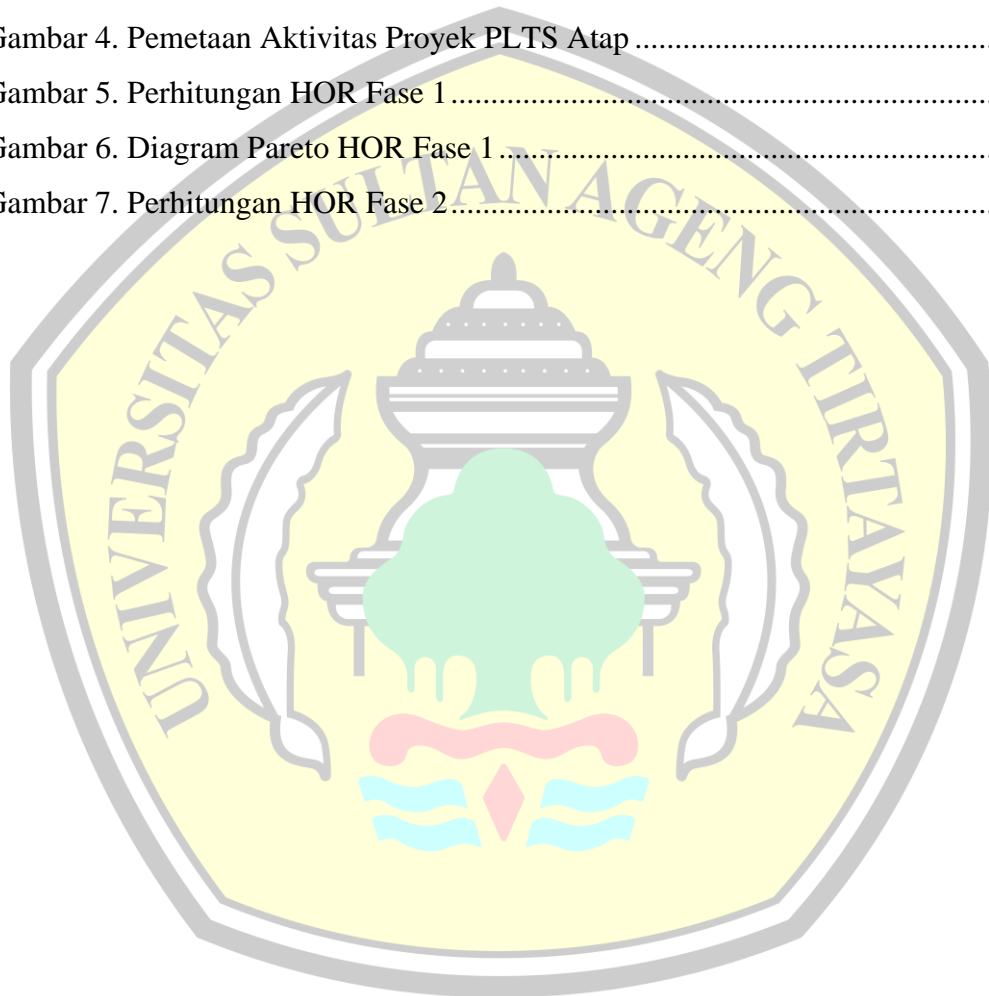
4.2.4.3	Penilaian Tingkat Kesulitan Usulan Aksi Mitigasi	54
4.2.4.4	Perhitungan Total Efektivitas (TEK) dan Nilai Rasio Total Efektivitas (ETDk)	55
4.2.4.5	Memberikan peringkat Usulan Aksi Mitigasi.....	56
4.2.4.6	Klasifikasi Usulan Aksi Mitigasi.....	57
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
5.1	Analisis Identifikasi Risiko Proyek	59
5.1.1	Analisis Identifikasi Kejadian Risiko Proyek	59
5.1.2	Analisis Identifikasi Sumber Risiko Proyek	62
5.1.3	Analisis Korelasi antara Kejadian Risiko dengan Sumber Risiko Proyek	65
5.2	Analisis <i>Aggregate Risk Potential</i> dan Sumber Risiko Prioritas.....	66
5.3	Analisis Usulan Aksi Mitigasi Risiko Proyek	69
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	79
6.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2. Matriks HOR fase 1	15
Tabel 3. Matriks HOR fase 2	18
Tabel 4. Data Responden	28
Tabel 5. Pemetaan Aktivitas Proyek PLTS Atap berdasarkan <i>Project Management Process Groups</i>	29
Tabel 6. Identifikasi Kejadian Risiko.....	30
Tabel 7. Identifikasi Sumber Risiko	32
Tabel 8. Tingkat Dampak (<i>severity</i>).....	34
Tabel 9. Penilaian Tingkat Dampak (<i>severity</i>).....	36
Tabel 10. Tingkat Kemungkinan (<i>occurence</i>)	37
Tabel 11. Penilaian Tingkat Kemungkinan (<i>occurence</i>).....	37
Tabel 12. Tingkat Korelasi.....	38
Tabel 13. Penilaian Korelasi Antara Kejadian Risiko dengan Sumber Risiko	39
Tabel 14. Urutan Prioritas Sumber Risiko	46
Tabel 15. Usulan Aksi Mitigasi	50
Tabel 16. Penilaian Korelasi antara Usulan Aksi Mitigasi dengan Sumber Risiko	51
Tabel 17. Penilaian Tingkat Kesulitan Penerapan Usulan Aksi Mitigasi	54
Tabel 18. Peringkat Usulan Aksi Mitigasi	56
Tabel 19. Klasifikasi Usulan Aksi Mitigasi	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Tahapan Manajemen Risiko.....	12
Gambar 2. <i>Flowchart</i> Penelitian Umum.....	22
Gambar 3. <i>Flowchart</i> Pengolahan Data.....	23
Gambar 4. Pemetaan Aktivitas Proyek PLTS Atap.....	28
Gambar 5. Perhitungan HOR Fase 1.....	45
Gambar 6. Diagram Pareto HOR Fase 1.....	49
Gambar 7. Perhitungan HOR Fase 2.....	55



DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN DAN ISTILAH

LAMBANG/ SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
-----------------------	------	--

PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya	1
HOR	<i>House of Risk</i>	3
ARP	<i>Aggregate Risk Potential</i>	14
TE	<i>Total Effectiveness</i>	17
ETD	<i>Effectiveness to Difficulty ratio</i>	17
Dk	<i>Degree of Difficulties</i>	17
PMBOK	<i>Project Management Body Of Knowledge</i>	2
BMKG	Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner Penelitian.....	89
Lampiran 2. Hasil Kuesioner Penilaian <i>Severity</i> Pada Kejadian Risiko.....	96
Lampiran 3. Hasil Kuesioner Penilaian <i>Occurence</i> Pada Sumber Risiko	97



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi matahari memberikan manfaat penting bagi kelangsungan hidup semua makhluk di bumi. Energi yang tak terbatas dari matahari menjadi sumber daya energi terbarukan yang sangat penting untuk dikembangkan, sekaligus membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Berada di daerah tropis dan terletak pada wilayah khatulistiwa, Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10 sampai dengan 12 jam dalam sehari sehingga memiliki potensi besar untuk menghasilkan energi baru terbarukan. Salah satu cara untuk mengoptimalkan hal tersebut yaitu dengan menggunakan teknologi sel surya untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik melalui sistem yang dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang menghantarkan energi panas matahari menjadi energi listrik (Pasaribu et al., 2023). PLTS mengubah secara langsung energi matahari dalam bentuk cahaya menjadi energi listrik tanpa menggunakan bahan bakar apapun melalui teknologi sel surya atau *Photovoltaic* (PV) (Sukadana et al., 2024). Sistem PLTS membutuhkan ruang terbuka yang terekspos ke radiasi matahari serta terbebas dari objek atau bayangan yang dapat menghalangi radiasi matahari mengenai panel surya. PLTS dapat dimanfaatkan secara ekonomis dengan menggunakan atap bangunan sebagai area pemasangan panel surya (Tarigan, 2022). Pemanfaatan PLTS atap atau PLTS *Rooftop* ini diatur melalui Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2019 untuk mendukung target pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) sekitar 23% pada tahun 2025 (Nurjaman & Purnama, 2022).

Salah satu perusahaan yang mendukung pemerintah dalam mendorong penggunaan energi baru terbarukan yaitu PT X yang merupakan perusahaan penyedia energi listrik. PT X berkomitmen untuk memberikan solusi dalam

menyediakan energi listrik yang lebih ramah lingkungan melalui berbagai inovasi, salah satunya yaitu melalui pemasangan panel surya di berbagai proyek, termasuk industri dan ritel. Pemasangan panel surya ini telah berhasil menghemat pemakaian listrik hingga 40% per tahun dan mengurangi emisi karbon mencapai 561 ton CO₂ per tahun. PT X juga berhasil memasang panel surya di beberapa lokasi internal dan eksternal, menunjukkan komitmennya pada pengembangan energi baru terbarukan yang berkelanjutan serta kontribusi dalam mengurangi dampak lingkungan.

Melalui perkembangan bisnis PLTS atap yang dikelola oleh PT X, tentu hal tersebut tidak akan lepas dari risiko-risiko yang mungkin terjadi. Risiko merupakan variasi dalam hal-hal yang bisa terjadi secara natural ataupun kemungkinan terbentuknya kejadian diluar yang diharapkan dimana ancaman terhadap properti serta keuntungan finansial akibat bahaya yang akan terjadi (Melati, 2022). Adapun kejadian risiko yang pernah terjadi pada proyek PLTS atap di PT X yaitu ketidaksesuaian perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan serta adanya perbedaan *energy yield forecasting* pembangkitan PLTS dengan aktual. Jika kejadian risiko tersebut terus terjadi dan tidak diperhitungkan dengan baik maka dapat mengakibatkan kerugian besar bagi PT X. Oleh karena itu, diperlukan adanya identifikasi, klasifikasi dan analisis terhadap risiko yang terjadi serta penyusunan strategi guna mencegah dan memitigasi risiko yang ada sehingga dapat meminimalisir kerugian bagi perusahaan (Ardiansyah & Nugroho, 2022).

Manajemen risiko merupakan proses terstruktur dan sistematis dalam mengidentifikasi, mengukur, memetakan, mengembangkan alternatif penanganan risiko dan memonitor serta mengendalikan penanganan risiko (Soeryodarundio et al., 2022). Penelitian ini dimulai dengan melakukan pemetaan aktivitas proyek PLTS atap menggunakan *project management process groups* yang mengacu pada *Project Management Body Of Knowledge (PMBOK) Guide*. Panduan PMBOK merupakan dasar yang dapat digunakan untuk menentukan metode, prosedur, alat dan teknik, kebijakan, aturan serta fase atau tahap dalam siklus aktivitas yang diperlukan untuk membangun manajemen proyek yang sistematis (Ghifari et al., 2022). Pada tahap ini, aktivitas proyek akan dilakukan pemetaan ke dalam lima (5) proses, yaitu *initiating, planning, executing, monitoring and controlling* dan *closing*

(Project Management Institute, 2017). Kemudian masing-masing aktivitas proyek tersebut akan dilakukan identifikasi, analisis, evaluasi serta mitigasi risiko menggunakan metode HOR (*House of Risk*). HOR merupakan sebuah metode manajemen risiko yang fokus pada tindakan pencegahan untuk menentukan penyebab risiko yang menjadi prioritas kemudian diberikan tindakan mitigasi atau penanggulangan (Padhil et al., 2022). Pada tahap pertama, akan dilakukan identifikasi risiko, analisis risiko dan evaluasi risiko untuk menentukan sumber risiko prioritas. Lalu pada tahap kedua, akan ditetapkan aksi mitigasi risiko yang tepat untuk mengatasi sumber risiko prioritas pada proyek PLTS atap. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat menjadi dasar bagi PT X untuk menjalankan proses bisnisnya dalam bidang PLTS atap sehingga dapat meminimalisir peluang dan dampak risiko serta mengelola setiap risiko dengan tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan masalah penelitian, yaitu:

1. Apa saja kejadian risiko dan sumber risiko yang mungkin terjadi dan berpotensi mengganggu proyek PLTS atap di PT X?
2. Apa saja sumber risiko prioritas dalam proyek PLTS atap di PT X?
3. Bagaimana usulan aksi mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengatasi sumber risiko prioritas dalam proyek PLTS atap di PT X?

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan memperhatikan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu:

1. Mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risiko yang mungkin terjadi dan berpotensi mengganggu dalam proyek PLTS atap di PT X.
2. Menentukan sumber risiko prioritas dalam proyek PLTS atap di PT X.
3. Menentukan usulan aksi mitigasi untuk mengatasi sumber risiko prioritas dalam proyek PLTS atap di PT X.

1.4 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yang digunakan. Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Identifikasi risiko dilakukan pada divisi SBU (*Services Business Unit*) dan berfokus pada dinas Renewable Energy di PT X.
2. Risiko yang diidentifikasi adalah risiko yang telah dikonfirmasi oleh dinas Renewable Energy PT X.
3. Pengambilan data dilakukan dari bulan November 2023 sampai bulan April tahun 2024.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun rincian sistematika penulisan pada penelitian ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah yang menjadi landasan penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan masalah, sistematika penulisan dan penelitian terdahulu.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka, dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan untuk membantu menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini. Teori-teori tersebut berasal dari beberapa buku, jurnal ataupun artikel ilmiah dan penelitian-penelitian terdahulu.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini, dijelaskan mengenai objek penelitian yang akan diteliti, waktu pengambilan data, cara pengumpulan data dan langkah-langkah dari pemecahan masalah yang digunakan.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Pada bab ini, membahas mengenai proses pengolahan data menggunakan metode yang digunakan. Hasil pengolahan data tersebut disajikan dalam bentuk tabel, diagram dan bentuk penyajian data lainnya.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, menjelaskan mengenai hasil data yang telah dilakukan pengolahan yang dilanjutkan dengan pembahasan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisis serta memberikan saran yang dapat digunakan bagi perusahaan.

1.6 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang dijadikan referensi serta relevan dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada tabel 1.

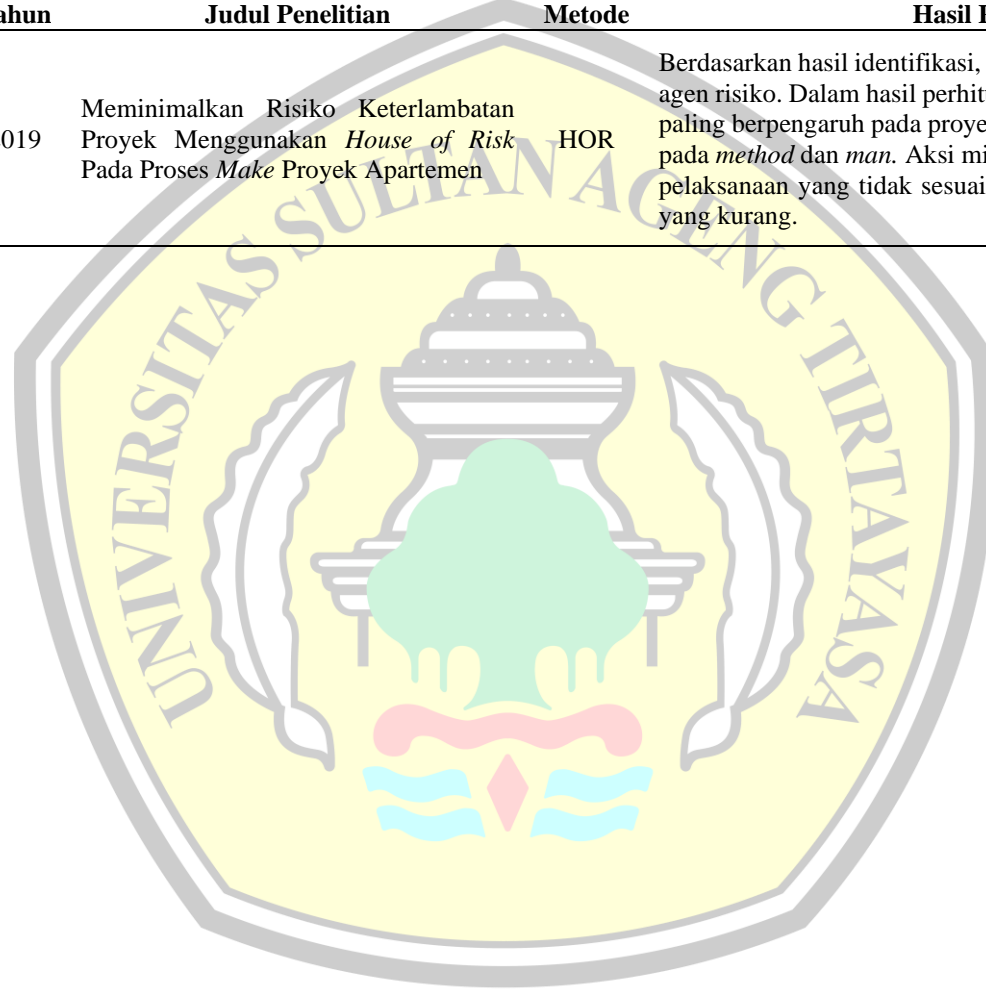


Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1	Rosadi dan Hamdhan	2022	Identifikasi Risiko Pada Proyek Penanganan Longsoran Lereng Jalan di Indonesia dengan Metode HOR (<i>House of Risk</i>)	HOR	Berdasarkan hasil identifikasi, terdapat 44 kejadian risiko, 36 faktor risiko dan 24 tindakan pencegahan risiko. Adapun tindakan pencegahan utama dalam mengantisipasi faktor risiko dalam proyek konstruksi penanganan longsoran lereng jalan di Indonesia adalah memperketat kualifikasi penyedia jasa saat pelelangan, penegasan kontrak tentang keharusan personil memiliki keahlian dan adanya pengawasan internal dari <i>owner</i> terhadap penyedia jasa maupun konsultan pengawas.
2	Padhil, Eriskah, Hafid dan Wahyuni	2022	<i>Risk Analysis of Water Distribution in PDAM City of Makassar Using the House of Risk (HOR) Method</i>	HOR	Berdasarkan hasil penelitian, terdapat 15 kejadian risiko dan 31 sumber risiko dalam distribusi air di PDAM Kota Makassar. Pada HOR Fase 1, terdapat 9 sumber risiko yang perlu ditangani dengan tingkat risiko yang berbeda. Berdasarkan hasil HOR Fase 2, strategi mitigasi yang diusulkan untuk meminimalkan risiko dalam distribusi air harus menggunakan strategi pemeliharaan preventif dengan merencanakan penanganan untuk mengatasi sumber risiko yang terjadi.
3	Maharani, Sari, As'adi dan Saputro	2022	Analisis Risiko Pada Proyek Konstruksi Perumahan Dengan Metode <i>House of Risk</i> (HOR) (Studi Kasus: Proyek Konstruksi Perumahan PT ABC)	HOR	Berdasarkan hasil identifikasi, terdapat 25 item kejadian risiko dan 25 item penyebab risiko. Selanjutnya, terdapat 8 aksi mitigasi yang diprioritaskan dan direalisasikan sebagai usulan perbaikan dan mitigasi risiko yang ada pada proyek tersebut, diantaranya untuk mengurangi miskordinasi antar pihak yang terlibat pada proyek konstruksi maka tindakan mitigasi yang dapat dilakukan PT ABC yaitu dengan meningkatkan efektifitas komunikasi dengan seluruh pihak dan <i>stakeholder</i> yang terlibat.
4	Ronny	2020	Implementasi Manajemen Risiko Proyek Pada PT. XX dengan Menggunakan Pendekatan <i>House of Risk</i> (HOR) Berdasarkan ISO 31000: 2018	HOR	Berdasarkan hasil pada HOR fase 1, terdapat 70 item kejadian risiko dan 81 item pemicu risiko yang teridentifikasi dari 19 bidang pekerjaan. Selanjutnya, terdapat 18 item aksi mitigasi yang bisa diterapkan oleh PT. XX pada proyek tersebut, diantaranya yaitu mengecek keadaan atau kondisi lapangan, gambar kerja (<i>shop drawing</i>) dan rencana anggaran biaya (RAB) dengan cermat.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
5	Emmanuel dan Basuki	2019	Meminimalkan Risiko Keterlambatan Proyek Menggunakan <i>House of Risk</i> Pada Proses <i>Make</i> Proyek Apartemen	HOR	Berdasarkan hasil identifikasi, terdapat 23 kejadian risiko dan 24 agen risiko. Dalam hasil perhitungan dari setiap agen risiko yang paling berpengaruh pada proyek adalah proses <i>make</i> yang terjadi pada <i>method</i> dan <i>man</i> . Aksi mitigasi yang tertinggi yaitu metode pelaksanaan yang tidak sesuai di lapangan dan komunikasi tim yang kurang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Risiko

Risiko adalah kejadian yang dapat memengaruhi pencapaian tujuan, baik secara positif maupun negatif serta terjadi di lingkungan makro dan menengah. Risiko umumnya dikaitkan dengan kemungkinan atau peluang terjadinya peristiwa yang tidak terduga (Setyaning et al., 2023). Risiko sering dianggap merugikan, seperti kehilangan dan bahaya. Namun dengan manajemen yang tepat, risiko sebagai bentuk ketidakpastian dapat dikelola secara efektif oleh organisasi sebagai strategi sehingga memberikan nilai tambah dan mendukung pencapaian tujuan (Lokobal et al., 2014).

Risiko merupakan potensi terjadinya suatu kejadian yang dapat membahayakan perusahaan. Pada dasarnya, risiko adalah suatu kejadian yang berdampak negatif terhadap tujuan dan strategi perusahaan. Terdapat berbagai jenis risiko yang dapat terjadi, seperti risiko keuangan, SDM, pemasaran, produksi, infrastruktur, keamanan, sosial, persaingan, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi dan mengukur kemungkinan terjadinya risiko serta dampaknya terhadap bisnis perusahaan (Aisyah & Dahlia, 2022).

2.1.1 Sumber Risiko

Risiko adalah bentuk ketidakpastian, dan kondisi ketidakpastian selalu memiliki sumber yang jelas. Dalam mengatasi permasalahan yang muncul, penting untuk mengidentifikasi akar permasalahan, termasuk berbagai sumber risiko yang perlu diperhatikan dengan serius (Arta et al., 2021). Adapun sumber-sumber risiko (Arta et al., 2021) yaitu:

1. Risiko yang bersumber dari situasi politik

Situasi politik dapat menyebabkan risiko utama. Perubahan kebijakan, opini publik bias, legitimasi pemerintah, dan ancaman terorisme, kerusuhan, serta peperangan dapat berdampak pada kemajuan proyek.

Namun, risiko akibat situasi politik dapat diprediksi melalui rekam jejak para pemimpin dan tokoh masyarakat yang akan mengambil keputusan di level nasional atau daerah.

2. Risiko yang bersumber dari lingkungan

Risiko lingkungan dapat mempengaruhi kegiatan bisnis, salah satu contohnya yaitu kebijakan internal perusahaan yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi karyawan, seperti kejadian karyawan berprestasi *resign*.

3. Risiko yang bersumber dari perencanaan yang tidak tepat

Kesalahan dalam perencanaan dapat sangat mempengaruhi kelangsungan usaha, salah satu contohnya yaitu kegagalan produk yang dapat merusak reputasi merek di mata konsumen dan memengaruhi tingkat kepercayaan mereka.

4. Risiko yang bersumber dari masalah ekonomi

Meskipun sulit untuk memprediksi secara tepat tingkat inflasi dalam suatu negara, namun dengan kemampuan untuk melakukan analisis, risiko terjadinya resesi ekonomi dapat dikurangi.

5. Risiko yang bersumber dari bencana alam

Risiko fisik, seperti bencana alam, sering menjadi permasalahan utama yang dapat mempengaruhi bisnis. Risiko kebakaran, gunung meletus, pandemi, dan kecelakaan merupakan contoh sumber risiko yang berasal dari alam.

2.1.2 Macam-macam Risiko

Untuk mempermudah penanganan risiko, penting untuk mengidentifikasi risiko menjadi 2 jenis utama, yaitu risiko dinamis dan risiko statis. Adapun macam-macam risiko (Arta et al., 2021), yaitu:

1. Risiko Dinamis

Risiko dinamis sering timbul akibat perubahan dalam situasi ekonomi, seperti fluktuasi harga, perubahan preferensi konsumen, dan kemajuan teknologi yang cepat. Risiko dinamis terbagi menjadi 3, yaitu:

a. Risiko Manajemen

Risiko manajemen mencakup pertimbangan kebijakan finansial terkait pembiayaan, termasuk apakah akan menggunakan kredit jangka panjang atau jangka pendek serta menggunakan modal internal atau mengambil pinjaman.

b. Risiko Pasar

Risiko pasar muncul dari ketidakpastian apakah produk dapat dijual dengan harga yang layak untuk mencapai keuntungan, dimana perubahan selera konsumen mempengaruhi strategi penjualan perusahaan.

c. Risiko Akibat Inovasi

Risiko inovasi terjadi saat perusahaan mengubah konsep produk, seperti bentuk, konten, atau metode pembuatan dan produk baru tersebut ternyata tidak diterima dengan baik oleh pasar.

2. Risiko Statis

Risiko statis merupakan risiko yang sering terjadi dalam kondisi ekonomi yang stabil dan tidak mengalami perubahan seiring berjalannya waktu. Risiko statis dapat dibedakan menjadi risiko murni dan risiko spekulatif.

a. Risiko Murni (*Pure Risk*)

Risiko murni merupakan kemungkinan terjadinya suatu risiko yang umumnya berasal dari alam, seperti risiko kebakaran, ledakan, gempa bumi dan banjir bandang. Risiko murni dapat dibagi menjadi 4 kategori, diantaranya yaitu:

1) Sumber-sumber penyebab kerusakan aset tetap

Kerusakan aset tetap akibat penggunaan berlebihan dan kecelakaan operasional dapat menghambat proses dan merugikan perusahaan meskipun perencanaan sudah baik. Asuransi diperlukan untuk melindungi aset tetap seperti bangunan, mesin, dan kendaraan.

- 2) Terjadinya *human error*, penipuan dan kriminal lainnya
Masalah penipuan, kejahatan bisnis serta kesalahan manajerial dapat menghambat operasi bisnis. Perusahaan harus mengatasi risiko tersebut dengan langkah-langkah pencegahan, termasuk pelatihan untuk meningkatkan pemahaman dan pengembangan karyawan.
 - 3) Analisis dampak kerugian akibat penerapan hukum
Penerapan hukum dapat mempengaruhi kemajuan usaha, meskipun terkadang menjadi hambatan yang merugikan. Misalnya, pendapatan dapat turun karena kerusakan mesin, yang dapat diperbaiki dengan penggantian mesin baru.
 - 4) Pegawai yang terampil meninggal dunia atau mengalami kecacatan
Kehilangan karyawan karena musibah dapat menjadi masalah bagi perusahaan, maka penting untuk mencari pengganti yang tepat. Perusahaan sebaiknya fokus pada pengembangan karyawan melalui pelatihan, promosi, dan rotasi untuk mempersiapkan penggantinya.
- b. Risiko Spekulatif
- Risiko spekulatif dapat menghasilkan keuntungan atau kerugian dan biasanya tidak diasuransikan. Risiko yang dihadapi termasuk risiko kredit, pasar, operasional serta risiko lainnya seperti risiko bisnis, strategis dan reputasi.

2.2 Manajemen Risiko

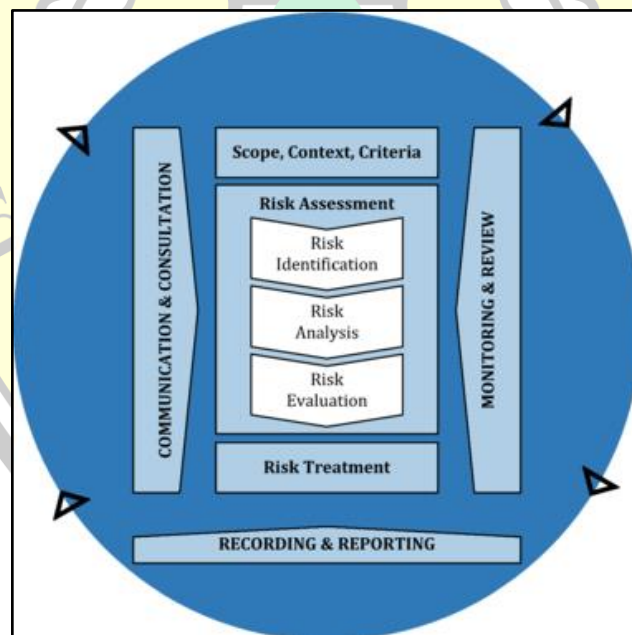
Manajemen risiko merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk meminimalisir risiko yang dihadapi oleh berbagai pihak, seperti organisasi, perusahaan, keluarga dan masyarakat. Kegiatan ini meliputi perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan/koordinasi dan pengawasan (termasuk evaluasi) program penanggulangan risiko (Prameswari & Aisyah, 2023). Manajemen risiko merupakan pendekatan yang dilakukan terhadap risiko dengan memahami, mengidentifikasi dan mengevaluasi suatu risiko. Selanjutnya mempertimbangkan

apa yang akan dilakukan terhadap dampak yang ditimbulkan dan kemungkinan pengalihan risiko kepada pihak lain atau mengurangi risiko yang terjadi (Soeryodarundio et al., 2022). Tujuan dari manajemen risiko yaitu untuk memaksimalkan peluang dan konsekuensi dari kejadian yang memiliki dampak positif dan meminimalkan peluang dan konsekuensi dari kejadian negatif (Wally et al., 2022). Adapun beberapa fungsi dari manajemen risiko (Prameswari & Aisyah, 2023) yaitu:

1. Mengetahui potensi kerugian yang dapat dialami perusahaan.
2. Mampu mengevaluasi risiko yang berpotensi menimbulkan kerugian.
3. Menetapkan strategi untuk mengatasi risiko yang dihadapi.

2.2.1 Tahapan Manajemen Risiko

Dalam penerapan manajemen risiko, terdapat beberapa tahapan yang harus dilaksanakan. Identifikasi risiko, analisis risiko dan evaluasi risiko merupakan tiga tahap utama dalam proses pengelolaan risiko (Amelia, 2023). Adapun tahapan manajemen risiko dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Tahapan Manajemen Risiko
(Sumber: Amelia, 2023)

Gambar 1 merupakan tahapan manajemen risiko yang dimulai dari penilaian risiko hingga penanganan risiko dengan memperhatikan *scope*, *context* dan *criteria* dari

risiko. Adapun penjelasan dari masing-masing tahapan manajemen risiko (Amelia, 2023), yaitu:

1. Penilaian risiko merupakan metode terstruktur yang menunjukkan apakah suatu perusahaan/bisnis mempunyai tingkat risiko yang dapat diterima.
2. Identifikasi risiko merupakan upaya yang dilakukan untuk menemukan dan mengidentifikasi risiko-risiko yang mungkin timbul dalam operasional aktivitas suatu perusahaan/bisnis. Tujuan dari identifikasi risiko yaitu untuk mengetahui semua risiko yang timbul dari berbagai faktor, seperti faktor manusia, alam serta infrastruktur.
3. Analisis risiko merupakan proses penentuan risiko dengan menganalisis hasil data dari proses identifikasi risiko. Tahap ini mencakup aspek penilaian, pengarakteran, pengelolaan dan prosedur yang berkaitan dengan risiko suatu bisnis perusahaan.
4. Evaluasi risiko merupakan penentuan prioritas risiko dengan membandingkan tingkat risiko dan kriteria risiko menggunakan matriks risiko.
5. Perlakuan risiko merupakan proses identifikasi terhadap tindakan-tindakan yang perlu dilakukan untuk menanggulangi risiko serta meminimalkan dampak risiko secara keseluruhan.

2.3 Project Management Process Groups

Dalam manajemen proyek, proses merupakan serangkaian prosedur dan aktivitas terkait yang dilakukan untuk mencapai tujuan suatu proyek (Alwaly & Alawi, 2020). Setiap proses melibatkan penggunaan berbagai masukan, alat dan metode. Proses-proses tersebut saling berkaitan dan dapat diulang pada setiap fase proyek (Project Management Institute, 2017). Proses manajemen proyek dapat diklasifikasikan ke dalam lima *project management process group* (Project Management Institute, 2017), yaitu:

1. *Initiating*, proses untuk menentukan dimulainya proyek baru atau fase baru dalam proyek yang ada.

2. *Planning*, proses penetapan ruang lingkup proyek, rencana waktu, menentukan perkiraan anggaran atau biaya material yang perlu dipantau serta persyaratan kualitas dan spesifikasi yang harus dipenuhi oleh proyek.
3. *Executing*, proses pelaksanaan proyek yang dilakukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang telah ditetapkan untuk memenuhi persyaratan proyek.
4. *Monitoring and Controlling*, proses perbandingan antara pencapaian aktual dan kemajuan proyek dengan rencana, memprediksi penyimpangan, menganalisis penyebabnya dan mengatasinya sebelum terjadi.
5. *Closing*, proses penutupan proyek, dimana semua aktivitas dan proses proyek ditutup.

2.4 *House of Risk (HOR)*

Metode *House of Risk* adalah sebuah pendekatan baru dalam menganalisis risiko. Pendekatan ini menggunakan prinsip-prinsip dari FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) untuk mengevaluasi risiko secara kuantitatif, kemudian digabungkan dengan model *House of Quality* (HOQ) untuk memprioritaskan sumber risiko yang perlu ditangani terlebih dahulu dan akhirnya memilih tindakan yang paling efektif untuk mengurangi risiko potensial yang dihasilkan oleh sumber risiko tersebut (Padhil et al., 2022). Pada metode HOR, hanya probabilitas dan tingkat keparahan kejadian risiko yang ditetapkan untuk setiap sumber risiko. Namun, karena satu sumber risiko dapat menyebabkan lebih dari satu kejadian risiko, diperlukan juga penilaian jumlah potensi risiko agregat dari setiap sumber risiko (Magdalena & Vannie, 2019).

Dalam model HOR, manajemen risiko berfokus pada pencegahan dengan mengurangi kemungkinan terjadinya sumber risiko. Oleh karena itu, tahap awal dalam model ini adalah dengan mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risiko. Untuk menentukan sumber risiko yang perlu diprioritaskan sebagai tindakan pencegahan, digunakan model *House of Quality* (HOQ). Setiap sumber risiko diberi peringkat A berdasarkan nilai ARPj yang dimilikinya. Dengan begitu, jika terdapat

banyak sumber risiko, perusahaan dapat memilih terlebih dahulu sumber risiko yang memiliki potensi besar dalam menimbulkan kejadian risiko (Magdalena & Vannie, 2019).

2.4.1 House of Risk Fase 1 (HOR Fase 1)

Pada *House Of Risk* fase 1, dilakukan identifikasi risiko yang meliputi pengukuran tingkat keparahan (*severity*) dari kejadian risiko (*risk event*) dan pengukuran nilai peluang kemunculan (*occurence*) dari sumber risiko (*risk agent*) (Ardiansyah dan Nugroho, 2022). Kemudian, dilakukan penyusunan matriks HOR fase 1 untuk menghubungkan masing-masing *risk agent* dengan *risk event* (Ronny, 2020).

Tabel 2. Matriks HOR fase 1

<i>Risk Events</i>	<i>Risk Agents</i>					<i>Si</i>
	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>A4</i>	<i>A5</i>	
E1	R11	R12	R13	...	...	S1
E2	R21	R22	...	...	...	S2
E3	R31	...	...	...	...	S3
E4	...	...	...	...	...	S4
E5	...	...	...	...	...	S5
Oj	O1	O2	O3	O4	O5	
ARPj	ARP1	ARP2	ARP3	ARP4	ARP5	
Pj	P1	P2	P3	P4	P5	

(Sumber: Magdalena & Vannie, 2019)

Tabel 2. merupakan contoh matriks HOR fase 1. Berikut merupakan keterangan dari tabel tersebut (Magdalena & Vannie, 2019):

E_1, E_2, \dots, E_n = *Risk events* (Kejadian risiko)

A_1, A_2, \dots, A_n = *Risk agents* (Sumber risiko)

$R_{11}, R_{12}, \dots, R_n$ = Hubungan antara *risk agent* dan *risk event*

S_1, S_2, \dots, S_n = *Severity risk event*

O_1, O_2, \dots, O_n = *Occurence risk agent*

ARPj = Nilai agen potensial risiko agregat

P_1, P_2, \dots, P_n = Peringkat *risk agent* berdasarkan nilai ARPj

Langkah selanjutnya yaitu dilakukan pengukuran nilai korelasi antara kejadian risiko dengan sumber risiko. Nilai korelasi (R_{ij}) terdiri dari 0,1,3 dan 9, dimana 0 menunjukkan tidak ada hubungan korelasi, 1 menunjukkan korelasi kecil, 3 menunjukkan korelasi sedang dan 9 menunjukkan korelasi tinggi (Ronny, 2020). Setelah itu, dilakukan perhitungan *Aggregate Risk Potential* (ARP) untuk menjadi

bahan pertimbangan dalam mengurutkan prioritas penanganan setiap risiko yang selanjutnya akan menjadi input pada HOR fase 2 (Ardiansyah & Nugroho, 2022). Perhitungan ARP dapat dilakukan dengan rumus (Kania Nadhira et al., 2019):

$$ARP_j = O_j \sum S_i R_{ij} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

ARP_j = *Aggregate Risk Potential* dari sumber risiko j

O_j = Nilai *occurence* dari sumber risiko j

S_i = Nilai *severity* dari kejadian risiko I

R_{ij} = Nilai korelasi antara agen risiko j dan kejadian risiko i

Nilai ARP yang telah dihitung selanjutnya akan diprioritaskan dari nilai skor tertinggi ke skor terendah. Setelah mendapatkan hasil penilaian dan peringkat sumber risiko, prinsip 80/20 dari diagram Pareto digunakan untuk menentukan sumber risiko terpilih. Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi aksi mitigasi yang akan dilakukan dan memetakan aksi tersebut pada HOR fase 2 bersama dengan sumber risiko yang telah terpilih (Puji & Mansur, 2018).

2.4.2 *House of Risk* Fase 2 (HOR Fase 2)

Setelah menentukan sumber risiko yang harus menjadi prioritas dalam merancang strategi mitigasi, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengolahan data untuk HOR fase 2. Tahap awal dari fase kedua HOR adalah melakukan penilaian korelasi antara sumber risiko terpilih dan strategi mitigasi yang telah diidentifikasi. Seperti pada HOR fase 1, penilaian korelasi menggunakan skala nilai 0, 1, 3, dan 9. Penilaian ini mengindikasikan sejauh mana hubungan antara sumber risiko dan strategi mitigasi. Skor 0 menunjukkan tidak adanya korelasi, skor 1 menunjukkan korelasi rendah, skor 3 menunjukkan korelasi sedang dan skor 9 menunjukkan korelasi tinggi (Pujawan & Geraldin, 2009). Ketidakadanya korelasi berarti strategi mitigasi tidak mempengaruhi sumber risiko, korelasi rendah berarti strategi mitigasi kurang efektif jika diterapkan pada sumber risiko, korelasi sedang berarti strategi mitigasi cukup efektif jika diterapkan pada sumber risiko, dan korelasi tinggi berarti strategi mitigasi sangat efektif untuk diterapkan pada sumber risiko (Kania Nadhira et al., 2019).

Setelah melakukan penilaian korelasi terhadap sumber risiko dan strategi mitigasi, langkah selanjutnya adalah menilai tingkat kesulitan dalam melaksanakan tindakan mitigasi risiko. Adapun penilaian tingkat kesulitan menggunakan skala nilai 3,4 dan 5. Skor 3 menunjukkan aksi mitigasi dapat dengan mudah diterapkan, skor 4 menunjukkan aksi mitigasi sedikit sulit diterapkan serta skor 5 menunjukkan aksi mitigasi sulit untuk diterapkan (Wijaya et al., 2024). Evaluasi ini bertujuan untuk memahami kemampuan lembaga atau instansi dalam menerapkan strategi mitigasi yang telah diidentifikasi (Kania Nadhira et al., 2019). Setelah itu, dilakukan perhitungan total efektivitas (TEk) menggunakan rumus (Jiroyah & Mufliah, 2022):

$$\text{TEk} = \sum \text{ARP}_j \cdot \text{Rk} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

TEk = Total *Effectiveness*

ARP = *Aggregate Risk Potentials*

Rk = *Relationship*

Lalu, menghitung total rasio efektivitas kesulitan (ETDk) untuk mengevaluasi strategi mitigasi risiko menggunakan rumus (Jiroyah & Mufliah, 2022):

$$\text{ETDk} = \frac{\text{TEk}}{\text{Dk}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

ETDk = *Effectiveness to Difficulty*

TEk = Total *Effectiveness*

Dk = *Degree of Difficulties*

Perhitungan TEk bertujuan untuk menilai efektivitas masing-masing strategi mitigasi terhadap sumber risiko, sementara perhitungan ETDk digunakan untuk melihat tingkat efektivitas dengan mempertimbangkan ketersediaan sumber daya di instansi yang bersangkutan. Setelah melakukan perhitungan TEk dan ETDk dalam fase kedua HOR, langkah terakhir adalah memberikan peringkat pada aksi atau strategi mitigasi risiko (Kania Nadhira et al., 2019).

Tabel 3. Matriks HOR fase 2

<i>To be treated risk agent (Aj)</i>	<i>Preventive Action (PAk)</i>					<i>Aggregate Risk Potential (ARPj)</i>
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	
A1	E11	E12	E13	...	...	ARP1
A2	E21	E22	...	...	...	ARP2
A3	E31	...	...	...	...	ARP3
A4	...	...	...	...	...	ARP4
A5	...	...	...	...	...	ARP5
<i>Effectiveness of action -k</i>	TE1	TE2	TE3	TE4	TE5	
<i>Degree of difficulty performing action -k</i>	D1	D2	D3	D4	D5	
<i>Effectiveness to difficulty ratio</i>	ETD1	ETD2	ETD3	ETD4	ETD5	
<i>Rank priority</i>	R1	R2	R3	R4	R5	

(Sumber: Winarso & Jufriyanto, 2019)

Tabel 3. merupakan contoh matriks HOR fase 2. Berikut merupakan keterangan dari tabel tersebut (Magdalena & Vannie, 2019):

- A1,A2,...,An = *risk agent* dimitigasi
 PA1,PA2,...,Pan = aksi mitigasi yang akan dilakukan
 E11,E12,...,Enm = hubungan aksi mitigasi dan *risk agent*
 ARP1,ARP2,...,ARPn = *aggregate risk potential risk agent*
 TE1,TE2,...,TEN = efektivitas total aksi mitigasi
 D1,D2,...,Dn = tingkat kesulitan aksi mitigasi
 ETD1,ETD2,...,ETDn = total efektivitas dibandingkan dengan kesulitan
 R1,R2,...,Rn = peringkat masing-masing aksi dimulai dari ETD tertinggi

2.5 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan sebuah grafik yang menunjukkan masalah berdasarkan frekuensi kejadian. Setiap masalah direpresentasikan oleh sebuah grafik batang yang mewakili jumlah kejadian masalah tersebut. Grafik batang dengan ketinggian yang paling tinggi merepresentasikan masalah yang paling sering terjadi, sementara grafik batang dengan ketinggian yang paling rendah mewakili masalah yang paling jarang terjadi (Saori et al., 2021). Diagram pareto memainkan peran penting dalam proses perbaikan kualitas (Riadi & Haryadi, 2020).

Diagram pareto ditemukan oleh ilmuwan Vilfredo Federico Damaso Pareto yang memperkenalkan prinsip perbandingan 80/20. Prinsip ini berasal dari penelitiannya di bidang sosial-ekonomi di Italia dimana hasil penelitian tersebut

menunjukkan bahwa sekitar 20% dari populasi elit menguasai sekitar 80% kekayaan negara tersebut. Diagram pareto juga dikenal sebagai aturan 80/20 yang menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, sekitar 80% dari efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya (Sunarto & Santoso, 2020). Penggunaan diagram pareto dapat dilakukan dengan menggunakan *Check Sheet* (Tajuddin & Junaedi, 2021).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggabungkan pendekatan penelitian kualitatif dan kuantitatif yang didasarkan pada PMBOK serta menggunakan metode *House of Risk*. Data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara dan *brainstorming* dengan *expert judgement* untuk melakukan identifikasi kejadian risiko dan sumber risiko yang terdapat pada proyek PLTS atap. Sementara itu, data kuantitatif diperlukan untuk mengolah data dan hasil perhitungan statistik. Pada penelitian ini, pendekatan kuantitatif digunakan untuk menghitung nilai ARP, nilai korelasi antara sumber risiko terpilih dengan usulan aksi mitigasi serta tingkat kesulitan pelaksanaan usulan aksi mitigasi dalam proyek PLTS atap di PT X.

Penelitian dimulai dengan melakukan wawancara dan *brainstorming* kepada *expert judgement* atau orang-orang ahli pada proyek PLTS atap dan manajemen risiko di PT X. Wawancara dan *brainstorming* tersebut dilakukan untuk mengetahui aktivitas proyek PLTS atap di PT X. Untuk mempermudah pemetaan aktivitas proyek, digunakan *project management process groups* berdasarkan PMBOK *Sixth Edition*. Hasil identifikasi dan pemetaan aktivitas proyek tersebut selanjutnya menjadi *input* dalam proses identifikasi risiko yang meliputi identifikasi kejadian risiko (*risk event*) dan sumber risiko (*risk agent*). Setelah itu, dilakukan analisis risiko dengan memberikan penilaian *severity* pada kejadian risiko, penilaian *occurrence* pada sumber risiko, penilaian korelasi antara kejadian risiko dan sumber risiko serta perhitungan nilai ARP. Penilaian *severity* dan *occurrence* dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada lima (5) *expert judgement* yang di validasi dengan mengambil nilai modusnya. Kemudian dilanjutkan dengan evaluasi terhadap sumber risiko menggunakan diagram pareto untuk menentukan sumber risiko prioritas yang akan dimitigasi. Adapun proses mitigasi risiko meliputi identifikasi langkah usulan aksi mitigasi, penilaian korelasi antara usulan aksi

mitigasi dan sumber risiko, penilaian tingkat kesulitan usulan aksi mitigasi serta perhitungan total efektivitas (TEk) dan nilai rasio total efektivitas (ETDk) untuk mengetahui usulan aksi mitigasi yang paling mudah untuk diterapkan. Tahapan identifikasi risiko hingga proses mitigasi risiko tersebut dilakukan menggunakan metode *House of Risk*.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di PT X yang terletak pada Jalan Nasional III, Kotabumi, Kecamatan Gerogol, Kota Cilegon, Banten 42443. Lokasi yang dipilih dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan pada permasalahan yang ingin diatasi. Penelitian ini dilakukan dengan cara wawancara, *brainstorming* dan penyebaran kuesioner mengenai risiko yang berkaitan dengan proyek PLTS atap. Penelitian dilakukan pada bulan November 2023 sampai bulan April 2024.

3.3 Cara Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, terdapat 2 jenis data yang digunakan, yaitu data primer dan data sekunder. Adapun cara pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu:

1. Data primer

Data primer merupakan jenis data yang dikumpulkan secara langsung dari sumbernya. Dalam penelitian ini, data primer didapatkan melalui proses wawancara, *brainstorming* dan penyebaran kuesioner mengenai risiko yang berkaitan dengan proyek PLTS atap.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan jenis data yang diperoleh dari arsip yang dimiliki perusahaan. Pada penelitian ini, data sekunder yang digunakan yaitu data umum Perusahaan, arsip Perusahaan, buku serta literatur lainnya.

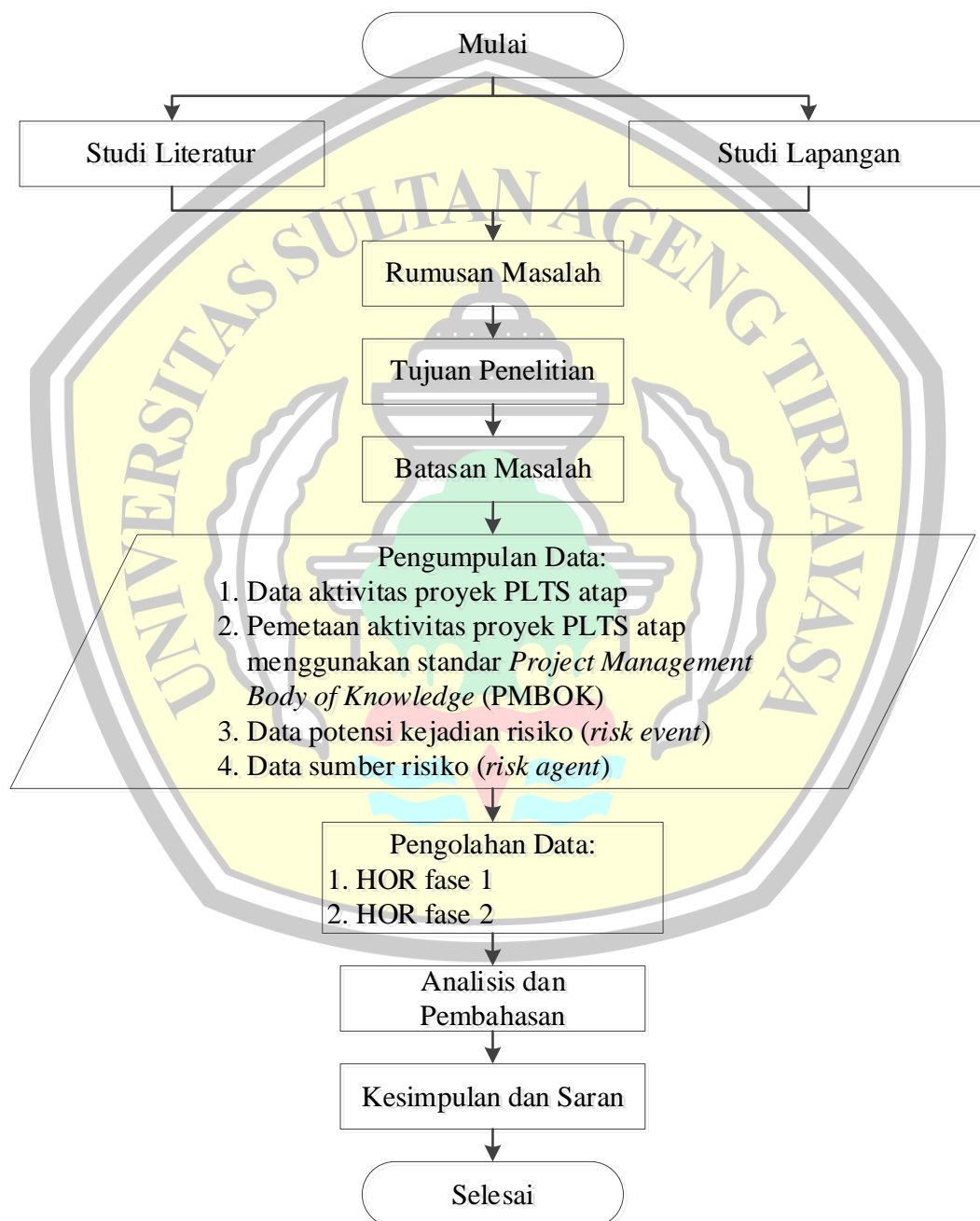
3.4 Alur Pemecahan Masalah

Dalam penelitian ini, alur pemecahan masalah digunakan untuk menyusun langkah-langkah penelitian secara terstruktur dan mudah dipahami. Terdapat 2 alur pemecahan masalah pada penelitian ini, yaitu *flowchart* penelitian umum dan

flowchart pengolahan data. Adapun alur dan deskripsi pemecahan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

3.4.1 *Flowchart* Penelitian Umum

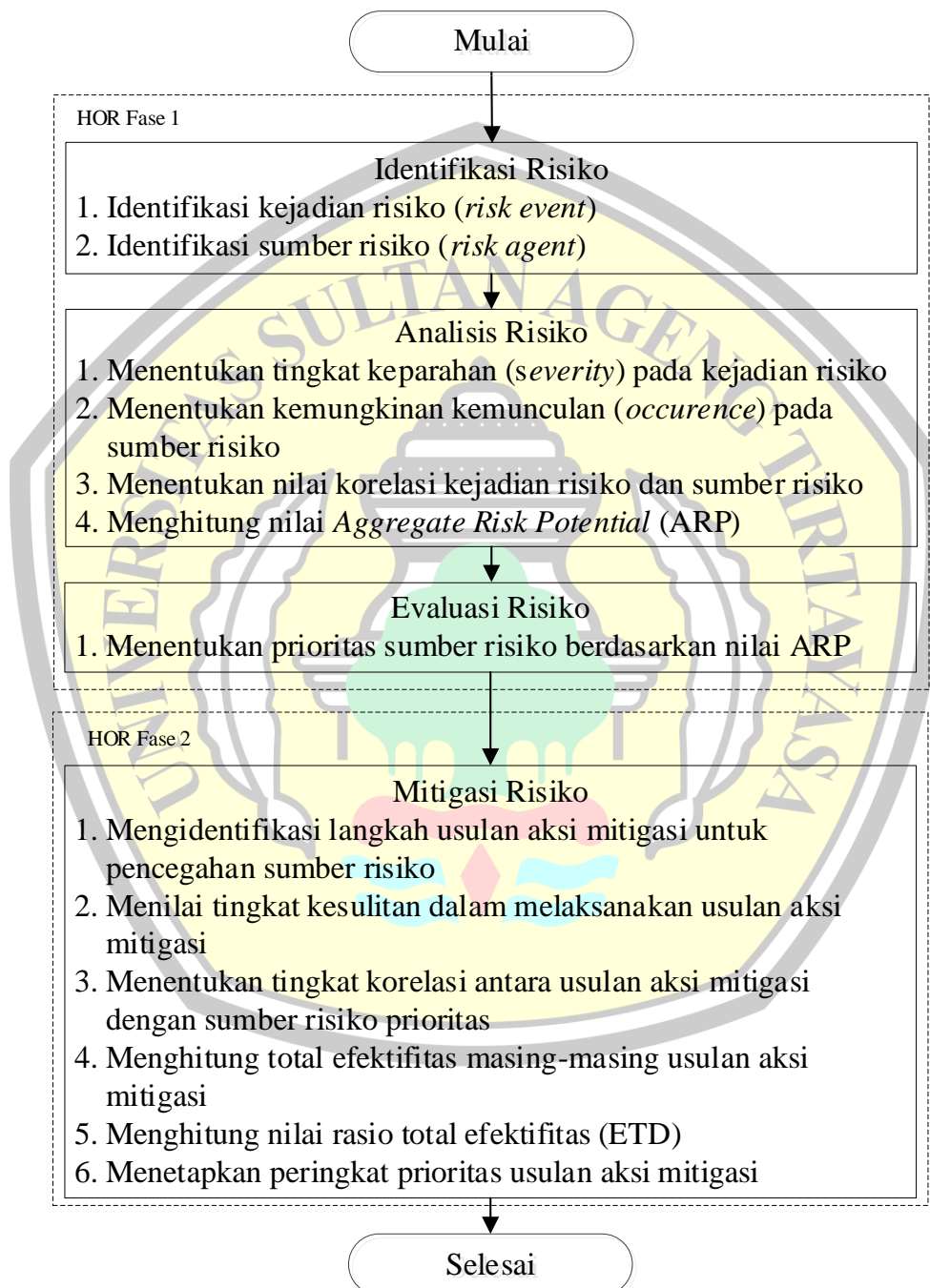
Flowchart penelitian umum menjelaskan mengenai proses keseluruhan penelitian ini. Adapun gambar *flowchart* penelitian umum dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian Umum

3.4.2 Flowchart Pengolahan Data

Flowchart pengolahan data membahas lebih spesifik mengenai proses pengolahan data. Adapun *flowchart* pengolahan data pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.



Gambar 3. *Flowchart* Pengolahan Data

3.5 Deskripsi Pemecahan Masalah

Pada penelitian ini, deskripsi pemecahan masalah terbagi menjadi dua sesuai dengan alur pemecahan masalah, yaitu deskripsi *flowchart* penelitian umum dan deskripsi *flowchart* pengolahan data. Adapun deskripsi *flowchart* penelitian umum dan deskripsi *flowchart* pengolahan data yaitu sebagai berikut.

3.5.1 Deskripsi *Flowchart* Penelitian Umum

Merujuk pada *flowchart* penelitian umum pada gambar 3, berikut merupakan deskripsi *flowchart* penelitian umum pada penelitian ini, yaitu:

1. Mulai

Pada bagian ini, penelitian mulai dilakukan.

2. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, studi literatur dilakukan untuk memperoleh teori, metode, dan rumus yang berkaitan dengan topik yang diteliti. Sumber-sumber yang digunakan dalam studi literatur ini meliputi buku, jurnal, dan sumber-sumber lainnya. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari konsep-konsep terkait dengan risiko dan manajemen risiko, *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, *House of Risk (HOR)* serta penggunaan diagram pareto sebagai alat bantu analisis.

3. Studi Lapangan

Pada bagian ini, peneliti mencari informasi mengenai perusahaan yang akan dijadikan objek penelitian.

4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah merupakan bagian yang berisi mengenai permasalahan yang terdapat pada perusahaan yang didapatkan dari hasil wawancara maupun observasi secara langsung. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apa saja kejadian risiko dan sumber risiko yang mungkin terjadi dan berpotensi mengganggu proyek PLTS atap di PT X, apa saja sumber risiko prioritas dalam proyek PLTS atap di PT X dan bagaimana aksi mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengatasi sumber risiko prioritas dalam proyek PLTS atap di PT X.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan untuk memecahkan rumusan masalah yang ada. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risiko yang mungkin terjadi dan berpotensi mengganggu dalam proyek PLTS atap di PT X, menentukan sumber risiko prioritas dalam proyek PLTS atap di PT X dan menentukan usulan aksi mitigasi untuk mengatasi sumber risiko prioritas dalam proyek PLTS atap di PT X.

6. Batasan Masalah

Batasan masalah ditentukan supaya pembuatan laporan tidak meluas dan dapat terfokus pada permasalahan yang diteliti.

7. Pengumpulan Data

Dalam melakukan sebuah penelitian, data harus dikumpulkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan data. Adapun data yang dikumpulkan pada penelitian ini yaitu data aktivitas proyek PLTS atap, pemetaan aktivitas proyek PLTS atap menggunakan *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, data potensi kejadian risiko (*risk event*) dan data sumber risiko (*risk agent*).

8. Pengolahan Data

Setelah data terkumpul, maka proses selanjutnya yaitu pengolahan data. Pada penelitian ini, proses pengolahan data diawali dengan melakukan tahap identifikasi risiko dan analisis risiko menggunakan perhitungan HOR Fase 1 yang dilanjutkan dengan evaluasi risiko dan mitigasi risiko menggunakan perhitungan HOR Fase 2.

9. Analisis dan Pembahasan

Pada bagian ini merupakan proses dimana peneliti mengamati dan menganalisis hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan.

10. Kesimpulan

Pada bagian ini, peneliti merumuskan kesimpulan yang didapat dari hasil analisis data penelitian sebelumnya.

11. Selesai

Pada bagian ini, penelitian telah selesai dilakukan.

3.5.2 Deskripsi *Flowchart* Pengolahan Data

Merujuk pada *flowchart* pengolahan data pada gambar 4, berikut ini merupakan deskripsi *flowchart* pengolahan data pada penelitian ini, yaitu:

1. Mulai

Pada bagian ini, pengolahan data mulai dilakukan.

2. Identifikasi Kejadian Risiko dan Sumber Risiko

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi terhadap kejadian risiko serta sumber risiko yang terjadi dan mungkin akan terjadi pada proyek PLTS atap.

3. Analisis Risiko

Pada tahap ini dilakukan penentuan nilai *severity* untuk kejadian risiko, nilai *occurrence* untuk sumber risiko dan nilai korelasi antara kejadian risiko dengan sumber risiko. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai ARP untuk setiap sumber risiko. Tahap ini merupakan tahap HOR Fase 1.

4. Evaluasi Risiko

Pada tahap ini, dilakukan penentuan prioritas sumber risiko berdasarkan nilai ARP menggunakan diagram pareto.

5. Mitigasi Risiko

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi langkah usulan aksi mitigasi untuk pencegahan sumber risiko, menilai tingkat kesulitan dalam melaksanakan usulan aksi mitigasi, menentukan tingkat korelasi antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko, menghitung total efektifitas masing-masing usulan aksi mitigasi, menghitung nilai rasio total efektifitas (ETD) dan menetapkan peringkat prioritas usulan aksi mitigasi. Tahap ini merupakan tahap HOR Fase 2.

6. Analisis dan Pembahasan

Hasil dari proses manajemen risiko di analisis melalui pembahasan menurut teori-teori yang sudah ada.

7. Kesimpulan

Pada bagian ini, peneliti merumuskan kesimpulan yang didapat dari hasil analisis data penelitian sebelumnya.

8. Selesai

Pada bagian ini, penelitian telah selesai dilakukan.

3.6 Analisis Data

Pada penelitian ini, dilakukan analisis dari beberapa data yang telah diperoleh dan diperkuat dengan studi literatur serta penelitian sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko-risiko yang terkait dengan proyek PLTS atap di PT X serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya risiko tersebut. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode HOR. Proses identifikasi risiko dilakukan melalui wawancara dan *brainstorming* dengan pihak-pihak terkait atau *expert judgement* untuk memahami proses proyek PLTS atap serta identifikasi kejadian risiko dan sumber risiko pada masing-masing tahap kegiatan.

Dari hasil identifikasi risiko, risiko-risiko tersebut akan di analisis untuk menentukan tindakan mitigasi yang diperlukan. Analisis risiko dilakukan dengan menentukan nilai *severity* pada kejadian risiko, nilai *occurence* pada sumber risiko, penilaian korelasi antara kejadian risiko dengan sumber risiko dan perhitungan nilai ARP. Hal ini dilakukan pada *House of Risk* fase 1. Selanjutnya dilakukan evaluasi risiko menggunakan diagram pareto untuk menentukan sumber risiko prioritas. Lalu dilanjutkan pada *House of Risk* fase 2 dengan melakukan penanganan risiko (*risk treatment*). Sumber risiko yang teridentifikasi dengan nilai ARP tertinggi yang akan menjadi prioritas dalam pelaksanaan mitigasi risiko.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Adapun data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari dua sumber, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara, *brainstorming* dan penyebaran kuesioner kepada *expert judgement* atau orang-orang yang ahli pada proyek PLTS atap. Adapun responden pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

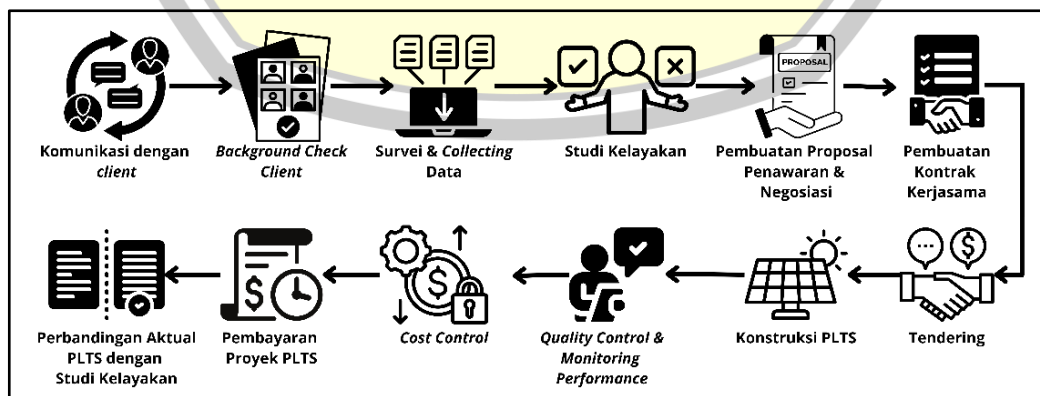
Tabel 4. Data Responden

No	Jabatan	Lama Kerja
1	Renewable Energy Superintendent	17 Tahun
2	Renewable Energy Sales	13 Tahun
3	Renewable Energy Senior Business Development	5 Tahun
4	Strategic Planning & Risk Management Analyst	14 Tahun
5	Renewable Energy <i>Engineering Specialist</i>	2 Tahun

Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat lima (5) responden yang berperan penting dalam proses pengumpulan data pada penelitian ini. Selanjutnya, data sekunder yang digunakan pada penelitian ini yaitu data yang berasal dari PT X, seperti data umum Perusahaan, arsip Perusahaan, buku serta literatur lainnya.

4.1.1 Pemetaan Aktivitas Proyek

Pemetaan aktivitas proyek merupakan tahap pertama pada penelitian ini. Adapun pemetaan aktivitas proyek pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.



Gambar 4. Pemetaan Aktivitas Proyek PLTS Atap
(Sumber: PT X, 2024)

Pemetaan aktivitas proyek dilakukan untuk mempermudah proses identifikasi setiap aktivitas risiko yang terjadi dan dapat membantu meningkatkan efisiensi proyek dan memastikan proyek berjalan dengan lancar. Pada penelitian ini, pemetaan aktivitas proyek mengacu pada standar *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK). Dalam PMBOK, aktivitas proyek dikelompokkan menjadi lima (5) *project management process groups*, yaitu *initiating*, *planning*, *executing*, *monitoring and controlling* serta *closing*. Pemetaan aktivitas proyek dilakukan melalui wawancara dan *brainstorming* kepada *expert judgement* atau orang-orang yang ahli pada proyek PLTS atap di PT X.

Tabel 5. Pemetaan Aktivitas Proyek PLTS Atap berdasarkan *Project Management Process Groups*

Proses	Aktivitas
<i>Initiating</i>	Komunikasi dengan <i>client</i> <i>Background check client</i>
<i>Planning</i>	Survei & kolekting data Studi kelayakan Pembuatan proposal penawaran & negosiasi Pembuatan kontrak kerjasama Tendering
<i>Executing</i>	Konstruksi PLTS atap
<i>Monitoring and Controlling</i>	<i>Quality Control</i> (QC) proyek PLTS atap & <i>monitoring performance</i> <i>Cost control</i>
<i>Closure</i>	Pembayaran proyek PLTS atap Perbandingan aktual dan studi kelayakan

(Sumber: PT X, 2024)

Tabel 5 merupakan hasil pemetaan aktivitas proyek PLTS atap yang didasarkan pada *project management process groups*. Pada proses *initiating* terdapat dua aktivitas, yaitu melakukan komunikasi dengan *client* dan *background checking client*. Pada proses *planning* terdapat lima (5) aktivitas, yaitu survei & kolekting data, studi kelayakan, pembuatan proposal penawaran & negosiasi, pembuatan kontrak kerjasama dan tendering. Pada proses *executing* terdapat satu (1) aktivitas, yaitu konstruksi PLTS atap. Pada proses *monitoring and controlling* terdapat dua (2) aktivitas, yaitu melakukan *Quality Control* (QC) proyek PLTS & *monitoring performance* dan *cost control*. Pada proses *closure* terdapat dua (2) aktivitas, yaitu pembayaran proyek PLTS dan melakukan perbandingan aktual dan studi kelayakan terhadap PLTS atap. Pemetaan aktivitas proyek PLTS atap tersebut akan dijadikan *input* dalam proses identifikasi risiko.

4.2 Pengolahan Data

Pada penelitian ini, pengolahan data dilakukan menggunakan metode HOR. Pada HOR fase 1 dilakukan identifikasi risiko dan analisis risiko. Setelah itu, dilakukan evaluasi risiko untuk menentukan sumber risiko prioritas. Lalu dilanjutkan dengan menyusun rekomendasi mitigasi risiko pada HOR fase 2. Adapun pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

4.2.1 Identifikasi Risiko

Pada metode HOR, tahap awal yang dilakukan yaitu identifikasi risiko untuk menentukan kejadian risiko dan sumber risiko. Pada penelitian ini, identifikasi risiko dilakukan melalui wawancara dan *brainstorming* kepada *expert judgement* atau orang-orang yang ahli pada proyek PLTS atap di PT X. Terdapat lima (5) responden pada penelitian ini yang dapat dilihat pada tabel 4. Data yang digunakan pada tahap ini yaitu data hasil pemetaan aktivitas proyek PLTS atap yang telah didapatkan sebelumnya.

4.2.1.1 Identifikasi Kejadian Risiko

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi kejadian risiko berdasarkan hasil pemetaan aktivitas proyek PLTS atap yang telah didapatkan sebelumnya. Adapun hasil identifikasi kejadian risiko pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Identifikasi Kejadian Risiko

Proses	Aktivitas	Kejadian risiko	Kode	
Initiating	Komunikasi dengan <i>client</i>	<i>Client</i> tidak tertarik dengan proyek PLTS	E1	
	Background check <i>client</i>	Legalitas <i>client</i> tidak memadai	E2	
		<i>Client</i> tidak layak untuk ditawarkan proyek PLTS	E3	
Planning	Survei & kolekting data	Kesalahan dan kekurangan pengambilan data serta pengukuran saat survei	E4	
	Studi kelayakan	Proyek PLTS tidak layak dibangun	E5	
	Pembuatan proposal penawaran & negosiasi	Penawaran proyek PLTS tidak menarik bagi <i>client</i>	E6	
	Pembuatan kontrak kerjasama	kontrak	Terdapat <i>scope</i> pekerjaan atau skema transaksi yang tidak dimasukkan di dalam kontrak	E7
			Penawaran harga dari vendor tidak sesuai dengan estimasi	E8
	Tendering		Terdapat banyaknya <i>variation order</i>	E9
			Tender terhambat	E10

Tabel 6. Identifikasi Kejadian Risiko (Lanjutan)

Proses	Aktivitas	Kejadian risiko	Kode	
<i>Executing</i>	Konstruksi PLTS atap	Material yang digunakan tidak sesuai dengan yang direncanakan	E11	
		Banyak material yang hilang dan rusak	E12	
		Peralatan kerja rusak	E13	
		Terjadi kecelakaan kerja	E14	
		Kesalahan dalam pemasangan material atau komponen PLTS	E15	
		Perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan tidak sesuai	E16	
		Kesulitan dalam pengangkutan material dan peralatan	E17	
		Pemasangan PLTS tertunda	E18	
<i>Monitoring and Controlling</i>	<i>Quality Control (QC) proyek PLTS atap & monitoring performance</i>	Kualitas hasil proyek dan operasi PLTS tidak sesuai perencanaan	E19	
		Penggantian komponen utama diluar <i>schedule</i>	E20	
		<i>Cost control</i>	Peningkatan nilai investasi proyek diluar perencanaan biaya	E21
<i>Closure</i>	Pembayaran proyek PLTS atap	<i>Client</i> tidak mampu untuk melakukan transaksi atau pembayaran dari skema bisnis yang ditawarkan	E22	
		Perbandingan aktual dan studi kelayakan	Pendapatan listrik dari PLTS tidak sesuai dengan studi kelayakan	E23
		Kendala dalam <i>claim</i> garansi	E24	

(Sumber: Data diolah, 2024)

Tabel 6 merupakan tabel identifikasi kejadian risiko pada proyek PLTS atap di PT X yang didapatkan melalui wawancara dan *brainstorming* kepada *expert judgement* atau orang-orang yang ahli. Dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa terdapat 24 kejadian risiko yang teridentifikasi berdasarkan aktivitas proyek. Terdapat tiga (3) kejadian risiko pada proses *initiating*, tujuh (7) kejadian risiko pada proses *planning*, delapan (8) kejadian risiko pada proses *executing*, tiga (3) kejadian risiko pada proses *monitoring and controlling* dan tiga (3) kejadian risiko pada proses *closure*.

4.2.1.2 Identifikasi Sumber Risiko

Tahap selanjutnya yaitu melakukan identifikasi sumber risiko yang merupakan penyebab terjadinya kejadian risiko. Adapun hasil identifikasi sumber risiko pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Identifikasi Sumber Risiko

Sumber risiko (<i>risk agent</i>)	Kode
Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	A1
Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap	A2
Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	A3
Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	A4
Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang	A5
Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS	A6
Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	A7
<i>Benefit</i> yang ditawarkan kurang cocok	A8
Terdapat penawaran lebih baik dari pesaing	A9
Ketidakjelasan klausul di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>	A10
Penawaran vendor terlalu tinggi	A11
Vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan	A12
Vendor tidak tertarik dengan tender yang ditawarkan	A13
Jumlah peserta tender tidak memenuhi kuota tender	A14
Keterlambatan pengecekan dokumen hasil tender	A15
Pengawasan pekerjaan kurang ketat	A16
Kesalahan personel <i>quality control</i>	A17
Tidak ada pemeliharaan peralatan secara berkala	A18
Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	A19
Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	A20
Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	A21
Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	A22
Kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material	A23
Kondisi alam dan cuaca	A24
Produktivitas kerja rendah	A25
Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	A26
Adanya perbedaan <i>energy yield forecasting</i> pembangkitan PLTS dengan aktual	A27
Perawatan dan pemeliharaan PLTS belum optimal	A28
Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana	A29
Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	A30
Kurangnya kelengkapan data saat <i>claim</i> garansi	A31
Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	A32

(Sumber: Data diolah, 2024)

Tabel 7 merupakan tabel identifikasi sumber risiko pada proyek PLTS atap di PT X yang didapatkan melalui wawancara dan *brainstorming* kepada *expert judgement* atau orang-orang yang ahli. Dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa terdapat 32 sumber risiko yang dapat mengakibatkan terjadinya kejadian risiko pada proyek PLTS atap di PT X.

4.2.2 Analisis Risiko

Setelah dilakukan identifikasi risiko, langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis risiko. Pada tahap ini, dilakukan penilaian dampak risiko (*severity*) pada kejadian risiko (*risk event*) dan penilaian kemungkinan kejadian risiko (*Occurence*) pada sumber risiko (*risk agent*). Penilaian *severity* dan *occurence* dilakukan melalui

penyebaran kuesioner kepada *expert judgement* yang telah dipilih sebelumnya. Adapun analisis risiko pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

4.2.2.1 Penilaian *Severity* Pada Kejadian risiko (*risk event*)

Kejadian risiko (*risk event*) yang telah teridentifikasi akan diberikan nilai *severity* yang menunjukkan tingkat keparahan akibat kejadian risiko tersebut dengan skala satu (1) sampai lima (5), dimana skala satu (1) mewakili dampak yang paling ringan dan skala lima (5) mewakili dampak yang paling berbahaya. Adapun tabel tingkat dampak (*severity*) pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 8.



Tabel 8. Tingkat Dampak (*severity*)

Area Dampak		Tingkat Dampak				
		Tidak Signifikan (1)	Minor (2)	Moderat (3)	Signifikan (4)	Sangat Signifikan (5)
		1% - 19%	20% - 39%	40% - 59%	60% - 79%	80% - 99%
Beban Keuangan Perusahaan	Fraud	-	-	-	Rp 1 juta ≤ X < Rp 500 juta	X ≥ Rp 500 juta
	Non Fraud	X < Rp 10 juta	Rp 10 juta ≤ X < Rp 50 juta	Rp 50 juta ≤ X < Rp 250 juta	Rp 250 juta ≤ X < Rp 1,25 milyar	X ≥ Rp 1,25 milyar
Kepuasan Stakeholder		Hanya keluhan secara langsung lisan (tidak ada dokumentasi resmi)	Jumlah keluhan secara langsung lisan (dapat didokumentasikan) / tertulis ke organisasi ≤ 5	Jumlah keluhan secara langsung lisan (dapat didokumentasikan) / tertulis ke organisasi 5 < X ≤ 10	Pemberitaan negatif di media sosial dan atau media massa lokal dan atau surat pengaduan keluhan tingkat kota/pemerintah daerah	Pemberitahuan negatif di media massa nasional dan atau internasional dan atau surat pengaduan keluhan tingkat kementerian/pemerintah pusat
		Tingkat kepuasan stakeholder sebesar > 85 (skala 100)	Tingkat kepuasan stakeholder sebesar 80 < X ≤ 85 (skala 100)	Tingkat kepuasan stakeholder sebesar 75 < X ≤ 80 (skala 100)	Tingkat kepuasan stakeholder sebesar 70 < X ≤ 75 (skala 100)	Tingkat kepuasan stakeholder sebesar ≤ 70 (skala 100)
		Sangat puas	Puas	Sedang	Tidak Puas	Sangat Tidak Puas
Dampak Bisnis		Pengurangan Pendapatan < 0,5% YoY	Pengurangan Pendapatan 0,5 - 1% YoY	Pengurangan Pendapatan 1 - 1,5% YoY	Pengurangan Pendapatan 1,5 - 2% YoY	Pengurangan pendapatan 2-2,5% YoY dan di atasnya
		Sangat kecil pengaruhnya dalam pengambilan keputusan	Kecil pengaruhnya dalam pengambilan keputusan	Sedang pengaruhnya dalam pengambilan keputusan	Besar pengaruhnya dalam pengambilan keputusan	Sangat besar pengaruhnya dalam pengambilan keputusan
Dampak Organisasi		Pengurangan jumlah karyawan organik <3%	Pengurangan jumlah karyawan organik 3-5%	Pengurangan jumlah karyawan organik 5-7%	Pengurangan jumlah karyawan organik 7-9%	Pengurangan jumlah karyawan organik >10%
Sanksi Perusahaan		Teguran lisan	Teguran tertulis	SP-1	SP-2	SP-3
Penurunan Reputasi		Tingkat kepercayaan stakeholder sangat tinggi	Tingkat kepercayaan stakeholder tinggi	Tingkat kepercayaan stakeholder sedang	Tingkat kepercayaan stakeholder rendah	Tingkat kepercayaan stakeholder sangat rendah
Pencapaian KPI		Tingkat pencapaian sebesar ≥ 100 (Skala 100)	Tingkat pencapaian sebesar 90 ≤ x < 100 (Skala 100)	Tingkat pencapaian sebesar 80 ≤ x < 90 (Skala 100)	Tingkat pencapaian sebesar 70 ≤ x < 80 (Skala 100)	Tingkat pencapaian pelanggan < 70 (Skala 100)
		Jumlah koreksi < 2 transaksi dalam 1 tahun	Jumlah koreksi 2 ≤ x < 5 transaksi dalam 1 tahun	Jumlah koreksi 5 ≤ x < 8 transaksi dalam 1 tahun	Jumlah koreksi 8 ≤ x < 11 transaksi dalam 1 tahun	Jumlah koreksi ≥ 11 transaksi dalam 1 tahun

Tabel 8. Tingkat Dampak (*severity*) (Lanjutan)

Area Dampak	Tingkat Dampak				
	Tidak Signifikan (1) 1% - 19%	Minor (2) 20% - 39%	Moderat (3) 40% - 59%	Signifikan (4) 60% - 79%	Sangat Signifikan (5) 80% - 99%
Sanksi Pidana, Perdata dan atau Administratif	-	-	Administratif: Tergugat adalah Level Management dan Karyawan	Pidana: $2 < x \leq 5$ tahun Perdata: $25 \text{ M} < x \leq 100 \text{ M}$ Administratif: Tergugat adalah Level Management dan Karyawan	Pidana: > 5 tahun Perdata: $> 100 \text{ M}$
Sanksi Pihak Ketiga	Teguran lisan	Teguran tertulis/resmi	Dikenakan denda sebesar $x \leq 50$ juta	Dikenakan denda sebesar $50 < x \leq 100$ juta	Dikenakan denda sebesar $x > 100$ juta
Kecelakaan Kerja	Teguran lisan	Teguran tertulis/resmi 1	Teguran tertulis/resmi 2	Teguran tertulis/resmi 3	Pencabutan izin usaha
Gangguan terhadap Layanan Unit Kerja	Ancaman psikis	Cedera fisik dan mental ringan	Cedera fisik dan mental sedang	Cedera fisik dan mental berat	Cacat anggota tubuh atau kematian
Dampak Lingkungan	$x < 25\%$ dari jam operasional harian	$25\% < x \leq 50\%$ dari jam operasional layanan harian	$50\% < x \leq 75\%$ dari jam operasional layanan harian	$75\% < x \leq 90\%$ dari jam operasional layanan harian	$x \geq 90\%$ dari jam operasional layanan harian
Dampak Sosial	Temuan minor internal	Temuan mayor internal	Surat teguran dari Dinas LH	Terkena denda/sanksi	Izin operasional dicabut
Perasaan Terancam	Hanya keluhan masyarakat secara lisan (Tidak ada dokumentasi resmi)	Jumlah keluhan masyarakat secara langsung lisan (Dapat didokumentasikan)/tertulis ke organisasi ≤ 5	Jumlah keluhan masyarakat secara langsung lisan (Dapat didokumentasikan)/tertulis ke organisasi $5 < x \leq 10$	Pemberitaan negatif di media sosial dan atau media massa lokal dan atau surat pengaduan keluhan tingkat kota/pemerintah daerah	Perusakan fasilitas perusahaan dan atau tindakan kriminal terhadap personel organisasi
	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> tidak terganggu	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> di area sekitar perusahaan terganggu	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> di area kawasan terganggu	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> di area kecamatan terganggu	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> di area kota terganggu
Temuan Audit	Temuan observasi internal/eksternal	Temuan minor internal	Temuan mayor internal	Temuan minor eksternal	Temuan mayor eksternal
Perasaan Terancam	Sangat nyaman	Nyaman	Sedang	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman

(Sumber: PT X, 2024)

Tabel 8 merupakan tabel tingkat dampak (*severity*) yang digunakan pada penelitian ini. Terdapat 15 area dampak serta lima (5) tingkat dampak (*severity*). Nilai satu (1) menunjukkan dampak tidak signifikan dan nilai lima (5) menunjukkan dampak sangat signifikan. Adapun hasil penilaian tingkat dampak (*severity*) pada kejadian risiko (*risk event*) pada penelitian ini yaitu:

Tabel 9. Penilaian Tingkat Dampak (*severity*)

Kode	Kejadian risiko (<i>risk event</i>)	Severity
E1	<i>Client</i> tidak tertarik dengan proyek PLTS	2
E2	Legalitas <i>client</i> tidak memadai	4
E3	<i>Client</i> tidak layak untuk ditawarkan proyek PLTS	3
E4	Kesalahan dan kekurangan pengambilan data serta pengukuran saat survei	5
E5	Proyek PLTS tidak layak dibangun	4
E6	Penawaran proyek PLTS tidak menarik bagi <i>client</i>	3
E7	Terdapat <i>scope</i> pekerjaan atau skema transaksi yang tidak dimasukkan di dalam kontrak	3
E8	Penawaran harga dari vendor tidak sesuai dengan estimasi	3
E9	Terdapat banyaknya <i>variation order</i>	3
E10	Tender terhambat	5
E11	Material yang digunakan tidak sesuai dengan yang direncanakan	3
E12	Banyak material yang hilang dan rusak	4
E13	Peralatan kerja rusak	3
E14	Terjadi kecelakaan kerja	4
E15	Kesalahan dalam pemasangan material atau komponen PLTS	4
E16	Perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan tidak sesuai	5
E17	Kesulitan dalam pengangkutan material dan peralatan	2
E18	Pemasangan PLTS tertunda	5
E19	Kualitas hasil proyek dan operasi PLTS tidak sesuai perencanaan	5
E20	Penggantian komponen utama diluar <i>schedule</i>	4
E21	Peningkatan nilai investasi proyek diluar perencanaan biaya	5
E22	<i>Client</i> tidak mampu untuk melakukan transaksi atau pembayaran dari skema bisnis yang ditawarkan	5
E23	Pendapatan listrik dari PLTS tidak sesuai dengan studi kelayakan	4
E24	Kendala dalam <i>claim</i> garansi	3

(Sumber: Data diolah, 2024)

Tabel 9 merupakan tabel penilaian tingkat dampak (*severity*) pada kejadian risiko (*risk event*) yang telah teridentifikasi. Terdapat 24 kejadian risiko berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan. Nilai *severity* tertinggi berada pada kejadian risiko dengan kode E4, E10, E16, E18, E19, E21 dan E22 yaitu sebesar lima (5) dan nilai *severity* terendah berada pada kode E1 dan E17 yaitu sebesar dua (2).

4.2.2.2 Penilaian *Occurrence* Pada Sumber Risiko (*risk agent*)

Setelah dilakukan penilaian tingkat dampak (*severity*) pada kejadian risiko (*risk event*), selanjutnya dilakukan penilaian tingkat kemungkinan (*occurrence*)

pada sumber risiko (*risk agent*) yang telah teridentifikasi. Adapun skala tingkat kemungkinan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Tabel 10. Tingkat Kemungkinan (*occurrence*)

Frekuensi Kejadian	Kemungkinan Keterjadian	Estimasi Probabilitas	Tingkat Kemungkinan		
			Sebutan	Kode	Skor
1-3 kali kejadian dalam beberapa tahun	Hampir tidak mungkin terjadi	1% - 19%	Sangat Kecil	SK	1
1-3 kali kejadian dalam satu tahun	Kemungkinan kecil terjadi	20% - 39%	Kecil	K	2
1-3 kali kejadian dalam satu semester	Dapat terjadi dan dapat juga tidak	40% - 59%	Sedang	S	3
1-3 kali kejadian dalam satu triwulan	Kemungkinan besar terjadi	60% - 79%	Besar	B	4
1-3 kali dalam satu bulan	Hampir pasti terjadi	80% - 99%	Sangat Besar	SB	5

(Sumber: PT X, 2024)

Tabel 10 merupakan skala tingkat kemungkinan (*occurrence*) yang digunakan pada penelitian ini. Dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa terdapat lima tingkat kemungkinan dimana skor satu (1) menunjukkan sumber risiko hampir tidak mungkin terjadi dan skor lima (5) menunjukkan sumber risiko hampir pasti terjadi. Adapun penilaian tingkat kemungkinan pada penelitian ini yaitu:

Tabel 11. Penilaian Tingkat Kemungkinan (*occurrence*)

Kode	Sumber risiko (<i>risk agent</i>)	<i>Occurrence</i>
A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	1
A2	Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap	2
A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	2
A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	2
A5	Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang	1
A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS	2
A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	1
A8	<i>Benefit</i> yang ditawarkan kurang cocok	2
A9	Terdapat penawaran lebih baik dari pesaing	2
A10	Ketidakjelasan klausul di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>	1
A11	Penawaran vendor terlalu tinggi	2
A12	Vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan	3
A13	Vendor tidak tertarik dengan tender yang ditawarkan	1
A14	Jumlah peserta tender tidak memenuhi kuota tender	2
A15	Keterlambatan pengecekan dokumen hasil tender	1
A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	3
A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	2
A18	Tidak ada pemeliharaan peralatan secara berkala	2
A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	3
A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	3
A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	2
A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	2

Tabel 11. Penilaian Tingkat Kemungkinan (*occurrence*) (Lanjutan)

Kode	Sumber risiko (<i>risk agent</i>)	<i>Occurrence</i>
A23	Kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material	2
A24	Kondisi alam dan cuaca	5
A25	Produktivitas kerja rendah	2
A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	3
A27	Adanya perbedaan <i>energy yield forecasting</i> pembangkitan PLTS dengan aktual	1
A28	Perawatan dan pemeliharaan PLTS belum optimal	2
A29	Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana	3
A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	5
A31	Kurangnya kelengkapan data saat <i>claim</i> garansi	2
A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	3

(Sumber: Data diolah, 2024)

Tabel 11 merupakan penilaian tingkat kemungkinan (*occurrence*) pada sumber risiko (*risk agent*) yang telah teridentifikasi. Dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa terdapat 32 sumber risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya. Nilai *occurrence* tertinggi terdapat pada sumber risiko dengan kode A24 dan A30 yaitu sebesar lima (5) dan nilai *occurrence* terendah terdapat pada sumber risiko dengan kode A1, A5, A7, A10, A13, A15 dan A27 yaitu sebesar satu (1).

4.2.2.3 Penilaian Korelasi dan Perhitungan ARP

Setelah dilakukan penilaian *severity* pada kejadian risiko (*risk event*) dan penilaian *occurrence* pada sumber risiko (*risk agent*), langkah selanjutnya yaitu melakukan penilaian korelasi antara kejadian risiko (*risk event*) dan sumber risiko (*risk agent*). Penilaian korelasi dilakukan untuk mengetahui tingkat hubungan antara kejadian risiko dan sumber risiko. Adapun tingkat korelasi pada penelitian ini didasarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 12. Tingkat Korelasi

Skor	Keterangan
0	Tidak ada korelasi
1	Korelasi kecil
3	Korelasi sedang
9	Korelasi tinggi

(Sumber: Pujawan & Geraldin, 2009)

Tabel 12 merupakan tabel tingkat korelasi yang digunakan pada penelitian ini. Terdapat empat (4) tingkat skor korelasi, yaitu skor nol (0) menunjukkan tidak adanya korelasi, skor satu (1) menunjukkan korelasi kecil, skor tiga (3) menunjukkan korelasi sedang dan skor sembilan (9) menunjukkan korelasi tinggi. Adapun penilaian korelasi pada penelitian ini yaitu dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Penilaian Korelasi Antara Kejadian Risiko dan Sumber Risiko

Kode	Kejadian Risiko	Kode	Sumber Risiko	Korelasi
E1	Client tidak tertarik dengan proyek PLTS	A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	9
		A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	9
		A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	9
		A5	Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang	1
		A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS	1
		A8	<i>Benefit</i> yang ditawarkan kurang cocok	9
		A9	Terdapat penawaran lebih baik dari pesaing	9
		A10	Ketidakjelasan klausal di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>	9
		A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	3
		E2	Legalitas <i>client</i> tidak memadai	A2	Izin usaha client tidak lengkap	3
A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>			3
A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai			1
A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei			1
A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS			3
A8	<i>Benefit</i> yang ditawarkan kurang cocok			3
A9	Terdapat penawaran lebih baik dari pesaing			1
E3	Client tidak layak untuk ditawarkan proyek PLTS	A10	Ketidakjelasan klausal di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>	3
		A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	1
		A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	9
		A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	3
E4	Kesalahan dan kekurangan pengambilan data serta pengukuran saat survei	A2	Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap	9
		A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS	3
		A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	9
		A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	1
		A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	3
		A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	3
E4	Kesalahan dan kekurangan pengambilan data serta pengukuran saat survei	A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	9
		A24	Kondisi alam dan cuaca	3

Tabel 13. Penilaian Korelasi Antara Kejadian Risiko dan Sumber Risiko (Lanjutan)

Kode	Kejadian Risiko	Kode	Sumber Risiko	Korelasi
E4	Kesalahan dan kekurangan pengambilan data serta pengukuran saat survei	A25	Produktivitas kerja rendah	3
E5	Proyek PLTS tidak layak dibangun	A5	Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang	3
		A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS	3
		A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	9
		A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	3
		A2	Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap	3
		A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	9
		A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	1
E6	Penawaran proyek PLTS tidak menarik bagi <i>client</i>	A8	<i>Benefit</i> yang ditawarkan kurang cocok	3
		A9	Terdapat penawaran lebih baik dari pesaing	9
		A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	9
		A2	Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap	1
		A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	9
		A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	9
		A5	Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang	1
		A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS	3
		A10	Ketidajelasan klausul di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>	3
		A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	3
E7	Terdapat <i>scope</i> pekerjaan atau skema transaksi yang tidak dimasukkan di dalam kontrak	A10	Ketidajelasan klausul di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>	9
E8	Penawaran harga dari vendor tidak sesuai dengan estimasi	A11	Penawaran vendor terlalu tinggi	9
		A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	9
E9	Terdapat banyaknya <i>variation order</i>	A12	Vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan	3
		A12	Vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan	3
E10	Tender terhambat	A13	Vendor tidak tertarik dengan tender yang ditawarkan	3
		A14	Jumlah peserta tender tidak memenuhi kuota tender	3

Tabel 13. Penilaian Korelasi Antara Kejadian Risiko dan Sumber Risiko (Lanjutan)

Kode	Kejadian Risiko	Kode	Sumber Risiko	Korelasi
E10	Tender terhambat	A15	Keterlambatan pengecekan dokumen hasil tender	3
		A11	Penawaran vendor terlalu tinggi	9
		A12	Vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan	3
E11	Material yang digunakan tidak sesuai dengan yang direncanakan	A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	9
		A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	9
		A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	3
		A23	Kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material	9
E12	Banyak material yang hilang dan rusak	A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	9
		A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	9
		A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	3
E13	Peralatan kerja rusak	A18	Tidak ada pemeliharaan peralatan secara berkala	9
		A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	9
		A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	9
		A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	9
E14	Terjadi kecelakaan kerja	A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	9
		A5	Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang	9
		A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	9
		A18	Tidak ada pemeliharaan peralatan secara berkala	3
		A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	9
		A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	1
		A24	Kondisi alam dan cuaca	9
		A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	9
A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	3		
E15	Kesalahan dalam pemasangan material atau komponen PLTS	A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	9
		A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	9

Tabel 13. Penilaian Korelasi Antara Kejadian Risiko dan Sumber Risiko (Lanjutan)

Kode	Kejadian Risiko	Kode	Sumber Risiko	Korelasi
E15	Kesalahan dalam pemasangan material atau komponen PLTS	A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	3
		A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	3
E16	Perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan tidak sesuai	A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	9
		A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	9
		A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	3
E17	Kesulitan dalam pengangkutan dan peralatan material	A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	3
		A23	Kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material	3
		A24	Kondisi alam dan cuaca	3
		A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	3
E18	Pemasangan tertunda PLTS	A24	Kondisi alam dan cuaca	9
		A25	Produktivitas kerja rendah	9
		A2	Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap	3
		A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	3
		A5	Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang	9
		A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	9
		A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	3
		A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	9
		A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	9
		A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	1
E19	Kualitas hasil proyek dan operasi PLTS tidak sesuai perencanaan	A23	Kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material	3
		A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	3
		A29	Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana	3
		A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	3
		A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	9
E19	Kualitas hasil proyek dan operasi PLTS tidak sesuai perencanaan	A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	9
		A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	9
		A27	Adanya perbedaan <i>energy yield forecasting</i> pembangkitan PLTS dengan aktual	9

Tabel 13. Penilaian Korelasi Antara Kejadian Risiko dan Sumber Risiko (Lanjutan)

Kode	Kejadian Risiko	Kode	Sumber Risiko	Korelasi
E19	Kualitas hasil proyek dan operasi PLTS tidak sesuai perencanaan	A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	9
		A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	3
		A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	9
		A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	9
		A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	9
		A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	1
		A25	Produktivitas kerja rendah	9
E20	Penggantian komponen utama diluar <i>schedule</i>	A28	Perawatan dan pemeliharaan PLTS belum optimal	9
		A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	3
		A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	9
		A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	9
		A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	9
		A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	9
		A29	Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana	9
E21	Peningkatan nilai investasi proyek diluar perencanaan biaya	A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	9
		A29	Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana	9
		A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	9
		A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	1
		A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS	1
		A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	9
		A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	9
		A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	1
		A23	Kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material	1
		A24	Kondisi alam dan cuaca	3
		A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	3

Tabel 13. Penilaian Korelasi Antara Kejadian Risiko dan Sumber Risiko (Lanjutan)

Kode	Kejadian Risiko	Kode	Sumber Risiko	Korelasi
E21	Peningkatan nilai investasi proyek diluar perencanaan biaya	A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	1
		A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	1
E22	<i>Client</i> tidak mampu untuk melakukan transaksi atau pembayaran dari skema bisnis yang ditawarkan	A3	kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	9
		A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	3
		A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	3
E23	Pendapatan listrik dari PLTS tidak sesuai dengan studi kelayakan	A27	Adanya perbedaan <i>energy yield forecasting</i> pembangkitan PLTS dengan aktual	3
		A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	9
		A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	9
		A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	3
E24	Kendala dalam <i>claim</i> garansi	A31	Kurangnya kelengkapan data saat <i>claim</i> garansi	3
		A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	9
		A2	Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap	3
		A10	Ketidakjelasan klausul di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>	9

(Sumber: Data diolah, 2024)

Dapat dilihat pada tabel 13 bahwa terdapat korelasi antara kejadian risiko dengan sumber risiko yang ditunjukkan melalui nilai satu (1), tiga (3) dan Sembilan (9). Setelah dilakukan penilaian korelasi, selanjutnya yaitu dilakukan perhitungan ARP (*Aggregate Risk Potential*). Penilaian tingkat korelasi dan perhitungan ARP dilakukan menggunakan metode HOR Fase 1. Adapun penilaian tingkat korelasi dan perhitungan ARP pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.

Risk Agent	Risk Event																																Severity			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32				
E1	9		9	9	1	1		9	9	9																							3	2		
E2	3	3	1	1		3		3	1	3																							1	4		
E3	3	9	9			3																												3		
E4				9											1		3		3	9			3	3										5		
E5	3	3	9		3	3	9													1														4		
E6	9	1	9	9	1	3		3	9	3																						3	3			
E7									9																									3		
E8											9	3																				9		3		
E9												3																						3		
E10												9	3	3	3	3																		5		
E11													9	3						3			9											3		
E12													9				9	3																	4	
E13													9	9	9	9																			3	
E14				9									9	3	9	9				1		9		9								3		4		
E15													3			9	3																		4	
E16				9																9						3									5	
E17																			3		3	3	3												2	
E18		3	3	9	9		9						3		9	9			9	9	1	3	9	9	3					3			3	5		
E19				9			3						9	9	9	9	9	9	9	9	1		9	9	9			9						5		
E20	3																		9	9	9					9			9	9					4	
E21	1				1	9													1	9	1	1	3	3					9	9			1		5	
E22	3		9																														3			5
E23							9														9															4
E24	3										9																							3	9	3
Occurrence	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	3	1	2	1	3	2	2	3	3	2	2	2	5	2	3	1	2	3	5	2	3				
ARP	119	138	344	368	98	98	177	78	98	93	144	99	15	30	15	483	192	78	828	744	486	148	106	585	210	522	57	72	288	530	18	285				
Priority	18	17	9	8	21	22	14	26	23	24	16	20	31	29	32	7	13	25	1	2	6	15	19	3	12	5	28	27	10	4	30	11				

Skala Severity		Skala Occurrence		Skala Korelasi	
Skala	Keterangan	Skala	Keterangan	Skala	Keterangan
1	Tidak signifikan	1	Hampir tidak mungkin terjadi	0	Tidak ada hubungan korelasi
2	Minor	2	Kemungkinan kecil terjadi	1	Korelasi kecil
3	Moderat	3	Dapat terjadi dan dapat juga tidak	3	Korelasi sedang
4	Signifikan	4	Kemungkinan besar terjadi	9	Korelasi tinggi
5	Sangat signifikan	5	Hampir pasti terjadi		

Gambar 5. Perhitungan HOR Fase 1
(Sumber: Data diolah, 2024)

Contoh perhitungan:

$$ARP_j = O_j \sum S_i R_{ij}$$

$$ARP_1 = 1 \times [(9 \times 2) + (3 \times 4) + \dots + (3 \times 3)]$$

$$ARP_1 = 119$$

Keterangan:

ARP_j = *Aggregate Risk Potential* dari *risk agent j*

O_j = Nilai *occurence* dari *risk agent j*

S_i = Nilai *severity* dari *risk event i*

R_{ij} = Nilai korelasi antara *risk agent j* dan *risk event i*

Gambar 5 menunjukkan tingkat korelasi antara kejadian risiko dan sumber risiko. Selain itu, dilakukan perhitungan ARP untuk menentukan sumber risiko prioritas. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa nilai ARP tertinggi terdapat pada sumber risiko dengan kode A19 yaitu tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku sebesar 828. Kemudian sumber risiko dengan *ranking* tertinggi kedua terdapat pada kode A20 yaitu kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS sebesar 744. Selain itu, didapatkan sumber risiko dengan nilai ARP terendah yang terdapat pada kode A15 yaitu keterlambatan pengecekan dokumen hasil tender sebesar 15.

4.2.3 Evaluasi Risiko

Setelah dilakukan identifikasi dan analisis risiko, selanjutnya dilakukan evaluasi risiko. Tahap ini dilakukan untuk menentukan peringkat sumber risiko (*risk agent*) berdasarkan nilai ARP yang sudah dihitung serta menentukan sumber risiko prioritas untuk diidentifikasi dan dilakukan perancangan mitigasi risiko. Adapun urutan prioritas sumber risiko terdapat pada tabel 14 dibawah ini.

Tabel 14. Urutan Prioritas Sumber Risiko

Kode	Sumber Risiko	ARP	ARP Kumulatif	% ARP	% ARP Kumulatif	Kategori
A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	828	828	10.97%	10.97%	A
A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	744	1572	9.86%	20.83%	
A24	Kondisi alam dan cuaca	585	2157	7.75%	28.58%	

Tabel 14. Urutan Prioritas Sumber Risiko (Lanjutan)

Kode	Sumber Risiko	ARP	ARP Kumulatif	% ARP	% ARP Kumulatif	Kategori
A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	530	2687	7.02%	35.61%	A
A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	522	3209	6.92%	42.53%	
A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	486	3695	6.44%	48.97%	
A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	483	4178	6.40%	55.37%	
A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	368	4546	4.88%	60.24%	B
A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	344	4890	4.56%	64.80%	
A29	Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana	288	5178	3.82%	68.62%	
A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	285	5463	3.78%	72.40%	
A25	Produktivitas kerja rendah	210	5673	2.78%	75.18%	
A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	192	5865	2.54%	77.72%	
A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	177	6042	2.35%	80.07%	
A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	148	6190	1.96%	82.03%	
A11	Penawaran vendor terlalu tinggi	144	6334	1.91%	83.94%	
A2	Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap	138	6472	1.83%	85.77%	
A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	119	6591	1.58%	87.34%	C
A23	Kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material	106	6697	1.40%	88.75%	
A12	Vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan	99	6796	1.31%	90.06%	
A5	Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang	98	6894	1.30%	91.36%	
A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS	98	6992	1.30%	92.66%	
A9	Terdapat penawaran lebih baik dari pesaing	98	7090	1.30%	93.96%	
A10	Ketidajelasan klausul di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>	93	7183	1.23%	95.19%	

Tabel 14. Urutan Prioritas Sumber Risiko (Lanjutan)

Kode	Sumber Risiko	ARP	ARP Kumulatif	% ARP	% ARP Kumulatif	Kategori
A18	Tidak ada pemeliharaan peralatan secara berkala	78	7261	1.03%	96.22%	C
A8	<i>Benefit</i> yang ditawarkan kurang cocok	78	7339	1.03%	97.26%	
A28	Perawatan dan pemeliharaan PLTS belum optimal	72	7411	0.95%	98.21%	
A27	Adanya perbedaan <i>energy yield forecasting</i> pembangkitan PLTS dengan aktual	57	7468	0.76%	98.97%	
A14	Jumlah peserta tender tidak memenuhi kuota tender	30	7498	0.40%	99.36%	
A31	Kurangnya kelengkapan data saat <i>claim</i> garansi	18	7516	0.24%	99.60%	
A13	Vendor tidak tertarik dengan tender yang ditawarkan	15	7531	0.20%	99.80%	
A15	Keterlambatan pengecekan dokumen hasil tender	15	7546	0.20%	100.00%	

(Sumber: Data diolah, 2024)

Contoh perhitungan:

$$\text{ARP} = 828$$

$$\% \text{ARP} = \frac{\text{Nilai ARP}}{\text{Jumlah Nilai ARP}}$$

$$= \frac{828}{7330} \times 100\%$$

$$= 11,30\%$$

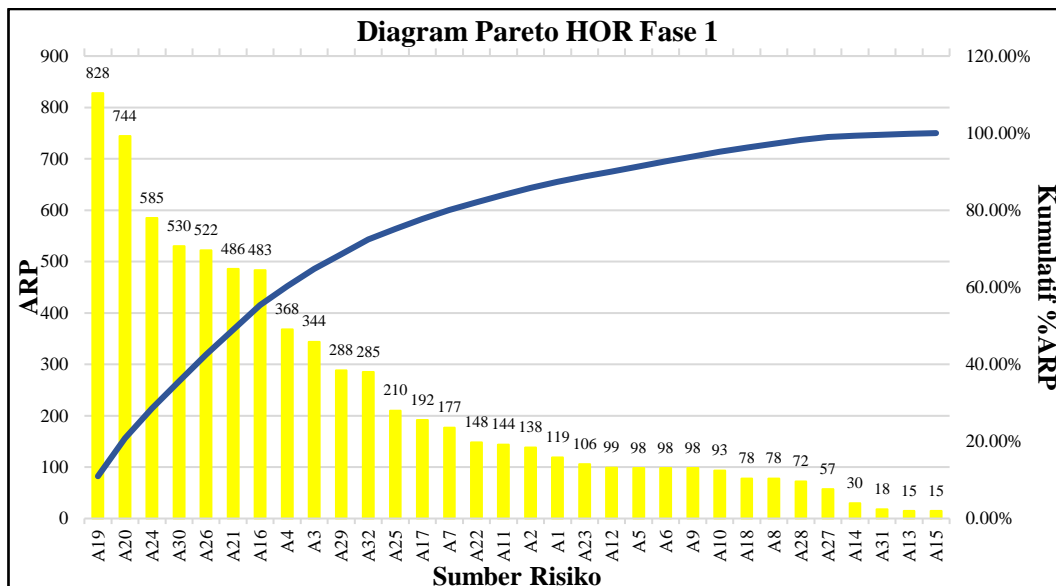
$$\% \text{ARP Kumulatif} = \% \text{ARP Priority 1} + \% \text{ARP Priority 2}$$

$$= 11,30\% + 10,15\%$$

$$= 21,45\%$$

Tabel 14 merupakan tabel urutan prioritas sumber risiko berdasarkan hasil perhitungan ARP. Terdapat tiga (3) klasifikasi kategori risiko, yaitu kategori A (*high-risk agent*), kategori B (*moderate risk agent*) dan kategori C (*low-risk agent*). Dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa terdapat 14 sumber risiko prioritas dari 32 sumber risiko, yaitu sumber risiko dengan kode A19, A20, A24, A30, A26, A21, A16, A4, A3, A29, A32, A25, A17 dan A7. 14 sumber risiko tersebut akan menjadi dasar untuk perancangan mitigasi risiko pada HOR Fase 2. Kemudian persen ARP terendah berada pada sumber risiko A13 dan A15 dengan nilai sebesar 0,20%.

Penentuan kategori sumber risiko prioritas secara lebih jelas dapat dilihat pada diagram pareto HOR Fase 1 berikut.



Gambar 6. Diagram Pareto HOR Fase 1

(Sumber: Data diolah, 2024)

4.2.4 Mitigasi Risiko

Setelah mendapatkan sumber risiko prioritas pada HOR Fase 1, langkah selanjutnya yaitu melakukan perancangan usulan aksi mitigasi. Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi langkah usulan aksi mitigasi, penilaian korelasi antara usulan aksi mitigasi dan sumber risiko prioritas, penilaian tingkat kesulitan penerapan usulan aksi mitigasi, perhitungan total efektivitas (TEk) dan nilai rasio Total Efektifitas (ETDk) serta memberikan peringkat usulan aksi mitigasi. Tahap ini termasuk ke dalam tahap HOR fase 2. Adapun langkah-langkah dalam mitigasi risiko pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

4.2.4.1 Identifikasi Langkah Usulan Aksi Mitigasi

Setelah mendapatkan sumber risiko prioritas, langkah selanjutnya yaitu melakukan identifikasi usulan aksi mitigasi. Usulan aksi mitigasi didapatkan melalui *brainstorming* dengan pihak-pihak terlibat atau *expert judgement* di PT X. pada penelitian ini, terdapat 15 usulan aksi mitigasi yang dapat dilakukan untuk menanggulangi 14 sumber risiko prioritas. Adapun usulan aksi mitigasi yang dapat dilakukan untuk meminimalisir sumber risiko pada proyek PLTS atap di PT X dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Usulan Aksi Mitigasi

Kode	Sumber Risiko	Usulan Aksi Mitigasi	Kode
A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	Melaksanakan sosialisasi berkala akan pentingnya keselamatan kerja	PA1
		Memberikan sanksi kepada pekerja yang tidak menerapkan aturan dan JSA yang berlaku	PA2
A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	PA3
		Merekrut pekerja yang berpengalaman dan berkompetensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan	PA4
A24	Kondisi alam dan cuaca	Memonitor kondisi alam dan cuaca melalui BMKG	PA5
A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	Melakukan pemantauan, penjadwalan serta persiapan biaya yang benar dan sesuai dengan memasukan kemungkinan kenaikan harga pada estimasi biaya	PA6
A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	Membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan	PA7
A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	Melakukan survei dan kolekting data yang lebih detail dan cermat pada tahap awal survei	PA8
A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	Melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin	PA9
A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	PA3
A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	Menganalisis kembali keputusan investasi PLTS Atap	PA10
		Memastikan kemampuan finansial <i>client</i> pada aktivitas <i>background check client</i>	PA11
A29	Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana	Perencanaan yang matang diawal terkait <i>scope</i> pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan	PA12
A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	PA3
		Melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan	PA13
A25	Produktivitas kerja rendah	Memberikan <i>reward</i> dan motivasi kepada pekerja	PA14
A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	PA3

Tabel 15. Usulan Aksi Mitigasi (Lanjutan)

Kode	Sumber Risiko	Usulan Aksi Mitigasi	Kode
A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	Mengadakan <i>sharing knowledge</i> antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja	PA15
A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	Menganalisis kembali keputusan investasi PLTS Atap	PA10

(Sumber: Data diolah, 2024)

Tabel 15 merupakan tabel usulan aksi mitigasi yang telah didapatkan peneliti melalui *brainstorming* bersama *expert judgement* di PT X. Terdapat 15 usulan aksi mitigasi yang diharapkan dapat menanggulangi bahkan menghilangkan 14 sumber risiko prioritas yang terdapat pada penelitian ini.

4.2.4.2 Penilaian Korelasi antara Usulan Aksi Mitigasi dengan Sumber Risiko

Tahap selanjutnya pada HOR Fase 2 yaitu melakukan penilaian korelasi antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko prioritas. Penilaian dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif aksi mitigasi yang diusulkan untuk mengatasi sumber risiko. Penilaian korelasi pada HOR fase 2 ini menggunakan skala yang sama dengan penilaian korelasi pada HOR fase 1, yaitu menggunakan skala 0,1,3 dan 9. Adapun penilaian korelasi antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko prioritas dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Penilaian Korelasi antara Usulan Aksi Mitigasi dengan Sumber Risiko

Kode	Sumber Risiko	Kode	Mitigasi Risiko	Korelasi
A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	PA1	Melaksanakan sosialisasi berkala akan pentingnya keselamatan kerja	9
		PA2	Memberikan sanksi kepada pekerja yang tidak menerapkan aturan dan JSA yang berlaku	9
		PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	9
		PA4	Merekrut pekerja yang berpengalaman dan berkompentensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan	3
		PA7	Membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan	9
		PA9	Melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin	9
		PA13	Melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan	9
		PA14	Memberikan <i>reward</i> dan motivasi kepada pekerja	3

Tabel 16. Penilaian Korelasi antara Usulan Aksi Mitigasi dengan Sumber Risiko (Lanjutan)

Kode	Sumber Risiko	Kode	Mitigasi Risiko	Korelasi
A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	PA15	Mengadakan <i>sharing knowledge</i> antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja	3
A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	9
		PA4	Merekrut pekerja yang berpengalaman dan berkompetensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan	9
		PA13	Melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan	3
		PA14	Memberikan <i>reward</i> dan motivasi kepada pekerja	1
		PA15	Mengadakan <i>sharing knowledge</i> antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja	3
A24	Kondisi alam dan cuaca	PA5	Memonitor kondisi alam dan cuaca melalui BMKG	9
A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	PA6	Melakukan pemantauan, penjadwalan serta persiapan biaya yang benar dan sesuai dengan memasukkan kemungkinan kenaikan harga pada estimasi biaya	9
A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	PA7	Membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan	9
		PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	3
		PA9	Melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin	3
		PA13	Melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan	3
A21	Perencanaan <i>engineering</i> akurat dan tidak	PA8	Melakukan survei dan kolekting data yang lebih detail dan cermat pada tahap awal survei	9
		PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	3
		PA12	Perencanaan yang matang diawal terkait <i>scope</i> pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan	3
		PA13	Melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan	1
A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	PA9	Melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin	9

Tabel 16. Penilaian Korelasi antara Usulan Aksi Mitigasi dengan Sumber Risiko (Lanjutan)

Kode	Sumber Risiko	Kode	Mitigasi Risiko	Korelasi
A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terqualifikasi	9
A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	PA10	Menganalisis kembali keputusan investasi PLTS Atap	9
		PA11	Memastikan kemampuan finansial <i>client</i> pada aktivitas <i>background check client</i>	9
A29	Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana	PA12	Perencanaan yang matang diawal terkait <i>scope</i> pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan	9
A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terqualifikasi	9
		PA9	Melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin	3
		PA13	Melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan	9
A25	Produktivitas kerja rendah	PA14	Memberikan <i>reward</i> dan motivasi kepada pekerja	9
		PA15	Mengadakan <i>sharing knowledge</i> antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja	9
A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terqualifikasi	9
		PA15	Mengadakan <i>sharing knowledge</i> antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja	9
A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	PA10	Menganalisis kembali keputusan investasi PLTS Atap	9

(Sumber: Data diolah, 2024)

Dapat dilihat pada tabel 16 bahwa terdapat 37 korelasi antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko prioritas. Penilaian korelasi dilakukan melalui wawancara serta *brainstorming* dengan *expert judgement* di PT X. Nilai sembilan (9) menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang tinggi antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko prioritas. Nilai tiga (3) menunjukkan terdapat korelasi sedang antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko prioritas. Kemudian nilai satu (1) menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang kecil atau rendah antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko prioritas.

4.2.4.3 Penilaian Tingkat Kesulitan Usulan Aksi Mitigasi

Setelah dilakukan penilaian korelasi antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko prioritas, langkah selanjutnya yaitu melakukan penilaian tingkat kesulitan (Dk) untuk menerapkan usulan aksi mitigasi. Penilaian tingkat kesulitan dilakukan dengan menggunakan skala nilai 3,4 dan 5, dimana nilai tiga (3) menunjukkan usulan aksi mitigasi dapat dengan mudah diterapkan, nilai empat (4) menunjukkan usulan aksi mitigasi sedikit sulit untuk diterapkan serta nilai lima (5) menunjukkan usulan aksi mitigasi sulit untuk diterapkan. Adapun tabel penilaian tingkat kesulitan penerapan usulan aksi mitigasi pada penelitian ini yaitu:

Tabel 17. Penilaian Tingkat Kesulitan Penerapan Usulan Aksi Mitigasi

Kode	Usulan Aksi Mitigasi	Dk
PA1	Melaksanakan sosialisasi berkala akan pentingnya keselamatan kerja	3
PA2	Memberikan sanksi kepada pekerja yang tidak menerapkan aturan dan JSA yang berlaku	3
PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	4
PA4	Merekrut pekerja yang berpengalaman dan berkompentensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan	4
PA5	Memonitor kondisi alam dan cuaca melalui BMKG	3
PA6	Melakukan pemantauan, penjadwalan serta persiapan biaya yang benar dan sesuai dengan memasukkan kemungkinan kenaikan harga pada estimasi biaya	3
PA7	Membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan	3
PA8	Melakukan survei dan kolekting data yang lebih detail dan cermat pada tahap awal survei	3
PA9	Melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin	3
PA10	Menganalisis kembali keputusan investasi PLTS Atap	3
PA11	Memastikan kemampuan finansial <i>client</i> pada aktivitas <i>background check client</i>	3
PA12	Perencanaan yang matang diawal terkait <i>scope</i> pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan	3
PA13	Melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan	3
PA14	Memberikan <i>reward</i> dan motivasi kepada pekerja	3
PA15	Mengadakan <i>sharing knowledge</i> antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja	3

(Sumber: Data diolah, 2024)

Dapat dilihat pada tabel 17 bahwa terdapat 15 usulan aksi mitigasi dengan nilai kesulitan penerapan masing-masing. Usulan aksi mitigasi PA1, PA2, PA5, PA6, PA7, PA8, PA9, PA10, PA11, PA12, PA13, PA14 dan PA15 memiliki nilai tiga (3) yang menunjukkan usulan aksi mitigasi dapat dengan mudah diterapkan. Kemudian usulan aksi mitigasi PA3 dan PA4 memiliki nilai empat (4) yang menunjukkan usulan aksi mitigasi sedikit sulit untuk diterapkan.

4.2.4.4 Perhitungan Total Efektivitas (TEK) dan Nilai Rasio Total Efektivitas (ETDk)

Setelah melakukan penilaian tingkat kesulitan penerapan usulan aksi mitigasi, selanjutnya dilakukan perhitungan TEK dan ETDk dengan HOR Fase 2. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui usulan aksi mitigasi yang paling mudah untuk diterapkan. Adapun perhitungan HOR fase 2 yaitu:

Risk Agent	Usulan Aksi Mitigasi															ARP
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10	PA11	PA12	PA13	PA14	PA15	
A19	9	9	9	3			9	9				9	3	3	828	
A20			9	9								3	1	3	744	
A24					9										585	
A30						9									530	
A26			3				9	9				3			522	
A21			3					9				3	1		486	
A16								9	9						483	
A4			9												368	
A3									9	9					344	
A29												9			288	
A32			9						3				9		285	
A25														9	210	
A17			9												192	
A7										9					177	
TeK	7452	7452	24777	9180	5265	4770	12150	4374	17352	4689	3096	4050	14301	5118	8334	
Dk	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
ETD	2484	2484	6194.25	2295	1755	1590	4050	1458	5784	1563	1032	1350	4767	1706	2778	
Rank	6	7	1	8	9	11	4	13	2	12	15	14	3	10	5	

Skala Kesulitan (Dk)		Skala Korelasi	
Skala	Keterangan	Skala	Keterangan
3	Aksi mitigasi dapat dengan mudah diterapkan	0	Tidak ada hubungan korelasi
4	Aksi mitigasi sedikit sulit untuk diterapkan	1	Korelasi kecil
5	Aksi mitigasi sulit untuk diterapkan	3	Korelasi sedang
		9	Korelasi tinggi

Gambar 7. Perhitungan HOR Fase 2

(Sumber: Data diolah, 2024)

Contoh perhitungan:

a. *Total Effectiveness of Action (TEK)*

$$TEK = \sum ARP_j \times R_k$$

$$TE_{PA1} = (828 \times 9)$$

$$TE_{PA1} = 7452$$

b. *Effectiveness to Difficulty Ratio (ETDk)*

$$ETDk = \frac{TEk}{Dk}$$

$$ETD_{PA1} = \frac{7452}{3}$$

$$ETD_{PA1} = 2484$$

Keterangan:

TEk = *Total Effectiveness*

ARPj = *Aggregate Risk Potentials*

Rk = *Relationship* antara aksi mitigasi dan sumber risiko

ETDk = *Effectiveness to Difficulty*

Dk = *Degree of Difficulty*

Rank = Didapatkan berdasarkan nilai ETD terbesar hingga terkecil

Gambar 7 menunjukkan tingkat korelasi antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko. Selain itu, didapatkan pula nilai total efektifitas (TEk) serta ETD untuk masing-masing usulan aksi mitigasi.

4.2.4.5 Memberikan peringkat Usulan Aksi Mitigasi

Berdasarkan hasil perhitungan HOR Fase 2, didapatkan nilai *Total Effectiveness of Action* (TEk) dan *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETDk) untuk masing-masing usulan aksi mitigasi. Pada tahap ini, peneliti memberikan peringkat usulan aksi mitigasi sesuai dengan nilai ETDk yang dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 18. Peringkat Usulan Aksi Mitigasi

Kode	Usulan Aksi Mitigasi	TeK	Dk	ETD	Rank
PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terqualifikasi	24777	4	6194,25	1
PA9	Melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin	17352	3	5784	2
PA13	Melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan	14301	3	4767	3
PA7	Membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan	12150	3	4050	4
PA15	Mengadakan <i>sharing knowledge</i> antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja	10899	3	3633	5
PA1	Melaksanakan sosialisasi berkala akan pentingnya keselamatan kerja	9180	3	2484	6
PA2	Memberikan sanksi kepada pekerja yang tidak menerapkan aturan dan JSA yang berlaku	7452	3	2484	7
PA4	Merekrut pekerja yang berpengalaman dan berkompentensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan	7452	4	2295	8
PA5	Memonitor kondisi alam dan cuaca melalui BMKG	5265	3	1755	9
PA14	Memberikan <i>reward</i> dan motivasi kepada pekerja	5118	3	1706	10
PA6	Melakukan pemantauan, penjadwalan serta persiapan biaya yang benar dan sesuai dengan kemungkinan kenaikan harga pada estimasi biaya	4770	3	1590	11

Tabel 18. Peringkat Usulan Aksi Mitigasi (Lanjutan)

Kode	Usulan Aksi Mitigasi	TeK	Dk	ETD	Rank
PA10	Menganalisis kembali keputusan investasi PLTS Atap	4689	3	1563	12
PA8	Melakukan survei dan kolektif data yang lebih detail dan cermat pada tahap awal survei	4374	3	1458	13
PA12	Perencanaan yang matang di awal terkait <i>scope</i> pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan	4050	3	1350	14
PA11	Memastikan kemampuan finansial <i>client</i> pada aktivitas <i>background check client</i>	3096	3	1032	15

(Sumber: Data diolah, 2024)

Dapat dilihat pada tabel 18 bahwa usulan aksi mitigasi dengan peringkat tertinggi terdapat pada PA3 yaitu mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi dengan nilai ETD sebesar 6194,25. Nilai ETD tertinggi menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi semakin efektif untuk diterapkan.

4.2.4.6 Klasifikasi Usulan Aksi Mitigasi

Pada tahap ini, dilakukan penentuan *Person In Charge* (PIC) untuk masing-masing usulan aksi mitigasi. Adapun klasifikasi usulan aksi mitigasi terdapat pada tabel 19.

Tabel 19. Klasifikasi Usulan Aksi Mitigasi

Kode	Usulan Aksi Mitigasi	PIC
PA1	Melaksanakan sosialisasi berkala akan pentingnya keselamatan kerja	Dinas HSE
PA2	Memberikan sanksi kepada pekerja yang tidak menerapkan aturan dan JSA yang berlaku	Dinas HSE
PA3	Mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi	Divisi Human Capital
PA4	Merekrut pekerja yang berpengalaman dan berkompotensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan	Divisi Human Capital
PA5	Memonitor kondisi alam dan cuaca melalui BMKG	Dinas RE
PA6	Melakukan pemantauan, penjadwalan serta persiapan biaya yang benar dan sesuai dengan memasukan kemungkinan kenaikan harga pada estimasi biaya	Dinas RE
PA7	Membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan	Dinas RE
PA8	Melakukan survei dan kolektif data yang lebih detail dan cermat pada tahap awal survei	Dinas RE
PA9	Melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin	Dinas HSE
PA10	Menganalisis kembali keputusan investasi PLTS Atap	Dinas RE
PA11	Memastikan kemampuan finansial <i>client</i> pada aktivitas <i>background check client</i>	Divisi Human Capital
PA12	Perencanaan yang matang diawal terkait <i>scope</i> pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan	Dinas RE

Tabel 19. Klasifikasi Usulan Aksi Mitigasi (Lanjutan)

Kode	Usulan Aksi Mitigasi	PIC
PA13	Melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan	Dinas RE
PA14	Memberikan <i>reward</i> dan motivasi kepada pekerja	Divisi Human Capital
PA15	Mengadakan <i>sharing knowledge</i> antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja	Divisi Human Capital

(Sumber: Data diolah, 2024)

Tabel 19 menunjukkan bahwa terdapat dua (2) Dinas kerja dan satu (1) Divisi yang bertanggungjawab sebagai PIC untuk masing-masing usulan aksi mitigasi.



BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Identifikasi Risiko Proyek

Pada penelitian ini, identifikasi risiko dimulai dengan melakukan pemetaan aktivitas proyek PLTS atap berdasarkan *project management process group* yang mengacu pada PMBOK (*Project Management Body Of Knowledge*). Dalam PMBOK, aktivitas proyek dikelompokkan menjadi lima (5) *process group*, yaitu *initiating, planning, executing, monitoring and controlling* serta *closing* (Project Management Institute, 2017). Identifikasi risiko dilakukan dengan melakukan wawancara dan *brainstorming* bersama dengan *expert judgement* di PT X. *Expert judgement* yang dipilih harus dipertimbangkan dari individu atau kelompok yang memiliki pengetahuan khusus tentang proyek atau area bisnis serupa (Project Management Institute, 2017).

Expert judgement pada penelitian ini terdiri dari lima (5) orang yang *expert* dalam bidang PLTS serta manajemen risiko di PT X, yaitu Renewable Energy Superintendent dengan pengalaman kerja selama 17 tahun, Renewable Energy Sales dengan pengalaman kerja selama 13 tahun, Renewable Energy Senior Business Development dengan pengalaman kerja selama lima (5) tahun, Renewable Energy *Engineering Specialist* dengan pengalaman kerja selama dua (2) tahun dan Strategic Planning & Risk Management Analyst dengan pengalaman kerja selama 14 tahun.

5.1.1 Analisis Identifikasi Kejadian Risiko Proyek

Penerapan *project management process groups* berdasarkan PMBOK membantu proses identifikasi risiko, meningkatkan efisiensi proyek dan kelancaran pelaksanaan proyek. Pada tahap ini, didapatkan 24 kejadian risiko berdasarkan hasil wawancara dan *brainstorming* kepada *expert judgement* di PT X. Kemudian 24 kejadian risiko tersebut dilakukan penilaian *severity* untuk mengetahui tingkat keparahan apabila risiko tersebut terjadi pada proyek PLTS atap (Adelia &

Widiasih, 2023). Penilaian *severity* disesuaikan dengan skala *severity* yang dimiliki oleh PT X, yaitu skala satu (1) sampai lima (5), dimana nilai satu (1) menunjukkan dampak yang ringan dan nilai lima (5) menunjukkan dampak yang paling berbahaya. Penilaian *severity* dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada lima (5) *expert judgement* yang di validasi dengan mengambil nilai modusnya. Pada penelitian ini, nilai *severity* ditentukan berdasarkan tiga (3) nilai yang sama atau lebih dari lima (5) *expert judgement* yang mengisi kuesioner, sedangkan nilai yang kurang dari atau sama dengan dua (2) dapat diabaikan (Firmansyah & Mahbubah, 2022).

Proses *initiating* bertujuan untuk menentukan secara resmi dimulainya aktivitas proyek. Pada penelitian ini, terdapat dua (2) aktivitas pada proses *initiating*, yaitu melakukan komunikasi dengan *client* dan melakukan *background check client*. Pada aktivitas komunikasi dengan *client* terdapat satu (1) kejadian risiko yaitu *client* tidak tertarik dengan proyek PLTS yang ditawarkan (E1) dengan nilai *severity* sebesar dua (2). Lalu pada aktivitas *background check client*, terdapat dua (2) kejadian risiko, yaitu legalitas *client* tidak memadai (E2) dengan nilai *severity* sebesar empat (4) dan *client* tidak layak untuk ditawarkan proyek PLTS (E3) dengan nilai *severity* sebesar tiga (3).

Proses *planning* merupakan proses penetapan ruang lingkup proyek, rencana waktu, menentukan perkiraan anggaran atau biaya material yang perlu dipantau serta persyaratan kualitas dan spesifikasi yang harus dipenuhi oleh proyek. Dalam proses ini, terdapat lima (5) aktivitas proyek, yaitu survei & kolektif data, studi kelayakan, pembuatan proposal penawaran & negosiasi, pembuatan kontrak kerjasama dan tendering. Pada aktivitas survei & kolektif data terdapat satu (1) kejadian risiko, yaitu kesalahan dan kekurangan pengambilan data serta pengukuran saat survei (E4) dengan nilai *severity* sebesar lima (5). Lalu pada aktivitas studi kelayakan terdapat satu (1) kejadian risiko yaitu proyek PLTS tidak layak dibangun (E5) dengan nilai *severity* sebesar empat (4). Pada aktivitas pembuatan proposal penawaran & negosiasi terdapat satu (1) kejadian risiko yaitu penawaran proyek PLTS tidak menarik bagi *client* (E6) dengan nilai *severity* sebesar tiga (3). Pada aktivitas pembuatan kontrak kerjasama terdapat satu (1) kejadian risiko yaitu terdapat *scope* pekerjaan atau skema transaksi yang tidak

dimasukkan di dalam kontrak (E7) dengan nilai *severity* sebesar tiga (3). Pada aktivitas tendering terdapat tiga (3) kejadian risiko yaitu penawaran harga dari vendor tidak sesuai dengan estimasi (E8) dengan nilai *severity* sebesar tiga (8), terdapat banyaknya *variation order* (E9) dengan nilai *severity* sebesar tiga (3) dan tender terhambat (E10) dengan nilai *severity* sebesar lima (5).

Proses *executing* merupakan proses pelaksanaan proyek yang dilakukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang telah ditetapkan untuk memenuhi persyaratan proyek. Pada proses ini, terdapat satu (1) aktivitas proyek yaitu konstruksi PLTS atap. Adapun kejadian risiko yang teridentifikasi pada aktivitas konstruksi PLTS atap yaitu material yang digunakan tidak sesuai dengan yang direncanakan (E11) dengan nilai *severity* sebesar tiga (3), banyak material yang hilang dan rusak (E12) dengan nilai *severity* sebesar empat (4), peralatan kerja rusak (E13) dengan nilai *severity* sebesar tiga (3), terjadi kecelakaan kerja (E14) dengan nilai *severity* sebesar empat (4), kesalahan dalam pemasangan material atau komponen PLTS (E15) dengan nilai *severity* sebesar empat (4), perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan tidak sesuai (E16) dengan nilai *severity* sebesar lima (5), kesulitan dalam pengangkutan material dan peralatan (E17) dengan nilai *severity* sebesar dua (2) serta pemasangan PLTS tertunda (E18) dengan nilai *severity* sebesar lima (5).

Proses *monitoring and controlling* merupakan proses perbandingan antara pencapaian aktual dan kemajuan proyek dengan rencana, memprediksi penyimpangan, menganalisis penyebabnya dan mengatasinya sebelum terjadi. Pada proses ini, terdapat dua (2) aktivitas proyek, yaitu *Quality control* (QC) proyek PLTS atap & *monitoring performance* dan *cost control*. Pada aktivitas *Quality control* (QC) proyek PLTS atap & *monitoring performance*, terdapat dua (2) kejadian risiko yaitu kualitas hasil proyek dan operasi PLTS tidak sesuai perencanaan (E19) dengan nilai *severity* sebesar lima (5) dan penggantian komponen utama diluar *schedule* (E20) dengan nilai *severity* sebesar empat (4). Pada aktivitas *cost control*, terdapat satu (1) kejadian risiko yaitu peningkatan nilai investasi proyek diluar perencanaan biaya (E21) dengan nilai *severity* sebesar lima (5).

Proses *closure* merupakan proses penutupan proyek, dimana semua aktivitas dan proses proyek ditutup. Dalam penelitian ini, terdapat dua (2) aktivitas pada proses *closure*, yaitu pembayaran proyek PLTS atap serta perbandingan aktual dan studi kelayakan. Pada aktivitas pembayaran proyek PLTS atap terdapat satu (1) kejadian risiko, yaitu *client* tidak mampu untuk melaksanakan transaksi atau pembayaran dari skema bisnis yang ditawarkan (E22) dengan nilai *severity* sebesar lima (5). Pada aktivitas perbandingan aktual dan studi kelayakan terdapat dua (2) kejadian risiko, yaitu pendapatan listrik dari PLTS tidak sesuai dengan studi kelayakan (E23) dengan nilai *severity* sebesar empat (4) dan kendala dalam *claim* garansi (E24) dengan nilai *severity* sebesar tiga (3).

5.1.2 Analisis Identifikasi Sumber Risiko Proyek

Langkah berikutnya yaitu mengidentifikasi sumber risiko pada proyek PLTS atap. Berdasarkan hasil wawancara dan *brainstorming* dengan *expert judgement* di PT X, didapatkan bahwa terdapat 32 sumber risiko yang dapat mengakibatkan 24 kejadian risiko pada proyek PLTS atap. Kemudian 32 sumber risiko tersebut dilakukan penilaian *occurrence* untuk mengukur frekuensi kemunculan sumber risiko tersebut pada proyek PLTS atap (Adelia & Widiasih, 2023). Penilaian *occurrence* disesuaikan dengan skala *occurrence* yang dimiliki oleh PT X, yaitu skala satu (1) sampai lima (5), dimana nilai satu (1) menunjukkan sumber risiko hampir tidak mungkin terjadi dan nilai lima (5) menunjukkan sumber risiko hampir pasti terjadi. Penilaian *occurrence* dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada lima (5) *expert judgement* yang di validasi dengan mengambil nilai modusnya. Pada penelitian ini, nilai *occurrence* ditentukan berdasarkan tiga (3) nilai yang sama atau lebih dari lima (5) *expert judgement* yang mengisi kuesioner, sedangkan nilai yang kurang dari atau sama dengan dua (2) dapat diabaikan (Firmansyah & Mahbubah, 2022).

Pada proses *initiating* terdapat tiga (3) sumber risiko yang mengakibatkan 3 kejadian risiko, yaitu tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari *client* (A1) dengan nilai *occurrence* sebesar satu (1) menyebabkan *client* tidak tertarik dengan proyek PLTS (E1), izin usaha *client* tidak lengkap (A2) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan legalitas *client* tidak memadai (E2) serta kondisi

finansial *client* tidak memadai (A3) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan *client* tidak layak untuk ditawarkan proyek PLTS.

Pada proses *planning* terdapat 11 sumber risiko yang dapat menyebabkan tujuh (7) kejadian risiko, diantaranya yaitu kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei (A4) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan kesalahan dan kekurangan pengambilan data serta pengukuran saat survei (E4). Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang (A5) dengan nilai *occurrence* sebesar satu (1), sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS (A6) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) serta secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan (A7) dengan nilai *occurrence* sebesar satu (1) menyebabkan proyek PLTS tidak layak dibangun (E5). Selanjutnya *Benefit* yang ditawarkan kurang cocok (A8) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) dan terdapat penawaran lebih baik dari pesaing (A9) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan penawaran proyek PLTS tidak menarik bagi *client* (E6). Lalu ketidakjelasan klausul di dalam kontrak Kerjasama dengan *client* (A10) dengan nilai *occurrence* sebesar satu (1) menyebabkan terjadinya *scope* pekerjaan atau skema transaksi yang tidak dimasukkan di dalam kontrak (E7). Penawaran vendor terlalu tinggi (A11) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan penawaran harga dari vendor tidak sesuai dengan estimasi (E8). Vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan (A12) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3) menyebabkan terdapat banyaknya *variation order* (E9). Vendor tidak tertarik dengan tender yang ditawarkan (A13) dengan nilai *occurrence* sebesar satu (1), jumlah peserta tender tidak memenuhi kuota tender (A14) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) serta keterlambatan pengecekan dokumen hasil tender (A15) dengan nilai *occurrence* sebesar satu (1) menyebabkan tender terhambat (E10)

Pada proses *executing* terdapat 10 sumber risiko yang dapat menyebabkan terjadinya delapan (8) kejadian risiko, diantaranya yaitu pengawasan pekerjaan kurang ketat (A16) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3) menyebabkan material yang digunakan tidak sesuai dengan yang direncanakan (E11), banyak material

yang hilang dan rusak (E12). Kesalahan personel *quality control* (A17) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan material yang digunakan tidak sesuai dengan yang direncanakan (E11). Tidak ada pemeliharaan peralatan secara berkala (A18) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan peralatan kerja rusak (E13). Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku (A19) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3) menyebabkan peralatan kerja rusak (E13), terjadi kecelakaan kerja (E14) dan kesalahan dalam pemasangan material atau komponen PLTS (E15). Kurangnya pemahaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS (A20) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3) menyebabkan kesalahan dalam pemasangan material atau komponen PLTS (E15). Perencanaan dan *engineering* tidak akurat (A21) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan tidak sesuai (E16). Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau (A22) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) dan kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material (A23) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan kesulitan dalam pengangkutan material dan peralatan (E17). Kondisi alam dan cuaca (A24) dengan nilai *occurrence* sebesar satu (1) dan produktivitas kerja rendah (A25) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan pemasangan PLTS tertunda (E18).

Pada proses *monitoring and controlling* terdapat lima (5) sumber risiko yang dapat menyebabkan dua (2) kejadian risiko, diantaranya yaitu instalasi PLTS tidak sesuai standar dan *engineering* (A26) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3), pengawasan pekerjaan kurang ketat (A16) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3), kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS (A20) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3) serta adanya perbedaan *energy yield forecasting* pembangkitan PLTS dengan aktual (A27) dengan nilai *occurrence* sebesar satu (1) menyebabkan kualitas hasil proyek dan operasi PLTS tidak sesuai perencanaan (E19). Perawatan dan pemeliharaan PLTS belum optimal (A28) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) menyebabkan penggantian komponen utama diluar *schedule* (E20). Adanya penambahan *scope* pekerjaan dan material diluar rencana (A29) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3) dan kondisi ekonomi global atau

nasional yang tidak stabil (A30) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3) menyebabkan peningkatan nilai investasi proyek diluar perencanaan biaya (E21).

Pada proses *closure* terdapat lima (5) sumber risiko yang mengakibatkan tiga (3) kejadian risiko, diantaranya yaitu kondisi finansial *client* tidak memadai (A3) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) dan kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil (A30) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3) menyebabkan *client* tidak mampu untuk melakukan transaksi atau pembayaran dari skema bisnis yang ditawarkan (E22). Adanya perbedaan *energy yield forecasting* pembangkitan PLTS dengan aktual (A27) dengan nilai *occurrence* sebesar satu (1) menyebabkan pendapatan listrik dari PLTS tidak sesuai dengan studi kelayakan (E23). Kurangnya kelengkapan data saat *claim* garansi (A31) dengan nilai *occurrence* sebesar dua (2) dan kerusakan komponen akibat *human error* (A32) dengan nilai *occurrence* sebesar tiga (3) menyebabkan kendala dalam *claim* garansi (E24).

5.1.3 Analisis Korelasi antara Kejadian Risiko dengan Sumber Risiko Proyek

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi korelasi atau hubungan antara kejadian risiko dengan sumber risiko. Hal ini dapat dilakukan dengan berdiskusi atau *brainstorming* (Atmajaya et al., 2020). Hubungan antara sumber risiko dan kejadian risiko disebut korelasi. Nilai korelasi memiliki bobot, dimana semakin besar nilainya, semakin besar pula pengaruh sumber risiko terhadap kejadian risiko. Bobot ini menunjukkan seberapa besar kontribusi sumber risiko dalam menimbulkan kejadian risiko (Geraldin et al., 2007). Terdapat empat (4) kategori bobot korelasi, yaitu nol (0) (tidak ada hubungan), satu (1) (hubungan kecil), tiga (3) (hubungan sedang) dan sembilan (9) (hubungan kuat) (Pujawan & Geraldin, 2009).

Pada penelitian ini, penilaian korelasi dilakukan melalui *brainstorming* bersama *expert judgement* yang telah dipilih sebelumnya. Berdasarkan hasil *brainstorming*, terdapat 143 korelasi atau hubungan antara kejadian risiko dengan sumber risiko. Selain itu, terdapat satu (1) sumber risiko yang mengakibatkan lebih dari satu (1) kejadian risiko. Selanjutnya, didapatkan 70 korelasi dengan nilai

sembilan (9) yang menunjukkan bahwa kejadian risiko dan sumber risiko memiliki korelasi kuat. Kemudian didapatkan 54 korelasi dengan nilai tiga (3) yang menunjukkan bahwa kejadian risiko dan sumber risiko memiliki korelasi sedang serta didapatkan 19 korelasi dengan nilai satu (1) yang menunjukkan bahwa kejadian risiko dan sumber risiko memiliki korelasi kecil atau rendah.

5.2 Analisis *Aggregate Risk Potential* dan Sumber Risiko Prioritas

ARP dihitung dengan mengalikan nilai *occurrence* pada sumber risiko dengan hasil perkalian nilai *severity* pada kejadian risiko dan nilai korelasi. Perhitungan ini penting dilakukan karena sumber risiko dapat menimbulkan beberapa kejadian risiko. Hasil ARP digunakan untuk menentukan sumber risiko yang membutuhkan tindakan mitigasi (Safruddin & Hasibuan, 2020). Risiko dengan nilai ARP yang tinggi memiliki bobot yang lebih besar dalam total ARP. Oleh karena itu, diperlukan mitigasi untuk mencegah atau mengurangi sumber risiko (Prasetyo et al., 2022). Dalam penelitian ini, nilai ARP yang sama pada sumber risiko akan diurutkan berdasarkan kemungkinan risiko tersebut dapat terjadi pada proyek PLTS atap yang di nilai oleh *expert judgement*.

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah peneliti lakukan, adapun nilai ARP yang didapatkan yaitu (A19) tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku dengan nilai ARP sebesar 828, (A20) kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS dengan nilai ARP sebesar 744, (A24) kondisi alam dan cuaca dengan nilai ARP sebesar 585, (A30) kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil dengan nilai ARP sebesar 530, (A26) instalasi PLTS tidak sesuai standar dan *engineering* dengan nilai ARP sebesar 522, (A21) perencanaan dan *engineering* tidak akurat dengan nilai ARP sebesar 486, (A16) pengawasan pekerjaan kurang ketat dengan nilai ARP sebesar 483, (A4) kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei dengan nilai ARP sebesar 368, (A3) kondisi finansial *client* tidak memadai dengan nilai ARP sebesar 344, (A29) adanya penambahan *scope* pekerjaan dan material diluar rencana dengan nilai ARP sebesar 288, (A32) kerusakan komponen akibat *human error* dengan nilai ARP sebesar 285, (A25) produktivitas kerja rendah dengan nilai ARP sebesar 210, (A17) kesalahan personel *quality control* dengan nilai ARP

sebesar 192, (A7) secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan dengan nilai ARP sebesar 177, (A22) lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau dengan nilai ARP sebesar 148, (A11) penawaran vendor terlalu tinggi dengan nilai ARP sebesar 144, (A2) izin usaha *client* tidak lengkap dengan nilai ARP sebesar 138, (A1) tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari *client* dengan nilai ARP sebesar 119, (A23) kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material dengan nilai ARP sebesar 106, (A12) vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan dengan nilai ARP sebesar 99, (A5) struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang dengan nilai ARP sebesar 98, (A6) sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS dengan nilai ARP sebesar 98, (A9) terdapat penawaran lebih baik dari pesaing dengan nilai ARP sebesar 98, (A10) ketidakjelasan klausul di dalam kontrak kerjasama dengan *client* dengan nilai ARP sebesar 93, (A18) tidak ada pemeliharaan peralatan secara berkala dengan nilai ARP sebesar 78, (A8) *benefit* yang ditawarkan kurang cocok dengan nilai ARP sebesar 78, (A28) perawatan dan pemeliharaan PLTS belum optimal dengan nilai ARP sebesar 72, (A27) adanya perbedaan *energy yield forecasting* pembangkitan PLTS dengan aktual dengan nilai ARP sebesar 57, (A14) jumlah peserta tender tidak memenuhi kuota tender dengan nilai ARP sebesar 30, (A31) kurangnya kelengkapan data saat *claim* garansi dengan nilai ARP sebesar 18, (A13) vendor tidak tertarik dengan tender yang ditawarkan dengan nilai ARP sebesar 15 dan (A15) keterlambatan pengecekan dokumen hasil tender dengan nilai ARP sebesar 15.

Langkah berikutnya yaitu menentukan sumber risiko prioritas dengan diagram pareto yang mengurutkan data dari *ranking* tertinggi hingga terendah (Suherman & Cahyana, 2019). Diagram Pareto bertujuan untuk menemukan sumber risiko utama yang membutuhkan penanganan khusus dengan strategi yang tepat. Prioritas sumber risiko ditentukan berdasarkan prinsip Pareto 80/20, dimana 80% kerugian disebabkan oleh 20% risiko yang paling penting. Dengan mengatasi 80% kumulatif dari masalah yang ada, perusahaan dapat menyelesaikan sebagian

besar permasalahan dan mencapai perbaikan yang signifikan dan efisien (Elvandra et al., 2018).

Sumber risiko dengan nilai persentase kumulatif ARP sebesar 0-80% masuk dalam sumber risiko prioritas sedangkan sumber risiko dengan nilai lebih dari 80% masuk dalam sumber risiko non prioritas. Selain itu, sumber risiko di klasifikasikan ke dalam tiga (3) kategori risiko, dimana sumber risiko dengan persen kumulatif ARP sebesar 0-50% masuk dalam kategori A (*high-risk agent*), sumber risiko dengan persen kumulatif ARP sebesar 50-80% masuk dalam kategori B (*moderate risk agent*) dan sumber risiko dengan persen kumulatif ARP lebih dari 80% masuk dalam kategori C (*low-risk agent*) (Ulfah, 2016). Berdasarkan hasil urutan prioritas sumber risiko, didapatkan 14 sumber risiko prioritas dengan tujuh (7) sumber risiko masuk ke dalam kategori A dan tujuh (7) sumber risiko masuk ke dalam kategori B serta 18 sumber risiko non prioritas yang termasuk ke dalam kategori C. Adapun 14 sumber risiko prioritas tersebut yaitu (A19) tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku dengan persentase kumulatif ARP sebesar 10,97%, (A20) kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS dengan persentase kumulatif ARP sebesar 9,86%, (A24) kondisi alam dan cuaca dengan persentase kumulatif ARP sebesar 7,75%, (A30) kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil dengan persentase kumulatif ARP sebesar 7,02%, (A26) instalasi PLTS tidak sesuai standar dan *engineering* dengan persentase kumulatif ARP sebesar 6,92%, (A21) perencanaan dan *engineering* tidak akurat dengan persentase kumulatif ARP sebesar 6,44%, (A16) pengawasan pekerjaan kurang ketat dengan persentase kumulatif ARP sebesar 6,40%, (A4) kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei dengan persentase kumulatif ARP sebesar 4,88%, (A3) kondisi finansial *client* tidak memadai dengan persentase kumulatif ARP sebesar 4,56%, (A29) adanya penambahan *scope* pekerjaan dan material diluar rencana dengan persentase kumulatif ARP sebesar 3,82%, (A32) kerusakan komponen akibat *human error* dengan persentase kumulatif ARP sebesar 3,78%, (A25) produktivitas kerja rendah dengan persentase kumulatif ARP sebesar 2,78%, (A17) kesalahan personel *quality control* dengan persentase kumulatif ARP sebesar 2,54% serta (A7) secara finansial model proyek

PLTS tidak memenuhi standar kelayakan dengan persentase kumulatif ARP sebesar 2,35%.

5.3 Analisis Usulan Aksi Mitigasi Risiko Proyek

Proses ini termasuk ke dalam fase 2 dari metode *House of Risk*. Tahap HOR fase 2 difokuskan pada penyusunan tindakan pencegahan untuk mengatasi faktor risiko prioritas yang telah diidentifikasi pada fase pertama (Rosadi & Hamdhan, 2022). Tahap kedua HOR meliputi beberapa langkah, yaitu merancang strategi untuk usulan tindakan mitigasi, menilai hubungan antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko prioritas, menghitung nilai Tek dan Dk serta menghitung nilai ETDk untuk menentukan usulan aksi mitigasi prioritas (Rozudin & Mahbubah, 2021).

Berdasarkan hasil analisis risiko, didapatkan bahwa terdapat 14 sumber risiko prioritas yang termasuk ke dalam 80% aturan diagram pareto. Kemudian peneliti melakukan penentuan usulan aksi mitigasi melalui *brainstorming* dengan *expert judgement* di PT X dan didapatkan bahwa terdapat 15 usulan aksi mitigasi untuk menanggulangi 14 sumber risiko prioritas. Dalam hal ini, diharapkan satu (1) usulan aksi mitigasi dapat menangani satu (1) atau lebih dari sumber risiko (Atmajaya et al., 2020). Penentuan usulan aksi mitigasi didasarkan pada kebutuhan biaya, sumber daya dan beberapa aspek lain dari perusahaan (Elvandra et al., 2018).

Setelah dilakukan penentuan usulan aksi mitigasi, langkah selanjutnya yaitu menilai korelasi atau hubungan antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko prioritas sehingga dapat diketahui keefektifan usulan aksi mitigasi dalam mengatasi sumber risiko prioritas. Skala penilaian yang digunakan yaitu 0 (tidak ada hubungan), 1 (hubungan kecil), 3 (hubungan sedang) dan 4 (hubungan kuat) (Atmajaya et al., 2020). Berdasarkan hasil *brainstorming* dengan *expert judgement* di PT X, didapatkan bahwa terdapat 24 korelasi dengan nilai sembilan (9) yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi tinggi antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko. Kemudian terdapat 11 korelasi dengan nilai tiga (3) yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi sedang antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko serta terdapat dua (2) korelasi dengan nilai satu (1) yang

menunjukkan bahwa terdapat korelasi kecil atau rendah antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko.

Tahap selanjutnya yaitu menilai tingkat kesulitan usulan aksi mitigasi untuk diterapkan pada perusahaan. Terdapat tiga (3) skala penilaian tingkat kesulitan, yaitu nilai (tiga) 3 yang berarti usulan aksi mitigasi dapat dengan mudah diterapkan, nilai empat (4) yang berarti usulan aksi mitigasi sedikit sulit diterapkan dan nilai lima (5) yang berarti usulan aksi mitigasi sulit untuk diterapkan (Pujawan & Geraldin, 2009). Penilaian tingkat kesulitan penerapan usulan aksi mitigasi diberi bobot berdasarkan biaya dan sumber daya yang diperlukan (Jiroyah & Muflihah, 2022). Berdasarkan hasil *brainstorming* dengan *expert judgement* pada PT X, didapatkan bahwa terdapat 13 usulan aksi mitigasi dengan nilai tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut mudah diterapkan pada perusahaan. Kemudian terdapat dua (2) usulan aksi mitigasi dengan nilai empat (4) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut sedikit sulit diterapkan pada perusahaan.

Setelah itu, menghitung nilai *Total Effectiveness* (TEK) pada usulan aksi mitigasi. Nilai TEK merupakan indikator efektifitas usulan aksi mitigasi yang direkomendasikan untuk diimplementasikan. Nilai TEK didapatkan melalui perhitungan nilai ARP yang dikalikan dengan nilai korelasi antara usulan aksi mitigasi dengan sumber risiko (Atmajaya et al., 2020). Nilai TEK yang telah dihitung tidak dapat mewakili bagaimana tindakan pencegahan yang tepat dapat secara efektif memperbaiki beberapa risiko sehingga diperlukan perhitungan ETD pada usulan aksi mitigasi (Ulfah et al., 2018). Perhitungan ETD dilakukan untuk menentukan urutan prioritas usulan aksi mitigasi yang dapat diterapkan oleh PT X, dimana nilai ETD akan diurutkan dari yang tertinggi hingga terkecil. Usulan aksi mitigasi yang memiliki nilai ETD sama akan diurutkan berdasarkan seberapa mudah usulan aksi mitigasi tersebut dapat diimplementasikan pada PT X yang di nilai oleh *expert judgement*.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai TEK dan ETD, terdapat 15 usulan aksi mitigasi yang dapat diimplementasikan oleh PT X, yaitu mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai

yang terqualifikasi, melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin, melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan, perencanaan yang matang diawal terkait *scope* pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan, mengadakan *sharing knowledge* antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja, melaksanakan sosialisasi berkala akan pentingnya keselamatan kerja, memberikan sanksi kepada pekerja yang tidak menerapkan aturan dan JSA yang berlaku, merekrut pekerja yang berpengalaman dan berkompotensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan, memonitor kondisi alam dan cuaca melalui BMKG, memberikan *reward* dan motivasi kepada pekerja, melakukan pemantauan, penjadwalan serta persiapan biaya yang benar dan sesuai dengan memasukan kemungkinan kenaikan harga pada estimasi biaya, menganalisis kembali keputusan investasi PLTS Atap, melakukan survei dan kolekting data yang lebih detail dan cermat pada tahap awal survei, memastikan kemampuan finansial *client* pada aktivitas *background check client* serta membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan.

Usulan aksi mitigasi pertama yang diusulkan yaitu melaksanakan sosialisasi berkala akan pentingnya keselamatan kerja (PA1) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A19) yaitu tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku. Penerapan usulan aksi mitigasi ini dapat dilakukan terus menerus selama proyek PLTS atap berjalan. Melalui sosialisasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 2484 dan berada pada peringkat enam (6) dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke dua (2) yaitu memberikan sanksi kepada pekerja yang tidak menerapkan aturan dan JSA yang berlaku (PA2) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A19) yaitu tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku. Menurut (Yuliani et al., 2021), hukuman

merupakan suatu bentuk konsekuensi yang diberikan kepada tenaga kerja dengan tujuan untuk mengurangi kemungkinan perilaku yang tidak diinginkan terjadi kembali. Hukuman yang efektif memiliki karakteristik *soon-certain-negative*, yang berarti dampak hukuman langsung dirasakan oleh tenaga kerja saat mereka berperilaku tidak sesuai harapan. Sanksi dapat diberikan secara lisan maupun tulisan tergantung pada tingkat pelanggaran (Firdaus et al., 2024). Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 2484 dan berada pada peringkat tujuh (7) dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke tiga (3) yaitu mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terakreditasi (PA3) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A19) tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku, (A20) kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS, (A26) instalasi PLTS tidak sesuai standar dan *engineering*, (A21) perencanaan dan *engineering* tidak akurat, (A4) kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei, (A32) kerusakan komponen akibat *human error* dan (A17) kesalahan personel *quality control*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Adriyanto & Subakti, 2018), meningkatkan keterampilan karyawan melalui pelatihan kerja bukan hanya bermanfaat bagi karyawan itu sendiri, tetapi juga memberikan keuntungan bagi perusahaan secara keseluruhan. Karyawan yang terampil dan kompeten akan berkontribusi pada peningkatan produktivitas, efisiensi dan kualitas kerja, yang pada akhirnya akan mendorong kemajuan dan perkembangan perusahaan. Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar empat (4) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut sedikit sulit diterapkan pada

perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 6194,25 dan berada pada peringkat satu (1) dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke empat (4) yaitu merekrut pekerja yang berpengalaman dan berkompentensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan (PA4) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A19) tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku serta (A20) kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS. Menurut Mardianto dalam (Irawan et al., 2022), rekrutmen adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan oleh organisasi atau perusahaan untuk menarik, menyaring dan memilih kandidat yang memenuhi kualifikasi serta kebutuhan tenaga kerja Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Ratulangi & Soegoto, 2016), pengalaman dan kompetensi merupakan faktor penting yang menentukan kinerja karyawan dalam melaksanakan tugasnya di tempat kerja. Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar empat (4) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut sedikit sulit diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 2295 dan berada pada peringkat delapan (8) dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke lima (5) yaitu memonitor kondisi alam dan cuaca melalui BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) (PA5) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A24) yaitu kondisi alam dan cuaca. Cuaca yang tidak menentu merupakan perubahan iklim alami yang tidak dapat dihindari oleh siapapun dan dapat mengakibatkan pelaksanaan proyek tidak berjalan dengan lancar (Widiyanto & Huda, 2019). Salah satu cara untuk mengantisipasi sumber risiko ini yaitu dengan membuat laporan cuaca berdasarkan keadaan di lapangan yang dilengkapi dengan data dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) (Akbar & Priyanto, 2023). Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi

tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 1755 dan berada pada peringkat sembilan (9) dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke enam (6) yaitu melakukan pemantauan, penjadwalan serta persiapan biaya yang benar dan sesuai dengan memasukan kemungkinan kenaikan harga pada estimasi biaya (PA6) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A30) kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil. Biaya pengelolaan proyek merupakan aspek penting yang perlu diawasi secara ketat sehingga diperlukan indikator arus kas proyek untuk memantau keuangan proyek yang dapat menunjukkan rencana dan aktual penggunaan biaya selama periode proyek. Dengan perencanaan ini, perubahan dan penyimpangan biaya selama pelaksanaan proyek dapat segera terdeteksi dan perbaikan arus kas dapat dilakukan untuk menghindari kerugian (Husen, 2009). Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 1590 dan berada pada peringkat 11 dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Kemudian usulan aksi mitigasi ke tujuh (7) yaitu membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan (PA7) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A26) instalasi PLTS tidak sesuai standar dan *engineering* serta (A19) yaitu tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku. Menurut (Dora et al., 2023), instruksi kerja adalah langkah-langkah tertulis yang mendokumentasikan kegiatan rutin dan berulang di perusahaan. Pembuatan instruksi kerja sesuai dengan kondisi lapangan sangat penting karena perbedaan kondisi lapangan dapat mempengaruhi metode kerja yang digunakan. Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah

diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 4050 dan berada pada peringkat empat (4) dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke delapan (8) yaitu melakukan survei dan kolektif data yang lebih detail dan cermat pada tahap awal survei (PA8) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A21) perencanaan dan *engineering* tidak akurat. Hal ini dapat dilakukan dengan menganalisis serta membuat daftar seluruh data yang diperlukan dan relevan saat melakukan survei sehingga proses survei dan kolektif data dapat berjalan lancar dan efisien. Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 1458 dan berada pada peringkat 13 dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke sembilan (9) yaitu melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin (PA9) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A19) tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku, (A26) instalasi PLTS tidak sesuai standar dan *engineering*, (A32) kerusakan komponen akibat *human error* dan (A16) pengawasan pekerjaan kurang ketat. Menurut Manullang (Putri & Mochsid, 2016), pengawasan adalah proses menilai dan mengoreksi pekerjaan agar sesuai dengan rencana. Pengawasan yang sistematis dan disiplin dilakukan untuk mencegah penyimpangan dalam pelaksanaan kegiatan. Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 5784 dan berada pada peringkat dua (2) dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke 10 yaitu menganalisis kembali keputusan investasi (PA10) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A3) kondisi finansial *client* tidak memadai dan (A7) secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan. investasi adalah metode mengalokasikan dana ke dalam bentuk yang menguntungkan sehingga harus dipertimbangkan dengan cermat karena memiliki konsekuensi jangka panjang (Pranata et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan analisis yang cermat terhadap keputusan investasi supaya terhindar dari kerugian. Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 1563 dan berada pada peringkat 12 dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke 11 yaitu memastikan kemampuan finansial *client* pada aktivitas *background check client* (PA11) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A3) kondisi finansial *client* tidak memadai. Kondisi keuangan perusahaan menunjukkan kemampuannya untuk bertahan di masa depan. Kondisi keuangan buruk dapat merugikan dan mengurangi kepercayaan *stakeholders*, sementara kondisi keuangan baik meningkatkan kepercayaan *stakeholders* serta investor (Dita & Andayani, 2023). Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 1032 dan berada pada peringkat 15 dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke 12 yaitu perencanaan yang matang diawal terkait *scope* pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan (PA12) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A29) adanya penambahan *scope* pekerjaan dan material diluar rencana serta (A21) perencanaan dan *engineering* tidak akurat. Perencanaan merupakan bagian penting dari manajemen

proyek yang mengharuskan langkah-langkah preventif untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Tujuan dari perencanaan adalah untuk memenuhi persyaratan proyek dalam hal biaya, kualitas, dan jadwal, serta memastikan aspek keselamatan. Perencanaan dianggap efektif ketika prosesnya dapat dijalankan sesuai dengan sasaran yang telah ditetapkan (Husen, 2009). Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 1350 dan berada pada peringkat 14 dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke 13 yaitu melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan (PA13) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A19) tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku, (A20) kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS, (A26) instalasi PLTS tidak sesuai standar dan *engineering*, (A21) perencanaan dan *engineering* tidak akurat serta (A32) kerusakan komponen akibat *human error*. Penempatan personel yang ahli di bidangnya merupakan langkah yang baik dan memiliki peranan penting karena dapat memastikan penggunaan metode kerja yang tepat dalam menyelesaikan pekerjaan (Wattimury et al., 2015). Melalui penerapan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 4767 dan berada pada peringkat tiga (3) dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke 14 yaitu memberikan *reward* dan motivasi kepada pekerja (PA14) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A19) tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku, (A20) kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS serta (A25) produktivitas kerja rendah. Menurut (Mardiana & Saleh, 2021), pemberian *reward*

merupakan upaya sumber daya manusia untuk memberikan apresiasi positif kepada karyawan dengan tujuan meningkatkan motivasi dan mendorong partisipasi dalam mencapai hasil terbaik.. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Sari et al., 2021), pemberian motivasi serta *reward* kepada karyawan memiliki pengaruh yang besar kepada mereka untuk lebih bertanggung jawab dalam melaksanakan pekerjaannya. Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 1706 dan berada pada peringkat 10 dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

Usulan aksi mitigasi ke 15 yaitu mengadakan *sharing knowledge* antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja (PA15) yang diharapkan dapat menanggulangi sumber risiko (A19) tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku, (A20) kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS, (A25) produktivitas kerja rendah serta (A17) kesalahan personel *quality control*. Penerapan *sharing knowledge* yang efektif dapat meningkatkan produktivitas karyawan dan keseluruhan perusahaan. Ini membantu dalam mengembangkan karyawan yang ahli dalam menciptakan teknologi serta produk yang inovatif, sulit ditiru dan memberikan keunggulan kompetitif jangka panjang (Andra & Utami, 2018). Melalui penerapan usulan aksi mitigasi ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif serta dapat mengurangi sumber risiko yang teridentifikasi. Usulan aksi mitigasi ini memiliki tingkat kesulitan sebesar tiga (3) yang menunjukkan bahwa usulan aksi mitigasi tersebut dapat dengan mudah diterapkan pada perusahaan. Adapun nilai ETD dari usulan aksi mitigasi ini yaitu sebesar 2778 dan berada pada peringkat lima (5) dari 15 aksi mitigasi yang diusulkan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan data serta identifikasi yang telah peneliti lakukan, terdapat 24 kejadian risiko (*risk event*) dan 32 sumber risiko (*risk agent*) yang teridentifikasi pada aktivitas proyek PLTS atap di PT X.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai ARP serta pemeringkatan sumber risiko menggunakan diagram pareto pada HOR fase 1, terdapat 14 sumber risiko prioritas yang di klasifikasikan ke dalam kategori A (*high-risk agent*) dengan nilai persen kumulatif ARP sebesar 0-50%, yaitu (A19) tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku, (A20) kurangnya pengalaman dan kompetensi dari *project execution* PLTS, (A24) kondisi alam dan cuaca, (A30) kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil, (A26) instalasi PLTS tidak sesuai standar dan *engineering*, (A21) perencanaan dan *engineering* tidak akurat, (A16) pengawasan pekerjaan kurang ketat dan kategori B (*medium risk agent*) dengan nilai persen kumulatif ARP sebesar 50-80%, yaitu (A4) kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei, (A3) kondisi finansial *client* tidak memadai, (A29) adanya penambahan *scope* pekerjaan dan material diluar rencana, (A32) kerusakan komponen akibat *human error*, (A25) produktivitas kerja rendah, (A17) kesalahan personel *quality control* serta (A7) secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai TEK dan ETD, terdapat 15 usulan aksi mitigasi yang dapat diterapkan PT X untuk mengatasi sumber risiko yang terjadi pada aktivitas proyek PLTS atap, yaitu (PA1) melaksanakan sosialisasi berkala akan pentingnya keselamatan kerja, (PA2) memberikan sanksi kepada pekerja yang tidak menerapkan aturan dan JSA yang berlaku, (PA3) mengadakan pelatihan dan sertifikasi kepada pekerja supaya kompeten yang diberikan oleh lembaga penilai yang terkuualifikasi, (PA4) merekrut pekerja yang berpengalaman dan

berkompetensi sesuai dengan bidang dan keahlian yang dibutuhkan, (PA5) memonitor kondisi alam dan cuaca melalui BMKG, (PA6) melakukan pemantauan, penjadwalan serta persiapan biaya yang benar dan sesuai dengan memasukan kemungkinan kenaikan harga pada estimasi biaya, (PA7) membuat instruksi kerja dan prosedur standar operasi sesuai dengan kondisi lapangan, (PA8) melakukan survei dan kolekting data yang lebih detail dan cermat pada tahap awal survei, (PA9) melakukan pengawasan yang lebih ketat secara sistematis dan disiplin, (PA10) menganalisis kembali keputusan investasi, (PA11) memastikan kemampuan finansial *client* pada aktivitas *background check client*, (PA12) perencanaan yang matang diawal terkait *scope* pekerjaan dengan melibatkan seluruh pihak yang berkepentingan, (PA13) melibatkan personel yang tepat pada masing-masing pekerjaan, (PA14) memberikan *reward* dan motivasi kepada pekerja serta (PA15) mengadakan *sharing knowledge* antara rekan kerja untuk meningkatkan performa kualitas pekerja.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat peneliti berikan setelah melakukan penelitian yaitu:

1. Hasil penelitian berupa usulan aksi mitigasi diharapkan dapat di implementasikan secara langsung di lapangan pada proyek PLTS atap.
2. PT X dapat melakukan tahap pemantauan dan mengukur risiko secara berkala setelah usulan aksi mitigasi di implementasikan.
3. Validasi identifikasi risiko dapat dilakukan sampai ke tahap managerial.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan dengan mengintegrasikan metode HOR dengan metode lain sehingga dapat menghasilkan kombinasi metode yang efektif untuk melakukan manajemen risiko.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, V., & Widiasih, W. (2023). Strategi Mitigasi Risiko Pada Produksi Surimi Beku Dengan Metode House Of Risk (HOR) dan SCOR MODEL. *Jurnal SENOPATI*, 5(1), 56–68.
- Adriyanto, H., & Subakti, A. G. (2018). Pengaruh Pelatihan, Motivasi dan Kompetensi Terhadap Kinerja Karyawan (Studi Kasus Hotel Sahid Jaya Lippo Cikarang). *Journal of Indonesian Tourism, Hospitality and Recreation*, 1(2), 55–69.
- Aisyah, A. P., & Dahlia, L. (2022). Enterprise Risk Management Berdasarkan ISO 31000 Dalam Pengukuran Risiko Operasional pada Klinik Spesialis Esti. *Jurnal Akuntansi Dan Manajemen*, 19(02), 78–90. <https://doi.org/10.36406/jam.v19i02.483>
- Akbar, Y. R., & Priyanto, B. (2023). Analisis Manajemen Risiko Pada Proyek Pembangunan Access Road Bandara Internasional Dhoho Kediri. *Journal of Comprehensive Science*, 2(7), 2097–2103.
- Alwaly, K. A., & Alawi, N. A. (2020). Factors Affecting the Application of Project Management Knowledge Guide (PMBOK ® GUIDE) in Construction Projects in Yemen. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 9(3), 81–91. <https://doi.org/10.5923/j.ijcem.20200903.01>
- Amelia, D. N. (2023). Analisis Manajemen Risiko pada UMKM Toko Syirkah Menggunakan ISO 31000. *Jurnal INTEK*, 6(2), 5663.
- Andra, R. S., & Utami, H. N. (2018). Pengaruh Knowledge Sharing Terhadap Kinerja Karyawan (Studi pada Karyawan PT Bank Rakyat Indonesia Kantor Cabang Malang Kawi). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)/Vol*, 61(2), 30–37.
- Ardiansyah, N., & Nugroho, S. (2022). Implementasi Metode House Of Risk (HOR) Pada Pengelolaan Risiko Rantai Pasok Produk Seat Track Adjuster 4L45W (Studi Kasus : PT XYZ). *METAVERSE: Peluang Dan Tantangan Pendidikan Tinggi*, 13, 156–166.

- Arta, I. P. S., Satriawan, D. G., Bagiana, I. K., Loppies, Y., Shavab, F. A., Mala, C. M. F., Sayuti, A. M., Safitri, D. A., Berlianty, T., Julike, W., Wicaksono, G., Marietza, F., Kartawinata, B. R., & Utami, F. (2021). *MANAJEMEN RISIKO*. www.penerbitwidina.com
- Atmajaya, D., Gustopo, D., & Adriantantri, E. (2020). Rekomendasi Implementasi Manajemen Risiko Supply Chain Keripik Pisang Menggunakan Metode House Of Risk (HOR) (Studi Kasus : Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Indochips Alesha Trimulya). *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 3(1), 22–29.
- Dita, F. R., & Andayani, S. (2023). Opinion Shopping as Moderating Influence of Financial Distress, Audit Client Tenure and Auditor's Reputation on Going Concern Audit Opinion. *Sustainable Business Accounting and Management Review (SBAMR)*, 5(2), 55–77.
- Dora, Y. M., Sari, O. Y., Saefudin, N., Sudrajat, A., & Sakti, I. W. (2023). Pelatihan Penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) Untuk Meningkatkan Produktivitas Usaha Katering Dapur Enin Bandung. *ADIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 27–32.
- Elvandra, A. R., Maarif, M. S., & Sukardi. (2018). Management of Supply Chain Risk in Cattle Slice Fattening at PT. Catur Mitra Taruma. *Indonesian Journal of Business and Entrepreneurship*, 4(1), 88–98. <https://doi.org/10.17358/ijbe.4.1.88>
- Firdaus, F. A. El, Prayogo, D., & Dewi, I. S. (2024). Penanggulangan Terjadinya Kecelakaan Kerja Awak Kapal Bagian Mesin di MT. Serang Jaya. *Seminar Nasional Transportasi Dan Keselamatan*, 91–99.
- Firmansyah, A. R., & Mahbubah, N. A. (2022). Implementasi Metode House Of Risk Pada Evaluasi Keterlambatan Proyek Renovasi Gedung Aula PP3 Blitar UM. *Sigma Teknika*, 5(2), 233–241.
- Geraldin, L. H., Pujawan, I. N., & Dewi, S. D. (2007). Manajemen Risiko dan Aksi Mitigasi untuk Menciptakan Rantai Pasok yang Robust. *JURNAL TEKNOLOGI DAN REKAYASA TEKNIK SIPIL*, 53–64. www.cscmp.org
- Ghifari, R. B. M., Fitri, S., Rahmaniati, A. F., & Yaqin, M. A. (2022). Pemodelan Proses Bisnis Manajemen Proyek Berdasarkan Project Management Body of

- Knowledge (PMBOK). *ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics*, 4(1), 1–24. <https://doi.org/10.28926/ilkomnika.v4i1.362>
- Husen, A. (2009). *Manajemen Proyek* (Vol. 2).
- Irawan, J. A., Ramdhani, A. K., & Asshofi, I. U. A. (2022). Analisis Kualifikasi Dasar Kemampuan Kepemimpinan Dalam Rekrutmen Karyawan Bidang Industri Pariwisata. *Mabha Jurnal*, 3(1), 30–40.
- Jiroyah, F., & Muflihah, N. (2022). Integrasi Model SCOR dan House Of Risk Untuk Menentukan Mitigasi Risiko Supply Chain Management Pada Proses Produksi (Studi Kasus di CV. AR ROUF). *Jurnal Industri&Teknologi Samawa (JITSA)*, 3(2), 101–109.
- Kania Nadhira, A. H., Oktiarso, T., & Harsoyo, T. D. (2019). Manajemen Risiko Rantai Pasok Produk Sayuran Menggunakan Metode Supply Chain Operation Reference dan Model House Of Risk. *Kurawal - Jurnal Teknologi, Informasi Dan Industri*, 2(2), 101–117. <https://doi.org/10.33479/kurawal.2019.2.2.101-117>
- Lokobal, A., Sumajouw, D. J. M., & Sompie, B. F. (2014). Manajemen Risiko Pada Perusahaan Jasa Pelaksana Konstruksi di Propinsi Papua (Study Kasus di Kabupaten Sarmi). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(2), 109–118.
- Magdalena, R., & Vannie. (2019). Analisis Risiko Supply Chain Dengan Model House Of Risk (HOR) Pada PT TATALOGAM LESTARI. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 53–62.
- Mardiana, A., & Saleh, A. (2021). Pemberian Reward Terhadap Peningkatan Motivasi Kerja Karyawan Dalam Perspektif Islam. *Mutawazin (Jurnal Ekonomi Syariah IAIN Sultan Amai Gorontalo)*, 2(1), 1–14.
- Melati, S. I. (2022). Analisis Manajemen Risiko Pada Proyek Pembangunan Jalan (Studi Kasus: Pembangunan Jalan Tarub-Denom, Jalan Bime-Weime-Nongme-Batani Kabupaten Pegunungan Bintang Oksibil). *JURNAL EKONOMI & BISNIS*, 13(2), 106–113.
- Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 6(2), 136–142. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jee>

- Padhil, A., Eriskah, Lamatinulu, Hafid, M. F., & Dwi Wahyuni, A. P. (2022). Risk Analysis of Water Distribution in PDAM City of Makassar Using the House of Risk (HOR) Method. *American Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 7(4), 63–69. <https://doi.org/10.11648/j.ajmie.20220704.12>
- Pasaribu, S. E., Fadhilah, N. H. K., & Kusumah, I. H. (2023). Analisis Biaya dan Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Perumahan Taman Lestari Nagrak. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 9(1), 129–138. <https://doi.org/10.24036/jtev.v9i1.120741>
- Prameswari, A., & Aisyah, S. (2023). Analisis Manajemen Risiko Dengan Terapan Pelaksanaan Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada PT. Prima Multi Peralatan Kota Medan. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Ekonomi (JURRIE)*, 2(1), 1–14.
- Pranata, R. M., Nugraha, & Purnamasari, I. (2023). Keputusan Investasi Cryptocurrency di Purwakarta: Mengungkap Dampak dari Herding dan Overconfidence. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Kreatif*, 9(1), 62–72.
- Prasetyo, B., Retnani, W. E. Y., & Ifadah, N. L. M. (2022). Analisis Strategi Mitigasi Risiko Supply Chain Management Menggunakan House of Risk (HOR). *Jurnal TEKNO KOMPAK*, 16(2), 72–84.
- Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge*.
- Pujawan, I. N., & Geraldin, L. H. (2009). House of risk: A model for proactive supply chain risk management. *Business Process Management Journal*, 15(6), 953–967. <https://doi.org/10.1108/14637150911003801>
- Puji, A. A., & Mansur, A. (2018). Analisis dan Perbaikan Manajemen Risiko Pasok Safirah Collection Dengan Pendekatan House Of Risk. *Seminar Nasional IENACO*, 449–456.
- Putri, M., & Mochsid. (2016). Pengawasan Penempatan Papan Reklame di Kota Pekanbaru Tahun 2013-2014. *JOM FISIP*, 3(2), 1–10.
- Ratulangi, R. S., & Soegoto, A. S. (2016). Pengaruh Pengalaman Kerja, Kompetensi, Motivasi Terhadap Kinerja Karyawan (Studi Pada PT. Hasjrat Abadi Tendeand Manado). *Jurnal EMBA*, 4(4), 322–334.

- Riadi, S., & Haryadi. (2020). Pengendalian Jumlah Cacat Produk Pada Proses Cutting Dengan Metode Quality Control Circle (QCC) Pada PT.Toyota Boshoku Indonesia (Tbina). *Journal Industrial Manufacturing*, 5(1), 57–70.
- Ronny, A. (2020). Implementasi Manajemen Risiko Proyek Pada PT. XX Dengan Menggunakan Pendekatan House Of Risk (HOR) Berdasarkan ISO 31000: 2018. *Jurnal Teknik Industri Universitas Tanjungpura*, 4(2), 80–87.
- Rosadi, A. H., & Hamdhan, I. N. (2022). Identifikasi Risiko Pada Proyek Penanganan Longsor Lereng Jalan di Indonesia Dengan Metode HOR (House Of Risk). *Jurnal Jalan-Jembatan*, 39(2), 101–113.
- Rozudin, M., & Mahbubah, N. A. (2021). Implementasi Metode House Of Risk Pada Pengelolaan Risiko Rantai Pasokan Hijau Produk Bogie S2HD9C (Studi Kasus: PT Barata Indonesia). *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.24853/jisi.8.1.1-11>
- Safuruddin, & Hasibuan, S. (2020). Strategi mitigasi risiko proyek konstruksi utilitas pipa dan pekerjaan sipil: Studi kasus PDAM Jakarta. *Operations Excellence*, 12(1), 74–87.
- Saori, S., Melati, R., Nuralamsyah, M., Djorghi, E. R. S., & Ulhaq, A. (2021). Analisis Pengendalian Mutu Pada Industri Lilin (Studi kasus pada PD.Ikram Nusa Persada Kota Sukabumi). *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(10), 2133–2138.
- Sari, S. S. M., Khasanah, S., Pasha, S., & Sanjaya, V. F. (2021). Pengaruh Motivasi, Reward dan Punishment Terhadap Kinerja Karyawan (Studi Kasus Klinik Kecantikan Puspita Bandar Lampung). *Jurnal Ilmu Manajemen Saburai*, 7(1), 202.
- Setyaning, L. B., Riyanto, E., & Prasetyo, A. (2023). Analisa Manajemen Risiko pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(4), 397–404. <http://iptek.its.ac.id/index.php/jats>
- Soeryodarundio, K., Setiono, S., & Soengkar, R. R. (2022). Analisis Manajemen Risiko Proyek Dengan Metode Zero-One (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Universitas Islam Internasional Indonesia Depok). *Matriks Teknik Sipil*, 10(4), 375–380. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v10i4.63972>

- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 16, 1–9.
- Sukadana, I. W., Pujana, I. G., Yasa, I. W., Asna, I. M. (2024). Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap On Grid System Pada PT. BALIFOAM NUSA MEGAH BALI. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi)*. 6(2):,151-160.
- Sunarto, & Santoso, H. W. N. (2020). *Buku Saku Analisis Pareto*.
- Tajuddin, T., & Junaedi, A. (2021). Usulan Pengendalian Kualitas Pelayanan Pada PT. PEGUNUNGAN CARTENZ PAPUA Menggunakan Metode Statistical Processing Control. *Metode Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 1–17.
- Tarigan, E. (2022). Simulasi Sistem PLTS Atap dan Harga Satuan Energi Listrik Untuk Skala Rumah Tangga di Surabaya. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 18(2), 86–93. <https://doi.org/10.17529/jre.v18i2.25535>
- Ulfah, M. (2016). Framework of Risk Mitigation of Management of Refined Sugar Supply Chain with the House of Risk Model. *International Journal of Engineering Technology and Scientific Innovation*, 1(4), 400–414. www.ijetsi.org
- Ulfah, M., Trenggonowati, D. L., & Yasmin, F. Z. (2018). Proposed supply chain risk mitigation strategy of chicken slaughter house PT X by house of risk method. *MATEC Web of Conferences*, 218. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821804023>
- Wally, S. N., Jamlaay, O., & Marantika, M. (2022). Analisis Manajemen Risiko Pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Terpadu dan Perpustakaan MAN 1 Maluku Tengah. *Menara : Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 61–69.
- Wattimury, H., Walangitan, D. R. O., & Sibi, M. (2015). Identifikasi Faktor-Faktor Cost Overrun Biaya Overhead Pada Proyek Pembangunan Manado Town Square III. *Jurnal Sipil Statik*, 3(4), 260–267.
- Widianto, T., & Huda, M. (2019). Analisa Risiko Proyek Pembangunan Universitas Ciputra Tahap 4. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 7(1), 17–24.

- Wijaya, M. A., Handayani, D., Basuki, D. E., & Mukarim, R. N. (2024). Optimizing New Product Development in The Hijab Industry: A House of Risk Analysis on Marketing and Design Process. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industr*, 10(1), 73–82.
- Yuliani, M., Wahyuni, I., & Ekawati. (2021). Hubungan Antara Pengetahuan, Penerapan Prosedur Kerja, Punishment dan Stres Kerja Terhadap Safety Behavior Pada Pekerja Konstruksi di PT X. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 58–64. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>





LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner Penelitian

KUESIONER PENELITIAN
PENERAPAN METODE PERLAKUAN RISIKO PADA PROYEK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP
DI PT X

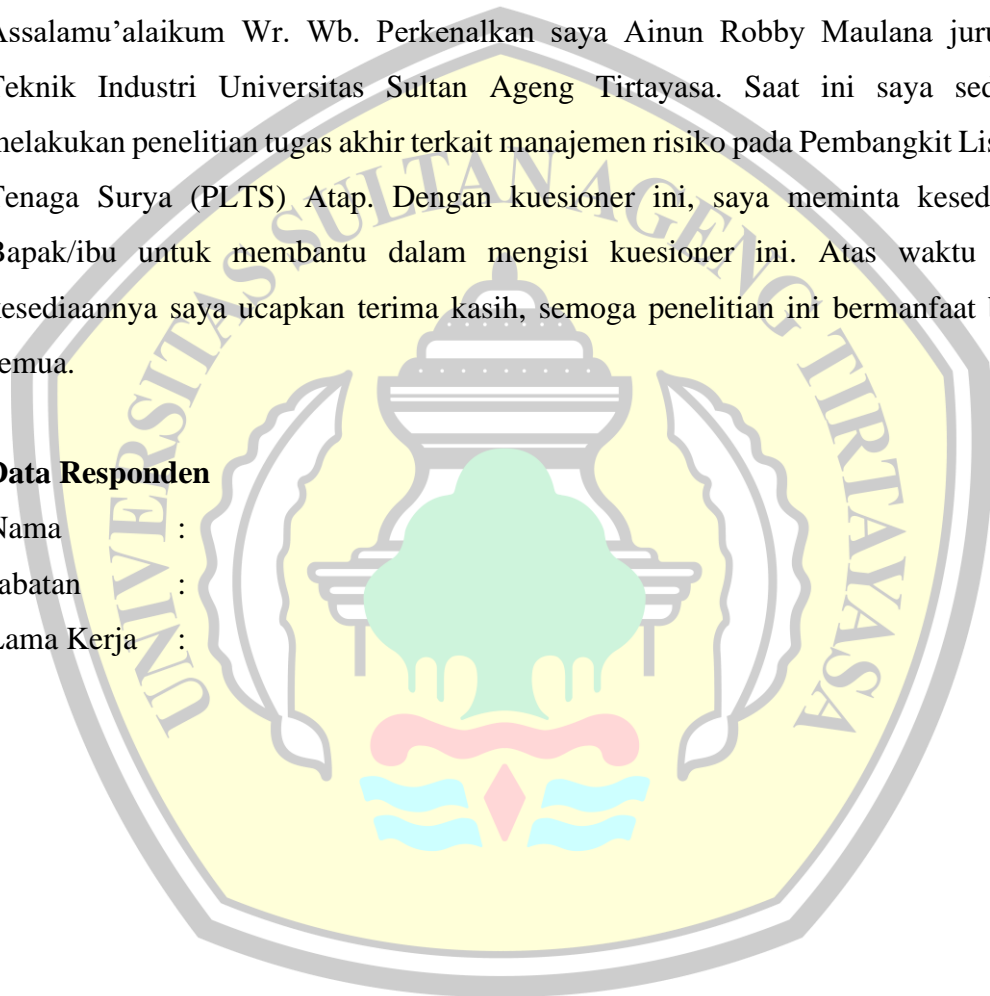
Assalamu'alaikum Wr. Wb. Perkenalkan saya Ainun Robby Maulana jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Saat ini saya sedang melakukan penelitian tugas akhir terkait manajemen risiko pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap. Dengan kuesioner ini, saya meminta kesediaan Bapak/ibu untuk membantu dalam mengisi kuesioner ini. Atas waktu dan kesediaannya saya ucapkan terima kasih, semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua.

Data Responden

Nama :

Jabatan :

Lama Kerja :



1. Kuesioner HOR Fase 1

Nilai *Severity* pada Kejadian Risiko

Petunjuk Pengisian

Kuesioner ini memuat beberapa kemungkinan kejadian risiko dan sumber risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya melalui wawancara. Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan tanda *checklist* (✓) pada salah satu alternatif jawaban sesuai dengan persepsi Bapak/Ibu. Pada tahap ini, Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian terhadap kejadian risiko berdasarkan nilai *severity* (tingkat dampak). Berikut merupakan parameter yang digunakan dalam memberikan nilai *severity* pada *risk event*:



Tabel 1. Level Dampak

Area Dampak		Tingkat Dampak				
		Tidak Signifikan (1)	Minor (2)	Moderat (3)	Signifikan (4)	Sangat Signifikan (5)
		1% - 19%	20% - 39%	40% - 59%	60% - 79%	80% - 99%
Beban Keuangan Perusahaan	Fraud	-	-	-	Rp 1 juta ≤ X < Rp 500 juta	X ≥ Rp 500 juta
	Non Fraud	X < Rp 10 juta	Rp 10 juta ≤ X < Rp 50 juta	Rp 50 juta ≤ X < Rp 250 juta	Rp 250 juta ≤ X < Rp 1,25 milyar	X ≥ Rp 1,25 milyar
Kepuasan Stakeholder		Hanya keluhan secara langsung lisan (tidak ada dokumentasi resmi)	Jumlah keluhan secara langsung lisan (dapat didokumentasikan) / tertulis ke organisasi ≤ 5	Jumlah keluhan secara langsung lisan (dapat didokumentasikan) / tertulis ke organisasi 5 < X ≤ 10	Pemberitaan negatif di media sosial dan atau media massa lokal dan atau surat pengaduan keluhan tingkat kota/pemerintah daerah	Pemberitahuan negatif di media massa nasional dan atau internasional dan atau surat pengaduan keluhan tingkat kementerian/pemerintah pusat
		Tingkat kepuasan stakeholder sebesar > 85 (skala 100)	Tingkat kepuasan stakeholder sebesar 80 < X ≤ 85 (skala 100)	Tingkat kepuasan stakeholder sebesar 75 < X ≤ 80 (skala 100)	Tingkat kepuasan stakeholder sebesar 70 < X ≤ 75 (skala 100)	Tingkat kepuasan stakeholder sebesar ≤ 70 (skala 100)
		Sangat puas	Puas	Sedang	Tidak Puas	Sangat Tidak Puas
Dampak Bisnis		Pengurangan Pendapatan < 0,5% YoY	Pengurangan Pendapatan 0,5 - 1% YoY	Pengurangan Pendapatan 1 - 1,5% YoY	Pengurangan Pendapatan 1,5 - 2% YoY	Pengurangan pendapatan 2-2,5% YoY dan di atasnya
		Sangat kecil pengaruhnya dalam pengambilan keputusan	Kecil pengaruhnya dalam pengambilan keputusan	Sedang pengaruhnya dalam pengambilan keputusan	Besar pengaruhnya dalam pengambilan keputusan	Sangat besar pengaruhnya dalam pengambilan keputusan
Dampak Organisasi		Pengurangan jumlah karyawan organik <3%	Pengurangan jumlah karyawan organik 3-5%	Pengurangan jumlah karyawan organik 5-7%	Pengurangan jumlah karyawan organik 7-9%	Pengurangan jumlah karyawan organik >10%
Sanksi Perusahaan		Teguran lisan	Teguran tertulis	SP-1	SP-2	SP-3
Penurunan Reputasi		Tingkat kepercayaan stakeholder sangat tinggi	Tingkat kepercayaan stakeholder tinggi	Tingkat kepercayaan stakeholder sedang	Tingkat kepercayaan stakeholder rendah	Tingkat kepercayaan stakeholder sangat rendah
Pencapaian KPI		Tingkat pencapaian sebesar ≥ 100 (Skala 100)	Tingkat pencapaian sebesar 90 ≤ x < 100 (Skala 100)	Tingkat pencapaian sebesar 80 ≤ x < 90 (Skala 100)	Tingkat pencapaian sebesar 70 ≤ x < 80 (Skala 100)	Tingkat pencapaian pelanggan < 70 (Skala 100)
		Jumlah koreksi < 2 transaksi dalam 1 tahun	Jumlah koreksi 2 ≤ x < 5 transaksi dalam 1 tahun	Jumlah koreksi 5 ≤ x < 8 transaksi dalam 1 tahun	Jumlah koreksi 8 ≤ x < 11 transaksi dalam 1 tahun	Jumlah koreksi ≥ 11 transaksi dalam 1 tahun

Tabel 1. Level Dampak (Lanjutan)

Area Dampak	Tingkat Dampak				
	Tidak Signifikan (1) 1% - 19%	Minor (2) 20% - 39%	Moderat (3) 40% - 59%	Signifikan (4) 60% - 79%	Sangat Signifikan (5) 80% - 99%
Sanksi Pidana, Perdata dan atau Administratif	-	-	Administratif: Tergugat adalah Level Management dan Karyawan	Pidana: $2 < x \leq 5$ tahun Perdata: $25 \text{ M} < x \leq 100 \text{ M}$ Administratif: Tergugat adalah Level Management dan Karyawan	Pidana: > 5 tahun Perdata: $> 100 \text{ M}$
Sanksi Pihak Ketiga	Teguran lisan	Teguran tertulis/resmi	Dikenakan denda sebesar $x \leq 50$ juta	Dikenakan denda sebesar $50 < x \leq 100$ juta	Dikenakan denda sebesar $x > 100$ juta
Kecelakaan Kerja	Teguran lisan	Teguran tertulis/resmi 1	Teguran tertulis/resmi 2	Teguran tertulis/resmi 3	Pencabutan izin usaha
Gangguan terhadap Layanan Unit Kerja	Ancaman psikis	Cedera fisik dan mental ringan	Cedera fisik dan mental sedang	Cedera fisik dan mental berat	Cacat anggota tubuh atau kematian
Dampak Lingkungan	$x < 25\%$ dari jam operasional harian	$25\% < x \leq 50\%$ dari jam operasional layanan harian	$50\% < x \leq 75\%$ dari jam operasional layanan harian	$75\% < x \leq 90\%$ dari jam operasional layanan harian	$x \geq 90\%$ dari jam operasional layanan harian
Dampak Sosial	Temuan minor internal	Temuan mayor internal	Surat teguran dari Dinas LH	Terkena denda/sanksi	Izin operasional dicabut
Temuan Audit	Hanya keluhan masyarakat secara lisan (Tidak ada dokumentasi resmi)	Jumlah keluhan masyarakat secara langsung lisan (Dapat didokumentasikan)/tertulis ke organisasi ≤ 5	Jumlah keluhan masyarakat secara langsung lisan (Dapat didokumentasikan)/tertulis ke organisasi $5 < x \leq 10$	Pemberitaan negatif di media sosial dan atau media massa lokal dan atau surat pengaduan keluhan tingkat kota/pemerintah daerah	Perusakan fasilitas perusahaan dan atau tindakan kriminal terhadap personel organisasi
	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> tidak terganggu	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> di area sekitar perusahaan terganggu	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> di area kawasan terganggu	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> di area kecamatan terganggu	Masyarakat/ <i>stakeholder</i> di area kota terganggu
Perasaan Terancam	Temuan observasi internal/eksternal	Temuan minor internal	Temuan mayor internal	Temuan minor eksternal	Temuan mayor eksternal
	Sangat nyaman	Nyaman	Sedang	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman

Contoh

Apabila menurut Bapak/Ibu ”*Client* tidak tertarik dengan proyek PLTS” memiliki **dampak signifikan** maka berikan *checklist* (✓) pada kolom dengan nomor 4.

Kode	Risk Event	Severity				
		1	2	3	4	5
E1	<i>Client</i> tidak tertarik dengan proyek PLTS				✓	

Nilai Severity pada Risk Event

Kode	Kejadian risiko (<i>risk event</i>)	Severity				
		1	2	3	4	5
E1	<i>Client</i> tidak tertarik dengan proyek PLTS					
E2	Legalitas <i>client</i> tidak memadai					
E3	<i>Client</i> tidak layak untuk ditawarkan proyek PLTS					
E4	Kesalahan dan kekurangan pengambilan data serta pengukuran saat survei					
E5	Proyek PLTS tidak layak dibangun					
E6	Penawaran proyek PLTS tidak menarik bagi <i>client</i>					
E7	Terdapat <i>scope</i> pekerjaan atau skema transaksi yang tidak dimasukkan di dalam kontrak					
E8	Penawaran harga dari vendor tidak sesuai dengan estimasi					
E9	Terdapat banyaknya <i>variation order</i>					
E10	Tender terhambat					
E11	Material yang digunakan tidak sesuai dengan yang direncanakan					
E12	Banyak material yang hilang dan rusak					
E13	Peralatan kerja rusak					
E14	Terjadi kecelakaan kerja					
E15	Kesalahan dalam pemasangan material atau komponen PLTS					
E16	Perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan tidak sesuai					
E17	Kesulitan dalam pengangkutan material dan peralatan					
E18	Pemasangan PLTS tertunda					
E19	Kualitas hasil proyek dan operasi PLTS tidak sesuai perencanaan					
E20	Penggantian komponen utama diluar <i>schedule</i>					
E21	Peningkatan nilai investasi proyek diluar perencanaan biaya					
E22	<i>Client</i> tidak mampu untuk melakukan transaksi atau pembayaran dari skema bisnis yang ditawarkan					
E23	Pendapatan listrik dari PLTS tidak sesuai dengan studi kelayakan					
E24	Kendala dalam <i>claim</i> garansi					

Nilai *Occurance* pada *Risk Agent*

Petunjuk Pengisian

Kuesioner ini memuat beberapa kemungkinan kejadian risiko dan sumber risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya melalui wawancara. Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan tanda *checklist* (✓) pada salah satu alternatif jawaban sesuai dengan persepsi Bapak/Ibu. Pada tahap ini, Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian terhadap sumber risiko berdasarkan nilai *occurance* (tingkat kemungkinan). Berikut merupakan parameter yang digunakan dalam memberikan nilai *occurance* pada *risk agent*:

Tabel 2. Tingkat Kemungkinan

Frekuensi Kejadian	Kemungkinan Keterjadian	Estimasi Probabilitas	Tingkat Kemungkinan		
			Sebutan	Kode	Skor
1-3 kali kejadian dalam beberapa tahun	Hampir tidak mungkin terjadi	1% - 19%	Sangat Kecil	SK	1
1-3 kali kejadian dalam satu tahun	Kemungkinan kecil terjadi	20% - 39%	Kecil	K	2
1-3 kali kejadian dalam satu semester	Dapat terjadi dan dapat juga tidak	40% - 59%	Sedang	S	3
1-3 kali kejadian dalam satu triwulan	Kemungkinan besar terjadi	60% - 79%	Besar	B	4
1-3 kali dalam satu bulan	Hampir pasti terjadi	80% - 99%	Sangat Besar	SB	5

Contoh

Apabila menurut Bapak/Ibu ” Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari *client*” memiliki kemungkinan terjadi **besar** maka berikan *checklist* (✓) pada kolom dengan nomor 4.

Kode	<i>Risk Agent</i>	<i>Occurance</i>				
		1	2	3	4	5
A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>				✓	

Nilai Occurance pada Risk Agent

Kode	Sumber risiko (<i>risk agent</i>)	Occurrence				
		1	2	3	4	5
A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>					
A2	Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap					
A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai					
A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei					
A5	Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang					
A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS					
A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan					
A8	<i>Benefit</i> yang ditawarkan kurang cocok					
A9	Terdapat penawaran lebih baik dari pesaing					
A10	Ketidakjelasan klausul di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>					
A11	Penawaran vendor terlalu tinggi					
A12	Vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan					
A13	Vendor tidak tertarik dengan tender yang ditawarkan					
A14	Jumlah peserta tender tidak memenuhi kuota tender					
A15	Keterlambatan pengecekan dokumen hasil tender					
A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat					
A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>					
A18	Tidak ada pemeliharaan peralatan secara berkala					
A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku					
A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS					
A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat					
A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau					
A23	Kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material					
A24	Kondisi alam dan cuaca					
A25	Produktivitas kerja rendah					
A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>					
A27	Adanya perbedaan <i>energy yield forecasting</i> pembangkitan PLTS dengan aktual					
A28	Perawatan dan pemeliharaan PLTS belum optimal					
A29	Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana					
A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil					
A31	Kurangnya kelengkapan data saat <i>claim</i> garansi					
A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>					

Lampiran 2. Hasil Kuesioner Penilaian *Severity* Pada Kejadian Risiko

Kode	Kejadian risiko (<i>risk event</i>)	Responden					Modus
		1	2	3	4	5	
E1	<i>Client</i> tidak tertarik dengan proyek PLTS	2	2	1	2	2	2
E2	Legalitas <i>client</i> tidak memadai	3	4	4	4	3	4
E3	<i>Client</i> tidak layak untuk ditawarkan proyek PLTS	3	3	3	2	4	3
E4	Kesalahan dan kekurangan pengambilan data serta pengukuran saat survei	5	5	4	5	5	5
E5	Proyek PLTS tidak layak dibangun	5	4	5	4	4	4
E6	Penawaran proyek PLTS tidak menarik bagi <i>client</i>	3	2	4	3	3	3
E7	Terdapat <i>scope</i> pekerjaan atau skema transaksi yang tidak dimasukkan di dalam kontrak	2	3	3	3	2	3
E8	Penawaran harga dari vendor tidak sesuai dengan estimasi KCE	3	4	3	3	3	3
E9	Terdapat banyaknya <i>variation order</i>	2	3	3	2	3	3
E10	Tender terhambat	5	5	3	5	4	5
E11	Material yang digunakan tidak sesuai dengan yang direncanakan	3	3	5	3	4	3
E12	Banyak material yang hilang dan rusak	4	4	3	4	2	4
E13	Peralatan kerja rusak	4	3	4	3	3	3
E14	Terjadi kecelakaan kerja	4	4	5	4	5	4
E15	Kesalahan dalam pemasangan material atau komponen PLTS	4	4	4	4	3	4
E16	Perencanaan saat studi kelayakan dengan kondisi lapangan tidak sesuai	5	5	5	5	5	5
E17	Kesulitan dalam pengangkutan material dan peralatan	3	2	1	2	2	2
E18	Pemasangan PLTS tertunda	5	5	4	4	5	5
E19	Kualitas hasil proyek dan operasi PLTS tidak sesuai perencanaan	5	5	5	5	5	5
E20	Penggantian komponen utama diluar <i>schedule</i>	4	4	5	5	4	4
E21	Peningkatan nilai investasi proyek diluar perencanaan biaya	5	4	5	5	5	5
E22	<i>Client</i> tidak mampu untuk melakukan transaksi atau pembayaran dari skema bisnis yang ditawarkan	5	5	5	5	5	5
E23	Pendapatan listrik dari PLTS tidak sesuai dengan studi kelayakan	5	4	4	4	5	4
E24	Kendala dalam <i>claim</i> garansi	2	4	3	3	3	3

Lampiran 3. Hasil Kuesioner Penilaian *Occurence* Pada Sumber Risiko

Kode	Sumber risiko (<i>risk agent</i>)	Responden					Modus
		1	2	3	4	5	
A1	Tidak sesuai dengan rencana jangka panjang dari <i>client</i>	1	1	2	1	2	1
A2	Izin usaha <i>client</i> tidak lengkap	2	2	2	1	2	2
A3	Kondisi finansial <i>client</i> tidak memadai	2	2	3	1	2	2
A4	Kurangnya pemahaman dan kemampuan personel survei	2	2	2	1	1	2
A5	Struktur bangunan eksisting tidak mampu menampung beban PLTS yang akan dipasang	1	1	1	1	1	1
A6	Sistem kelistrikan eksisting tidak mampu untuk dilakukan penambahan sistem kelistrikan PLTS	2	1	1	2	2	2
A7	Secara finansial model proyek PLTS tidak memenuhi standar kelayakan	1	2	2	1	1	1
A8	<i>Benefit</i> yang ditawarkan kurang cocok	2	2	2	1	1	2
A9	Terdapat penawaran lebih baik dari pesaing	2	1	2	2	2	2
A10	Ketidakjelasan klausul di dalam kontrak kerjasama dengan <i>client</i>	1	1	1	1	1	1
A11	Penawaran vendor terlalu tinggi	1	2	2	2	2	2
A12	Vendor melakukan kesalahan kalkulasi dalam penawaran yang telah diberikan	4	3	3	2	3	3
A13	Vendor tidak tertarik dengan tender yang ditawarkan	2	1	1	2	1	1
A14	Jumlah peserta tender tidak memenuhi kuota tender	2	2	2	4	3	2
A15	Keterlambatan pengecekan dokumen hasil tender	4	1	1	1	2	1
A16	Pengawasan pekerjaan kurang ketat	2	3	4	3	3	3
A17	Kesalahan personel <i>quality control</i>	2	2	3	1	2	2
A18	Tidak ada pemeliharaan peralatan secara berkala	2	2	1	2	1	2
A19	Tidak mematuhi aturan keselamatan kerja, metode kerja dan standar yang berlaku	3	4	2	3	3	3
A20	Kurangnya pengalaman dan kompetensi dari <i>project execution</i> PLTS	3	2	2	3	3	3
A21	Perencanaan dan <i>engineering</i> tidak akurat	2	2	4	2	2	2
A22	Lokasi pemasangan PLTS sulit dijangkau	2	2	2	1	3	2
A23	Kesalahan perencanaan dalam mobilisasi material	2	2	2	3	2	2
A24	Kondisi alam dan cuaca	5	5	4	4	5	5
A25	Produktivitas kerja rendah	3	2	1	2	2	2
A26	Instalasi PLTS tidak sesuai standar dan <i>engineering</i>	3	3	2	3	2	3
A27	Adanya perbedaan <i>energy yield forecasting</i> pembangkitan PLTS dengan aktual	3	2	1	1	1	1
A28	Perawatan dan pemeliharaan PLTS belum optimal	2	2	1	2	2	2
A29	Adanya penambahan <i>scope</i> pekerjaan dan material diluar rencana	2	3	2	3	3	3
A30	Kondisi ekonomi global atau nasional yang tidak stabil	5	5	2	3	5	5
A31	Kurangnya kelengkapan data saat <i>claim</i> garansi	2	2	2	2	3	2
A32	Kerusakan komponen akibat <i>human error</i>	3	3	1	3	2	3

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Nama : Ainun Robby Maulana
NIM : 3333200061
Tempat/Tanggal Lahir: Cilegon/11 November 2002
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Email : 3333200061@untirta.ac.id
No. Handphone : 089639183764
Alamat : Komplek KS Taman Baru,
Kota Serang, Prov. Banten 42162



Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Angkatan : 2020

Riwayat Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 6 Kota Serang, Banten
SLTP : SMPN 1 Kota Serang, Banten
SLTA : SMAN 2 Kota Serang, Banten

Prestasi Terbaik Pribadi

1. Peserta Magang Bersertifikat Kampus Merdeka (MBKM) di PT Krakatau Chandra Energi periode November 2023 - April 2024
2. Narasumber pada Pelatihan Desain "Introduction to Figma Basics & Planning Your Portfolio in Figma" HMTI FT UNTIRTA 2023

Riwayat Organisasi

1. Kepala Departemen HUMINFO HMTI FT UNTIRTA Periode 2022/2023
2. Anggota Departemen HUMINFO HMTI FT UNTIRTA Periode 2021/2022
3. Anggota Sekbid IX OSIS XXXVI SMAN 2 Kota Serang

Riwayat Kepanitiaan

1. Koordinator Divisi Publikasi, Dokumentasi dan Dekorasi Kaderisasi Tingkat 1 2022 HMTI FT UNTIRTA

2. Koordinator Divisi Publikasi, Dokumentasi dan Dekorasi Latihan Kepemimpinan 2021 HMTI FT UNTIRTA
3. Wakil Ketua INDEX 2023 HMTI FT UNTIRTA

Kompetensi yang dikuasai

1. Microsoft Office (Word, Excel, Power Point, Visio)
2. Adobe Premier Pro

