

Analisis Faktor Risiko Keterlambatan pada Proyek HRSG di PT XYZ dengan Menerapkan Metode PERT, CPM, dan HOR

Analysis of Delay Risk Factors in HRSG Project at PT XYZ by Applying CPM, PERT, and HOR Methods

Dadan Mubarok Aziz*, Muhamad Sayuti, Suryadi

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Buana Perjuangan Karawang,
Karawang, Indonesia

*Penulis korespondensi, email: ti20.dadanaziz@mhs.ubpkarawang.ac.id

Abstrak

Proyek HRSG adalah proyek yang dilaksanakan di PT XYZ oleh PT Kalista sebagai kontraktornya. Dalam pelaksanaannya proyek ini mengalami keterlambatan sehingga menyebabkan kerugian. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui penjadwalan proyek HRSG yang lebih baik dan mengidentifikasi risiko keterlambatan proyek serta mencari mitigasi risiko yang tepat untuk dilakukan dan bisa diterapkan pada proyek-proyek di PT XYZ. Metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) digunakan untuk menganalisis penjadwalan yang lebih baik daripada penjadwalan yang digunakan pada proyek HRSG. Sedangkan metode House of Risk digunakan untuk mengidentifikasi risiko dan mencari strategi penanganan yang tepat untuk proyek HRSG. Dari hasil penelitian menggunakan metode Critical Path Method waktu penyelesaian proyek adalah 310 hari dengan 13 aktivitas lintasan kritis dari 15 total aktivitas. Hasil dari perhitungan PERT didapat probabilitas waktu penyelesaian proyek 95,549% bila waktu yang ditargetkan 324 hari. Faktor penyebab keterlambatan risiko terdapat 3 risiko prioritas dan 6 strategi penanganan. Dari perhitungan HOR Tahap 1 risiko dengan nilai ARP paling tinggi adalah kurangnya koordinasi antara Kontraktor dan Owner, dan dari perhitungan HOR Tahap 2 Strategi penanganan risiko paling tepat adalah melakukan meeting dua kali dalam seminggu antara Owner dan Kontraktor.

Kata kunci: CPM, HOR, HRSG, PERT, proyek, risiko

Abstract

The HRSG project is a project implemented at PT XYZ by PT Kalista as its contractor. In its implementation, this project experienced delays which caused losses. This study aims to determine better HRSG project scheduling and identify the risk of project delays and find appropriate risk mitigation to be carried out and can be applied to projects at PT XYZ. The Critical Path Method (CPM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT) methods are used to analyze better scheduling than the scheduling used in the HRSG project. While the House of Risk method is used to identify risks and find appropriate handling strategies for the HRSG project. From the results of the study using the Critical Path Method, the project completion time is 310 days with 13 critical path activities out of 15 total activities. The results of the PERT calculation obtained a project completion time probability of 95,549% if the targeted time is 324 days. The factors causing risk delays are 3 priority risks and 6 handling strategies. From the calculation of HOR phase 1, the risk with the highest ARP value is the lack of coordination between the contractor and the Owner, and from the calculation of HOR phase 2, the most appropriate risk management strategy is to hold meetings twice a week between the Owner and the Contractor.

Keywords: CPM, HOR, HRSG, PERT, project, risk

1. Pendahuluan

Proyek adalah serangkaian kegiatan atau tugas yang mempunyai tujuan tertentu dan harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (Ford and Lyneis, 2020). Keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaan

How to Cite:

Aziz, D.M., Sayuti, M. and Suryadi (2024) 'Analisis faktor risiko keterlambatan pada proyek HRSG di PT XYZ dengan menerapkan metode PERT, CPM, dan HOR', *Journal of Integrated System*, 7(2), pp. 223–237. Available at: <https://doi.org/10.28932/jis.v7i2.10222>.

Kerugian yang dialami *owner* dan kontraktor disebabkan buruknya sistem manajemen proyek pada proyek HRSG ini. Penjadwalan yang dilakukan proyek ini hanya menggunakan metode *bar chart* dan menentukan lama waktu aktivitas hanya berdasarkan pengalaman. Oleh karena itu, fokus penelitian ini adalah mencari penjadwalan proyek yang lebih baik menggunakan metode *Critical Path method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), serta mencari faktor risiko keterlambatan proyek HRSG dan langkah mitigasinya menggunakan metode HOR.

Critical Path Method digunakan untuk memperkirakan durasi proyek terpendek yang ditunjukkan oleh jalur kritis atau serangkaian kegiatan dengan durasi paling lama (Baits, Puspita and Bay, 2020). PERT adalah metode dalam manajemen proyek yang digunakan untuk merencanakan dan mengatur jadwal, dan mengoordinasikan berbagai tugas dalam suatu proyek (Muhammad and Pakarbudi, 2023). Hamka *et al.* (2021) mendefinisikan *House of Risk* (HOR) sebagai penekanan pada kegiatan *preventive*, yang dalam hal ini adalah memfokuskan usaha untuk mengurangi kemungkinan terjadinya peristiwa risiko dengan menurunkan peluang munculnya agen risiko (Hamka *et al.*, 2021). Secara umum metode HOR memodifikasi model HOQ atau *House of Quality* yang dikombinasikan dengan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) melalui dua tahapan perhitungan yaitu perhitungan HOR Tahap 1 lalu perhitungan HOR Tahap 2 (Wakhyudi, Sayuti and Karnadi, 2024).

Penelitian yang menggabungkan metode CPM dan PERT telah banyak dilakukan. Beberapa di antaranya diteliti oleh Nabilah, Juhara and Nathasia (2024) tentang penjadwalan proyek pembangunan apartemen; Abdurrasyid *et al.* (2019) tentang manajemen proyek pembangunan kapal; Sulisty, Rifki and Gautama (2022) tentang Proyek Fabrikasi Matarbari unit-02. Penelitian ini mencoba menggabungkan metode CPM dan PERT dengan metode HOR untuk menganalisis risiko proyek HRSG, karena sebelumnya belum ada penelitian yang mengkombinasikan ketiga metode ini. Metode HOR digunakan karena dapat menganalisis risiko secara kuantitatif dengan prinsip *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang dipadukan dengan *House of Quality* (HOQ) untuk pemeringkatannya. Metode HOR juga berfokus pada tindakan pencegahan lewat perhitungan HOR Tahap 2.

2. Metode

2.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT XYZ yang berlokasi di kawasan KIIC Karawang dan bergerak dibidang industri kimia. Penelitian ini juga berfokus pada pelaksanaan proyek *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) yang dilaksanakan di PT XYZ. Proyek HRSG ini dilaksanakan pada tahun 2023 dimulai pada bulan Februari dan di *handover* pada Desember. Peneliti memilih fokus penelitian karena berdasarkan data bahwa proyek tersebut mengalami keterlambatan dan peneliti akan membahas penjadwalan proyek beserta menganalisis risiko keterlambatan proyek tersebut.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada Bulan Januari 2024 setelah proyek HRSG di *handover* dari pihak Kontraktor ke pihak *Owner*. Data penelitian ini bersifat kualitatif dan kuantitatif yang bersumber dari dokumentasi proyek dan wawancara melalui *Forum Group Discussion* (FGD) dari narasumber yaitu 1 orang manajer PT XYZ dan 1 orang *project leader* PT Kalista. dan hasil kuesioner sebagai penilaian dari karyawan PT XYZ dan Kontraktor yang terlibat pada proyek HRSG. Sedangkan data hasil kuesioner yang dibuat berdasarkan hasil dari FGD yaitu seperti data *risk event*, *risk agent*, dan *preventive action*. Kuesioner dibagikan kepada 5 karyawan PT XYZ sebagai *Owner* dan 5 karyawan PT Kalista sebagai Kontraktor yang terlibat pada proyek HRSG ini. Pertanyaan yang ada pada kuesioner adalah penilaian seberapa besar korelasi antara *risk event* dengan *risk agent* dan *risk agent* prioritas dengan *preventive action*.

2.3 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan setelah penulis memperoleh data mengenai aktivitas proyek dan risiko proyek. Analisis data yang digunakan adalah *Program Evaluation and Review Technique*

(PERT) yang digunakan untuk mengetahui probabilitas waktu penyelesaian proyek, lalu *Critical Path Method (CPM)* digunakan untuk mengetahui lintasan kritis pada proyek, metode *House of Risk (HOR)* yang digunakan untuk menganalisis penyebab faktor risiko keterlambatan dan langkah mitigasi dari proyek HRSG.

2.3.1 Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Dalam PERT dikenal dengan tiga perkiraan waktu, yaitu diantaranya *Time Pesimistic (tp)* adalah waktu maksimum yang mungkin diperlukan untuk sebuah kegiatan, *Time Most likely (tm)*, adalah Waktu penyelesaian yang paling mungkin untuk kegiatan-kegiatan dalam proyek atau memiliki probabilitas paling tinggi, *Time Optimistic (to)* adalah waktu paling cepat yang dapat digunakan untuk melaksanakan kegiatan dalam suatu proyek. Waktu kegiatan yang diharapkan atau *expected time (te)*, deviasi (*s*), varian (*a*) dan standar deviasi (*σ*) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$te = \frac{tp + 4tm + to}{6} \quad (1)$$

$$s = \frac{(tp - to)}{6} \quad (2)$$

$$a = S^2 \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\sum a} \quad (4)$$

Probabilitas waktu proyek dinotasikan Z yang akan dihitung menggunakan tabel Z sehingga didapatkan persentase probabilitas waktu penyelesaian proyek. Setelah didapatkan standar deviasi, waktu penyelesaian yang diharapkan (*x*) dan waktu aktual (*μ*), maka nilai Z dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$Z = \frac{(x - \mu)}{\sigma} \quad (5)$$

2.3.2 Metode Critical Path Method (CPM)

Dalam metode CPM beberapa istilah sering disebutkan diantaranya: *Earliest Start (ES)* adalah waktu terawal suatu kegiatan atau aktivitas dapat dimulai dengan memperhitungkan durasi kegiatan dan syarat urutan pelaksanaannya, *Latest Start (LS)* Merupakan waktu paling akhir untuk memulai suatu kegiatan, *Earliest Finish (EF)* Merupakan waktu paling awal di mana kegiatan dapat diselesaikan, *Latest Finish (LF)* adalah waktu paling akhir untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Istilah lainnya adalah *slack time*, yaitu waktu penundaan suatu aktivitas yang tidak mempengaruhi durasi total proyek (Fadila, Suliawati and Arfah, 2024). *Slack time* diperoleh dengan menggunakan rumus berikut :

$$Slack = LS - ES \text{ atau } LF - EF \quad (6)$$

2.3.3 Metode House of Risk (HOR)

HOR Tahap 1 mengidentifikasi potensi risiko yang akan ditangani pada pelaksanaan proyek (Saputra, Sayuti and Waluya, 2024). Proses ini dimulai dengan pemetaan setiap jenis tahapan pekerjaan. Fokus HOR Tahap 1 adalah pada pemeringkatan *Aggregate Risk Potentials (ARP)* yang terdiri dari tiga poin utama yaitu kemungkinan penyebab risiko dan menyebabkan kegagalan (*occurrence*), besarnya dampak yang mungkin terjadi (*Severity*), dan relationship. Dengan kata lain, fase ini menekankan pada proses pengidentifikasian kejadian risiko dan agen risiko (Rifai and Subali, 2022). Pemeringkatan *risk agent* ditentukan berdasarkan besarnya nilai ARP yang dapat dihitung dengan rumus :

$$ARP_j = O_j \sum S_i R_{ij} \quad (7)$$

Keterangan :

ARP = *Aggregate Risk Potential*

- O_j = nilai *occurrence* dari *risk agent*
 S_i = nilai *severity* dari *risk event*
 R_{ij} = nilai korelasi atau hubungan *risk event* dan *risk agent*
 i = kejadian (*risk event*)
 j = penyebab (*risk agent*)

HOR Tahap 2 digunakan untuk menetapkan tindakan atau kegiatan yang menjadi prioritas, dengan memperhitungkan nilai efektivitas dan efisiensi (penggunaan sumber daya) dalam pelaksanaannya (Alfath and Cahyo, 2021). HOR Fase 2 bertujuan untuk memprioritaskan tindakan yang dianggap efektif, dengan tetap memperhatikan anggaran dan penggunaan sumber daya yang efisien (Hamka *et al.*, 2021). Dimulai dengan merumuskan berbagai strategi penanganan. Selanjutnya, dilakukan analisis untuk mengevaluasi hubungan antara strategi penanganan yang diterapkan dan agen risiko. Kemudian menghitung *Total Effectiveness* (TE_k) serta nilai *Degree of Difficulty* (D_k), kemudian menghitung rasio *Effectiveness To Difficulty* (ETD). Perhitungan Total Efektivitas (TE_k) pada masing-masing tindakan dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TE_k = \sum ARP_j \times E_{jk} \quad (8)$$

Keterangan :

- TE_k = total efektifitas dari setiap strategi mitigasi
 ARP = Nilai dari *aggregate risk priority*
 E_{jk} = Hubungan atau korelasi setiap sumber (*risk agent*) dan setiap strategi penanganan
 J = penyebab (*Risk Agent*)
 K = *preventive action*

Selanjutnya, untuk menghitung total efektivitas dan menentukan nilai rasio (ETD), digunakan rumus sebagai berikut :

$$ETD_k = TE_k / D_k \quad (9)$$

Keterangan :

- ETD_k = *effectiveness to difficulty*
 TE_k = *total effectiveness*
 D_k = *degree of difficulties*

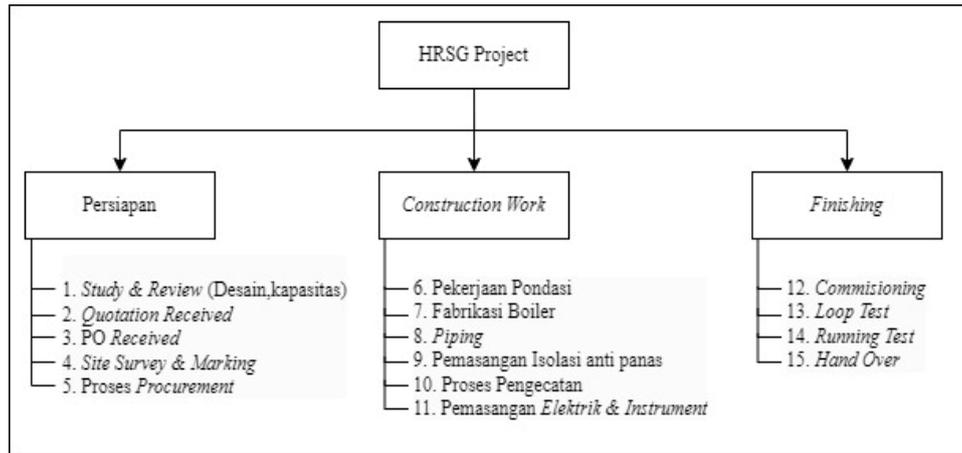
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Definisi Proyek

Heat Recovery Steam Generator (HRSG) adalah suatu fasilitas yang dipergunakan untuk menghasilkan *steam* atau uap untuk digunakan dalam proses pemanasan. HRSG memanfaatkan udara buang yang panas untuk memanaskan *boiler* yang dimana *boiler* tersebut akan menghasilkan *steam*. Proyek HRSG dilaksanakan di PT XYZ sebagai teknologi ramah lingkungan karena memanfaatkan gas panas buang hasil produksi menjadi uap/*steam* yang bisa dimanfaatkan kembali untuk proses produksi sehingga dapat mengurangi biaya produksi. Proyek HRSG ini memiliki nilai kontrak sebesar Rp. 2.050.000.000,00 dengan jangka waktu yang ditetapkan yaitu 233 hari.

3.2 Identifikasi Aktivitas Proyek

Perencanaan proyek dimulai dengan melakukan identifikasi setiap aktivitas proyek yang akan dilakukan. Menurut Setiawan (2019) dalam sebuah proyek, aktivitas yang akan dilaksanakan diuraikan dalam *Work Breakdown Structure* yang sederhana, sehingga menghasilkan informasi yang detail tentang sistem proyek yang dikembangkan (Setiawan, 2019). Pada Gambar 1 berikut ini menunjukkan *Work Breakdown Structure* (WBS) dari proyek HRSG di PT XYZ.



Gambar 1. Work Breakdown Structure

3.3 Keterkaitan Antar Aktivitas Proyek

Dalam menyusun keterkaitan antar aktivitas proyek, akan ada beberapa kemungkinan terjadi yang disusun menjadi mata rantai yang sesuai kegiatan dengan ketergantungannya. Tabel 2 berikut menjelaskan keterkaitan aktivitas proyek HRSG. Ada 15 aktivitas yang akan diolah menggunakan PERT dan CPM.

Tabel 2. Data predecessor setiap kegiatan proyek

Kode Aktivitas	Nama Aktivitas	Predecessor	Duration (hari)
A	<i>Study for capacity & review</i>	-	14
B	<i>Quotation received</i>	A	11
C	<i>PO received</i>	B	7
D	<i>Site survey & marking</i>	A	14
E	<i>Proses procurement</i>	C	14
F	<i>Pekerjaan pondasi</i>	D, E	60
G	<i>Fabrication boiler</i>	F	90
H	<i>Piping</i>	G	30
I	<i>Pemasangan isolasi anti panas</i>	H	31
J	<i>Proses pengecatan</i>	I	20
K	<i>Pemasangan elektrik & instrument</i>	H	30
L	<i>Commisioning</i>	J,K	14
M	<i>Loop test</i>	L	7
N	<i>Running test</i>	M	7
O	<i>Handover</i>	N	5

3.4 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Untuk menghitung estimasi waktu pelaksanaan proyek harus mempertimbangkan beberapa faktor yang sulit untuk dapat dipastikan maka dari itu digunakanlah teknik evaluasi dan tinjauan yang dikenal sebagai *Program Evaluation Review Technique* (PERT). Waktu aktivitas dibagi menjadi tiga yaitu *optimistic*, *most likely*, dan *pesimistic*. Waktu *optimistic* dan *pesimistic* proyek HRSG didapat setelah wawancara dengan dua orang narasumber yaitu 1 orang manajer PT XYZ dan 1 orang *project leader* PT Kalista melalui *Forum Group Discussion*. Tabel 3 berikut adalah tabel perhitungan *PERT* proyek HRSG beserta nilai *expected time* dan *variance*.

Tabel 3. Perhitungan PERT

Activity	Optimistic (to)	Most Likely (tm)	Pesimistic (tp)	Expected Time(te)	Deviasi (s)	Variance (a)
A	14	14	21	15,17	1,17	1,36
B	11	11	17	12,00	1,00	1,00
C	5	7	10	7,17	0,83	0,69
E	14	14	15	14,17	0,17	0,03
F	60	60	70	61,67	1,67	2,78
G	90	90	100	91,67	1,67	2,78
H	30	30	60	35,00	5,00	25,00
I	31	31	60	35,83	4,83	23,36
J	20	20	30	21,67	1,67	2,78
L	14	14	21	15,17	1,17	1,36
M	7	7	14	8,17	1,17	1,36
N	7	7	14	8,17	1,17	1,36
O	5	5	7	5,33	0,33	0,11
Total	324	310	439	331	22	64

Pada Tabel 3 di atas didapatkan nilai *expected time* dan *variance* setiap aktivitas dengan perhitungan sebagai berikut. Contoh perhitungan *expected time* (te), deviasi (S) dan *variance* (a) untuk aktivitas A.

$$te = \frac{tp+4tm+to}{6} = \frac{21+4(14)+14}{6} = 15,17$$

$$S = \frac{(b-a)}{6} = \frac{21-14}{6} = 1.17$$

$$a = S^2 = 1.17^2 = 1,36$$

Perhitungan standar deviasi keseluruhan aktivitas.

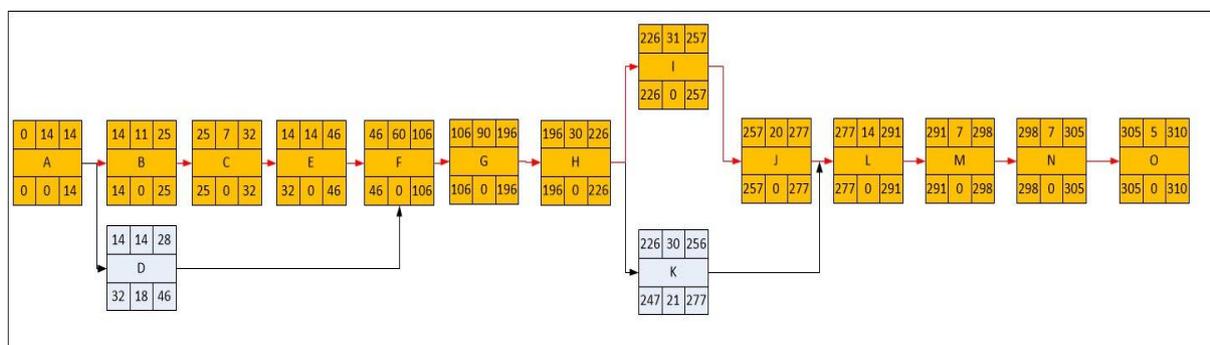
$$\sigma = \sqrt{\sum a} = \sqrt{64} = 8$$

$$Z = \frac{(324-310)}{8} = 1,75$$

Dari Tabel 3 di atas diketahui bahwa deviasi yang diperbolehkan adalah 22 hari yang berakibat pada total varian proyek sebanyak 66 hari. Jika waktu proyek HRSG ditargetkan $x=324$ hari dengan rata-rata waktu proyek terselesaikan $u=310$ hari maka nilai probabilitas waktu penyelesaiannya dapat dihitung dengan rumus. Setelah didapatkan nilai $Z=1,75$ lalu untuk mendapatkan nilai probabilitas waktu penyelesaiannya dapat melihat pada tabel Z dan didapatkan nilai 0,95549 atau 95,549% artinya bahwa persentase kemungkinan penyelesaian proyek dalam waktu 324 hari adalah 95,549%.

3.5 Critical Path Method (CPM)

Tahapan pertama CPM adalah membuat jaringan kerja atau diagram *network* yang dibuat berdasarkan data pada Tabel 2. Pada diagram ini dapat menunjukkan ketergantungan antar aktivitas proyek sebagai contoh aktivitas F tidak bisa dilakukan sebelum aktivitas D dan E selesai. Diagram *network* proyek HRSG digambarkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram *network*

Dari Gambar 2 di atas diketahui perhitungan maju dan mundur waktu aktivitas proyek HRSG dan didapatkan lintasan kritis yang ditandai dengan warna tanda panah merah. Lintasan kritis proyek HRSG ini yaitu aktivitas A, B, C, E, F, G, H, I, J, L, M, N, O. Tabel 4 di bawah ini merupakan diketahui perhitungan maju mundur waktu aktivitas proyek HRSG dan didapatkan jumlah *slack time* pada setiap aktivitas. Lintasan kritis proyek HRSG adalah aktivitas dengan nilai *slack time* = 0 yaitu aktivitas A, B, C, E, F, G, H, I, J, L, M, N, O dengan total waktu yang dibutuhkan adalah 310 hari.

Setelah melakukan perhitungan menggunakan metode CPM dan PERT dapat dilihat perbandingan jumlah waktu penyelesaian proyek HRSG. Pada perencanaan awal proyek HRSG ini ditargetkan selesai 233 hari, namun pada pelaksanaannya proyek tersebut mengalami keterlambatan dan menyebabkan kerugian. Lalu pada perhitungan PERT waktu penyelesaian proyek HRSG yang optimal adalah 324 hari dengan probabilitas terselesaikan sebesar 95,549%. Sedangkan pada perhitungan CPM waktu penyelesaian proyek yaitu 310 hari dengan aktivitas kritis yang harus diawasi yaitu aktivitas A, B, C, E, F, G, H, I, J, L, M, N, O. Perhitungan menggunakan metode CPM lebih cepat daripada menggunakan metode PERT. Adapun keterlambatan yang terjadi pada proyek HRSG ini disebabkan berbagai faktor risiko yang akan dibahas dalam metode HOR 1 dan tindakan mitigasi risiko yang akan dibahas pada perhitungan HOR 2.

Tabel 4. Perhitungan *slack time* dan lintasan kritis

Activity	Activity Time	ES	EF	LS	LF	Slack	Lintasan Kritis
A	14	0	14	0	14	0	YA
B	11	14	25	14	25	0	YA
C	7	25	32	25	32	0	YA
D	14	14	28	32	46	18	TIDAK
E	14	32	46	32	46	0	YA
F	60	46	106	46	106	0	YA
G	90	106	196	106	196	0	YA
H	30	196	226	196	226	0	YA
I	31	226	257	226	257	0	YA
J	20	257	277	257	277	0	YA
K	30	226	256	247	277	21	TIDAK
L	14	277	291	277	291	0	YA
M	7	291	298	291	298	0	YA
N	7	298	305	298	305	0	YA
O	5	305	310	305	310	0	YA

3.6 House of Risk 1 (HOR1)

Tujuan HOR 1 adalah untuk mengidentifikasi risiko keterlambatan proyek HRSG. Identifikasi risiko mencakup kejadian risiko dan tingkat dampaknya (*severity*), agen risiko serta kemungkinan terjadinya risiko (*occurrence*), serta keterkaitan antara kejadian risiko dan agen risiko (*correlation*). Untuk skala penilaian *severity* tercantum pada Tabel 5, nilai *occurrence* pada Tabel 6, dan *correlation* pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 5. Skala penilaian *severity*

Skala	Deskripsi
5	Memiliki dampak Sangat Tinggi terhadap waktu penyelesaian proyek dan dapat menyebabkan kegagalan proyek
4	Memiliki dampak Tinggi terhadap waktu penyelesaian proyek
3	Memiliki dampak Sedang terhadap waktu penyelesaian proyek
2	Memiliki dampak Rendah terhadap waktu penyelesaian proyek
1	Memiliki dampak Sangat Rendah terhadap waktu penyelesaian proyek dan dapat diabaikan

Tahap awal yang dilakukan untuk HOR 1 adalah identifikasi *risk event* dengan tingkat dampaknya (*severity*). Pengidentifikasi kejadian risiko atau *risk event* dilakukan dengan mencari nilai nilai *severity* masing-masing kejadian. Tabel 8 berikut menunjukkan daftar *risk event* dan nilai *severity* hasil wawancara dengan dua orang narasumber yaitu 1 orang manajer PT XYZ dan 1 orang *project leader* PT Kalista melalui *Forum Group Discussion*. Isi diskusi yaitu mencari penilaian terhadap *risk event* menggunakan skala *severity* pada Tabel 5. Dari Tabel diketahui kejadian risiko atau *risk event* proyek HRSG ada 7 *risk event* yang teridentifikasi beserta nilai *severity*. Kemudian tahap selanjutnya adalah identifikasi agen risiko atau *risk agent* dengan nilai *occurrence*. Identifikasi agen risiko dilakukan dengan mencari nilai *occurrence* dari masing-masing *risk agent*. Tabel 9 di bawah ini menunjukkan agen risiko atau *risk agent* dan nilai *occurrence* hasil wawancara dengan 2 orang narasumber melalui *Forum Group Discussion*.

Tabel 6. Skala penilaian *occurrence*

Skala	Deskripsi
6	Pasti akan terjadi dan akan menyebabkan kegagalan proyek
5	Probabilitas terjadinya kejadian Sangat Tinggi sehingga Sangat Sering Terjadi pada pelaksanaan proyek
4	Probabilitas terjadinya kejadian Tinggi
3	Probabilitas terjadinya kejadian Sedang terhadap waktu penyelesaian proyek
2	Probabilitas terjadinya kejadian Rendah terhadap waktu penyelesaian proyek
1	Probabilitas terjadinya kejadian hampir tidak terjadi

Tabel 7. Skala penilaian *correlation*

Skala	Deskripsi
0	Tidak ada hubungan
1	Tingkat korelasi rendah
3	Tingkat korelasi sedang
9	Tingkat korelasi kuat

Tabel 8. Data *risk event* dan *severity*

Kode	<i>Risk Event</i>	<i>Severity</i>
E1	Keterlambatan proses perencanaan proyek	4
E2	Keterlambatan pembayaran dari <i>Owner</i> ke Kontraktor	3
E3	Keterlambatan penerimaan material	4
E4	Keterlambatan pekerjaan karena kesalahan Kontraktor	4
E5	Keterlambatan pekerjaan karena kesalahan <i>Owner</i>	4
E6	Keterlambatan proses <i>commisioning</i>	3
E7	Keterlambatan serah terima pekerjaan	2

Tabel 9. Data *risk agent* dan *occurrence*

Kode	<i>Risk Agent</i>	<i>Occurrence</i>
A1	Perubahan desain	4
A2	Perubahan harga material	3
A3	Perbedaan pendapat terkait perencanaan proyek	4
A4	Penerimaan material yang kurang sesuai	4
A5	Material harus ekspor	3
A6	Terjadi konflik antara <i>Owner</i> dan Kontraktor	5
A7	Penambahan ruang lingkup kerja	3
A8	Kurang koordinasi <i>Owner</i> dan Kontraktor	5
A9	Kurangnya koordinasi antara sesama Kontraktor	2
A10	Permintaan <i>Owner</i> yang berubah-ubah	4
A11	Proses administrasi dari kontraktor terhambat	2
A12	<i>Planning</i> awal tidak sesuai	3
A13	Kurangnya sumber daya manusia pada Kontraktor	4
A14	Skill yang dimiliki Kontraktor di bawah rata-rata	4
A15	Dokumen <i>loop test</i> tidak sesuai standard <i>Owner</i>	2
A16	Dokumen pembayaran kurang lengkap	3

Dari Tabel 9 di atas dapat diketahui bahwa *risk agent* dari proyek HRSG adalah 16 risiko yang teridentifikasi beserta nilai *occurrence*. Setelah diketahui *risk event* dengan nilai *severity* dan *risk agent* dengan nilai *occurrence*, selanjutnya adalah mencari korelasi antara *risk event* dan *risk agent*. Penilaian korelasi didapat berdasarkan hasil penilaian responden yaitu karyawan yang terlibat proyek pada HRSG melalui kuesioner. Setelah didapat nilai *correlation*, maka nilai *Aggregate Risk Potential (ARP)* bisa didapatkan. Tabel 10 di bawah ini menunjukkan nilai korelasi serta nilai ARP yang dihitung menggunakan rumus. Berikut salah satu contoh perhitungan ARP pada A1.

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

$$ARP(A1) = 4 \times [(3 \times 4) + (3 \times 3) + (0 \times 4) + (3 \times 4) + (1 \times 4) + (1 \times 3) + (0 \times 2)]$$

$$ARP(A1) = 4 \times 40$$

$$ARP(A1) = 160$$

Dari Tabel 10 dapat diketahui agen risiko dengan nilai ARP paling tinggi adalah kurang koordinasi *Owner* dan Kontraktor dengan nilai ARP 465, disusul dengan agen risiko permintaan *Owner* yang berubah-ubah dengan nilai ARP 228 dan di nomer 3 agen risiko terjadi konflik antara *Owner* dan Kontraktor ARP 195. Kurangnya koordinasi antara *Owner* dan Kontraktor (A8) menjadi agen risiko dengan nilai ARP tertinggi. Hal ini disebabkan pada jalannya pelaksanaan proyek HRSG Kontraktor dan *Owner* seharusnya melakukan *meeting* setiap hari, namun karena pihak *Owner* tidak selalu bisa hadir setiap harinya jadi *meeting* dilakukan hanya satu minggu sekali. Permintaan *Owner* yang berubah-ubah (A10) memiliki nilai ARP kedua tertinggi dan penambahan ruang lingkup kerja (A6) merupakan agen risiko yang memiliki nilai ARP ketiga tertinggi. Hal ini disebabkan salah satunya karena kurangnya koordinasi antara *Owner* dan Kontraktor.

Tabel 10. Data korelasi dan perhitungan ARP

Risk Event	Risk Agent																Severity (S _i)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
E1	3	1	3	0	0	0	3	3	1	3	3	0	3	0	0	1	4
E2	3	1	0	0	0	9	3	3	0	3	3	0	3	0	0	9	3
E3	0	9	0	0	0	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	4
E4	3	3	3	1	0	0	3	9	3	3	3	0	3	1	0	0	4
E5	1	1	3	0	0	3	3	9	0	3	0	9	1	0	3	0	4
E6	1	1	0	0	0	0	3	9	0	3	0	9	1	0	9	0	3
E7	0	0	1	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	1	9	0	2
Occurrence (O _j)	4	3	4	4	3	5	3	5	2	4	2	3	4	4	2	3	
ARP	160	177	144	16	0	195	171	465	32	228	90	108	148	16	24	93	
Rank	6	4	8	15	16	3	5	1	12	2	11	9	7	14	13	10	

3.7 House of Risk 2 (HOR2)

HOR 2 sendiri bertujuan untuk menemukan tindakan/strategi penanganan terbaik dari risiko prioritas perhitungan HOR 1 dengan mempertimbangkan efektivitas dan efisiensinya. Pada HOR 1 terpilih bahwa ada 3 risiko prioritas dengan nilai ARP paling tinggi. Pada Tabel 11 berikut ini adalah agen risiko prioritas hasil perhitungan HOR 1. Langkah awal tahapan HOR 2 adalah menentukan strategi penanganan/*preventive action* dan tingkat kesulitannya untuk risiko prioritas pada tabel di atas yang didapat dari hasil perhitungan HOR 1. Untuk penilaian tingkat kesulitan strategi penanganan ditampilkan pada Tabel 12. Strategi penanganan/*preventive action* beserta tingkat kesulitannya didapatkan berdasarkan hasil wawancara dengan 2 orang narasumber melalui FGD. Tabel 13 berikut menampilkan strategi penanganan/*preventive action* proyek HRSG beserta nilai tingkat kesulitannya.

Tabel 11. Data *risk agent* prioritas

No	Kode	Risk Agent	ARP
1	A8	Kurang koordinasi <i>Owner</i> dan Kontraktor	465
2	A10	Permintaan <i>Owner</i> yang berubah-ubah	228
3	A7	Penambahan ruang lingkup kerja	195

Tabel 12. Data tingkat kesulitan strategi penanganan

Skala	Deskripsi
5	Strategi penanganan sangat sulit diimplementasikan
4	Strategi penanganan sulit diimplementasikan
3	Strategi penanganan cukup mudah diimplementasikan
2	Strategi penanganan cukup mudah diimplementasikan
1	Strategi penanganan mudah diimplementasikan

Tabel 13. Data *preventive action* dan tingkat kesulitan

Kode	<i>Preventive Action</i>	Tingkat Kesulitan
PA1	Melakukan <i>meeting</i> dua kali / minggu antara <i>Owner</i> dan Kontraktor	2
PA2	Melakukan pengawasan langsung terhadap pekerjaan proyek	3
PA3	Memperjelas daftar pekerjaan yang akan dilakukan	2
PA4	Mengikuti standard <i>engineering</i> yang sudah ada	2
PA5	Membuat perjanjian terkait penambahan ruang lingkup kerja	4
PA6	Mempermatang desain awal proyek	4

Setelah menentukan strategi penanganan atau *preventive action* dan diketahui tingkat kesulitannya (D_k). Kemudian langkah selanjutnya yaitu mencari tingkat korelasi *risk agent* dengan strategi penanganan (*PA*), setelah itu perhitungan nilai *Total Effectiveness* (TE_k) dan nilai *Effectiveness To Difficulty ratio* (ETD_k). Tabel 14 berikut menunjukkan nilai korelasi yang didapat dari penilaian responden melalui kuesioner tentang seberapa besar hubungan antara *risk agent* dengan *preventive action* dengan menggunakan skala penilaian pada Tabel 7 seperti pada HOR 1. Tabel 14 juga menjelaskan hasil perhitungan nilai *Total Effectiveness* (TE_k) dan *Effectiveness to Difficulty* (ETD_k).

Tabel 14 menunjukkan korelasi *risk agent* dengan *preventive action* dengan nilai 0 menunjukkan tidak ada korelasi, nilai 1 menunjukkan korelasi rendah, nilai 3 menunjukkan korelasi sedang, dan nilai 9 menunjukkan korelasi tinggi. Pada HOR 2 ini *preventive action* dengan nilai ETD yang paling tinggi adalah *preventive action* yang paling efektif dan efisien untuk dilakukan. Tabel 15 adalah rekapitulasi *preventive action* dengan nilai ETD-nya. Berikut ini salah satu contoh perhitungan *Total Effectiveness* (TE) dan *Effectiveness to Difficulty* (ETD) untuk PA 1.

$$TE_k = \sum ARP_j \times E_{jk}$$

$$TE (PA1) = (9 \times 465) + (3 \times 228) + (3 \times 195) = 5454$$

Lalu perhitungan ETD menggunakan rumus $ETD_k = TE_k / D_k$

$$ETD(PA1) = 5454/2 = 2727$$

Tabel 14. Tabel korelasi dan perhitungan ETD

<i>Risk Agent</i>	<i>Preventive Action</i>						<i>Aggregate Risk Potential (ARP_j)</i>
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	
A8	9	3	3	0	3	3	465
A10	3	0	3	3	1	1	228
A7	3	1	3	3	0	1	195
<i>Total Effectiveness (TE_k)</i>	5454	1590	2664	1269	1623	1818	
<i>Degree of Difficulty (D_k)</i>	2	3	2	2	4	4	
<i>Effectiveness To Difficulty (ETD_k)</i>	2727	530	1332	634,5	405,75	454,5	
<i>Rank</i>	1	4	2	3	6	5	

Tabel 15. *Preventive action* dan nilai ETD

Kode	<i>Preventive Action</i>	ETD
PA1	Melakukan <i>meeting</i> dua kali / minggu antara <i>Owner</i> dan Kontraktor	2727
PA3	Memperjelas daftar pekerjaan yang akan dilakukan	1332
PA4	Mengikuti standard <i>engineering</i> yang sudah ada	634,5
PA2	Melakukan pengawasan langsung terhadap pekerjaan proyek	530
PA6	Mempermatang desain awal proyek	454,5
PA5	Membuat perjanjian terkait penambahan ruang lingkup kerja	405,75

Penelitian ini dapat bermanfaat bagi PT XYZ dan PT Kalista terutama pada proyek yang akan dijalankan di masa mendatang. Pada temuan sebelumnya diketahui bahwa proyek HRSG di rencanakan selesai selama 233 hari, namun pada aktual nya proyek tersebut mengalami keterlambatan selama 77 hari sehingga menyebabkan kerugian baik dari PT XYZ dan PT Kalista. Dengan menerapkan metode *Critical Path Method* didapatkan waktu penyelesaian proyek harusnya direncanakan selama 310 hari dengan beberapa aktivitas kritis yang perlu diawasi. Sedangkan pada penerapan metode PERT proyek HRSG bisa direncanakan selama 324 hari dengan probabilitas waktu penyelesaiannya adalah 95,549 %.

Pada umumnya penelitian terkait metode CPM dan PERT berakhir pada saran untuk menghindari keterlambatan sedangkan dalam penelitian ini menggunakan metode HOR sebagai bahan pertimbangan dalam mengelola risiko proyek dan mengetahui *preventive action* untuk menghinadri keterlambatan proyek. Pada perhitungan HOR Tahap 1 didapat faktor risiko keterlambatan prioritas yaitu kurangnya koordinasi antara *Owner* dan Kontraktor dengan nilai ARP 465. Dan *preventive action* paling efektif dan efisien berdasarkan HOR Tahap 2 adalah melakukan *meeting* dua kali dalam seminggu antara *Owner* dan Kontraktor dengan nilai ETD nya yaitu 2727.

4. Simpulan

Dari hasil penjelasan di atas terkait penjadwalan dan risiko keterlambatan proyek HRSG dapat disimpulkan bahwa melalui metode CPM dapat diketahui bahwa proyek HRSG ini memiliki 15 aktivitas proyek dengan 13 aktivitas kritis yaitu aktivitas *study for capacity & review* (A), *quotation received* (B), *PO received* (C), proses *procurement* (E), pekerjaan pondasi (F), *fabrication boiler* (G), *piping* (H), Pemasangan isolasi anti panas (I), proses pengecatan (J), *commisioning* (L), *loop test* (M), *running test* (N), *handover* (O) dengan total waktu penyelesaian 310 hari. Pada perhitungan PERT waktu penyelesaian proyek yang ditargetkan adalah 324 hari dengan probabilitas waktu penyelesaian proyek adalah 95,549%. Jika perencanaan awal penyelesaian proyek ditargetkan 324 hari maka kemungkinan proyek tidak akan mengalami keterlambatan. Hasil dari identifikasi faktor keterlambatan proyek terdapat 7 *risk event* dan 16 *risk agent*. Pada perhitungan HOR 1 didapatkan 3 *risk agent* prioritas. *risk agent* dengan nilai *aggregate risk potential* (ARP) paling tinggi yaitu kurangnya koordinasi antara Kontraktor dan *Owner* yang memiliki nilai ARP 465. Lalu pada perhitungan HOR 2 terdapat 6 *preventive action* yang digunakan untuk mengatasi tiga *risk agent* prioritas hasil dari perhitungan HOR 1. Dari perhitungan akhir HOR 2 *preventive action* prioritas yang menjadi urutan pertama yaitu melakukan *meeting* dua kali dalam seminggu antara Kontraktor dan *Owner* dengan nilai ETD 2727.

Dari penelitian ini saran bagi perusahaan yang bisa diimplementasikan adalah perencanaan proyek terutama penjadwalan yang akan dijalankan baiknya menggunakan metode CPM dan PERT seperti pada penelitian ini guna mencegah keterlambatan dan mengurangi kerugian. Perusahaan juga dapat mempertimbangkan pengelolaan risiko dengan menggunakan metode HOR. Penelitian ini masih banyak kekurangan terutama pada pembahasan biaya pada proyek HRSG. Saran untuk penelitian selanjutnya bisa membahas biaya kerugian ketika terjadinya keterlambatan dan percepatan waktu proyek menggunakan metode *Time Cost Trade Off* karena dalam penelitian ini tidak membahas demikian.

Daftar Pustaka

- Abdurrasyid *et al.* (2019) 'Implementasi Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Pembangunan Kapal', *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 5(1), pp. 28–36. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23917/khif.v5i1.7066>.
- Alfath, R.F. and Cahyo, W.N. (2021) 'Manajemen Risiko Dalam Bisnis Forex dengan Metode House of Risk', *Jurnal Teknologi*, 14(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.34151/jurtek.v14i1.3318>.
- Baits, H.A., Puspita, I.A. and Bay, A.F. (2020) 'Combination of program evaluation and review technique (PERT) and critical path method (CPM) for project schedule development', *International Journal of Integrated Engineering*, 12(3), pp. 68–75. Available at: <https://doi.org/10.30880/ijie.2020.12.03.009>.

- Fadila, N., Suliawati, S. and Arfah, M. (2024) 'Analisis Manajemen Proyek dengan Metode CPM (Critical Path Method) pada Pembagunan Rumah Subsidi di Perumahan Sultan Area City Kota Pinang', *Factory: Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri*, 3(1), pp. 9–19. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.56211/factory.v3i1.616>.
- Ford, D.N. and Lyneis, J.M. (2020) 'System Dynamics Applied to Project Management: A Survey, Assessment, and Directions for Future Research', in *System Dynamics*. Springer US, pp. 285–314. Available at: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8790-0_658.
- Hamka, D.H. *et al.* (2021) 'Power Generation Fire Risk Evaluation Using House of Risk (HoR) Method with an Asset Management Approach', in *Proceeding IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1096/1/012128>.
- Muhammad, A. and Pakarbudi, A. (2023) 'Optimasi Waktu Proyek Sistem Informasi Pengelolaan Armada pada PT Digital Entropy Venture Menggunakan Metode PERT', in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK ke-III)*, pp. 185–192. Available at: <https://doi.org/10.31284/p.snestik.2023.4335>.
- Nabilah, N., Juhara, S. and Nathasia, C.A. (2024) 'Analisa Penjadwalan Proyek Pembangunan Apartemen Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method)', *STRUCTURE: Jurnal Sipil*, 6(2), pp. 66–74. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31000/civil.v6i2.12566>.
- Rifai, A. and Subali, S.B.W. (2022) 'Strategi Pengendalian Risiko Supply Chain Perawatan Pesawat Udara di Era Pandemi Covid-19', *Jurnal Manajemen dan Kearifan Lokal Indonesia (J-MKLI)*, 6(2), pp. 70–88. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.26805/jmkli.v6i2.151>.
- Rita, E., Carlo, N. and Nandi (2021) 'Penyebab dan dampak keterlambatan pekerjaan jalan di Sumatera Barat Indonesia', *Jurnal REKAYASA*, 11(01), pp. 27–37. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.37037/jrftsp.v11i1.94>.
- Salim, I.P., Simanjuntak, M.R.A. and Sulistio, H. (2023) 'Analisis kebijakan pemerintah dalam pengembangan kereta cepat di Indonesia dan dampaknya terhadap manajemen proyek', *Wahana TEKNIK SIPIL: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 28(1), pp. 115–130. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32497/wahanats.v28i1.4566>.
- Saputra, A.P., Sayuti, M. and Waluya, A.I. (2024) 'Analisis mitigasi risiko pada aktivitas rantai pasok dengan metode pendekatan Supply Chain Operation Reference serta metode HOR (House of Risk) di PT XYZ', *Musytari: Neraca Manajemen, Akuntansi, Ekonomi*, 8(4), pp. 131–140. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.8734/musytari.v8i4.5687>.
- Sarvari, H. *et al.* (2019) 'Approaches to risk identification in public–private partnership projects: Malaysian private partners' overview', *Administrative Sciences*, 9(1), pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.3390/admsci9010017>.
- Setiawan, E. (2019) 'Manajemen proyek sistem informasi penggajian berbasis web', *Jurnal Teknik*, 17(2), pp. 84–93. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.37031/jt.v17i2.50>.
- Sulistyo, A.B., Rifki, I. and Gautama, P. (2022) 'Evaluasi proyek fabrikasi matarbari unit-02 dengan metode CPM dan PERT PT Dui Esa Unggul', *Jurnal InTent*, 5(1), pp. 14–27.
- Wakhyudi, T., Sayuti, M. and Karnadi, K. (2024) 'Analisis mitigasi risiko kecelakaan kerja Divisi AC pada perusahaan elektronik di Karawang dengan menerapkan metode HOR dan ISM', *Journal of Integrated System*, 7(1), pp. 83–97. Available at: <https://doi.org/10.28932/jis.v7i1.9154>.
- Wicaksono, A.B. and Setiawan, B. (2023) 'Analisa pengendalian waktu menggunakan metode Critical Path Method (CPM) pada proyek struktur rangka atap baja stasiun KCIC Karawang', *Jurnal Darma Agung*, 31(3), pp. 50–58. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.46930/ojsuda.v31i3.3330>.
- Yurianto and Kadri, T. (2020) 'Identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek infrastruktur kereta cepat Jakarta-Bandung', *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (CESD)*, 3(1), pp. 35–41.

Lampiran

Lampiran 1. Data responden

Timestamp	Name	Jabatan	Pengalaman Bekerja
17/01/2024 15:19:27	Mukhlis	Owner (KIC)	5
19/01/2024 9:51:47	Pebi nursyamsi	Kontraktor	4
19/01/2024 9:51:56	Gede Gosali Sunu Ghosa	Owner (KIC)	2
19/01/2024 9:52:21	Dedisupriyatin	Kontraktor	4
19/01/2024 9:59:57	Febry Hermawan	Owner (KIC)	1
19/01/2024 10:03:16	Muhammad Gilang Pramusita	Kontraktor	2
19/01/2024 12:26:38	Eno purwanto	Kontraktor	3
21/01/2024 11:34:38	Ramadhan Hanafi	Owner (KIC)	8
21/01/2024 11:34:42	Fitra Bagus Hendi Prabowo	Owner (KIC)	2
21/01/2024 12:16:19	Kurniawan	Kontraktor	8

Lampiran 2. Hasil kuesioner korelasi *risk event* dan *risk agent*

No	Keterlambatan Perencanaan proyek [Perubahan Desain]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Perubahan harga material]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Perbedaan pendapat terkait perencanaan proyek]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Penerimaan material yang kurang sesuai]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Material Harus Ekspor]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Terjadi Konflik <i>Owner</i> dan Kontraktor]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Penambahan ruang lingkup kerja]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Kurang koordinasi <i>Owner</i> dan Kontraktor]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Kurang koordinasi antara sesama Kontraktor]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Permintaan <i>Owner</i> yang berubah-ubah]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Proses administrasi dari Kontraktor terhambat]	Keterlambatan Perencanaan proyek [<i>Planning</i> awal Kontraktor tidak sesuai]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Kurang nya sumber daya manusia pada Kontraktor]	Keterlambatan Perencanaan proyek [<i>skill</i> yang dimiliki kontraktor dibawah rata-rata]	Keterlambatan Perencanaan proyek [dokumen <i>loop test</i> tidak sesuai standard <i>Owner</i>]	Keterlambatan Perencanaan proyek [Dokumen pembayaran kurang lengkap]
1	3	1	3	0	3	9	0	3	1	3	1	1	3	0	0	9
2	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	3	1	9	3	3	1	3	3	1	3	9	3	3	0	0	9
4	3	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
5	3	1	3	1	3	9	3	3	1	3	3	3	1	0	0	3
6	9	3	3	3	1	0	1	9	3	3	3	9	3	0	0	3
7	0	0	9	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	1	1	0	1	3	0	3	0	3	9	0	0	0	9
9	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	1
10	9	3	1	1	0	0	3	1	1	1	1	0	1	0	0	3
<i>Mean</i>	3.3	1.1	3.6	1	1.3	2.3	1.6	2.2	2	1.6	2.3	2.8	1.4	0	0	3.7
<i>Median</i>	3	1	3	1	0.5	0.5	2	2	2	2	2	2	1	0	0	3
<i>Modus</i>	3	1	3	0	0	0	3	3	1	3	3	0	3	0	0	9

Lampiran 3. Hasil kuesioner *risk agent* prioritas dan *preventive action*

No	Kurang koordinasi <i>Owner</i> dan Kontraktor [Melakukan meeting dua kali / minggu antara <i>Owner</i> dan Kontraktor]	Kurang koordinasi <i>Owner</i> dan Kontraktor [Melakukan pengawasan langsung terhadap pekerjaan proyek]	Kurang koordinasi <i>Owner</i> dan Kontraktor [Memperjelas daftar pekerjaan yang akan dilakukan]	Kurang koordinasi <i>Owner</i> dan Kontraktor [Mengikuti standard engineering yang sudah ada]	Kurang koordinasi <i>Owner</i> dan Kontraktor [Membuat perjanjian terkait penambahan ruang lingkup kerja]	Kurang koordinasi <i>Owner</i> dan Kontraktor [Mempermatang desain awal proyek]
1	9	3	3	0	3	3
2	3	1	3	0	3	3
3	9	1	9	3	3	1
4	9	3	3	0	1	3
5	3	1	3	1	3	3
6	9	1	3	3	1	3
7	3	3	9	0	0	0
8	3	3	1	1	0	1
9	3	0	1	1	3	3
10	9	3	1	1	0	0
<i>Mean</i>	6	1.9	3.6	1	1.7	2
<i>Median</i>	6	2	3	1	2	3
<i>Modus</i>	9	3	3	0	3	3

Lampiran 4. Rekapitulasi korelasi *risk event* dan *risk agent*

<i>Risk Event</i>	<i>Risk Agent</i>															
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
E1	3	1	3	0	0	0	3	3	1	3	3	0	3	0	0	1
E2	3	1	0	0	0	9	3	3	0	3	3	0	3	0	0	9
E3	0	9	0	0	0	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0
E4	3	3	3	1	0	0	3	9	3	3	3	0	3	1	0	0
E5	1	1	3	0	0	3	3	9	0	3	0	9	1	0	3	0
E6	1	1	0	0	0	0	3	9	0	3	0	9	1	0	9	0
E7	0	0	1	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	1	9	0

Lampiran 5. Rekapitulasi korelasi *risk agent* prioritas dan *preventive action*

<i>Risk Agent</i>	<i>Preventive Action</i>					
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6
A8	9	3	3	0	3	3
A10	3	0	3	3	1	1
A7	3	1	3	3	0	1