

ANALISIS RISIKO PROYEK JARINGAN TRANSMISI DENGAN METODE *DECISION TREE* DAN *EXPECTED MONETARY VALUE*

Patrickson Christian Sianturi¹ dan Oei Fuk Jin²

¹Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
patrickson.327221008@stu.untar.ac.id

²Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
fukjin.untar@gmail.com

Masuk: 09-01-2024, revisi: 09-04-2024, diterima untuk diterbitkan: 07-11-2024

ABSTRACT

The imbalance between electricity demand and supply in Indonesia necessitates strategic evaluation and action. In response to this issue, the government of the Republic of Indonesia, through the Ministry of ESDM, has designated the construction of the Sumatra 500 kV transmission network as a National Strategic Project to support the growth of communities in Sumatra. This project, undertaken by PT XYZ, poses significant risks for the company as the contractor. Research is conducted through several analysis method such as consequences-probability matrix to identify risks, decision tree method and expected monetary value to determine the risk values. From the study involving 30 respondents and 54 risk variables across 7 categories, four high-risk variables, 46 moderate-risk variables, and four low-risk variables are identified. The most impactful risk category for the project is finance and economics. The four variables with the most substantial impact are: 1) Slow land acquisition and compensation processes; 2) Project funding delays due to the owner's late advance payments/terms; 3) Theft/loss of tower structure and stringing materials; 4) Unavailability of access for materials and equipment to the location. The total cost that needs to be allocated for these four risks to be handled is Rp 88.532.244.788.

Keywords: transmission, risk analysis, risk matrix, decision tree, expected monetary value.

ABSTRAK

Ketidakeimbangan antara kebutuhan dan pasokan listrik di Indonesia menginduksi perlunya evaluasi dan tindakan strategis. Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, pemerintah Republik Indonesia, melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, menetapkan pembangunan jaringan transmisi Sumatera 500 kV sebagai Proyek Strategis Nasional (PSN) guna mendukung pertumbuhan masyarakat di Pulau Sumatera. Proyek ini, terutama pada paket 3 yang dikerjakan oleh PT XYZ, memiliki risiko yang signifikan bagi perusahaan sebagai kontraktor. Penelitian dilakukan melalui analisis kualitatif menggunakan matriks probabilitas-dampak untuk mengidentifikasi risiko dan analisis kuantitatif dengan metode *decision tree* disertai *expected monetary value* (EMV) untuk mengetahui nilai risikonya. Pada penelitian yang melibatkan 30 responden terhadap 54 variabel risiko dalam 7 kategori ini, teridentifikasi 4 variabel risiko dengan tingkat tinggi, 46 variabel risiko dengan tingkat sedang, dan 4 variabel risiko dengan tingkat rendah. Kategori risiko yang paling dominan dan berdampak pada proyek adalah keuangan dan ekonomi. Keempat variabel risiko dengan dampak paling besar adalah 1) Lambatnya proses akuisisi dan kompensasi lahan; 2) Pendanaan proyek terhambat karena terlambatnya uang muka/termin dari *owner*; 3) Pencurian/kehilangan material struktur *tower* dan *stringing*; 4) Tidak tersedianya akses untuk material dan peralatan ke lokasi. Total biaya yang perlu dialokasikan untuk menangani empat risiko tersebut adalah Rp 88.532.244.788.

Kata kunci: transmisi, analisis risiko, matriks risiko, *decision tree*, *expected monetary value*.

1. PENDAHULUAN

Data yang berasal dari situs Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) (2020) menyajikan informasi bahwa total kapasitas pembangkit listrik nasional yang telah terpasang mencapai sekitar 71.000 MW. Sejalan dengan proyeksi pertumbuhan ekonomi yang diperkirakan akan meningkat sekitar 6-7% per tahun, Kementerian ESDM memproyeksikan bahwa kebutuhan pasokan listrik akan meningkat hingga 35.000 MW. Proyek pembangunan jaringan transmisi Sumatera 500 kV merupakan salah satu Proyek Strategis Nasional (PSN) yang diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengatasi tantangan pasokan listrik tersebut.

Proyek ini terdiri dari tiga paket, dan fokus penelitian ini terletak pada paket 3 dengan panjang jaringan mencapai 554 kilometer sirkuit, dimulai dari Muara Enim hingga New Aur Duri, Jambi. Dalam proyek yang memiliki tingkat

kompleksitas tinggi, seperti lokasi yang beragam atau jarak yang cukup jauh, kriteria tersebut sesuai dengan proyek transmisi 500 kV paket 3 dan diyakini memiliki risiko dalam pelaksanaannya.

Risiko-risiko yang muncul dalam proyek konstruksi memerlukan strategi yang tepat untuk merespons risiko tersebut, baik dalam upaya pencegahan (*preventive*) maupun pengurangan dampak (*mitigation*), dengan tujuan meningkatkan kinerja proyek (Tandy, 2016). Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi risiko yang mungkin terjadi pada proyek jaringan transmisi paket 3 Sumatera, menganalisis faktor risiko yang memiliki nilai risiko tertinggi, menganalisis nilai dampak dari risiko, serta merumuskan respon yang diperlukan terhadap risiko-risiko tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan dalam perencanaan manajemen risiko untuk konstruksi jaringan transmisi dimasa depan, termasuk pada pembangunan Ibu Kota Negara (IKN).

Risiko

Flanagan dan Norman (1993) mendefinisikan risiko sebagai faktor pemicu terjadinya keadaan yang tidak diinginkan, yang dapat menyebabkan kerugian, kerusakan, atau kehilangan. Pandangan Halpin et al. (2017) menyatakan bahwa risiko adalah variasi hasil yang mungkin terjadi selama periode tertentu dalam kondisi tertentu. Oleh karena itu, analisis risiko adalah suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengukur, mengembangkan, memilih, dan mengelola risiko dengan cara yang sistematis dan terstruktur. Analisis risiko mencakup tiga aspek utama, yakni identifikasi risiko, penilaian risiko, dan pengelolaan risiko. Risiko sendiri terdiri dari dua komponen utama, yaitu kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*impact*) (Frame, 2003). Kedua komponen ini menyebabkan definisi risiko menjadi suatu yang sulit dilakukan secara pasti. Skor risiko, baik besar maupun kecil, didasarkan pada hasil perkalian kedua komponen tersebut. Semakin tinggi nilai kemungkinan atau dampak risiko, semakin besar pengaruhnya terhadap kategorisasi risiko sebagai risiko tinggi.

Manajemen Risiko

Office of Statewide Project Management Improvement (2007) mengungkapkan bahwa manajemen risiko merupakan perencanaan sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, merespon, dan memonitor risiko proyek. *Project Management Body of Knowledge* (2017) menjelaskan manajemen risiko sebagai proses perencanaan, identifikasi, analisis, perencanaan respon, implementasi respon, dan pemantauan risiko pada proyek. Tujuannya adalah memaksimalkan peluang dan dampak dari kejadian positif serta mengurangi peluang dan dampak dari kejadian negatif terhadap sasaran proyek. Manajemen risiko yang efektif bersifat proaktif, bukan reaktif, sehingga rencana pengelolaan risiko harus dilakukan sedini mungkin (Wantouw, 2014). *Project Management Institute* (2017) menguraikan metodologi dasar manajemen risiko, meliputi:

- *Risk Management Planning*: Menentukan pendekatan, perencanaan, dan pelaksanaan aktivitas manajemen risiko.
- *Risk Identification*: Menentukan faktor yang dapat mempengaruhi proyek dan mendefinisikan karakteristiknya.
- *Qualitative Risk Analysis*: Membuat gambaran prioritas risiko secara deskriptif untuk analisis lebih lanjut.
- *Quantitative Risk Analysis*: Menganalisis efek risiko secara numerik pada tujuan proyek.
- *Risk Response Planning*: Memilih perilaku atau tindakan untuk meningkatkan peluang atau mengurangi kemungkinan ancaman.
- *Risk Monitoring and Controlling*: Mengawasi risiko yang telah teridentifikasi, memonitor sesuai dengan risk appetite dan risk tolerance, mengidentifikasi risiko baru, dan mengevaluasi efektivitas penanganan risiko pada siklus hidup proyek secara keseluruhan.

Pada proses manajemen risiko, analisis risiko diikuti dengan respon risiko. Respon risiko adalah proses pemilihan pengembangan strategi, menjabarkan tindakan, untuk memperoleh peluang positif yang lebih baik dan mengurangi dampak negatif yang berpengaruh terhadap hasil dari tujuan proyek (Sukirno, 2015). Menurut Nurhayati (2014), alternatif untuk merespon risiko adalah:

- a. *Avoid*, adalah suatu strategi untuk meniadakan risiko sepenuhnya.
- b. *Transfer*, yaitu memindahkan Sebagian risiko ke individu, entitas bisnis atau organisasi lain.
- c. *Mitigate*, yaitu mengurangi kemungkinan terjadinya risiko dan mengurangi kerugian akibat risiko.
- d. *Acceptance*, yaitu strategi menerima risiko karena lebih ekonomis untuk menerima risiko sebab tidak tersedia alternatif lain untuk merespon risiko

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode yang ada pada Manajemen Risiko Berbasis SNI 31000 (BSN, 2018) yaitu matriks probabilitas-dampak (*consequence/impact matrix*) dan *decision tree* yang ditambah dengan *expected monetary value* (EMV). Menurut Gusti (2015), metode matriks probabilitas-dampak merupakan matriks yang digunakan untuk memetakan probabilitas terjadinya risiko dan juga dampaknya pada tujuan proyek untuk

menghasilkan level prioritas risiko dari yang tertinggi hingga terendah, lalu berdasarkan Standar Nasional Indonesia IEC/ISO 31010 (BSN, 2016), kelebihan dari metode ini adalah relatif mudah digunakan dan cepat untuk menyediakan peringkat risiko dalam tingkat kepentingan yang berbeda. Variabel risiko didapatkan dari studi literatur mengenai penelitian proyek sejenis, yaitu penelitian Trisanto & Wiguna (2012) serta Hartono & Wiguna (2023), lalu dilakukan pemilihan variabel yang sesuai dengan indikator penelitian dan karakteristik proyek transmisi paket 3 Sumatera. Pengumpulan data diperoleh dari kuesioner yang telah disebarakan kepada 30 responden yang terlibat langsung dalam proyek untuk mendapatkan nilai probabilitas dan dampak dari tiap variabel risiko dan juga menggunakan data-data proyek jaringan transmisi 500 kV paket 3 Sumatera. Pemilihan responden didasari atas pengalaman yang dimiliki pada pekerjaan sejenis agar hasil penelitian *reliable* dan tepat sasaran.

Menurut Iin (2017), standar pengukuran dilakukan dengan menggunakan skala likert sebagai berikut:

- Skala likert untuk probabilitas:
 - Sangat jarang (peluang $\leq 20\%$) = 1
 - Jarang (peluang $20\% \leq x \leq 40\%$) = 2
 - Biasa (peluang $40\% \leq x \leq 60\%$) = 3
 - Sering (peluang $60\% \leq x \leq 80\%$) = 4
 - Sangat sering (peluang $80\% \leq x$) = 5
- Skala likert untuk dampak:
 - Sangat kecil (tidak berpengaruh) = 1
 - Kecil (sedikit berpengaruh) = 2
 - Biasa (menggangu) = 3
 - Besar (cukup merugikan) = 4
 - Sangat besar (sangat merugikan) = 5

Hasil kuesioner kemudian dikonversikan sesuai skala peluang (*probability*) dan dampak (*impact*) dengan menggunakan standar PMBOK edisi ke-6 (2017) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai probabilitas, dampak, dan indeks level risiko

Probability x Impact					
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
Impact					
Keterangan:					
	Low	Moderate	High		

Interval pengelompokan level risiko berdasarkan tabel *risk matrix* diatas adalah sebagai berikut:

- Risiko rendah : 0,01 – 0,08
- Risiko sedang : 0,08 – 0,24
- Risiko tinggi : 0,24 – 0,72

Pembagian kategori level risiko diatas adalah sebagai berikut:

- Risiko rendah (*low*) cenderung diabaikan karena memiliki peluang kejadian yang kecil dan apabila terjadi, dampaknya pada proyek kecil
- Risiko sedang (*moderate*) dimana salah satu indeks baik peluang ataupun dampak memiliki nilai yang cukup tinggi sehingga perlu dilakukan antisipasi;
- Risiko tinggi (*high*) dimana peluang ke-jadian serta dampaknya tinggi, sehingga perlu dilakukan manajemen risiko atau pengelolaan yang baik untuk mengurangi peluang atau dampak risiko terhadap keberlangsungan proyek.

Nilai Risiko (NR) dari tiap variabel diperoleh dari:

$$NR = \text{Probabilitas} \times \text{Dampak} \tag{1}$$

Analisis lanjutan dengan *decision tree* dan *expected monetary value* (EMV) dilakukan pada risiko yang telah teridentifikasi dengan level tinggi. Penggunaan metode *decision tree* yang dikombinasikan dengan EMV bertujuan untuk menyusun skenario pengambilan keputusan yang terstruktur. Skenario ini disusun melalui pengumpulan data terkait variabel risiko, seperti dampak risiko yang dapat diukur dalam nilai uang, probabilitas terjadinya risiko, dan tindakan mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi probabilitas atau dampak risiko. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan ahli (*Project Manager*) yang terlibat langsung dalam proyek serupa dan melalui dokumen proyek. Setiap skenario *decision tree* direpresentasikan oleh *node* yang kemudian dihitung nilai EMV-nya dengan menjumlahkan hasil perkalian probabilitas dan nilai dampak risiko pada setiap cabang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data untuk analisis menggunakan metode matriks probabilitas-dampak dilakukan dengan menggunakan menyebarkan kuesioner terhadap 30 orang responden yang memiliki pengalaman pada proyek sejenis yang datanya dapat dilihat pada Tabel 2. Analisis dilakukan dengan mengkonversi hasil kuesioner dari skala likert ke dalam standar PMBOK seperti pada Tabel 1. Hasil rekapitulasi analisis dengan metode tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Data responden penelitian

No.	Jabatan	Jumlah
1	<i>Project Manager</i>	5
2	<i>Site Manager</i>	9
3	<i>Site Officer</i>	12
4	<i>Site Adm. Officer</i>	4
Jumlah		30

Tabel 3. Hasil rekapitulasi analisis risiko dengan metode matriks probabilitas-dampak

Variabel Risiko	Uraian	Tingkat Peluang	Tingkat Dampak	Nilai Risiko	Ranking	Kategori Risiko
Organisasi dan Managerial						
X1	Waktu pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan jadwal perencanaan	0,680	0,250	0,175	25	Medium
X2	Kurang/tidak kompetensinya pelaksana di lapangan	0,520	0,183	0,104	46	Medium
X3	Keterlambatan persetujuan dokumen oleh <i>owner</i>	0,440	0,250	0,112	43	Medium
X4	Kinerja subkontraktor yang kurang optimal yang menyebabkan penyelesaian proyek tertunda	0,640	0,267	0,168	26	Medium
X5	Keterlambatan dalam proses <i>commissioning</i>	0,540	0,233	0,126	40	Medium
X6	Keterlambatan proses penerbitan sertifikat pengoperasian yang baik	0,440	0,127	0,056	53	Low
X7	Keterlambatan <i>handover</i> proyek	0,333	0,320	0,106	45	Medium
Keuangan dan Ekonomi						
X8	Kesalahan perhitungan harga satuan pekerjaan	0,473	0,400	0,200	13	Medium
X9	Pendanaan proyek terhambat karena terhambatnya uang muka/termin dari <i>owner</i>	0,493	0,560	0,285	2	High

Tabel 3. Hasil rekapitulasi analisis risiko dengan metode matriks probabilitas-dampak (lanjutan)

Variabel Risiko	Uraian	Tingkat Peluang	Tingkat Dampak	Nilai Risiko	Ranking	Kategori Risiko
Keuangan dan Ekonomi						
X10	Biaya tidak terduga dari pungutan liar atau sumbangan yang diminta oleh masyarakat sekitar	0,593	0,237	0,151	33	Medium
X11	Perubahan kondisi ekonomi negara dan peraturan pemerintah di bidang keuangan	0,447	0,277	0,128	39	Medium
X12	Biaya investasi proyek melebihi pagu anggaran	0,553	0,260	0,146	36	Medium
X13	Biaya operasional dan maintenance yang sangat besar	0,567	0,347	0,207	12	Medium
Kebudayaan dan Lingkungan						
X14	Adanya isu oleh Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) kepada penduduk lokal mengenai bahaya adanya jalur transmisi	0,540	0,320	0,181	20	Medium
X15	Belum selesainya pembayaran ganti rugi lahan yang dilewati jalur transmisi	0,587	0,383	0,226	7	Medium
X16	Terhentinya pekerjaan sementara akibat libur nasional, upacara adat, dan sebagainya	0,513	0,143	0,074	51	Low
X17	Perintah penghentian pekerjaan oleh otoritas pemerintah daerah	0,447	0,190	0,089	48	Medium
X18	Perizinan dari otoritas pemerintah daerah belum keluar/terkendala	0,473	0,287	0,135	37	Medium
X19	Adanya oknum-oknum tidak bertanggung jawab yang mengganggu pelaksanaan proyek (pungutan liar)	0,593	0,353	0,219	8	Medium
X20	Lambatnya proses akuisisi dan kompensasi lahan	0,653	0,427	0,291	1	High
X21	Adanya penolakan warga terhadap pembebasan lahan	0,480	0,340	0,167	27	Medium
X22	Proses akuisisi lahan menimbulkan konflik dengan pihak lain (perusahaan sekitar)	0,507	0,337	0,178	23	Medium
X23	Protes masyarakat sekitar karena proyek tidak melibatkan warga lokal	0,533	0,107	0,058	52	Low
X24	Perubahan status kepemilikan lahan pada lahan yang dilalui jalur transmisi	0,480	0,260	0,133	38	Medium
X25	Adanya sengketa pada proses akuisisi lahan	0,440	0,420	0,191	15	Medium
X26	Penolakan masyarakat sekitar dari penetapan lokasi jalur transmisi	0,560	0,353	0,207	11	Medium
Desain Pekerjaan						
X27	Perubahan desain oleh owner	0,507	0,355	0,186	17	Medium
X28	Kesalahan desain oleh owner	0,400	0,462	0,196	14	Medium
X29	Spesifikasi teknis yang disyaratkan <i>owner</i> dalam dokumen Rencana Kerja & Syarat-syarat (RKS) tidak sesuai dengan kondisi lapangan	0,487	0,467	0,236	5	Medium
X30	Data <i>feasibility study</i> tidak akurat yang mengakibatkan adanya potensi kesalahan estimasi biaya	0,500	0,343	0,178	24	Medium

Tabel 3. Hasil rekapitulasi analisis risiko dengan metode matriks probabilitas-dampak (lanjutan)

Variabel Risiko	Uraian	Tingkat Peluang	Tingkat Dampak	Nilai Risiko	Ranking	Kategori Risiko
Desain Pekerjaan						
X31	Perencanaan yang tidak tepat memungkinkan terjadinya perubahan pada rencana yang sudah dibuat	0,480	0,430	0,210	10	Medium
X32	Kesalahan kalkulasi dan memproses data survei	0,467	0,297	0,152	31	Medium
X33	Hasil survei yang menentukan lokasi tower tidak akurat	0,527	0,207	0,109	44	Medium
Lokasi Pekerjaan						
X34	Tidak tersedianya akses untuk material dan <i>equipment</i> ke lokasi	0,640	0,393	0,255	3	High
X35	Tidak tersedianya sumber material pekerjaan sipil dan air kerja di lokasi	0,540	0,267	0,150	34	Medium
X36	Tidak tersedianya sumber daya listrik di lokasi untuk melakukan pekerjaan tertentu	0,613	0,280	0,184	19	Medium
X37	Tidak tersedianya alat komunikasi untuk koordinasi dan pengawasan	0,473	0,185	0,086	49	Medium
X38	Kondisi struktur tanah tiap lokasi membutuhkan metode dan waktu pekerjaan yang berbeda	0,540	0,333	0,185	18	Medium
X39	Produktifitas tenaga kerja lokal yang tidak sesuai harapan	0,567	0,300	0,179	22	Medium
X40	Kecelakaan kerja pekerjaan ketinggian	0,473	0,333	0,155	30	Medium
X41	Keadaan keamanan lokasi pekerjaan memungkinkan kehilangan material dan logistik	0,527	0,360	0,191	16	Medium
X42	Kesulitan menurunkan material (lokasi sulit dijangkau dari jalan utama)	0,540	0,280	0,152	32	Medium
Fisik Pekerjaan						
X43	Kerusakan peralatan saat pemakaian di lokasi yang memerlukan waktu lama untuk perbaikan	0,453	0,257	0,125	41	Medium
X44	Tidak lengkapnya material di lapangan untuk pekerjaan struktur tower dan <i>stringing</i>	0,473	0,307	0,147	35	Medium
X45	Pencurian/kehilangan material struktur tower dan <i>stringing</i>	0,580	0,420	0,250	4	High
X46	Tenaga teknis tidak memadai untuk pekerjaan tertentu yang membutuhkan keahlian	0,493	0,333	0,164	28	Medium
X47	Adanya cacat pada hasil pekerjaan sehingga tidak sesuai spesifikasi dan syarat teknis	0,500	0,408	0,211	9	Medium
X48	Kesalahan penerapan standar metode konstruksi untuk pekerjaan	0,440	0,415	0,180	21	Medium
X49	Pemborosan penggunaan material di lokasi	0,500	0,237	0,120	42	Medium
X50	Terjadinya kebakaran/percikan pada kabel akibat kesalahan konstruksi	0,300	0,115	0,038	54	Low
X51	Keterlambatan sampainya material di lokasi	0,560	0,273	0,161	29	Medium
X52	Kesalahan konstruksi yang menyebabkan tower rubuh	0,413	0,560	0,235	6	Medium

Tabel 3. Hasil rekapitulasi analisis risiko dengan metode matriks probabilitas-dampak (lanjutan)

Variabel Risiko	Uraian	Tingkat Peluang	Tingkat Dampak	Nilai Risiko	Ranking	Kategori Risiko
Kondisi Alam						
X53	Keadaan cuaca seperti hujan, angin, dan sebagainya yang menghambat pekerjaan	0,527	0,143	0,075	50	Low
X54	Adanya bencana alam seperti gempa, tanah longsor, dan sebagainya yang menghentikan pekerjaan	0,213	0,483	0,102	47	Medium

Berdasarkan olahan data tabel 3 di atas didapatkan bahwa risiko dengan level *high risk* adalah:

- X20 dengan kategori kebudayaan dan lingkungan, lambatnya proses akuisisi dan kompensasi lahan merupakan risiko paling tinggi dengan nilai risiko 0,291. Risiko yang terjadi pada proyek transmisi paket 3 ini berdampak pada jadwal pelaksanaan proyek karena pekerjaan *tower* tidak dapat dilakukan pada titik yang status lahannya masih belum bebas. Hal tersebut terjadi karena beberapa faktor, antara lain ada beberapa lahan yang merupakan lahan sengketa yang dokumen perizinannya belum lengkap sehingga perlu diselesaikan dengan proses hukum, dan terlebih lagi jalur transmisi sepanjang 227 km melewati beberapa lahan perkebunan kelapa sawit yang dikelola oleh beberapa perusahaan yang berdampak pada tingginya permintaan harga kompensasi lahan.
- X9 dengan kategori keuangan dan ekonomi, pendanaan proyek terhambat karena terlambatnya uang muka/termin dari *owner* menempati ranking risiko kedua dengan nilai risiko 0,285. Risiko ini berdampak pada pelaksanaan proyek, apabila anggaran terhambat maka terjadi reaksi berantai dari PT XYZ sebagai kontraktor utama hingga kepada vendor komponen *tower* dan *supplier* komponen elektrikal lainnya yang menyebabkan ditundanya pengiriman material konstruksi yang berdampak pada pelaksanaan proyek. Hal tersebut terjadi karena adanya kendala finansial/anggaran perusahaan *owner*.
- X34 dengan kategori lokasi pekerjaan, tidak tersedianya akses untuk material dan *equipment* ke lokasi menempati ranking keempat dengan nilai risiko 0,255. Risiko terjadi karena titik-titik pekerjaan menara berada di lokasi yang terpencil dan sulit dijangkau sehingga menyebabkan minimnya penerangan dan pengawasan yang mengakibatkan peluang pencurian material meningkat. Begitu juga dengan gudang proyek memiliki keamanan yang rendah dan kurangnya kesadaran masyarakat sekitar mengenai keberadaan dan manfaat dari proyek pemerintah tersebut.
- X45 dengan kategori fisik pekerjaan, pencurian/kehilangan material struktur *tower* dan *stringing* menempati ranking risiko ketiga dengan nilai 0,250. Risiko tersebut terjadi karena beberapa lokasi titik tower berada pada area yang sulit dijangkau, mulai dari perbukitan, kondisi tanah yang tidak stabil, dan permasalahan lainnya yang memberikan gangguan dalam pelaksanaan proyek dan juga meningkatkan waktu mobilisasi.

Risiko-risiko dengan level *high risk* diatas kemudian dianalisis dengan menggunakan metode *decision tree* dan EMV dengan penjelasan sebagai berikut:

- X20, risiko lambatnya proses akuisisi dan kompensasi lahan

Hasil wawancara menyatakan bahwa berdasarkan pengalaman sebelumnya, kerugian akibat risiko tersebut mencapai 7% dari anggaran pembebasan lahan, Data proyek menyatakan bahwa jumlah anggaran pembebasan lahan sejumlah Rp 379.759.627.831, maka dari itu dampak dari risiko adalah:

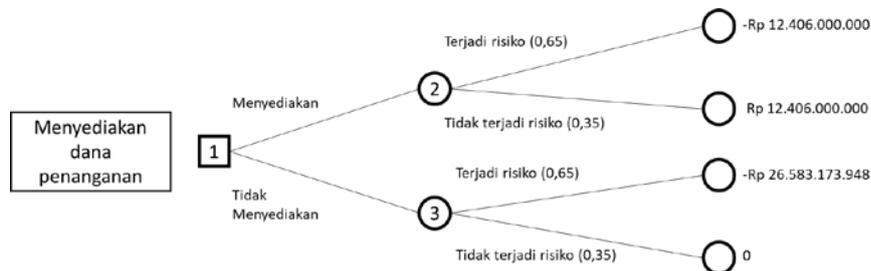
$$7\% \times \text{Rp } 379.759.627.831 = \text{Rp } 26.583.13.948$$

Nilai dampak dari risiko tersebut dapat diantisipasi dengan mengalokasikan dana cadangan untuk melakukan pembuatan jalur baru pada titik-titik yang sengketa. Data proyek menyatakan pembuatan rute baru untuk menghindari titik-titik lahan sengketa memerlukan biaya sebesar Rp 12.406.000.000. Rencana pekerjaan rute baru dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Simulasi rute baru (*reroute*)

Berdasarkan analisis sebelumnya risiko ini memiliki probabilitas 65%. Maka dari itu diagram pohon beserta perhitungan EMV-nya untuk menentukan keputusan oleh PT XYZ adalah seperti Gambar 2.



Gambar 2. Diagram *decision tree* risiko X20

Berdasarkan diagram pohon keputusan diatas, maka nilai EMV yang didapatkan dari dua pilihan tindakan yang mungkin dilakukan oleh perusahaan adalah:

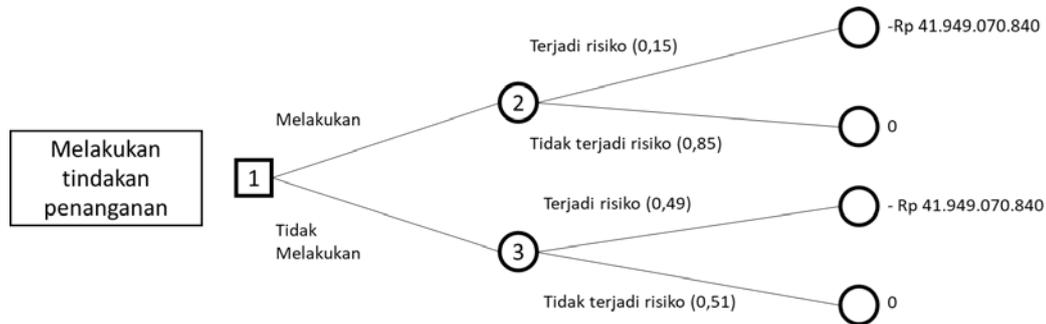
- o $Node\ 2 = 0.65(-Rp\ 12.406.000.000) + 0.35(Rp\ 12.406.000.000)$
 $= -Rp\ 3.721.800.000$
- o $Node\ 3 = 0.65(-Rp\ 26.583.173.948) + 0.35(Rp\ 0)$
 $= -Rp\ 17.279.063.066$

Mengacu pada perhitungan EMV diatas, maka pilihan tindakan yang paling tepat dilakukan oleh PT XYZ adalah dengan melakukan estimasi biaya untuk rute baru dan mempersiapkan alokasi dananya (*node 2*). Tindakan ini dapat menghasilkan dampak risiko yang lebih kecil daripada bekerja sesuai dengan rute awal.

- b. X9, risiko pendanaan proyek terhambat karena terlambatnya uang muka/termin dari *owner*
 Dokumen kontrak menyatakan bahwa pembayaran harus dilakukan tiap 3 bulan dan apabila ada keterlambatan maka akan ada kompensasi sebesar 2% dari nilai kontrak yaitu sebesar Rp 46.093.403.933. Keterlambatan pembayaran dari *owner* menyebabkan terjadinya kenaikan *indirect cost* sebesar Rp 88.042.474.722. Maka nilai dari dampak risiko tersebut adalah:
 - Eskalasi *indirect cost* kontraktor = Rp 88.042.474.722
 - Denda kepada *owner* = Rp 46.093.403.933

- Total = IDC - Denda
 = Rp 88.042.474.722 - Rp 46.093.403.933
 = Rp 41.949.070.840

Atas dasar nilai dampak konstruksi akibat keterlambatan tersebut, kontraktor perlu melakukan tindakan cepat untuk mengurangi probabilitas atau peluang risiko tersebut dengan cara melakukan koordinasi secara intensif dengan *owner* dan negosiasi dengan pendekatan komunikasi terbuka kepada *owner* terkait pembayaran. Tindakan tersebut ditargetkan dapat mengurangi probabilitas terjadinya risiko dari 49% menjadi 15%. Gambar 3 menunjukkan diagram pohon keputusan dan perhitungan EMV-nya.



Gambar 3. Diagram *decision tree* risiko X9

Berdasarkan diagram pohon diatas, dilakukan perhitungan EMV pada dua tindakan yang dapat dilakukan perusahaan untuk mengurangi dampak risiko. Berikut ini merupakan perhitungan kedua EMV:

- o *Node 2* = $0.15(-Rp\ 41.949.070.840) + 0.85(Rp\ 0)$
 = -Rp 6.292.360.626
- o *Node 3* = $0.49(-Rp\ 41.949.070.840) + 0.51(Rp\ 0)$
 = -Rp 20.555.044.711

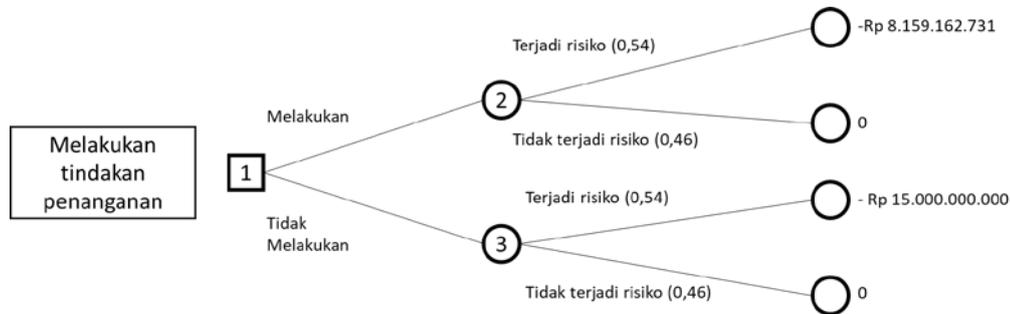
Mengacu pada perhitungan diatas didapatkan bahwa alternatif 1 dianggap dapat mengurangi dampak risiko yang mempengaruhi keberlangsungan proyek. Selain itu, dengan strategi tindakan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan *owner* kepada kontraktor, sehingga probabilitas terjadinya keterlambatan pembayaran uang muka/termin mendekati 0.

- c. X34, risiko tidak tersedianya akses untuk material dan *equipment* ke lokasi Rute pekerjaan jalur transmisi dari Muara Enim hingga New Aur Duri, Jambi ini melintasi wilayah yang didominasi perhutanan dan kebun kelapa sawit seperti pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Contoh lokasi pekerjaan transmisi

Hasil wawancara menemukan bahwa berdasarkan pengalamannya, kontraktor mengalami kerugian yang diestimasi mencapai Rp 15.000.000.000 akibat risiko tersebut yang dikarenakan pekerjaan menjadi terlambat dan meningkatkan biaya *overhead* proyek. Langkah strategis untuk mengurangi dampak dari risiko tersebut adalah perlu dilakukan pekerjaan akses jalan yang terdiri atas pengurusan perizinan, *land clearing*, serta pekerjaan jalan tanah. *Project Manager* menyatakan Panjang akses tambahan akan memerlukan biaya Rp 8.159.162.731. Berdasarkan analisis sebelumnya, probabilitas risiko X34 adalah sebesar 54%. Maka, diagram pohon keputusan dan perhitungan EMV risiko tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram *decision tree* risiko X34

Berdasarkan diagram pohon keputusan diatas, perhitungan EMV-nya adalah sebagai berikut:

- o *Node 2* = $0.54(-Rp\ 8.159.162.731) + 0.46(Rp\ 0)$
= -Rp 4.405.947.875
- o *Node 3* = $0.54(-Rp\ 15.000.000.000) + 0.46(Rp\ 0)$
= -Rp 8.100.000.000

Mengacu pada perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan akan lebih baik bagi kontraktor untuk mengambil alternatif 1, yaitu melakukan pekerjaan akses baru untuk mobilisasi material dan *equipment* daripada alternatif 2, yaitu tidak melakukan pekerjaan akses jalan yang menyebabkan keterlambatan dan naiknya biaya konstruksi.

- d. X45, risiko pencurian/kehilangan material struktur *tower* dan *stringing*
Pencurian pada proyek ini diindikasikan karena lokasi gudang dan proyek berada pada area terpencil dan kurangnya kepekaan masyarakat terhadap dampak dari pembangunan proyek tersebut. Lokasi gudang untuk proyek ini terlihat pada Gambar 6.

ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5
<ul style="list-style-type: none"> • Luas ±2 Ha • Konduktor 663 Haspel • OPGW 28 Haspel • Insulator 224 Box (9x27) • 27 Set Tower • Est Jarak Ke Tower = 55,6 Km 	<ul style="list-style-type: none"> • Luas ±2 Ha • Konduktor 668 Haspel • OPGW 28 Haspel • Insulator 224 Box (9x27) • 27 Set Tower • Est Jarak Ke Tower = 63 Km 	<ul style="list-style-type: none"> • Luas 2 ha • Konduktor 664 haspel • OPGW 28 haspel • Insulator 224 box (9x27) • 27 set tower • Est jarak ke tower : 32,8km 	<ul style="list-style-type: none"> • Luas ± 2 ha • Konduktor 666 haspel • OPGW 28 haspel • Insulator 224 box (9x27) • 27 set tower • Est jarak ke tower = 56,9 km 	<ul style="list-style-type: none"> • Luas ± 2 ha • Konduktor 664 haspel • OPGW 28 haspel • Insulator 224 box (9x27) • 87 set tower • Est jarak ke tower = 29 km
<ul style="list-style-type: none"> • Prabu Mulih s.d Musi Banyu Asin • Vol Tower : 126 Titik 	<ul style="list-style-type: none"> • Prabu Mulih s.d Musi Banyu Asin • Vol Tower : 126 Titik 	<ul style="list-style-type: none"> • Musi Banyu Asin • Vol Tower : 126 Titik 	<ul style="list-style-type: none"> • Musi Banyu Asin • Vol Tower : 126 Titik 	<ul style="list-style-type: none"> • Muaro Jambi • Vol Tower : 127 Titik

Gambar 6. Titik lokasi gudang penyimpanan material *tower* dan *stringing*

Berdasarkan data yang diperoleh dari proyek, nilai total material adalah Rp 1.845.243.932.300. *Project Manager* dari PT XYZ menyatakan bahwa walaupun sudah menerapkan sistem RFID (*Radio Frequency Identification*) pada komponen menara dan kabel, sepanjang pelaksanaan sering terjadi pencurian material yang merugikan perusahaan sekitar Rp 5 milyar atau sekitar 0,27% dari nilai total material. Maka nilai dampak dari risiko apabila terjadi adalah:

$$0,27 \% \times \text{Rp } 1.845.243.932.300 = \text{Rp } 5.000.000.000$$

Tindakan yang dapat dilakukan oleh kontraktor untuk mengurangi dampak dari risiko tersebut adalah dengan melakukan sosialisasi publik mengenai studi amdal kepada masyarakat seperti Gambar 7 yang dilakukan pada 10 Desember 2019 di Kabupaten Muaro Jambi.



Gambar 7. Sosialisasi pada masyarakat sekitar

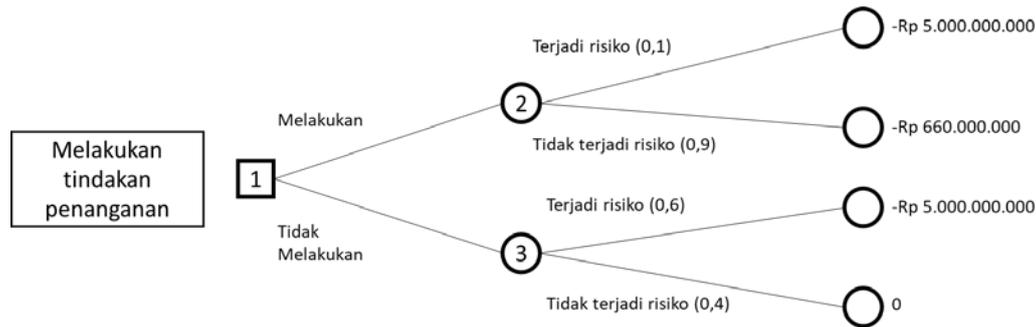
Kemudian merekrut masyarakat untuk ikut ambil peran dalam pelaksanaan proyek (menjadi keamanan gudang), dan memasang CCTV pada tiap gudang. Dana yang perlu dikeluarkan PT XYZ untuk melakukan tindakan tersebut adalah:

- o Sosialisasi = Rp 20.000.000
- o Penambahan Keamanan = Rp 2.000.000/bulan/orang
- o CCTV = Rp 2.000.000/set

Keamanan gudang yang efektif memerlukan tambahan personal dari masyarakat sekitar sejumlah 2 orang/gudang mengingat ukuran gudang yang cukup luas. Untuk CCTV diperlukan 2 set pada tiap gudang yang akan ditempatkan pada gerbang masuk dan area *laydown* material konstruksi. Tindakan-tindakan tersebut diharapkan dapat mengurangi probabilitas terjadinya pencurian material *tower* dan *stringing* dari 60% (hasil analisis matriks probabilitas-dampak) menjadi 10%. Total anggaran yang perlu dikeluarkan untuk tindakan pada seluruh gudang adalah:

- o Sosialisasi (5 titik) = Rp 20.000.000 × 5 titik
= Rp 100.000.000
 - o Penambahan Keamanan (2 org/titik) = Rp 1.500.000 × 2 org × 36 bulan × 5 titik
= Rp 540.000.000
 - o CCTV (2 set/titik) = Rp 2.000.000 × 2 set × 5 titik
= Rp 20.000.000
- Total = Rp 660.000.000

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dilakukan pembuatan diagram pohon keputusan beserta nilai EMV-nya untuk mengetahui dampak tindakan yang dilakukan. Diagram pohon keputusan dapat dilihat dari Gambar 8.



Gambar 8. Diagram *decision tree* risiko X45

Berdasarkan diagram pohon diatas, dilakukan perhitungan EMV untuk mengetahui tindakan mana yang memiliki nilai dampak yang paling kecil untuk perusahaan. Adapun perhitungan EMV-nya adalah sebagai berikut:

- o *Node 2* = $0.1(-Rp\ 5.000.000.000) + 0.9(-Rp\ 660.000.000)$
= -Rp 1.094.000.000
- o *Node 3* = $0.6(-Rp\ 5.000.000.000) + 0.4(Rp\ 0)$
= -Rp 3.000.000.000

Mengacu pada perhitungan diatas, didapatkan bahwa tindakan melakukan penanganan risiko seperti melakukan sosialisasi pada masyarakat sekitar lokasi gudang, merekrut masyarakat sekitar sebagai pekerja keamanan, dan memasang CCTV merupakan pilihan tindakan yang dianggap dapat mengurangi dampak risiko yang mempengaruhi keberlangsungan proyek karena memiliki nilai yang lebih kecil daripada mengabaikan risiko.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Dari 54 variabel risiko yang teridentifikasi, didapatkan 4 variabel dengan kategori risiko level tinggi, 46 variabel dengan kategori risiko level sedang, dan 4 variabel dengan kategori risiko level rendah.
2. Empat variabel dengan kategori risiko level tinggi yaitu, risiko lambatnya proses akuisisi dan kompensasi lahan, risiko pendanaan proyek terhambat karena terlambatnya uang muka/termin dari *owner*, risiko tidak tersedianya akses untuk material dan *equipment* ke lokasi, dan risiko pencurian/kehilangan material struktur *tower* dan *stringing*.
3. Nilai total dampak dari keempat risiko dengan kategori level tinggi tersebut adalah sebesar Rp 88.532.244.788.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *Manajemen Risiko - Teknik Penilaian SNI IEC/ISO 31010:2016*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). *Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000*. ISBN: 978-602-9394-21-4.
- Flanagan, R., dan Norman, G. (1993). *Risk Management and Construction*. Blackwell Publishing, Oxford. ISBN: 0-632-02816-5.
- Gusti, W. H. (2015). *Analisis Risiko Dalam Pekerjaan Konstruksi Piping pada Proyek EPC Pabrik yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Waktu*. Skripsi, Universitas Indonesia.
- Halpin, D. W., Senior, B. A., dan Lucko, G. (2017). *Construction Management (Fifth Edition)*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey. ISBN: 978-1-119-25680-9.
- Hartono, M., & Wiguna, I. P. A. (2023). *Risk Analysis on the Construction Project of the 150 kV Bangkalan High Voltage Transmission Network*. *Journal of Economics and Buisness UBS*, Vol. 12, No. 4, hal. 2223–2237. ISSN: 2774-7042.
- Iin, H. (2017). *Manajemen Risiko Teknologi Informasi pada Proyek Perusahaan XYZ Melalui Kombinasi COBIT, PMBOK, dan ISO 31000*. Tesis, Institut Teknologi Surabaya.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2020). *Kapasitas Pembangkit di Indonesia 71 GW*. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hingga-juni-2020-kapasitas-pembangkit-di-indonesia-71-gw/> [18 Agustus 2023]
- Nurhayati, A. (2014). *Identifikasi dan Analisis Risiko Proyek Konstruksi Gedung ITB*. Tesis, Institut Teknologi Bandung. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23836.16007>

- Office of Statewide Project Management Improvement. (2007). *Project Risk Management Handbook (Second Edition)*. Caltrans, Sacramento.
- Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (Sixth Edition)*. PMI, Inc., Pennsylvania. ISBN: 978-1-62825-184-5.
- Sukirno. (2015). *Analisis Resiko Waktu di Proyek Konstruksi Studi Kasus Proyek Ampuh Pressure Maintenance di Duri, Riau*. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 9, No. 3, hal. 201–210. ISSN: 1978-5658.
- Tandy, J. M. (2016). *Analisis Alur Risiko pada Proyek EPC Minyak & Gas Onshore Brownfield untuk Meningkatkan Kinerja Waktu dengan Metode Structural Equation Modeling*. Tesis, Universitas Indonesia.
- Trisanto, G., dan Wiguna, P. A. (2012). *Analisis Risiko Pekerjaan Proyek Pembangunan Jaringan Transmisi SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi)* [Prosiding]. Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVI, B61–B66. ISBN: 978-602-97491-5-1
- Wantouw, F., dan Mandagi, R. J. M. (2014). *Manajemen Resiko Proyek Pembangunan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Lopana-Teling*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol. 4, No. 4, hal. 239–256. ISSN: 2087-9334.

