

IDENTIFIKASI RISIKO KONSTRUKSI PADA PEKERJAAN STRUKTUR BAJA WORKSHOP PT. INKA BANYUWANGI DENGAN METODE *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (AHP)

I Ketut Hendra Wiryasuta¹, Qurrotus Shofiyah², Wilghis Meilinia Azizah³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

Email *corresponding author*: hendrawiryasuta@poliwangi.ac.id

Info Artikel

Diajukan :18/08/2022

Direview: 22/08/2022

Dipublikasi: 31/08/2022

Abstrak

Pabrik kereta api PT. Industri Kereta Api (Persero) di Banyuwangi dibangun oleh PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. sebagai kontraktor utamanya. Konstruksi utama yang digunakan dalam proyek tersebut adalah struktur baja (*pre engineered steel building*). Pekerjaan tersebut tidak luput dari munculnya risiko, karena besarnya bobot pekerjaan yang dilakukan. Risiko tidak dapat dihilangkan, namun dapat diminimalkan dampaknya dengan menerapkan manajemen risiko. Salah satu proses manajemen risiko adalah identifikasi risiko. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi kemungkinan risiko yang dapat terjadi, dan kategori kegawatannya terhadap proyek. Pengambilan data dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada empat responden, yaitu project manager dari pihak kontraktor. Selanjutnya data hasil kuesioner diolah menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk mencari bobot risiko. Proses analisis dilanjutkan dengan penilaian level risiko pada tiap variabel sub risiko dan hasil terbesar merupakan risiko dominan. Hasil identifikasi tersebut menghasilkan 3 risiko tinggi, 3 risiko sedang, dan 18 risiko rendah. Tiga risiko tertinggi adalah: ketersediaan material dengan bobot 2,581, kepindahan pekerja senior yang potensial dengan bobot 0,989 dan perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan dengan bobot 0,779.

Kata Kunci : AHP, Identifikasi, Risiko, Struktur Baja

Abstract

Railway factory PT. Industri Kereta Api (Persero) in Banyuwangi was built by PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. as the main contractor. The main construction used in the project is a steel structure (pre-engineered steel building). The work is not free from the emergence of risks, because of the significant weight of the work carried out. Risk cannot be eliminated, but it can be minimised by implementing risk management. One of the risk management processes is risk identification. This research aims to identify the possible risks that can occur, and the category of emergency for the project. Data were collected by distributing questionnaires to four respondents, namely the contractor's project manager. Furthermore, the data from the questionnaire was processed using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method to find the risk weights. The analysis process is continued by assessing the risk level for each sub-risk variable, and the most significant result is considered the dominant risk. The identification resulted in 3 high risks, three medium risks, and 18 low risks. The three most increased risks are as follows: the availability of materials with a weight of 2.581, the transfer of potential senior workers with a weight of 0.989, and changes in the work schedule with a weight of 0.779.

Keywords: AHP, Identification, Risk, Steel Structure

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi dapat dikatakan sebagai proyek berisiko tinggi karena besarnya bobot pekerjaan. Setiap kegiatan memiliki tingkat risiko yang berbeda tergantung pada kegiatan yang dilakukan. Risiko merupakan suatu kondisi yang timbul karena ketidakpastian dengan seluruh konsekuensi tidak menguntungkan yang mungkin terjadi (Puspita, 2017).

Risiko dapat menimbulkan kerugian terhadap biaya, waktu, dan mutu. Risiko tidak dapat dihilangkan dan dapat berdampak pada

terganggunya kinerja proyek secara keseluruhan sehingga dapat menimbulkan kerugian terhadap biaya, waktu, dan mutu. Risiko konstruksi yang terkait dengan biaya akan mengakibatkan terjadinya pembengkakan anggaran (*cost overrun*), Risiko yang berkaitan dengan waktu akan mengakibatkan keterlambatan pada penyelesaian proyek, sedangkan risiko yang terkait dengan mutu mengakibatkan kegagalan konstruksi. Risiko tersebut mengakibatkan kerugian bagi kontraktor namun dapat diminimalkan dampaknya dengan menerapkan manajemen risiko. Salah satu proses

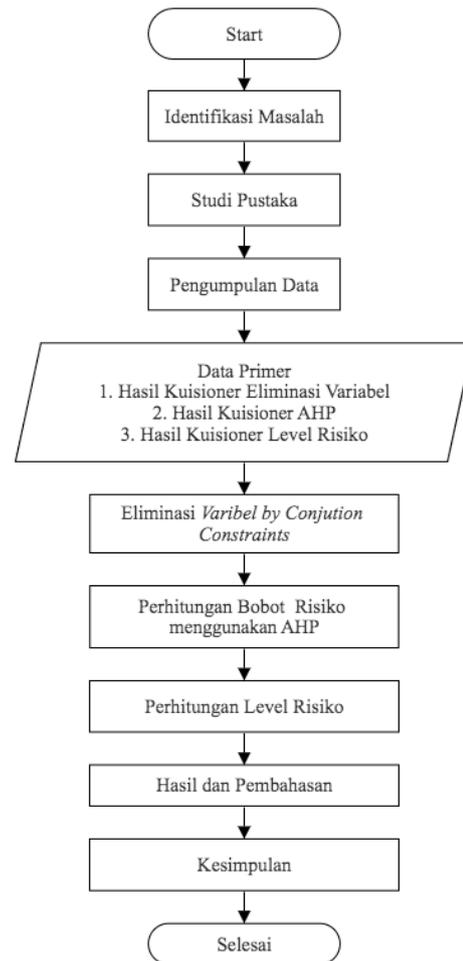
manajemen risiko adalah identifikasi risiko. Identifikasi risiko perlu dilakukan karena mampu memprediksi risiko yang akan terjadi kedepannya berdasarkan probabilitas risiko yang telah terjadi dan faktor lainnya. Dengan penerapan manajemen risiko pada suatu proyek akan dapat mengetahui level risiko yaitu risiko rendah, sedang, dan tinggi

PT Industri Kereta Api (Persero) melakukan pembangunan gedung workshop pabrik kereta api kedua di Kabupaten Banyuwangi dengan PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. sebagai kontraktor utamanya. Workshop PT. INKA (Persero) tersebut menggunakan konstruksi utama berupa struktur baja. Pembangunan gedung workshop menggunakan konsep *pre-engineered steel building*. Konstruksi *Pre-Engineering Steel Building* merupakan pra-fabrikasi dari bangunan dimana kebutuhan desain keseluruhan bangunan telah disiapkan sebelumnya dalam bentuk gedung standar. Untuk menyelesaikan pekerjaan struktur tersebut tidak luput dari munculnya risiko dikarenakan besarnya bobot pekerjaan serta banyaknya kompleksitas pembangunan gedung tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut perlu dilakukan identifikasi risiko serta level risiko pada pelaksanaan konstruksi proyek workshop PT. INKA Banyuwangi. Sehingga melalui penelitian ini dapat mengidentifikasi risiko yang dapat terjadi dan risiko kategori tinggi pada proyek workshop PT. INKA Banyuwangi. Penentuan risiko dilakukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan bantuan *Software Expert Choice* untuk mendapatkan bobot risiko kemudian dilanjutkan dengan penilaian level risiko

METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian diperlukan diagram alir untuk menjelaskan tentang alur pengerjaan suatu permasalahan yang akan dibahas berdasarkan data yang diperoleh sehingga menghasilkan hasil penelitian yang sesuai dengan prosedur. Diagram alir/flowchart disajikan dalam **Gambar 1**.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dengan urutan sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah
Merupakan proses identifikasi masalah penelitian untuk dipecahkan pada pembahasan.
2. Studi Pustaka
Merupakan suatu proses untuk mencari sumber terkait dalam pelaksanaan penelitian dengan bidang yang serupa dan digunakan sebagai referensi ataupun rujukan atas teori yang telah dikemukakan dalam penelitian.
3. Pengumpulan Data
Sumber data dalam penelitian ini menggunakan data primer dari 3 hasil kuesioner, yaitu:
 - a. Kuesioner pendahuluan dilakukan dengan untuk mengetahui kriteria risiko apa saja yang memiliki pengaruh dalam pekerjaan proyek tersebut. Hasil dari kuesioner ini adalah untuk menentukan kriteria/subkriteria penelitian yang akan digunakan pada kuesioner AHP dan kuesioner level risiko. Sebelum dilakukan pengisian skala linkert maka terlebih dahulu dilakukan penentuan batas nilai standar

batas melalui FGD bersama para *expert*. Nilai batas/konstrains berada pada nilai 1 s.d. 5 (Padmowati, 2012). Terdapat 81 variabel risiko yang dinilai dengan skala linkert dengan rentang 1 s.d. 5.

- b. Setelah kriteria dan subkriteria terpilih dilanjutkan dengan pengisian kuesioner AHP. Kuesioner AHP untuk menentukan bobot risiko dari masing-masing kriteria dan subkriteria. Adapun skala yang digunakan pada kuesioner ini seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Skala Perbandingan (Saaty, 2008)

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama pentingnya dibandingkan yang lain
3	Sedikit lebih penting dibandingkan yang lain
5	Lebih penting dibandingkan yang lain
7	Sangat penting dibandingkan yang lain.
9	Mutlak pentingnya dibandingkan yang lain.
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan- pertimbangan yang berdekatan.

- c. Pengisian kuesioner level risiko dilakukan secara bersamaan dengan kuesioner AHP. Kuesioner level risiko digunakan untuk mendapatkan nilai probabilitas dan nilai dampak dari tiap kriteria atau subkriteria. Adapun skala pengukuran yang digunakan pada kuesioner ini seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pengukuran Probabilitas dan Dampak (Kurniawan, 2011)

Pengukuran probabilitas:	Pengukuran dampak:
1 = sangat jarang	1 = sangat kecil
2 = jarang	2 = kecil
3 = cukup	3 = sedang
4 = sering	4 = besar
5 = sangat sering	5 = sangat besar

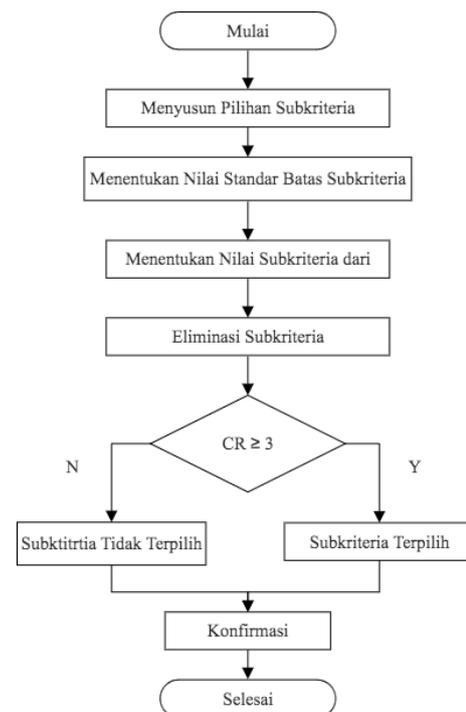
Responden pada penelitian ini merupakan orang yang *expert* atau ahli dan menguasai serta sebagai orang pemangku kepentingan dalam pengerjaan struktur baja dalam pembangunan workshop PT. INKA Banyuwangi. *Expert* pada penelitian ini adalah 4 (empat) site manager yang terlibat dalam pembangunan workshop PT. INKA tersebut, yaitu dari 2 *expert* dari PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, 1 *expert* dari PT.

Angkasa Jaya Megah, dan 1 *expert* dari PT. Sampoerna Alam Samudra

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah data yang dibutuhkan terkumpul. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan pengolahan data meliputi:

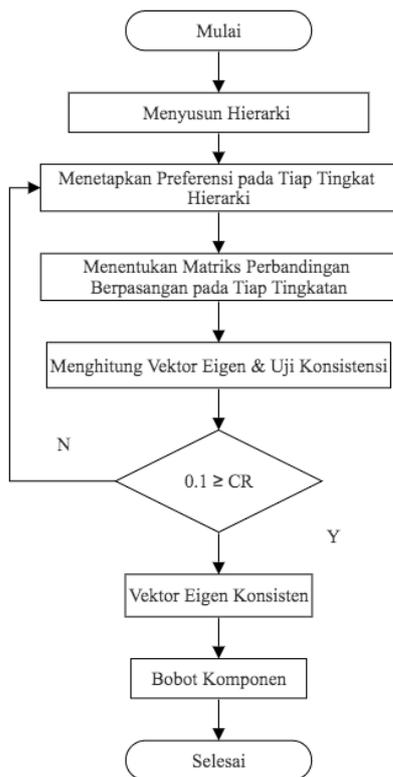
- a. Setelah menyebarkan kuesioner pendahuluan dilakukan pengolahan data menggunakan teknik *sequential elimination by conjunctive constraint* dengan perhitungan rata-rata aritmatik untuk mengeliminasi variabel yang tidak sesuai dengan risiko yang terjadi dilapangan. Pada tahap awal pengolahan data dengan menggunakan metode ini, para *expert* menyepakati berdasarkan hasil FGD bahwa nilai standar batas subkriteria adalah lebih sama dengan 3 (tiga). Sehingga jika variabel yang memiliki nilai kurang dari 3 (tiga) maka akan dieliminasi atau tidak dijadikan sebagai variabel terpilih untuk kuesioner berikutnya. *Flowchat* untuk tahapan pengolahan data dengan menggunakan teknik *sequential elimination by conjunctive constraint* seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Teknik *Sequential Elimination by Conjunctive Constraint*

- b. Variabel yang sudah terpilih dari kuesioner pendahuluan digunakan sebagai kriteria/subkriteria pada kuesioner AHP.

Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) adalah sebuah konsep untuk pembuatan keputusan berbasis multikriteria (kriteria yang banyak) lalu beberapa kriteria tersebut dibandingkan satu dengan lainnya (berdasarkan tingkat kepentingannya) (Utama, 2017). Hasil yang dari pengolahan data kuesioner ini berupa bobot pada masing-masing kriteria/sub kriteria. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan aplikasi *expert choice v11*. *Flowchart* pengolahan data dengan menggunakan metode AHP seperti pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Flowchart Metode AHP

c. Data yang didapat dari kuesioner level risiko adalah berupa nilai probabilitas dan nilai sesuai dengan skala linkert yang diisi oleh *expert*. Selanjutnya untuk mengukur level risiko dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut:

$$R = W \times P \times I \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

R : Risiko

W : Bobot risiko

P : Kemungkinan kejadian risiko

I : Besaran dampak risiko

Dari perhitungan tersebut maka akan dihasilkan kategori risiko, yaitu risiko tinggi, sedang, dan rendah sesuai pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Kategori Risiko (Sebayang et al., 2018)

Nilai R	Kategori
>0,7	Risiko Tinggi
0,4-0,7	Risiko Sedang
<0,4	Risiko Rendah

5. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan penelitian berisi data hasil kuesioner yang telah diolah dan dianalisa.

6. Kesimpulan

Kesimpulan ini berisikan hasil dari pembahasan perhitungan risiko yang terjadi dan paling dominan dampaknya pada proyek workshop PT. INKA Banyuwangi khususnya pada pekerjaan struktur baja. Sertasaran yang perlu dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Elimination by Conjunctive Constraint

Pada tahap perhitungan ini peneliti menyebarkan kuesioner pendahuluan untuk memperoleh data kejadian yang relevan pada fase pembangunan konstruksi baja di workshop PT.INKA Banyuwangi dengan skala pengisian 1 s.d. 5. Selanjutnya hasil dari kuesioner pendahuluan tersebut dihitung menggunakan rumus rata-rata aritmatik untuk mendapatkan nilai conjunctive constraint, karena peneliti menggunakan batasan constraints 3 maka nilai variabel dibawah 3 dari perhitungan tersebut tidak digunakan atau tereliminasi. Dari 81 variabel didapati 24 variabel risiko yang relevan dan terjadi pada proyek pembangunan workshop PT.INKA Banyuwangi. Hasil dari perhitungan eliminasi *by conjunctive constrains* dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Variabel Hasil Eliminasi dengan Teknik *Sequential Elimination by Conjunctive Constraint*

No.	Variabel
A	Risiko Force Majeure
A1	Banjir
A2	Badai
A3	Cuaca Tidak Menentu
B	Risiko Material dan Peralatan
B1	Ketersediaan material
B2	Kerusakan peralatan mesin dan perlengkapan proyek
B3	Peralatan yang tidak sesuai dengan kondisi kerja
C	Risiko Tenaga Kerja
C1	Kecelakaan dan keselamatan kerja
C2	Perselisihan pekerja

No.	Variabel
C3	Kepindahan pekerja senior yang potensial
C4	Produktifitas tenaga kerja yang rendah
D	Risiko Kontraktual
D1	Keterlambatan pembayaran oleh owner
D2	Perselisihan antara owner dan kontraktor
D3	Keterlambatan pembayaran pada sub-kon melalui kontraktor utama
E	Risiko Pelaksanaan
E1	Pengaruh tekanan angin pada pelaksanaan
E2	Kerusakan pada fasilitas transportasi disekitar
E3	Penyetelan dan Perakitan baja yang tidak tepat
E4	Perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan
F	Risiko Desain dan Teknologi
F1	Adanya perubahan desain
F2	Kesulitan penggunaan teknologi baru
F3	Peraturan safety yang tidak dilaksanakan di lapangan
G	Risiko Manajemen
G1	Kesalahan estimasi waktu
G2	Adanya staf yang kurang berpengalaman
G3	Pengajuan klaim
G4	Perubahan lingkup pekerjaan

Setelah menyusun dan menyebarkan kuesioner AHP berdasarkan variabel yang terdapat pada tabel 4, tahap selanjutnya adalah mengolah data tentang bobot masing-masing variabel risiko menggunakan metode *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Pada penelitian ini peneliti menggunakan bantuan program *expert choice*. *Expert Choice* adalah sebuah perangkat lunak yang khusus dipakai dalam metode AHP. Data yang didapat dari hasil penyebaran kuesioner dimasukan kedalam *expert choice* dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan, lalu program dijalankan dan dapat dilihat nilai rasio inkonsistensinya. Jika nilai rasio inkonsistensi di atas 10% maka harus dilakukan pengambilan data ulang karena tidak konsisten. Hasil pembobotannya kriteria risiko dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Bobot Risiko Setiap Subkriteria

No.	Variabel	Bobot Risiko
A	Risiko Force Majeure	
A1	Banjir	0,007
A2	Badai	0,031
A3	Cuaca Tidak Menentu	0,014
B	Risiko Material dan Peralatan	
B1	Ketersediaan material	0,215
B2	Kerusakan peralatan mesin dan perlengkapan proyek	0,069
B3	Peralatan yang tidak sesuai dengan kondisi kerja	0,038
C	Risiko Tenaga Kerja	
C1	Kecelakaan dan keselamatan kerja	0,047
C2	Perselisihan pekerja	0,023
C3	Kepindahan pekerja senior yang potensial	0,109
C4	Produktifitas tenaga kerja yang rendah	0,043
D	Risiko Kontraktual	
D1	Keterlambatan pembayaran oleh owner	0,058
D2	Perselisihan antara owner dan kontraktor	0,012
D3	Keterlambatan pembayaran pada sub-kon melalui kontraktor utama	0,036
E	Risiko Pelaksanaan	
E1	Pengaruh tekanan angin pada pelaksanaan	0,041
E2	Kerusakan pada fasilitas transportasi disekitar	0,012
E3	Penyetelan dan Perakitan baja yang tidak tepat	0,018
E4	Perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan	0,086
F	Risiko Desain dan Teknologi	
F1	Adanya perubahan desain	0,024
F2	Kesulitan penggunaan teknologi baru	0,008
F3	Peraturan safety yang tidak dilaksanakan di lapangan	0,006
G	Risiko Manajemen	
G1	Kesalahan estimasi waktu	0,015
G2	Adanya staf yang kurang berpengalaman	0,020
G3	Pengajuan klaim	0,012
G4	Perubahan lingkup pekerjaan	0,044

Kemudian bobot tersebut digunakan untuk perhitungan selanjutnya yaitu perhitungan level risiko.

Perhitungan Level Risiko

Pada tahap ini, Pengukuran nilai probabilitas (P) dan dampak (I) didapatkan dari penyebaran Kuesioner pengukuran level risiko kepada 4 responden. Pada saat dilakukan penyebaran kuesioner probabilitas risiko dan dampak risiko kepada responden peneliti menggunakan metode skala likert kemudian para responden menjawabnya dengan cara memberikan tanda (\checkmark) pada kolom skala 1-5 dalam Kuesioner tersebut. Pengukuran pembulatan dari mean menggunakan skala interval 1-5 yang dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk hasil dari penyebaran kuesioner level risiko dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Nilai Probabilitas dan Dampak Risiko

No.	Variabel	P	I
A	Risiko Force Majeure		
A1	Banjir	2	2
A2	Badai	2	3
A3	Cuaca Tidak Menentu	3	2
B	Risiko Material dan Peralatan		
B1	Ketersediaan material	3	4
B2	Kerusakan peralatan mesin dan perlengkapan proyek	3	3
B3	Peralatan yang tidak sesuai dengan kondisi kerja	2	3
C	Risiko Tenaga Kerja		
C1	Kecelakaan dan keselamatan kerja	2	3
C2	Perselisihan pekerja	2	3
C3	Kepindahan pekerja senior yang potensial	3	3
C4	Produktifitas tenaga kerja yang rendah	3	3
D	Risiko Kontraktual		
D1	Keterlambatan pembayaran oleh owner	3	4
D2	Perselisihan antara owner dan kontraktor	2	3
D3	Keterlambatan pembayaran pada sub-kon melalui kontraktor utama	4	4
E	Risiko Pelaksanaan		
E1	Pengaruh tekanan angin pada pelaksanaan	3	2
E2	Kerusakan pada fasilitas transportasi disekitar	2	3
E3	Penyetelan dan Perakitan baja yang tidak tepat	2	2
E4	Perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan	3	3
F	Risiko Desain dan Teknologi		
F1	Adanya perubahan desain	2	2

No.	Variabel	P	I
F2	Kesulitan penggunaan teknologi baru	3	3
F3	Peraturan safety yang tidak dilaksanakan di lapangan	4	3
G	Risiko Manajemen		
G1	Kesalahan estimasi waktu	2	3
G2	Adanya staf yang kurang berpengalaman	2	3
G3	Pengajuan klaim	2	2
G4	Perubahan lingkup pekerjaan	3	3

Setelah diketahui nilai skala probabilitas serta nilai skala impact dari variabel risiko kemudian dilanjutkan dengan identifikasi risiko menggunakan persamaan (1) yaitu dikalikan dengan bobot risiko, langkah terakhir adalah penempatan rangking tingkat risiko berdasarkan kategori tinggi rendahnya yang mengacu kepada **Tabel 7**.

Tabel 7. Peringkat Risiko dan Kategori Risiko

Variabel	Nilai Risiko	Peringkat Risiko
Banjir	2,581	1
Badai	0,989	2
Cuaca Tidak Menentu	0,779	3
Ketersediaan material	0,699	4
Kerusakan peralatan mesin dan perlengkapan proyek	0,627	5
Peralatan yang tidak sesuai dengan kondisi kerja	0,583	6
Kecelakaan dan keselamatan kerja	0,396	7
Perselisihan pekerja	0,393	8
Kepindahan pekerja senior yang potensial	0,283	9
Produktifitas tenaga kerja yang rendah	0,251	10
Keterlambatan pembayaran oleh owner	0,230	11
Perselisihan antara owner dan kontraktor	0,187	12
Keterlambatan pembayaran pada sub-kon melalui kontraktor utama	0,138	13
Pengaruh tekanan angin pada pelaksanaan	0,122	14
Kerusakan pada fasilitas transportasi disekitar	0,098	15
Penyetelan dan Perakitan baja yang tidak tepat	0,093	16
Perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan	0,086	17
Adanya perubahan desain	0,083	18

Variabel	Nilai Risiko	Peringkat Risiko
Kesulitan penggunaan teknologi baru	0,075	19
Peraturan safety yang tidak dilaksanakan di lapangan	0,073	20
Kesalahan estimasi waktu	0,072	21
Adanya staf yang kurang berpengalaman	0,072	22
Pengajuan klaim	0,051	23
Perubahan lingkup pekerjaan	0,028	24

Keterangan:

	Risiko Tinggi
	Risiko Sedang
	Risiko Rendah

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil akhir dan perhitungan yang telah dilakukan peneliti dapat disimpulkan bahwa dari 81 variabel risiko didapatkan 24 variabel risiko yang relevan dan terjadi pada proyek pembangunan workshop PT.INKA Banyuwangi yang didapat dari perhitungan eliminasi by conjunctive constraints. Variabel risiko tersebut terbagi dalam 7 kategori, yaitu: Risiko force majeure, Risiko material dan peralatan, Risiko tenaga kerja, Risiko kontraktual, Risiko pelaksanaan, Risiko desain dan teknologi, Risiko manajemen. Dari hasil perhitungan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan hasil perhitungan identifikasi level risiko yang terjadi pada pekerjaan struktur baja kriteria yang berada pada level kategori tinggi 3 kriteria, kategori sedang 3 kriteria, dan kategori rendah 18 kriteria.

Pada proyek pembangunan workshop PT.INKA Banyuwangi didapatkan tiga risiko tertinggi yaitu Ketersediaan material dengan bobot 2,581, Kepindahan pekerja senior yang potensial dengan bobot 0,989 dan Perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan dengan bobot 0,779 yang kemungkinan besar terjadi dan menimbulkan dampak yang signifikan terhadap proyek pembangunan workshop PT.INKA Banyuwangi.

DAFTAR PUSTAKA

- Kurniawan, B. Y. (2011). *Analisa Risiko Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Apartemen Petra Square Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Padmowati, R. de L. E. (2012). *Laporan Penelitian Analisis Teknik Sequential Elimination By Conjunctive Constraints Dan Teknik Sequential Elimination By Lexicography*

Dalam Metode Pendukung Keputusan.

- Puspita, D. M. (2017). *Analisis Risiko Rantai Pasok Dinding Beton Pracetak Pada Proyek Pembangunan Apartemen Puncak Dharmahusada Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Sebayang, E. M., Rahardjo, H. A., & Dinariana, D. (2018). Pengelolaan Risiko Proyek Gedung Bertingkat Pada PT. XYZ Di Jakarta terhadap Kinerja Waktu. *Jurnal Teknik Sipil*, 25(3), 229. <https://doi.org/10.5614/jts.2018.25.3.8>
- Utama, D. N. (2017). *Sistem Penunjang Keputusan* (Issue January). Garudhawaca.