

# ANALISIS IDENTIFIKASI BAHAYA ASPEK K3L DALAM PROYEK KONSTRUKSI MENGGUNAKAN METODA ANALITYCAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

Frans Tomy Syahputra ButarButar<sup>1</sup>, Mardiaman<sup>2</sup>, Eri Susanto Hariyadi<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Universitas Tama Jagakarsa, Jln. Letjen T.B. Simatupang No.152 Jakarta Selatan, 12530, Indonesia

Email: [franatomy55@gmail.com](mailto:franatomy55@gmail.com)

## ABSTRACT

*Health, Safety and Environment (HSE) in construction projects is very important. It's because work in construction projects is quite complex. Without HSE, it can lead to accidents and losses in both time and cost. The analysis method to be used is the Analytical Hierarchy Process (AHP), because AHP has advantages with several other methods, namely by determining the weight of each criterion which is carried out objectively. The sequence of factors causing work accidents in construction projects is: a. Human Factors of 70.23% b. Equipment Factors of 22.94% c. Environmental Factors of 6.83%. Accidents can be minimized by conducting socialization and promotion such as safety induction, toolbox meetings, safety morning talks, training, simulation and sharing knowledge. According to the research above, several inputs as material for consideration regarding occupational health and safety and the environment in construction projects include: 1. Socialization, promotion and supervision of construction implementation to be further improved from various aspects by construction worker implementers. 2. The cost of socialization and promotion of HSE must included in the budget, to support the HSE work program, prevent the emergence of costs arising from work accidents. 3. Subsequent research can be by using other aspects, criteria and alternatives.*

*Keywords: Analytical Hierarchy Process (AHP) , Health, Safety and Environment (HSE)*

## ABSTRAK

*Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) pada proyek konstruksi sangat penting. Hal ini disebabkan karena pekerjaan pada proyek konstruksi cukup kompleks. Tanpa K3L, dapat menyebabkan kecelakaan dan kerugian baik waktu dan biaya. Berdasarkan latar belakang diatas perlu dilakukan Analisa dan metode analisa yang digunakan adalah Analytical Hierarchy Process (AHP), karena AHP mempunyai kelebihan dengan beberapa metode-metode lain, yaitu dengan penetapan bobot masing-masing kriteria yang dilakukan secara obyektif. Urutan faktor penyebab kecelakaan kerja pada proyek konstruksi adalah : a. Faktor Manusia sebesar 70,23 % b. Faktor Peralatan sebesar 22,94 % c. Faktor Lingkungan sebesar 6,83 %. Kecelakaan kerja dapat diminimalisir dengan melakukan sosialisasi dan promosi seperti melakukan safety induction, toolbox meeting, safety morning talk, pelatihan, simulasi dan sharing knowledge. Sesuai penelitian diatas, beberapa masukan sebagai bahan pertimbangan mengenai kesehatan dan keselamatan kerja dan lingkungan pada proyek konstruksi antara lain : 1. Sosialisasi, promosi dan pengawasan terhadap pelaksanaan konstruksi agar lebih ditingkatkan dari berbagai aspek oleh pelaksana pekerja konstruksi. 2. Biaya sosialisasi dan promosi K3L agar dimasukkan dalam anggaran, agar dapat mendukung program kerja K3L berjalan dengan baik, benar dan tepat sasaran serta mencegah munculnya biaya yang timbul akibat kecelakaan kerja. 3. Penelitian selanjutnya dapat dengan menggunakan aspek, kriteria dan alternatif lain.*

*Kata kunci: Analytical Hierarchy Process (AHP), Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L)*

## PENDAHULUAN

Salah satu hal yang menjadi perhatian dan sangat serius dalam pelaksanaan pekerjaan proyek adalah masalah kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan. Risiko tersebut merupakan dampak karena kompleksitas pekerjaan beserta kurangnya kontrol dari proyek sehingga nantinya akan berdampak negatif pada pembangunan proyek itu sendiri. Hal yang dilakukan untuk meminimalkan risiko yang akan timbul yaitu diperlukan adanya identifikasi, analisis, dan mitigasi terhadap kemungkinan risiko yang akan terjadi.

Masalah keselamatan dan kesehatan kerja (K3) secara umum di Indonesia masih sering terabaikan. Data Biro Pusat Statistik (BPS) memperlihatkan jumlah tenaga kerja di konstruksi jauh meningkat, dari 4.844.689 orang di tahun 2010 menjadi hampir dua kali lipat di tahun 2015, sebanyak 8.208.086 orang sekitar 7% dari 114 juta orang pekerja (BPS, 2016). Sektor konstruksi juga dianggap salah satu sektor yang berisiko tinggi terhadap kecelakaan kerja. Data-data kecelakaan kerja yang dipaparkan sebelumnya tidak secara khusus memuat informasi kecelakaan kerja di Konstruksi, namun beberapa sumber (Bpjs Ketenagakerjaan, 2016) (ritanti, Purwoto, & Solechan, 2012) mencatat paling tidak 30% kasus kecelakaan kerja terjadi di sektor konstruksi. Dengan jumlah porsi tenaga kerja yang besar dan juga risiko yang besar membuat kecelakaan kerja di sektor konstruksi merupakan aspek yang perlu diperhatikan.

Sistem manajemen keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan diharapkan dapat diterapkan pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi, sehingga dapat menekan terjadinya kecelakaan kerja yang terjadi pada saat pelaksanaan pekerjaan konstruksi dan dapat mengidentifikasi risiko yang terjadi mulai dari yang paling tinggi sampai terendah.

K3L (Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan) pada proyek konstruksi sangat penting. Perusahaan konstruksi wajib untuk mengelola aktivitasnya secara aman tanpa menimbulkan adanya kerusakan lingkungan dan menyebabkan pekerja terpapar pada resiko cedera dan untuk mencegah bahaya yang dapat mengakibatkan Penyakit Akibat Kerja (PAK) dan masalah kesehatan pada pekerja. Identifikasi bahaya pada K3L penting untuk mencapai efisiensi dan efektifitas K3L.

Tanpa adanya Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) pada proyek konstruksi akan sangat berbahaya dan dapat meningkatkan tingkat kecelakaan pada proyek konstruksi. Kurangnya evaluasi pada suatu sistem Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) pada proyek konstruksi akan berakibat buruk pada suatu perusahaan yang sedang melaksanakan pembangunan. Seperti diketahui, bahaya merupakan sumber yang berpotensi menciderai manusia, kerusakan properti dan lingkungan. Bahaya adalah semua sumber atau situasi ataupun aktivitas yang berpotensi menimbulkan cedera (kecelakaan kerja).

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Giovanni Wiwoho, dkk pada Jurnal yang berjudul Analisis Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Konstruksi, menyebutkan bahwa secara umum terdapat 5 (lima) faktor bahaya Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) di tempat kerja antara lain:

1. Faktor bahaya biologi
2. Faktor bahaya kimia
3. Faktor bahaya fisik/mekanik
4. Faktor bahaya biomekanik
5. Faktor bahaya sosial-psikologis

Rendahnya pengetahuan dan kepedulian perusahaan serta stake holder terhadap penerapan K3L pada pekerjaan konstruksi, menyebabkan pekerjaan tidak

efektif dan efisien serta menurunnya kepuasan pelanggan (*owner*) terhadap hasil pekerjaan.

Penelitian diatas bertujuan untuk identifikasi dan penyebab bahaya yang akan terjadi menggunakan AHP, menentukan perbandingan antara penerapan mitigasi bahaya K3L tanpa menggunakan AHP dengan menggunakan AHP dan menentukan perbandingan biaya penerapan K3L tanpa menggunakan AHP dengan menggunakan AHP.

**METODE**

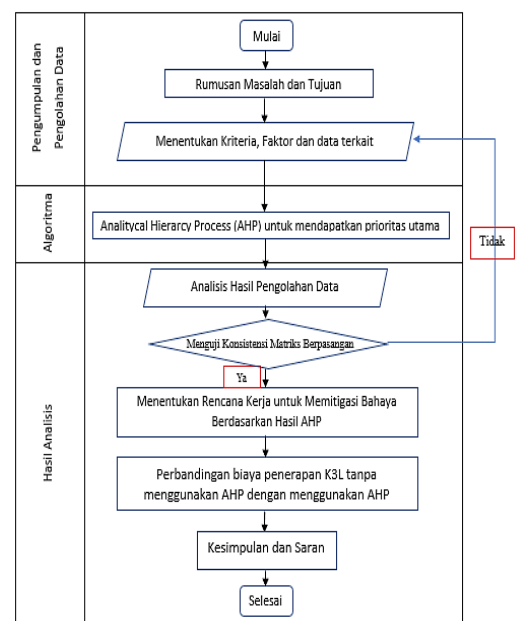
Metode yang digunakan yaitu metode *Analitycal Hierarcy Process* (AHP). Metode *Analitycal Hierarcy Process* (AHP) termasuk dalam salah satu Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau Decision Support System (DSS), bukan Sistem Pakar. DSS adalah sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan, dan manipulasi data. Sistem digunakan untuk pengambilan keputusan dalam situasi yang semiterstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, dimana tak seorangpun tahu secara pasti keputusan seharusnya dibuat. AHP digunakan untuk menentukan bobot tiap aspek, kriteria dan alternatif.

Berikut adalah langkah-langkah analisa:

1. Menyusun struktur hirarki berdasarkan kuesioner. Menyusun struktur hirarki yang terdiri dari aspek, kriteria dan alternatif.
2. Melakukan pengumpulan data perbandingan berpasangan untuk semua aspek, kriteria dan alternatif dengan menggunakan teknik pengambilan sampel acak sederhana.
3. Menyusun matrik perbandingan berpasangan untuk semua aspek, kriteria dan alternatif.
4. Menghitung rata-rata geometrik jawaban responden sesuai persamaan

untuk semua aspek, kriteria dan alternatif.

5. Input semua hasil langkah 4 kedalam software pengolahan data AHP di komputer menggunakan Ms Excel.
6. Pengecekan hasil uji kolerasi pada setiap matrik perbandingan berpasangan.
  - a. Menghitung CI sesuai dengan persamaan
  - b. Menghitung CR sesuai persamaan, jika nilai  $CR = 0$  untuk  $n=2$ ,  $CR \leq 5\%$  untuk  $n=3$ ,  $CR \leq 8\%$  untuk  $n=5$ , maka matriks tersebut konsisten. Jika terdapat matriks perbandingan berpasangan tidak konsisten. Maka melakukan perbandingan berpasangan dan mengubah aij penyebab ketidak konsistenan menjadi  $w_i/w_j$  sesuai persamaan.
7. Pengambil keputusan.
  - a. Menghitung tabel skor aspek berpasangan kriteria, kriteria dan alternatif/ sub-kriteria
  - b. Hasil akhir berupa skala prioritas atau ranking yang diurut berdasarkan nilai total skor tertinggi sampai rendah.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

**PEMBAHASAN**

Analisa perhitungan dengan metode AHP akan di dapat hasil akhir yang mengetahui kriteria dan alternative factor sumber bahaya dan factor penyebab kecelakaan kerja. Adapun tujuan atau goal dari hirarki adalah mengetahui bahaya aspek K3L pada proyek konstruksi.

Kriteria untuk mendukung perhitungan analisa dengan menggunakan AHP adalah bahaya biologi, bahaya kimia, bahaya fisik mekanik, bahaya biomekanik dan bahaya social psikologis.

Sedang alternatif yang dipilih sebagai factor penyebab kecelakaan kerja adalah manusia, peralatan dan lingkungan.

Cara untuk mendapatkan data-data sebagai pendukung analisa perhitungan dengan metode AHP adalah Primer.



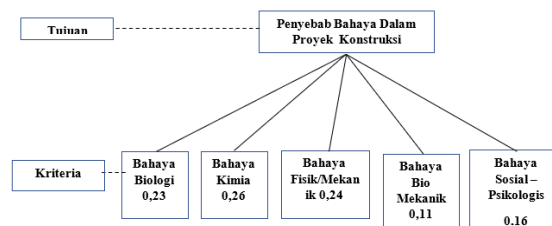
Gambar 2. Profil Responden

**I. Perhitungan Kriteria Dengan Matriks**

Berikut merupakan penjelasan normalisasi matriks berdasarkan kriteria utama pada Tabel 1.

Tabel 1 . Normalisasi Matriks Berdasarkan Kriteria Utama

Normalisasi Matrik Berdasarkan Kriteria Utama						
Kriteria	Bahaya Biologi	Bahaya Kimia	Bahaya Fisik/Mekanik	Bahaya Biomekanik	Bahaya Sosial-Psikologis	Rata-rata
Bahaya Biologi	0,22	0,32	0,18	0,22	0,21	0,23
Bahaya Kimia	0,19	0,24	0,32	0,30	0,24	0,26
Bahaya Fisik/Mekanik	0,30	0,18	0,24	0,25	0,24	0,24
Bahaya Biomekanik	0,12	0,09	0,11	0,11	0,15	0,11
Bahaya Sosial-Psikologis	0,17	0,17	0,16	0,12	0,16	0,16
Eigen Vector						1,00



Gambar 3. Hasil Hierarki Kriteria

Berdasarkan Gambar 3 diatas dapat disimpulkan urutan kriteria terpenting, yaitu:

1. Kriteria Bahaya Kimia memiliki bobot tertinggi pertama yaitu 0,26
2. Kriteria Bahaya Fisik Mekanik memiliki bobot kedua yaitu 0,24
3. Kriteria Bahaya Biologi memiliki bobot tertinggi ketiga yakni 0,23
4. Kriteria Bahaya Sosial Psikologis memiliki bobot tertinggi keempat yakni 0,16
5. Kriteria Bahaya Bio Mekanik memiliki bobot tertinggi terakhir yakni 0,11

Setelah dihitung bobot kriterianya pada Tabel 4.6, maka dihitung nilai lamda maksimum ( $\lambda$ Maks), yaitu menjumlahkan hasil dari jumlah elemen pada matriks B dibagi dengan n (jumlah kriteria). Nilai lamda maksimum ( $\lambda$ Maks) yang diperoleh adalah :

$$\lambda_{Maks} = (5,079 + 5,02 + 5,138 + 4,42 + 4,989) / 5 = 4,930$$

Menghitung nilai Consistency Index (CI):

$$\begin{aligned}
 CI &= (\lambda_{\text{Maks}} - n) / (n-1) \\
 &= (4,930-5) / (5-1) \\
 &= 0,0018 < 0,1 \rightarrow \text{konsisten}
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai Consistency Ratio (CR) yaitu membagi Konsistensi Index (CI) dengan Indeks Random (RI). Untuk orde matriks  $n = 5$ , maka nilai RI adalah 1,12.

$$\begin{aligned}
 CR &= CI / RI \\
 &= 0,0018 / 1,12 = 0,016 \\
 &\rightarrow \text{konsisten}
 \end{aligned}$$

Konsistensi Rasio sebesar 0,016 kurang dari batas toleransi 0,1 atau 10%. Maka matriks perbandingan dikatakan konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian tidak perlu diulang atau diperbaiki.

## II. Nilai Bobot Alternatif

Setelah bobot kriteria didapat dengan metode AHP maka selanjutnya menganalisa alternatif terbaik di antara ketiga alternatif Manusia, Peralatan dan Lingkungan. Dengan tahapan sebagai berikut:

### A. Bahaya Biologi

Ada tiga sub-kriteria yang terdapat pada faktor bahaya biologi. Ketiga sub-kriteria tersebut merupakan faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja pada proyek konstruksi.

Ketiga faktor tersebut adalah Manusia (C1), Peralatan (C2) dan Lingkungan (C3). Selanjutnya dihitung bobot tiap sub-kriteria dan dihasilkan bobot sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Normalisasi Alternative Matriks Berdasarkan Bahaya Biologi

NORMALISASI MATRIX BERDASARKAN BIOLOGI				
Kriteria	Manusia	Alat	Lingkungan	Rata-rata
Manusia	0,775	0,850	0,488	0,704
Alat	0,118	0,130	0,445	0,231
Lingkungan	0,107	0,020	0,067	0,064
Eigen Vektor				1,000

### B. Bahaya Kimia

Ada tiga sub-kriteria yang terdapat pada faktor bahaya kimia. Ketiga sub-kriteria tersebut merupakan faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja pada proyek konstruksi.

Ketiga faktor tersebut adalah Manusia (C1), Peralatan (C2) dan Lingkungan (C3). Selanjutnya dihitung bobot tiap sub-kriteria dan dihasilkan bobot sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Normalisasi Alternative Matriks Berdasarkan Bahaya Kimia

NORMALISASI MATRIX BERDASARKAN KIMIA				
Kriteria	Manusia	Alat	Lingkungan	Rata-rata
Manusia	0,753	0,824	0,534	0,704
Alat	0,132	0,145	0,385	0,221
Lingkungan	0,115	0,031	0,081	0,076
Eigen Vektor				1,000

### C. Bahaya Fisik Mekanik

Ada tiga sub-kriteria yang terdapat pada faktor bahaya fisik mekanik. Ketiga sub-kriteria tersebut merupakan faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja pada proyek konstruksi.

Ketiga faktor tersebut adalah Manusia (C1), Peralatan (C2) dan Lingkungan (C3). Selanjutnya dihitung bobot tiap sub-kriteria dan dihasilkan bobot sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Normalisasi Alternative Matriks Berdasarkan Bahaya Fisik Mekanik

NORMALISASI MATRIX BERDASARKAN FISIK MEKANIK				
Kriteria	Manusia	Alat	Lingkungan	Rata-rata
Manusia	0,776	0,851	0,539	0,722
Alat	0,113	0,124	0,384	0,207
Lingkungan	0,111	0,025	0,077	0,071
Eigen Vektor				1,000

### D. Bahaya Bio Mekanik

Ada tiga sub-kriteria yang terdapat pada faktor bahaya Bio Mekanik. Ketiga sub-kriteria tersebut merupakan faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja pada proyek konstruksi.

Ketiga faktor tersebut adalah Manusia (C1), Peralatan (C2) dan Lingkungan (C3).

Selanjutnya dihitung bobot tiap sub-kriteria dan dihasilkan bobot sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Normalisasi Alternative Matriks Berdasarkan Bahaya Bio Mekanik

NORMALISASI MATRIKS BERDASARKAN BIO MEKANIK				
Kriteria	Manusia	Alat	Lingkungan	Rata-rata
Manusia	0,787	0,855	0,504	0,715
Alat	0,117	0,127	0,434	0,226
Lingkungan	0,096	0,018	0,062	0,059
Eigen Vektor				1,000

### E. Bahaya Sosial Psikologis

Ada tiga sub-kriteria yang terdapat pada faktor bahaya bio mekanik. ketiga sub-kriteria tersebut merupakan faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja pada proyek konstruksi.

Ketiga Faktor Tersebut Adalah Manusia (C1), Peralatan (C2) Dan Lingkungan (C3). Selanjutnya dihitung bobot tiap sub-kriteria dan dihasilkan bobot sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Normalisasi Alternatif Matriks Berdasarkan Bahaya Sosial Psikologis

NORMALISASI MATRIX BERDASARKAN SOSIAL PSIKOLOGIS				
Kriteria	Manusia	Alat	Lingkungan	Rata-rata
Manusia	0,728	0,793	0,450	0,657
Alat	0,167	0,182	0,485	0,278
Lingkungan	0,105	0,024	0,065	0,065
Eigen Vektor				1,000

### F. Hasil Akhir Eigen Kriteria dan Alternatif

Setelah menemukan bobot dari masing-masing kriteria terhadap alternative yang sudah ditentukan oleh pihak perusahaan, langkah selanjutnya adalah mengalikan bobot dari masing, masing kriteria dengan bobot dari masing-masing alternatif, kemudian hasil perkalian tersebut dijumlahkan perbaris. Sehingga didapatkan total prioritas global sebagai Berikut.

Tabel 7. Hasil Eigen Alternatif

Alternatif	Nilai Eigen Alternatif				
	Biologi	Kimia	Fisik Mekanik	Bio Mekanik	Sosial Psikologis
Manusia	0,704	0,704	0,722	0,715	0,657
Peralatan	0,231	0,221	0,207	0,226	0,278
Lingkungan	0,064	0,076	0,071	0,059	0,065
EVIN	0,228	0,257	0,243	0,115	0,157

Selanjutnya mencari total ranking, dengan cara hasil baris tiap nilai *eigen* alternatif dikalikan dengan kolom nilai *priority vector*.

Tabel 8. Total Ranking Eigen Vektor

Eigen Vektor tiap Alternatif					Eigen Vektor Kriteria							
0,704	0,704	0,722	0,715	0,657	0,228	0,257	0,243	0,115	0,157	=	0,702	Manusia
0,231	0,221	0,207	0,226	0,278	0,115	0,115	0,115	0,082	0,109	=	0,229	Alat
0,064	0,076	0,071	0,059	0,065	0,157	0,015	0,019	0,017	0,010	=	0,088	Lingkungan
											1,000	

Dari hasil perhitungan diatas diketahui bahwa urutan penyebab kecelakaan kerja pada proyek konstruksi Proyek RS Jantung Harapan Kita Jakarta adalah:

- Faktor Manusia sebesar 70,23 %
- Faktor Peralatan sebesar 22,94 %
- Faktor Lingkungan sebesar 6,83 %

### G. Cara untuk Memitigasi Bahaya

Berdasarkan hasil analisa diatas, diperoleh penyebab kecelakaan kerja terbesar merupakan faktor manusia. Sosialisasi dan promosi K3L merupakan langkah preventif yang efektif dalam mencegah kecelakaan kerja terhadap manusia.

Berikut beberapa proses sosialisasi dan promosi K3L yang efektif:

- Penyuluhan K3L (Safety Induction)
- Pertemuan Kelompok Pekerja K3L (Toolbox Meeting)
- Pertemuan Pagi K3L (Safety Morning Talk)
- Pelatihan Keselamatan Konstruksi
- Simulasi dan sharing knowledge

### SIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi analisis identifikasi bahaya aspek K3L dalam

proyek konstruksi menggunakan metoda Analytical Hierarchy Process (AHP) dengan studi kasus proyek pembangunan Rumah Sakit Jantung Harapan Kita, Jakarta. Kesimpulan yang diperoleh yaitu urutan faktor penyebab kecelakaan kerja pada proyek konstruksi Proyek RS Jantung Harapan Kita Jakarta dengan faktor manusia sebesar 70,23 %, faktor peralatan sebesar 22,94 % dan faktor lingkungan sebesar 6,83 %.

Kecelakaan kerja dapat diminimalisir dari skala tertinggi yaitu faktor manusia dengan melaksanakan promosi dan sosialisasi, faktor material dapat dibedakan atau dipilah dalam penempatan material yang sesuai, faktor lingkungan bisa dengan menambahkan rambu-rambu.

#### SARAN

Penulis memberikan masukan sebagai bahan pertimbangan mengenai Kesehatan dan keselamatan kerja dan lingkungan pada proyek konstruksi antara lain:

1. Sosialisasi, promosi dan pengawasan terhadap pelaksanaan konstruksi agar lebih ditingkatkan dari berbagai aspek oleh pelaksana pekerja konstruksi.
2. Biaya sosialisasi dan promosi K3L agar dimasukkan dalam anggaran, agar dapat mendukung program kerja K3L berjalan dengan baik, benar dan tepat sasaran serta mencegah munculnya biaya yang timbul akibat kecelakaan kerja.
3. Penelitian selanjutnya dapat dengan menggunakan aspek, kriteria dan alternatif lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

BPJS Ketenagakerjaan. (2016). Konstruksi Sumbang 32 Persen dari Seluruh Kecelakaan Kerja di Indonesia.

Dani Hartanto, dkk. (2018). Pengaruh Pengetahuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Terhadap Perilaku Pekerja Konstruksi Pada Proyek Jalan

Tol Bogor Ring Road Seksi II B, *Jurnal UMJ*, Prosiding Semnastek.

Direktorat Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja. 2018. Modul Ahli Muda K3 Konstruksi. *Penerbit Kementerian Ketenagakerjaan RI. Jakarta.*

Marsono, (2020). Penggunaan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), ISBN: 978-623-7218-13-5.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat Nomor 10 tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi.

Pritanti, H., Purwoto, & Solechan. (2012). Pertanggungjawaban Pidana Terhadap Kontraktor Dalam Hal Terjadi Kecelakaan Kerja Menurut Undang-undang Nomor 3 Tahun 1992 Tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja. *Law Journal Universitas Diponegoro.*

Saman Aminbakhsh, dkk. (2013). Safety Risk Assessment Using Analytic Hierarchy Process (AHP) During Planning and Budgeting Of Construction Projects, *Journal of Safety Research*, Vol. 46.

Undang-Undang Republik Indonesia No.1. 1970. Keselamatan Kerja, Jakarta.

Widi Hartoono, dkk. (2016). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko dalam Pekerjaan Pengecoran Beton untuk Proyek Gedung dengan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Jurnal UNS*, Vol. 4, No. 1.

Wiwoho, G., & Ratnawinanda, L. A. (2020). Analisis Tingkat Resiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Konstruksi Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Student Journal Gelagar*, 2(2), 252–257.