

ANALISIS RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK BALAI LATIHAN KERJA KUPANG BERBASIS PMBOK UNTUK MENINGKATKAN KINERJA WAKTU

(Project Delay Risk Analysis Of The Kupang Work Training Center Project Based On PMBOK To Improve Time Performance)

Novika Candra Fertilia¹, Azzakkiyah Dina Saputri¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Indonesia

E-mail: chanwahyu14@gmail.com

Diterima 8 April 2025, Disetujui 27 Mei 2025

ABSTRAK

Kinerja waktu proyek merupakan hal krusial yang masih menjadi perhatian hingga saat ini. Industri konstruksi banyak mengalami keadaan yang tidak efisien secara kronis, seperti rendahnya produktivitas, banyak waste, pembengkakan biaya, dan keterlambatan. Pada proyek Balai Latihan Kerja Kupang, banyak terjadi kendala dalam pelaksanaannya, sehingga keterlambatan menjadi keniscayaan. Keterlambatan yang terjadi pada proyek ini mencapai 19.996% pada akhir kontrak, sehingga dilakukan addendum. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada analisis risiko penyebab keterlambatan proyek dengan analisis kuantitatif berbasis PMBOK 2017 dan juga memberikan rekomendasi strategi yang dapat diterapkan dalam mengendalikan risiko tersebut. Pada penelitian ini, pengumpulan data tahap awal dilakukan dengan mencari penyebab keterlambatan proyek yang bersumber dari literatur review, kemudian dilakukan validasi pakar tahap awal untuk validasi konten dan konstruk, kuisioner disebar kepada 35 responden. Instrumen penelitian diuji melalui uji validitas dan reliabilitas. Setelah melewati uji instrumen, analisis manajemen risiko dilakukan dengan merujuk analisis risiko kuantitatif pada PMBOK 2017. Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data ditemukan bahwa faktor material, alat, dan tenaga kerja termasuk dalam kategori risiko tinggi. Rekomendasi yang dapat diajukan diantaranya adalah dengan membuat penjadwalan detail terkait kebutuhan sumber daya proyek dan melakukan inovasi penjadwalan dan pengelolaan proyek.

Kata kunci: Manajemen Risiko; PMBOK 2017; Keterlambatan Proyek; Kinerja Waktu

ABSTRACT

Project time performance remains a critical concern in the construction industry, which is often marked by inefficiencies such as low productivity, excessive waste, cost overruns, and schedule delays. The Vocational Training Center project in Kupang exemplifies these challenges, having experienced a substantial delay of 19.996% at the end of the contractual period, prompting a project addendum. This research focuses on identifying and analyzing the risks causing project delays using a quantitative approach based on the PMBOK 2017 framework. The study began by identifying delay factors through a comprehensive literature review, followed by expert validation to ensure the accuracy and relevance of the variables. A structured questionnaire was distributed to 35 respondents, and the instrument was tested for both validity and reliability. Risk assessment was conducted to categorize the factors based on their severity and impact. The findings indicate that material supply, equipment availability, and labor issues are the primary high-risk factors significantly contributing to the project's delay. Based on these results, the study recommends implementing a detailed resource-based schedule and adopting innovative scheduling and project management techniques to better control and mitigate risks. This study reinforces the importance of proactive risk management to enhance project performance, particularly in complex infrastructure projects.

Keywords: Risk Management; PMBOK 2017; Project Delay; Time Performance

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan lingkungan yang berkelanjutan sangatlah mendesak, sebuah urgensi yang mencakup lingkungan hidup, ekonomi, dan nilai-nilai sosial keberlanjutan perlu menjadi perhatian [1]. Industri konstruksi banyak mengalami keadaan yang tidak efisien secara kronis, seperti rendahnya produktivitas, banyak waste, pembengkakan biaya, dan keterlambatan. Salah satu kontribusi terbesar nya adalah perencanaan dan pengawasan proyek yang terfragmentasi dan kurang efektif [2]. Proyek Balai Latihan Kerja Kupang telah mengalami keterlambatan sehingga dilakukan addendum pertama kali, namun, dalam berjalannya waktu, dalam pelaksanaan addendum pun, ternyata kinerja waktu nya belum dapat tercapai, masih didapati deviasi progress sebesar 26.979% pada pekan ke-7.

Manajemen risiko dalam proyek konstruksi merupakan proses intensif yang membutuhkan mekanisme pengetahuan yang efisien untuk menangkap, menyimpan, mengeksplorasi, dan mengelola pengetahuan terkait risiko [3]. Manajemen risiko proyek secara umum yang terdiri dari sembilan fase: 1) Mengidentifikasi aspek-aspek utama proyek; 2) Fokus pada pendekatan strategis dalam manajemen risiko; 3) Mengidentifikasi waktu terjadinya risiko; 4) Memperkirakan risiko dan keterkaitannya; 5) Mengalokasikan kepemilikan risiko dan memberikan respon yang tepat; 6) Memperkirakan ketidakpastian; 7) Memperkirakan pentingnya hubungan antara berbagai risiko; 8) Merancang respons dan memantau situasi risiko; dan 9) Mengendalikan tahapan pelaksanaan [4].

Kumpulan literatur mengenai risiko keterlambatan proyek konstruksi menyiratkan bahwa adanya meningkatnya kesadaran akan keterbatasan metodologi analisis risiko tradisional dan semakin besarnya pengakuan terhadap potensi alat analisis data yang canggih [5]. Karena sifat proyek yang tidak pasti dan perlunya pemanfaatan sumber daya secara optimal, setiap proyek menghadapi ketidakpastian. Keyakinan bahwa proyek penuh dengan ketidakpastian, kualitas manajemen memperkuat fakta bahwa banyak proyek gagal dalam hal tujuan, manfaat, biaya, dan waktu yang diharapkan [4].

Manajemen Risiko Proyek mencakup proses melakukan perencanaan manajemen risiko, identifikasi, analisis, perencanaan respons, implementasi respons, dan pemantauan risiko pada suatu proyek. Tujuan manajemen risiko proyek adalah untuk meningkatkan kemungkinan dan/atau dampak risiko positif dan mengurangi kemungkinan dan/atau dampak negative risiko, untuk mengoptimalkan peluang keberhasilan proyek [6].

Ketidakpastian dalam memperkirakan waktu dan biaya proyek industri dianggap sebagai tantangan besar dalam ilmu manajemen proyek. Salah satu solusi paling efektif untuk mengatasi masalah ini adalah analisis risiko. Faktanya, manajemen risiko adalah penggunaan manajemen secara sistematis, prosedural, dan proses yang terkait dengan analisis risiko, penilaian, dan kegiatan pengendalian [7]. PMBOK adalah salah satu standard manajemen proyek yang dapat diterapkan. Di dalamnya, terdapat 10 *knowledge area* untuk diterapkan

pada setiap fase proyek, salah satu *knowledge area* tersebut adalah manajemen risiko. Manajemen risiko proyek pada PMBOK 2017 mencakup identifikasi, analisis, perencanaan respons, implementasi respons, dan pemantauan risiko pada suatu proyek. dalam rangka mengoptimalkan peluang keberhasilan proyek [6]. PMBOK 2017 memberikan berbagai teknik analisis risiko, seperti analisis probabilitas dan dampak untuk membantu tim proyek memahami risiko dengan lebih baik. Hal Ini membantu manajer proyek untuk memprioritaskan risiko yang paling mungkin terjadi dan memiliki dampak terbesar [8]. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan analisis manajemen risiko berbasis PMBOK 2017 sebagai alat menjawab permasalahan.

Berdasarkan beberapa sumber literatur, terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi kinerja waktu. Ketersediaan alat dan bahan, tenaga ahli, bahkan waktu pengujian bahan pun dapat berpengaruh terhadap kinerja waktu [9]. Selain itu, faktor komunikasi dan juga adanya perubahan-perubahan spesifikasi di tengah proses berlangsungnya konstruksi juga masih sering berperan penting dalam keberhasilan proyek [10]. Lebih lanjut lagi, metode pelaksanaan, dan juga manajemen penagihan kepada pemilik proyek juga masih menjadi perhatian dalam pencapaian kinerja proyek [11].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko tinggi penyebab keterlambatan pembangunan Balai Latihan Kerja Kupang dan bagaimana rekomendasi yang bisa diberikan untuk mengurangi terjadinya keterlambatan berdasarkan risiko tinggi tersebut.

METODE

Penelitian ini diawali dari teridentifikasinya penyimpangan progress sebesar 26.979% pada pekan ke-7 yang terlihat pada laporan pengendalian proyek Balai Latihan Kerja Kupang. Berdasarkan fenomena tersebut, maka dilakukan pengumpulan data melalui literatur review untuk mendapatkan variable bebas yaitu penyebab potensial keterlambatan proyek berdasarkan literatur. Informasi yang terkumpul lalu diolah melalui proses validasi pakar, kuisisioner responden, analisis statistik berupa uji validitas dan uji reliabilitas, analisis risiko, lalu kemudian validasi pakar tahap akhir yang terintegrasi dengan literatur review. Alur pengumpulan dan analisis data dapat dilihat pada gambar 1.

Pengumpulan Data

Pada awal penelitian dilakukan tinjauan Pustaka yang kemudian diperoleh 36 variabel bebas yang dapat dilihat pada table 1. Selanjutnya dilakukan validasi konten dan konstruk terhadap 36 variabel tersebut kepada 5 orang pakar. Setelah itu, dilakukan penyebaran kuisisioner kepada 35 responden yang telah ditetapkan berdasarkan kriteria.

Kuisisioner responden dimaksudkan untuk mendapatkan penilaian nilai dampak dan probabilitas terhadap suatu peristiwa, responden akan diminta untuk memberikan penilaian berdasarkan rentang nilai yang disediakan untuk masing-masing nilai dampak dan probabilitas seperti berikut:

Penilaian Dampak:

1 = Sangat rendah

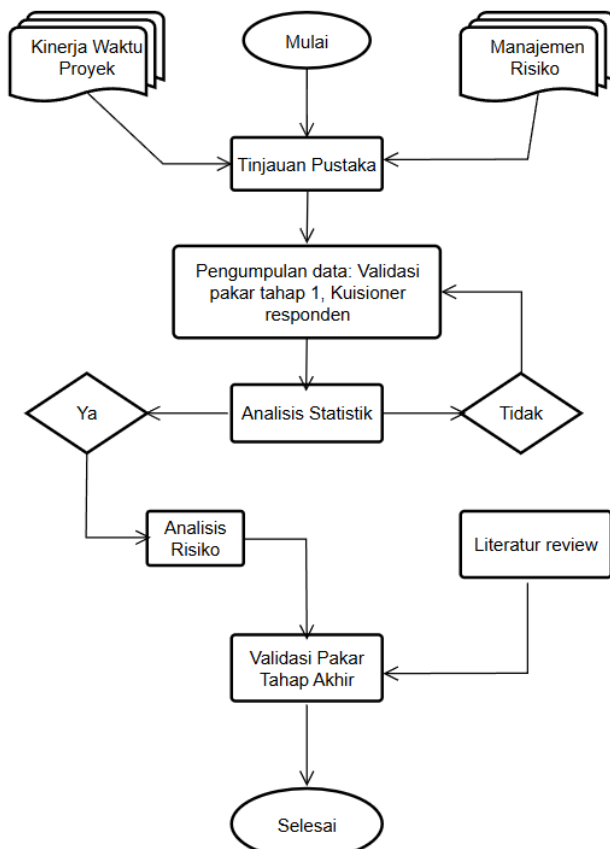
- 2 = Rendah
3 = Sedang
4 = Tinggi
5 = Sangat tinggi

Penilaian Probabilitas:

- 1 = Hampir tidak terjadi
2 = Jarang terjadi
3 = Kadang terjadi
4 = Sering terjadi
5 = Hampir pasti terjadi

Adapun kriteria pakar pada penelitian ini adalah termasuk seseorang yang terlibat active dalam konstruksi, maupun akademisi dengan pendidikan terakhir minimal S1 dan pengalaman kerja di bidang konstruksi minimal 10 tahun. Sedangkan kriteria responden adalah personil yang terlibat secara langsung dalam proyek pembangunan Balai Latihan Kerja Kupang.

Pengumpulan data tahap akhir dilakukan pada saat variable bebas dengan nilai risiko tinggi telah teridentifikasi. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan respon risiko dari para pakar yang didukung dengan tinjauan Pustaka.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Analisis Data

Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji instrument penelitian berdasarkan reliabilitas dan validitas menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat keandalan dan konsistensi pada instrument penelitian, sedangkan uji validitas dilakukan untuk mengukur valid tidaknya masing-masing faktor yang teridentifikasi dalam kuesioner.

Pada penelitian ini, pengujian validitas data yang

dilakukan yaitu menggunakan *corrected item total correlation* yang menggunakan nilai r dari table yang diketahui nilainya dan nilai r hitung untuk keseluruhan indikator. Pertanyaan atau indicator tersebut dinyatakan valid jika r hitung lebih besar dari r table dan memiliki nilai positif [12].

Uji reliabilitas dilakukan dengan perhitungan *Alpha Cronbach*, yang menunjukkan bahwa variabel yang digunakan untuk mengukur konsep dalam penelitian ini cukup reliable, jika nilai *Cronbach's Alpha* > 0,6 maka dikatakan reliable.

0,00 – 0,40 = kurang reliabel

0,40 – 0,60 = cukup reliabel

0,60 – 1,00 = reliabel diterima.

Setelah instrument penelitian memenuhi persyaratan uji reliabilitas dan uji validitas, analisis data selanjutnya adalah analisis risiko secara kuantitatif berbasis PMBOK 6th edition tahun 2017. Analisis yang digunakan mengacu pada rumus umum yaitu perkalian antara dampak dan probabilitas.

Nilai Risiko = $D \times P$ (1)
dimana:

D = Dampak

P = Probabilitas

Rentang kategori risiko ditentukan berdasarkan matriks risiko pada gambar 2.

		Threats				
Probability	Very High 0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
	High 0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
	Medium 0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
	Low 0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
	Very Low 0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08
		Very Low 0.05	Low 0.10	Moderate 0.20	High 0.40	Very High 0.80
Negative Impact						

Gambar 2. Matriks Penilaian Risiko [6].

Berdasarkan gambar 2, rentang penilaian nilai risiko adalah:

0,01 s.d. 0,05 : Risiko rendah

0,08 s.d. 0,20 : Risiko sedang

0,24 s.d. 0,72 : Risiko tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Validasi pakar tahap 1 dilakukan di awal proses penelitian setelah mendapatkan 36 variabel bebas berdasarkan tinjauan Pustaka seperti dapat dilihat pada table 1. Pada penelitian ini, validasi pakar tahap 1 dilakukan kepada 5 orang pakar dengan kriteria diantaranya memiliki tingkat pendidikan terakhir minimal S1, praktisi yang memiliki pengalaman minimal 10 tahun di bidang konstruksi.

Tabel 1. Variabel Bebas Penelitian

No	Variabel (peristiwa)	Sumber
1	Ketersediaan bahan konstruksi	[9]
2	Ketepatan Pengiriman bahan	[10]
3	Ketersediaan material di site proyek	[13]
4	Ketepatan waktu pabrikan khusus bahan bangunan	[14]
5	Kelengkapan / Kejelasan Spesifikasi material	[15]
6	Adanya Perubahan tipe dan spesifikasi material	[10]
7	Kecukupan jumlah tenaga kerja	[10]
8	Pengalaman kerja tukang	[14]
9	Tingkat produktivitas tenaga kerja	[13]
10	Tingkat pengalaman kerja pengawas lapangan	[14]
11	Kompetensi tenaga ahli	[9]
12	Kecukupan jumlah pekerja yang terampil di pekerjaan	[9]
13	Ketepatan pengiriman peralatan ke lokasi proyek	[14]
14	Ketersediaan peralatan kerja	[9]
15	Tingkat produktivitas alat	[15]
16	Ketersediaan peralatan yang memadai	[10]
17	Pemberlakuan Lockdown	[15]
18	Akses ke lokasi proyek	[10]
19	Terjadi perubahan desain oleh owner	[14]
20	Ketepatan Metode pelaksanaan pekerjaan	[11]
21	Kesesuaian Jadwal pembayaran oleh owner	[14]

No	Variabel (peristiwa)	Sumber
22	Kesesuaian jadwal pencairan tagihan kontraktor pada owner	[11]
23	Besarnya biaya tak terduga	[13]
24	Masalah keuangan kontraktor	[10]
25	Tingkat kekuatan penerapan manajemen proyek di lapangan	[10]
26	Komunikasi antara tenaga kerja dan kepala tukang	[10]
27	Koordinasi pelaku konstruksi	[10]
28	Kualitas pengontrolan pekerjaan	[15]
29	Intensitas curah hujan	[10]
30	Pengaruh Cuaca hujan	[14]
31	Ketepatan waktu proses pemeriksaan dan uji bahan	[9]
32	Lama nya durasi proses dan tata cara evaluasi kemajuan pekerjaan	[10]
33	proses persetujuan contoh bahan dengan waktu yang lama oleh pemilik	[9]
34	Harga penawaran	[10]
35	Adanya pekerjaan tambah kurang	[10]
36	kontrol kontraktor utama terhadap sub- kontraktor dalam pelaksanaan pekerjaan	[9]

Pada proses validasi pakar tahap 1 didapati bahwa tidak semua variabel bebas yang akan diolah disetujui dan dapat dilanjutkan hanya terdapat 19 variabel bebas yang ditunjukkan pada table 2. Pengumpulan data selanjutnya adalah proses pengumpulan data tahap 2 (Kuisiioner responden). Kuisiioner ini disebar kepada 35 responden yang telah memenuhi kriteria, pengumpulan data ini bertujuan untuk mendapatkan angka kuantitatif penilaian responden terhadap dampak dan probabilitas terhadap 19 variabel bebas tersebut berdasarkan kriteria nilai dampak dan probabilitas dengan rentang nilai yang telah ditentukan sebelumnya. *Variable* bebas tersebut kemudian diberi kode X1 sampai dengan X19.

Tabel 2. Variabel bebas yang disetujui pada validasi pakar tahap 1.

Kode	Variable bebas
X1	Ketersediaan bahan konstruksi
X2	Ketepatan pengiriman bahan
X3	Ketersediaan material di site proyek
X4	Ketepatan waktu pabrikan khusus bahan bangunan
X5	Kecukupan Jumlah tenaga kerja
X6	Tingkat pengalaman kerja tukang
X7	Tingkat produktivitas tenaga kerja
X8	Tingkat pengalaman kerja pengawas lapangan
X9	Ketercukupan jumlah pekerja yang terampil di pekerjaan
X10	Ketepatan pengiriman peralatan ke lokasi proyek
X11	Penyediaan peralatan kerja
X12	Tingkat produktivitas alat
X13	Tingkat penerapan manajemen proyek di lapangan
X14	Komunikasi antara tenaga kerja dan kepala tukang
X15	Koordinasi pelaku konstruksi
X16	Kualitas pengontrolan pekerjaan
X17	Lama nya durasi proses dan tata cara evaluasi kemajuan pekerjaan
X18	Adanya pekerjaan tambah kurang
X19	kontrol kontraktor utama terhadap sub-kontraktor dalam pelaksanaan pekerjaan

Uji Reliabilitas

Setelah kuisioner disebar dan diisi oleh responden, selanjutnya dilakukan uji statistic berupa uji reliabilitas dan validitas untuk menguji tingkat keandalan dan konsistensi instrument penelitian.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas.

	<i>Scale Mean if Item Deleted</i>	<i>Scale Variance if Item Deleted</i>	<i>Corrected Item- Total Correlation</i>	<i>Cronbach's Alpha if Item Deleted</i>
X1	1655,43	18849,076	0,565	0,930
X2	1653,14	19004,538	0,462	0,931
X3	1654,57	19090,252	0,413	0,932
X4	1656,86	18975,126	0,319	0,933
X5	1661,14	17775,126	0,727	0,926
X6	1666,57	16899,664	0,843	0,923
X7	1663,43	17617,311	0,638	0,928

	<i>Scale Mean if Item Deleted</i>	<i>Scale Variance if Item Deleted</i>	<i>Corrected Item- Total Correlation</i>	<i>Cronbach's Alpha if Item Deleted</i>
X8	1666,57	16976,134	0,787	0,925
X9	1663,14	17633,950	0,696	0,927
X10	1653,71	18871,092	0,534	0,930
X11	1656,57	18817,311	0,475	0,931
X12	1658,29	18667,563	0,423	0,932
X13	1666,29	17388,739	0,801	0,925
X14	1669,14	17225,714	0,763	0,925
X15	1668,57	17412,605	0,751	0,926
X16	1665,43	17272,605	0,756	0,925
X17	1663,71	17324,034	0,689	0,927
X18	1664,00	18095,294	0,523	0,930
X19	1666,00	17195,294	0,687	0,927

Diketahui bahwa nilai angka Cronbach's Alpha untuk faktor keterlambatan proyek pembangunan Balai Latihan Kerja Kupang >0,80 maka dapat disimpulkan bahwa instrumen dalam penelitian ini sangat reliabel atau konsisten.

Uji Validitas

Suatu kuesioner dinyatakan valid jika pertanyaan pada kuesioner mampu mengungkapkan sesuatu yang akan diukur oleh kuesioner tersebut. Untuk menguji apakah setiap indikator pertanyaan valid atau tidak, dengan menggunakan proses SPSS (Statistical Product and Service Solutions). Tampilan output Cronbach Alpha pada kolom *Correlated Item - Total Correlation* dengan membandingkan nilai *Correlated item - Total Correlation* dengan r tabel.

Hasil uji validitas menunjukkan bahwa semua nilai r hitung > r tabel, dimana r tabel didapatkan sebesar 0.3338. Dengan demikian, berdasarkan uji validitas tersebut, semua indikator dinyatakan valid dan dapat dilanjutkan untuk analisis data selanjutnya yaitu analisis risiko.

Analisis Nilai Risiko

Analisis risiko dilakukan dengan menggunakan persamaan 1 dan gambar 2. Nilai dampak dan probabilitas telah didapatkan berdasarkan respon 35 responden melalui kuisioner dapat dilihat pada table 4 dan table 5. Tabel 4 dan tabel 5 adalah hasil pengumpul data tahap 2 yaitu kuisioner kepada 35 responden. 35 responden tersebut menilai nilai probabilitas dan dampak dari masing-masing indikator X1 sampai dengan X19. Kategori *very low* sampai dengan *very high* merujuk pada gambar 2. Responden diberikan rentang angka 1 sampai dengan 5 pada kuisioner untuk menilai secara kuantitatif nilai probabilitas dan dampak.

Tabel 4. Nilai Probabilitas.

Var.	Very Low	Low	Medium	High	Very High
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
	1	2	3	4	5
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
X1	0	0	4	16	15
X2	0	0	5	8	22
X3	0	0	4	14	17
X4	0	0	10	7	18
X5	1	2	8	16	8
X6	4	6	11	7	7
X7	3	5	8	10	9
X8	5	4	10	7	9
X9	4	4	9	11	7
X10	0	0	3	11	21
X11	0	0	4	15	15
X12	0	0	9	12	14
X13	5	6	11	7	6
X14	5	7	11	5	7
X15	3	8	13	6	5
X16	3	5	10	9	8
X17	4	5	9	7	10
X18	4	5	3	18	5
X19	3	5	9	9	9

Pada tabel 4, untuk variable X1, responden yang menilai probabilitasnya pada tingkat medium sebanyak 4 responden, pada tingkat *high* sebanyak 16 responden, dan pada tingkat *very high* sebanyak 15 responden, sedangkan tidak ada responden yang menilai probabilitas pada tingkatan *very low* dan *low*. Hal ini menunjukkan bahwa jika variable X1 yaitu ketersediaan bahan konstruksi memiliki probabilitas yang cukup tinggi, dapat diartikan, pada proyek Balai Latihan Kerja Kupang cukup sering terjadi permasalahan terkait ketersediaan bahan-bahan konstruksi. Interpretasi ini juga berlaku pada variable lainnya sampai dengan X19.

Tabel 5. Nilai Dampak.

Var.	Very Low	Low	Medium	High	Very High
	0.1	0.1	0.2	0.4	0.8
	1	2	3	4	5
	0.1	0.1	0.2	0.4	0.8
X1	0	0	3	17	15
X2	0	0	3	9	23
X3	0	0	4	13	18
X4	0	1	9	7	18
X5	2	1	8	16	8
X6	3	8	10	6	8
X7	3	4	8	11	9
X8	5	4	12	6	8
X9	3	4	9	11	8
X10	0	0	3	11	21

Var.	Very Low	Low	Medium	High	Very High
	0.1	0.1	0.2	0.4	0.8
	1	2	3	4	5
	0.1	0.1	0.2	0.4	0.8
X11	0	0	7	13	15
X12	1	0	9	11	14
X13	2	6	14	7	6
X14	5	7	12	6	5
X15	3	9	12	6	5
X16	3	5	12	7	8
X17	4	3	9	9	10
X18	3	5	4	18	5
X19	5	5	9	7	9

Selanjutnya, sama halnya dengan nilai probabilitas, terdapat penilaian juga terhadap nilai dampak yang memiliki rentang kategori yang sama dengan nilai probabilitas yaitu berdasarkan PMBOK 2017 yang dapat dilihat pada gambar 2. Dapat dilihat bahwa X1, responden yang menilai dampaknya berada pada level medium sebanyak 3 responden, level *high* sebanyak 17 responden, dan level *very high* sebanyak 15 responden, sedangkan tidak ada responden yang menilai dampak pada kategori *very low* dan *low*. Hal ini menunjukkan jika permasalahan terkait X1, yaitu ketersediaan bahan-bahan konstruksi terjadi di lapangan, maka dampaknya akan sangat signifikan terhadap kinerja waktu. Interpretasi ini berlaku bagi semua variable dalam tabel 5.

Setelah didapatkan penilaian dari masing-masing variable, analisis data selanjutnya adalah analisis nilai risiko seperti dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Analisis Nilai Risiko.

Kode Variabel Bebas	Nilai Rata-rata Dampak	Nilai Rata-rata Probabilitas	D x P (nilai Risiko)	Kategori
X1	0.55	0.76	0.42	Tinggi
X2	0.65	0.80	0.51	Tinggi
X3	0.58	0.77	0.45	Tinggi
X4	0.55	0.75	0.41	Tinggi
X5	0.42	0.66	0.28	Tinggi
X6	0.34	0.54	0.18	Sedang
X7	0.39	0.60	0.23	Tinggi
X8	0.34	0.56	0.19	Sedang
X9	0.38	0.57	0.22	Sedang
X10	0.62	0.80	0.50	Tinggi
X11	0.53	0.74	0.39	Tinggi
X12	0.50	0.73	0.36	Tinggi
X13	0.32	0.52	0.16	Sedang
X14	0.28	0.51	0.14	Sedang
X15	0.28	0.51	0.14	Sedang
X16	0.35	0.58	0.20	Sedang
X17	0.40	0.58	0.23	Sedang

X18	0.36	0.59	0.21	Sedang
X19	0.36	0.59	0.21	Sedang

Nilai risiko dihitung berdasarkan rumus pada persamaan 1. Karena penelitian ini melibatkan 35 responden, maka sebelum masuk pada persamaan 1, perlu dihitung nilai rata-rata respon responden terhadap probabilitas dan dampak. Nilai rata-rata probabilitas dan dampak dihitung dengan mengalikan penilaian responden dengan kefasihan pada kategori lalu dibagi 35.

Misalnya saja pada X1, nilai rata-rata probabilitas dihitung dengan mengalikan nilai 4 pada kategori medium dengan koefisien 0.5, ditambah dengan nilai 16 pada kategori medium dengan 0.7, dan nilai 15 pada kategori *very high* dengan 0.9, dari hasil penjumlahan tersebut dibagi 35 sehingga didapat nilai rata-rata probabilitas sebesar 0.76. Begitu pula pada nilai rata-rata dampak, sebagai contoh pada X1, nilai dampak dihitung dari perkalian nilai jawaban responden dengan koefisien dampak, yaitu mengalikan nilai 3 dengan 0.2 pada tingkat medium, ditambahkan dengan hasil perkalian nilai 17 dengan 0.4 pada tingkat *high*, lalu dijumlahkan dengan hasil perkalian nilai 15 dengan 0.8 pada tingkat *very high*. Setelah dikalikan dengan masing-masing koefisien dampak, maka selanjutnya dibagi dengan 35 berdasarkan jumlah responden, sehingga didapatkan nilai rata-rata dampak untuk X1 adalah 0.55. Perhitungan nilai rata-rata dampak dan probabilitas pada X1 tidak melibatkan kategori *very low* dan *low* dikarenakan pada X1 tidak ada responden yang menilai pada rentang tersebut. Setelah diperoleh nilai rata-rata dampak dan probabilitas, barulah dapat mulai melakukan perhitungan matematis dengan persamaan 1, yaitu mengalikan nilai rata-rata probabilitas dan dampak, pada contoh ini adalah X1, yaitu 0.55 dikalikan dengan 0.76 sehingga diperoleh risiko sebesar 0.42 untuk variabel X1, yang mana angka ini berada dalam rentang kategori risiko tinggi. Hal ini juga berlaku pada variabel lainnya sehingga mendapatkan nilai risiko masing-masing variabel seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan angka rata-rata nilai dampak dan probabilitas berdasarkan respon 35 orang responden terhadap 19 variabel yang diikutsertakan pada kuisioner. Variabel X1 (Ketersediaan bahan konstruksi), X2 (Ketepatan pengiriman bahan), X3 (Ketersediaan material di site proyek), X4 (Ketepatan waktu pabrikasi khusus bahan bangunan), X5 (Kecukupan Jumlah tenaga kerja), X7 (Tingkat produktivitas tenaga kerja), X10 (Ketepatan pengiriman peralatan ke lokasi proyek), X11 (Penyediaan peralatan kerja), dan X12 (Tingkat produktivitas alat) merupakan variabel bebas dengan kategori risiko tinggi, hal ini ditunjukkan dari nilai risikonya yang berada pada rentang 0.24 s.d. 0.72. Sedangkan variabel lainnya masuk dalam kategori risiko sedang.

Variabel bebas X1, X2, X3, dan X4 berkaitan dengan bahan atau material konstruksi, variabel X7 berkaitan dengan tenaga kerja, sedangkan X10, X11, X12 berkaitan dengan peralatan. Dapat diartikan bahwa material, peralatan, dan tenaga kerja masih menjadi faktor penting dalam keberhasilan proyek, terutama pada proyek pembangunan Balai Latihan Kerja Kupang.

Selanjutnya, faktor tersebut akan dimasukkan pada pengumpulan data tahap akhir, yaitu validasi pakar akhir. Hal ini dilakukan dalam rangka menjawab tujuan penelitian yang ke-2, agar mendapatkan strategi yang bisa dilakukan oleh pelaku konstruksi. Hasil dari validasi pakar tahap akhir yang telah dirangkum dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rekomendasi Strategi.

Variabel Bebas	Strategi yang direkomendasikan
X1, X2, X3, X4	Penjadwalan pengiriman, kebutuhan, secara detail pada awal dimulainya proyek
	Terus melakukan pengawasan
	Membuat master schedule khusus untuk pengadaan bahan/material
X5, X7	Membuat jadwal khusus kebutuhan tenaga kerja sesuai dengan kompetensinya
	Mengadakan pelatihan secara berkala
	Secara bersama dan menyeluruh, anggota tim menciptakan suasana kerja yang kondusif
	Memanfaatkan teknologi atau inovasi dalam meningkatkan value proyek
X10, X11, X12	Penjadwalan pengiriman, kebutuhan, secara detail pada awal dimulainya proyek
	Melakukan perawatan yang sesuai
	Menentukan kriteria usia dari alat berat yang digunakan
	Memeriksa kondisi alat secara komprehensif sebelum peralatan akan digunakan secara resmi

Pembahasan

Analisis risiko telah dilakukan, dan ditemukan 9 variabel bebas yang berada dalam rentang nilai risiko tinggi, respon risiko juga telah diidentifikasi seperti dapat dilihat pada tabel 7. Ketersediaan bahan konstruksi, ketepatan pengiriman bahan, ketersediaan material di site proyek, dan ketepatan waktu pabrikasi khusus bahan bangunan termasuk dalam risiko tinggi yang berkaitan dengan bahan. Keterlambatan pengiriman bahan/material, kelangkaan, dan juga ketidak tepatan waktu pemesanan bahan/material termasuk dalam kategori risiko kritis dengan nilai *Risk parameter number* diatas rata-rata, hal ini menunjukkan bahwa peristiwa tersebut menyebabkan tim proyek perlu merencanakan/menentukan respon risiko terhadap peristiwa tersebut [16]. Kecukupan jumlah tenaga kerja dan tingkat produktivitas tenaga kerja juga termasuk dalam kategori risiko tinggi. Dalam kaitannya dengan produktivitas tenaga kerja, memperkerjakan pekerja yang kurang berpengalaman mempengaruhi tingkat keberhasilan proyek hingga 68.41% [9]. Penjadwalan sumber daya manusia yang memadai dapat menciptakan uraian tugas secara jelas, yang mana hal ini dapat menguatkan produktivitas yang pada akhirnya akan membawa proyek dalam ketercapaian kinerjanya [17].

Ketepatan pengiriman peralatan ke lokasi, penyediaan peralatan kerja, dan tingkat produktivitas alat masih termasuk peristiwa yang harus menjadi perhatian. Pemanfaatan teknologi atau inovasi dalam meningkatkan value proyek juga perlu dilakukan seperti penguatan manajemen risiko yang terintegrasi dengan *machine learning model* maupun model kecerdasan buatan sehingga dapat memfasilitasi manajemen risiko proyek [18]. Dengan demikian, ketersediaan sumber daya adalah faktor penting yang mempengaruhi tingkat keberhasilan proyek, baik itu sumber daya manusia, bahan/material, dan peralatan konstruksi [19].

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi penyebab keterlambatan proyek pembangunan Balai Latihan Kerja Kupang dengan kategori risiko tinggi adalah Ketersediaan bahan konstruksi, ketepatan pengiriman bahan, Ketersediaan material di *site* proyek, ketepatan waktu pabrikan khusus bahan bangunan, tingkat produktivitas tenaga kerja, Ketepatan pengiriman peralatan ke lokasi proyek, Penyediaan peralatan kerja, dan tingkat produktivitas alat. Beberapa strategi direkomendasikan pada penelitian ini, diantaranya adalah terkait membuat penjadwalan khusus untuk kebutuhan sumber daya, dan melakukan inovasi dalam penjadwalan proyek yang dapat berfokus pada peningkatan nilai sebuah proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Solaimani S, Sedighi M. Toward a holistic view on lean sustainable construction: A literature review. *J Clean Prod* 2020;248. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119213>.
- [2] Sheikhhkhoshkar M, Bril El-Haouzi H, Aubry A, Hamzeh F, Sakikholes M. An innovative integrated framework for multi-level production planning and control systems in construction. *Developments in the Built Environment* 2024;19. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100524>.
- [3] Isah MA, Kim BS. Development of Knowledge Graph Based on Risk Register to Support Risk Management of Construction Projects. *KSCE Journal of Civil Engineering* 2023;27:2733–44. <https://doi.org/10.1007/s12205-023-2886-7>.
- [4] Barghi B, Shadrokh sikari S. Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions. *Heliyon* 2020;6. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03097>.
- [5] Alsulamy S. Predicting construction delay risks in Saudi Arabian projects: A comparative analysis of CatBoost, XGBoost, and LGBM. *Expert Syst Appl* 2025;268. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.126268>.
- [6] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE . Guide to the project management body of knowledge. PROJECT MANAGEMENT INST; 2018.
- [7] Barghi B, Shadrokh sikari S. Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions. *Heliyon* 2020;6. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03097>.
- [8] Ardi PH, Elmuna EAF, Zamroni MA, Yaqin MA. Implementasi Project Management Body of Knowledge (PMBOK) pada Organisasi Pondok Pesantren. *ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics* 2020;2:314–28. <https://doi.org/10.28926/ilkomnika.v2i3.166>.
- [9] V. Nabut Y, B. Henong S, H. Pattiraja A. Analisa Faktor-faktor yang Paling Dominan Penyebab Keterlambatan Proyek. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)* 2021;2:1–9. <https://doi.org/10.51988/jtsc.v2i2.33>.
- [10] Lia AM. Analisis Faktor Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. 2020.
- [11] Puspitasari YI, Mangare JB, Pratasia PAK. Analisis Faktor-faktor Keterlambatan pada Proyek Perumahan Casa de Viola dan Alternatif Penyelesaiannya. *Jurnal Sipil Statik* 2020;8:141–6.
- [12] Lestari IGA, Pradnyadari NLMAM, Dewi NPICD. Analisis Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi di Kabupaten Bandung (Studi Kasus : Proyek Konstruksi Gedung pada Seksi Tata Bangunan Bidang Cipta Karya Dinas PUPR Kabupaten Badung). 2022.
- [13] Buya M, Ashad H, Watono. Analisis Faktor Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Konstruksi Pada Pembangunan Kantor Bupati Pulau Taliabu Dengan Metode Analytic Hierarchy Process. 2022.
- [14] Sanaky MM, Saleh LMoh,, Titaley HD. Analisis Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama MAN 1 Tulehu Maluku Tengah 2021.
- [15] Ardan M, Anisa Putri W. Analisis Sistem Informasi Penjadwalan Waktu dan Pengendalian Proyek Gedung Perkantoran dan Gudang Suzuya System Analysis of Time Scheduling Information and Project Control of Office Building and Suzuya Buildings. *JCEBT* 2021;5:2021.
- [16] Permata Sari K, Chairi M, Yuda Trinanda A, Agrival M. Penilaian Risiko Keterlambatan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Gedung DPRD Kabupaten Pasaman). vol. 03. 2023.
- [17] Karuga S, Sang P, Mutuku M. Project Staff Scheduling and Performance of Road Construction Projects in Nairobi Metropolitan, Kenya. *East African Journal of Engineering* 2024;7:162–9. <https://doi.org/10.37284/eaje.7.1.1984>.
- [18] Isah MA, Kim BS. Development of Knowledge Graph Based on Risk Register to Support Risk Management of Construction Projects. *KSCE Journal of Civil Engineering* 2023;27:2733–44. <https://doi.org/10.1007/s12205-023-2886-7>.
- [19] Rini IP, Tenriajeng AT. Analisis Risiko Produktivitas Tenaga Kerja Terhadap Kinerja Waktu Proyek Pada Bangunan Bertingkat. vol. 13. 2014.