

**ANALISIS FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA MENGGUNAKAN METODE  
*FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FUZZY AHP)*  
(STUDI KASUS : PROYEK PEKERJAAN PENGGANTIAN BANTALAN  
BETON DI WILAYAH DIVRE IV TANJUNGPONORO)**

**(Skripsi)**

**Oleh:**

**WANDA NOOR AMALIA PUTRI**

**2015011062**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS  
TENAGA KERJA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY ANALYTICAL  
HIERARCHY PROCESS (FUZZY AHP)*  
(STUDI KASUS : PROYEK PEKERJAAN PENGGANTIAN BANTALAN  
BETON DI WILAYAH DIVRE IV TANJUNGPINRANG)**

Oleh:

**WANDA NOOR AMALIA PUTRI**

Pertumbuhan ekonomi suatu negara dapat dilihat dari banyaknya proyek pekerjaan suatu konstruksi. Untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang handal diperlukan pengelolaan sumber daya manusia yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas. Salah satu aspek yang berpengaruh terhadap produktivitas pekerjaan adalah tenaga kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor dan pekerjaan yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja dan menentukan peringkat prioritas dari faktor produktivitas tenaga kerja di Proyek Pekerjaan Penggantian Bantalan Beton. Banyak faktor atau kriteria yang harus diperhatikan, maka digunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)* untuk mengidentifikasinya. Metode *Fuzzy AHP* membantu dalam mempertimbangkan berbagai kriteria dan menentukan bobot relatif dari setiap faktor untuk membuat keputusan. Pada metode *Fuzzy AHP* digunakan struktur hierarki penelitian untuk mempermudah analisis, pada penelitian ini digunakan 4 kriteria dan 12 sub kriteria. Berdasarkan hasil analisis, faktor yang paling mempengaruhi produktivitas tenaga kerja adalah faktor area pekerjaan dengan nilai bobot 0.1327 dan faktor dengan nilai bobot terendah adalah faktor ketepatan material sampai lokasi dengan nilai bobot 0.0442. Kemudian pekerjaan yang relatif mempengaruhi produktivitas tenaga kerja adalah pekerjaan muat dan bongkar bantalan beton dengan nilai bobot 0.0029, kedua pekerjaan ganti bantalan beton dengan nilai bobot 0.0026, dan terendah adalah pekerjaan bongkar gongsol dan revisi lengkung dengan nilai bobot 0.0022.

Kata Kunci : *Fuzzy AHP, Faktor Produktivitas Tenaga Kerja, Proyek Pekerjaan Penggantian Bantalan Beton*

## **ABSTRACT**

### ***ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING LABOR PRODUCTIVITY USING THE FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (FUZZY AHP) METHOD (CASE STUDY: CONCRETE BEARING REPLACEMENT WORK PROJECT IN THE DIVRE IV TANJUNGKARANG AREA)***

**By :**

**WANDA NOOR AMALIA PUTRI**

*The economic growth of a country can be seen from the number of construction projects. To achieve reliable economic growth, human resource management is needed which aims to increase productivity. One aspect that influences work productivity is labor. This research aims to analyze the factors and work that influence labor productivity and determine the priority ranking of labor productivity factors in the Concrete Bearing Replacement Work Project. There are many factors or criteria that must be considered, so the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP) method is used to identify them. The Fuzzy AHP method helps in considering various criteria and determining the relative weight of each factor to make a decision. In the Fuzzy AHP method, a hierarchical research structure is used to facilitate analysis. In this study, 4 criteria and 12 sub-criteria were used. Based on the analysis results, the factor that most influences labor productivity is the work area factor with a weight value of 0.1327 and the factor with the lowest weight value is the material to location accuracy factor with a weight value of 0.0442. Then the work that relatively influences labor productivity is the work of loading and unloading concrete sleepers with a weight value of 0.0029, the second is the work of replacing concrete sleepers with a weight value of 0.0026, and the lowest is the work of dismantling gongsols and arch revisions with a weight value. 0.0022.*

**Key words:** *Fuzzy Analytical Hierarchy Process, Labor Productivity Factors, Concrete Bearing Replacement*

**ANALISIS FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA MENGGUNAKAN METODE  
*FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FUZZY AHP)*  
(STUDI KASUS : PROYEK PEKERJAAN PENGGANTIAN BANTALAN  
BETON DI WILAYAH DIVRE IV TANJUNGPONDOK)**

**Oleh:**

**WANDA NOOR AMALIA PUTRI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**Judul Skripsi : ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG  
MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS  
TENAGA KERJA MENGGUNAKAN  
METODE FUZZY ANALYTIC HIERARCHY  
PROCESS (FUZZY AHP) (STUDI KASUS :  
PROYEK PEKERJAAN PENGGANTIAN  
BANTALAN BETON DI WILAYAH DIVRE IV  
TANJUNGPINRANG)**

**Nama Mahasiswa : Wanda Noor Amalia Putri**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 2015011062**

**Program Studi : S1 Teknik Sipil**

**Fakultas : Teknik**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

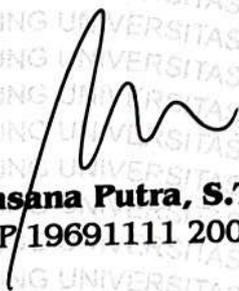


**Ir. Kristianto Usman, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP 19720513 200312 1 001



**Ir. Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.**  
NIP 19850228 201212 1 001

**2. Ketua Jurusan Teknik Sipil**



**Sasana Putra, S.T., M.T.**  
NIP 19691111 200003 1 002

**3. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil**



**Dr. Suyadi, S.T., M.T.**  
NIP 19741225 200501 1 003

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Ir. Kristianto Usman, S.T., M.T., Ph.D.** .....



**Sekretaris**

**: Ir. Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.** .....



**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Ika Kustiani, S.T., M.Eng.Sc.,  
IPM., ASEAN Eng.** .....



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.** )

**NIP 19750928/200112 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 September 2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

Skripsi dengan judul “ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA MENGGUNAKAN METODE FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (FUZZY AHP) (STUDI KASUS : PROYEK PEKERJAAN PENGGANTIAN BANTALAN BETON DI WILAYAH DIVRE IV TANJUNGPINANG)” dibuat sendiri oleh penulis dan bukan hasil plagiat siapapun sebagaimana diatur dalam pasal 27 Peraturan Akademik Universitas Lampung dengan Surat Keputusan Rektor Nomor 3187/H26/DT/2010.

Bandar Lampung, September 2024

Yang membuat pernyataan



Wanda Noor Amalia Putri

2015011062

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Daerah Istimewa Yogyakarta pada tanggal 19 Maret 2002. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Wibawanto dan Ibu Hasni Sandra Dewi Normayanti. Penulis merupakan 3 bersaudara, mempunyai 2 adik yang bernama M. Favian Raditya Putra dan Bella Amanda Alifa Putri.

Penulis menempuh pendidikan di TK Pertiwi dan melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 4 Tanjung Aman Kotabumi yang diselesaikan pada tahun 2014. Pada tahun 2017, penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 7 Kotabumi dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 3 Kotabumi yang diselesaikan pada tahun 2020. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil di Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN).

Penulis pernah melakukan Kerja Praktik di Gedung Radioterapi Rumah Sakit Urip Sumoharjo pada September 2023. Penulis juga pernah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tugu Ratu, Suoh, Lampung Barat. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) di Departemen Advokasi periode 2022/2023 dan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM FT) Universitas Lampung periode 2022.

Penulis telah menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Menggunakan Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)* (Studi Kasus : Proyek Pekerjaan Penggantian Bantalan Beton di Wilayah Divre IV Tanjungkarang).

## **MOTTO HIDUP**

‘Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah’

**(Q.S Al Ghafir:44)**

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

**(Q.S Al-Insyirah:5)**

“Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

**(Q.S Al-Baqarah:286)**

*“Long Story Short, I Survived”*

**Taylor Swift**

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi, tidak ada mimpi yang patut diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah dengan selayaknya yang kau harapkan”

**Maudy Ayunda**

## **PERSEMBAHAN**

**Dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah Subhanahu-wa ta'ala,  
Karya Ini**

**Dipersembahkan Kepada :**

Kedua Orang Tua

**Ayah Wibawanto dan Mama Hasni Sandra Dewi Normayanti**

Terimakasih untuk segala usaha dan doa yang dilangitkan tiap malam, dukungan serta materi yang selalu diberikan lebih dari cukup demi kesuksesan putri pertamanya sehingga mampu menyelesaikan pendidikan di tingkat Perguruan Tinggi Universitas Lampung sebagai Sarjana Teknik Sipil.

## SANWACANA

Atas berkat rahmat hidayat Allah S.W.T. dengan mengucapkan puja – puji syukur, Alhamdulillah penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Menggunakan Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)* (Studi Kasus : Proyek Pekerjaan Penggantian Bantalan Beton Di Wilayah Divre Iv Tanjungkarang)” sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Lampung. Diharapkan dengan terselesainya skripsi ini, dapat menjadi referensi dan pengembangan pengetahuan di bidang Manajemen Konstruksi. Skripsi ini dapat terselesaikan karena dukungan dan keterlibatan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M, selaku Rektor Universitas Lampung sekaligus Dosen Teknik Sipil.
2. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Dr. Suyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Ir. Kristianto Usman, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang sudah sabar membimbing dan meluangkan waktunya dalam memberikan arahan, bimbingan, dan dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Ir. Amril Ma’ruf Siregar, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.

7. Dr. Ir. Ika Kustiani, S.T., M. Eng.Sc., IPM., ASEAN Eng., selaku Dosen Penguji yang telah memberi kritik dan saran dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Laksmi Irianti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan bimbingan dan arahan selama masa perkuliahan.
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang sudah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran agar bermanfaat kedepannya.
10. Kedua orangtuaku, Wibawanto, S.E. dan Hasni Sandra Dewi Normayanti, S.E. yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil dalam penyelesaian skripsi.
11. Kedua adikku, Favian dan Bella yang selalu memberikan dukungan dan mendengarkan segala keluh kesah penulis selama penyelesaian skripsi.
12. Alvin Rahmat Dani, yang selalu memberi dukungan penuh serta membantu segala kesulitan penulis dari awal proses seleksi masuk perkuliahan sampai proses penyelesaian skripsi.
13. Deya, Fatma, Novita, Aliya, Tiara, Indy, dan Nuri (Wakanda), sahabat yang selalu ada di lingkungan perkuliahan, memberikan dukungan dan bantuan yang luar biasa selama proses perkuliahan sampai penyelesaian skripsi berlangsung.
14. Deva Azkia dan Saffanah, selaku teman belajar MK yang saling memberi arahan serta Keluarga Besar Teknik Sipil Angkatan 2020 (Bringas) yang turut membantu penulis berproses selama perkuliahan sampai penyelesaian skripsi.
15. Terakhir, kepada diri saya sendiri, Wanda Noor Amalia Putri. Terimakasih sudah berjuang serta pantang menyerah untuk meraih gelar yang diimpikan dan menyelesaikan sebaik-baiknya dan semaksimal mungkin. Semangat untuk perjalanan berikutnya, semoga apa yang kau harapkan tercapai kedepannya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan masukan diperlukan oleh penulis agar laporan sempurna di kemudian hari. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna.

Bandar Lampung, 02 September 2024  
Penulis

Wanda Noor Amalia Putri

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Laporan.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	<b>6</b>
2.1 Produktivitas Tenaga Kerja.....	6
2.1.1 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas.....	7
2.1.2 Peningkatan Produktivitas.....	9
2.2 Jalan Rel.....	10
2.3 Komponen Jalan Rel .....	11
2.3.1 Bantalan .....	12
2.3.2 Penambat.....	15
2.3.3 Rel.....	15
2.3.4 Rel Paksa.....	16
2.4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bantalan KA .....	17
2.5 <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i> .....	18
2.6 <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)</i> .....	21
2.7 Survei Opini .....	25
2.8 Penelitian Terdahulu .....	27
2.9 Simpulan .....	30
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>33</b>

3.1	Diagram Alir .....	33
3.2	Jenis Penelitian.....	34
3.3	Lokasi Penelitian.....	35
3.4	Pengumpulan Data .....	36
3.5	Metode Analisis Data.....	38
3.6	Jadwal Rencana Penelitian.....	41
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
4.1	Umum .....	42
4.2	Gambaran Lokasi Penelitian .....	42
4.4	Pengolahan Data .....	46
4.5	Analisis Data .....	47
4.5.1	Analisis Data Kriteria.....	47
4.5.2	Analisis Data dengan Faktor Pekerja .....	56
4.5.3	Analisis Data dengan Sub Kriteria Faktor Lingkungan Kerja .....	65
4.5.4	Analisis Data dengan Prioritas Sub Kriteria Faktor Manajemen .....	74
4.5.5	Analisis Data dengan Prioritas Sub Kriteria Faktor K3 .....	83
4.5.6	Analisis Data dengan Prioritas Alternatif .....	92
4.6	Analisa dan Rekapitulasi Bobot Akhir.....	100
4.6.1	Rekapitulasi Bobot Sub Kriteria dan Alternatif.....	100
4.6.2	Bobot Global dan Bobot Akhir .....	101
4.6.3	Analisis Peringkat Prioritas.....	103
<b>V.</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>106</b>
5.1	Kesimpulan .....	106
5.2	Saran .....	107
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>108</b>
	<b>LAMPIRAN A (DOKUMENTASI PEKERJAAN)</b>	
	<b>LAMPIRAN B (RAB)</b>	
	<b>LAMPIRAN C (ANALISA HARGA SATUAN)</b>	
	<b>LAMPIRAN D (REKAPITULASI VOLUME PEKERJAAN)</b>	
	<b>LAMPIRAN E (KURVA S)</b>	
	<b>LAMPIRAN F (KUESIONER)</b>	
	<b>LAMPIRAN G (SURAT IZIN PENELITIAN)</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Komponen Jalan Rel .....	11
Gambar 2. Bantalan Beton .....	13
Gambar 3. Bantalan Kayu .....	13
Gambar 4. Bantalan Baja .....	14
Gambar 5. Penambat Rel.....	15
Gambar 6. Rel Paksa (Gongsol).....	16
Gambar 7. Perpotongan $M1$ dan $M2$ .....	24
Gambar 8. Struktur Hierarki Penelitian .....	32
Gambar 9. Diagram Alir Penelitian .....	33
Gambar 10. Diagram Pengolahan Data.....	34
Gambar 11. Lokasi Penelitian .....	35
Gambar 12. Peta Perjalanan KA .....	44
Gambar 13. Peta perjalanan KA.....	45
Gambar 14. Grafik Hasil Bobot Kriteria.....	55
Gambar 15. Grafik Hasil Bobot Faktor Pekerja.....	64
Gambar 16. Grafik Hasil Bobot Faktor Lingkungan Kerja.....	73
Gambar 17. Grafik Hasil Bobot Faktor Manajemen.....	82
Gambar 18. Grafik Hasil Bobot Faktor K3 .....	91
Gambar 19. Grafik Hasil Bobot Alternatif.....	99
Gambar 20. Struktur Hierarki Penelitian dengan Hasil Nilai Bobot.....	105

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Ukuran Lebar Jalan Rel 1067 mm .....	12
Tabel 2. Panjang Minimum Rel Panjang .....	16
Tabel 3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bantalan KAI.....	17
Tabel 4. Skala Tingkat Kepentingan.....	20
Tabel 5. Triangular Fuzzy Number (TFN).....	22
Tabel 6. Random Index (RI) .....	25
Tabel 7. Matriks Penelitian Terdahulu.....	27
Tabel 8. Ketentuan Penilaian .....	37
Tabel 9. Kriteria dan Sub Kriteria.....	38
Tabel 10. Alternatif.....	39
Tabel 11. Jadwal Rencana Penelitian.....	41
Tabel 12. Identitas Responden .....	45
Tabel 13. Bobot Penilaian Responden .....	45
Tabel 14. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria .....	47
Tabel 15. Matriks Prioritas Kriteria .....	48
Tabel 16. Hasil Nilai Prioritas Kriteria .....	48
Tabel 17. Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Kriteria.....	52
Tabel 18. Matriks Perbandingan Berpasangan TFN Kriteria.....	53
Tabel 19. Nilai Total Tiap Kriteria .....	53
Tabel 20. Hasil Perhitungan Jumlah Kolom Kriteria.....	53
Tabel 21. Invers Jumlah Kolom Kriteria.....	53
Tabel 22. Hasil Perhitungan Fuzzy Synthetic Extent Kriteria .....	54
Tabel 23. Hasil Perhitungan Perbandingan Fuzzy Synthetic Extent Kriteria .....	54
Tabel 24. Hasil Perhitungan Nilai Bobot .....	54
Tabel 25. Hasil Normalisasi Nilai Bobot .....	55
Tabel 26. Matriks Perbandingan Berpasangan Faktor Pekerja .....	56

Tabel 27. Prioritas Sub Kriteria Faktor Pekerja .....	56
Tabel 28. Nilai Hasil Prioritas Faktor Pekerja .....	57
Tabel 29. Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Responden Faktor Pekerja.....	61
Tabel 30. Matriks Perbandingan Berpasangan TFN Faktor Pekerja.....	62
Tabel 31. Nilai Total Tiap Faktor Pekerja .....	62
Tabel 32. Hasil Perhitungan Jumlah Kolom Faktor Pekerja.....	62
Tabel 33. Invers Jumlah Kolom Faktor Pekerja.....	62
Tabel 34. Hasil Perhitungan Fuzzy Synthetic Extent Faktor Pekerja .....	63
Tabel 35. Hasil Perhitungan Perbandingan Fuzzy Synthetic Extent Faktor Pekerja .....	63
Tabel 36. Hasil Perhitungan Nilai Bobot Faktor Pekerja.....	63
Tabel 37. Hasil Normalisasi Nilai Bobot Faktor Pekerja.....	64
Tabel 38. Matriks Perbandingan Berpasangan Faktor Lingkungan Kerja.....	65
Tabel 39. Prioritas Faktor Lingkungan Kerja .....	65
Tabel 40. Hasil Analisis Prioritas Faktor Lingkungan Kerja.....	66
Tabel 41. Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Faktor Lingkungan Kerja.....	70
Tabel 42. Matriks Perbandingan Berpasangan TFN Faktor Lingkungan Kerja ...	71
Tabel 43. Nilai Total Tiap Faktor Lingkungan Kerja .....	71
Tabel 44. Hasil Perhitungan Jumlah Kolom Faktor Lingkungan Kerja .....	71
Tabel 45. Invers Jumlah Kolom Faktor Lingkungan Kerja .....	71
Tabel 46. Hasil Perhitungan Fuzzy Synthetic Extent Faktor Lingkungan Kerja..	72
Tabel 47. Hasil Perhitungan Perbandingan Fuzzy Synthetic Extent Faktor Lingkungan Kerja.....	72
Tabel 48. Hasil Perhitungan Nilai Bobot Faktor Lingkungan Kerja .....	72
Tabel 49. Hasil Normalisasi Nilai Bobot Faktor Lingkungan Kerja .....	73
Tabel 50. Matriks Perbandingan Berpasangan Faktor Manajemen .....	74
Tabel 51. Matriks Perbandingan Berpasangan Faktor Manajemen .....	74
Tabel 52. Hasil Analisis Prioritas Faktor Manajemen .....	75
Tabel 53. Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Responden Faktor Manajemen.....	79

Tabel 54. Matriks Perbandingan Berpasangan TFN Faktor Manajemen.....	80
Tabel 55. Nilai Total Tiap Sub Kriteria Faktor Manajemen.....	80
Tabel 56. Hasil Perhitungan Jumlah Kolom Faktor Manajemen.....	80
Tabel 57. Invers Jumlah Kolom Faktor Manajemen.....	80
Tabel 58. Hasil Perhitungan Fuzzy Synthetic Extent Faktor Manajemen .....	81
Tabel 59. Hasil Perhitungan Perbandingan Fuzzy Synthetic Extent Faktor Manajemen.....	81
Tabel 60. Hasil Perhitungan Nilai Bobot Faktor Manajemen.....	82
Tabel 61. Hasil Normalisasi Nilai Bobot Faktor Manajemen.....	82
Tabel 62. Matriks Perbandingan Berpasangan Faktor K3 .....	83
Tabel 63. Prioritas Faktor K3 .....	84
Tabel 64. Hasil Analisis Prioritas Faktor K3 .....	84
Tabel 65. Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Faktor K3.....	88
Tabel 66. Matriks Perbandingan Berpasangan TFN Faktor K3.....	89
Tabel 67. Nilai Total Tiap Faktor K3.....	89
Tabel 68. Hasil Perhitungan Jumlah Kolom Faktor K3.....	89
Tabel 69. Invers Jumlah Kolom Faktor K3.....	89
Tabel 70. Hasil Perhitungan Fuzzy Synthetic Extent Faktor K3 .....	90
Tabel 71. Hasil Perhitungan Perbandingan Fuzzy Synthetic Extent Faktor K3 ...	90
Tabel 72. Hasil Perhitungan Nilai Bobot Faktor K3.....	90
Tabel 73. Hasil Normalisasi Nilai Bobot Faktor K3.....	91
Tabel 74. Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif.....	92
Tabel 75. Prioritas Alternatif.....	92
Tabel 76. Hasil Analisis Prioritas Alternatif.....	93
Tabel 77. Matriks Perbandingan Berpasangan Gabungan Alternatif.....	97
Tabel 78. Matriks Perbandingan Berpasangan TFN .....	97
Tabel 79. Nilai Total Tiap Alternatif .....	98
Tabel 80. Hasil Perhitungan Jumlah Kolom Alternatif.....	98
Tabel 81. Invers Jumlah Kolom Alternatif .....	98
Tabel 82. Hasil Perhitungan Fuzzy Synthetic Extent Alternatif.....	98
Tabel 83. Hasil Perhitungan Perbandingan Fuzzy Synthetic Extent Alternatif....	99
Tabel 84. Hasil Perhitungan Nilai Bobot Alternatif.....	99

Tabel 85. Hasil Normalisasi Nilai Bobot Alternatif.....	99
Tabel 86. Rekapitulasi Bobot Sub Kriteria dan Alternatif.....	101
Tabel 87. Hasil Bobot Global dan Bobot Akhir.....	102

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi suatu negara dapat dilihat dari banyaknya proyek pekerjaan suatu konstruksi, seperti saat ini banyak proyek konstruksi sarana dan prasarana. Setiap prasarana perkeretaapian yang meliputi jalur kereta api, bangunan dan fasilitas pengoperasian kereta api yang dioperasikan wajib memenuhi kelayakan yang dibuktikan pada pengujian prasarana sesuai dengan Undang-Undang Nomor 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api (Wirawan dkk., 2020).

Berdasarkan data dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) Republik Indonesia, dalam kurun waktu 5 tahun terakhir yaitu antara Tahun 2019 hingga Tahun 2024 tercatat telah terjadi insiden kecelakaan sebanyak 24 kasus. Dalam kurun waktu tersebut, insiden kecelakaan kereta anjlok menjadi insiden yang paling sering terjadi dengan jumlah 17 kasus. Kemudian untuk insiden kecelakaan tabrakan berjumlah 4 kasus, dan insiden lain-lain berjumlah 3 kasus.

Dikutip dari data milik Divisi Humas Kepolisian Republik Indonesia (Divhumas Polri) pada Tahun 2023 pernah terjadi kecelakaan Kereta Api Argo Semeru Rute Surabaya Gubeng-Gambir yang disebabkan oleh masalah pada bantalan rel kereta api yang mengalami erosi. Akibatnya, kereta tersebut mengalami anjlok dan terserempet oleh KA Argo Wilis Rute Bandung-Surabaya Gubeng. Kecelakaan KA Argo Semeru dan Argo Wilis tersebut terjadi di jalur rel ruas 520+4 petak wilayah antara stasiun mengalami luka-luka dan 5 perjalanan KA dialihkan. Oleh sebab itu, kualitas struktur jalan rel sangat berpengaruh terhadap kelancaran

berjalannya moda transportasi kereta api karena jika terjadi kerusakan dan tidak segera diperbaiki maka akan menghambat perjalanan kereta api yang bisa menimbulkan dampak kecil maupun dampak besar bagi aspek-aspek yang terlibat.

Salah satu proyek prasarana konstruksi tentang rel kereta api yaitu “Proyek Pekerjaan Penggantian Bantalan Beton di Wilayah Divisi Regional (Divre) IV Tanjungkarang”. Proyek tersebut merupakan penggantian bantalan beton yang sudah mengalami kerusakan, diharapkan adanya proyek pekerjaan tersebut dapat memperlancar perjalanan kereta api agar mempermudah masyarakat yang menggunakan akses kereta api dalam berkegiatan dan tidak menimbulkan permasalahan bagi lingkungan sekitar. Panjang jalur rel dari Divre IV Tanjungkarang ini sejauh 324 kilometer *spoor* (kmsp) yang berlokasi dari wilayah Prabumulih sampai wilayah Panjang. Pada penelitian ini, wilayah penelitian difokuskan di beberapa titik wilayah kerja Divre IV Tanjungkarang. Proyek pekerjaan tersebut merupakan salah satu aspek terpenting dalam manajemen pemeliharaan jalan rel yang efektif dan efisien.

Salah satu aspek yang berpengaruh terhadap produktivitas pekerjaan adalah tenaga kerja. Produktivitas tenaga kerja menjadi penting karena berdampak langsung pada kemampuan suatu pekerjaan untuk menghasilkan lebih banyak barang dan jasa dengan menggunakan jumlah tenaga kerja yang sama atau lebih sedikit. Tenaga kerja dilatih untuk bisa bekerja dengan efektif dan efisien berdasarkan volume pekerjaan dan jumlah jam kerja yang telah direncanakan. Skala rasio intensitas dari suatu permasalahan penting untuk dianalisis untuk mengetahui faktor apa saja yang paling mempengaruhi produktivitas tenaga kerja.

Banyak faktor atau kriteria yang harus diperhatikan, maka pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan faktor apakah yang paling mempengaruhi produktivitas tenaga kerja adalah *Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy AHP)*. *Fuzzy AHP* merupakan suatu metode yang dikembangkan dan dibuat dari metode *AHP* untuk menutupi kekurangan dari metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

yang tidak dapat memperhitungkan faktor-faktor yang ambigu dan tidak jelas (Fajarviani dkk., 2022).

Oleh sebab itu pada penelitian ini ingin menganalisis faktor apa saja yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja dan mengukur tingkat kepentingan untuk mendapatkan hasil perancangan menggunakan pendekatan *Fuzzy AHP* yang berdasarkan beberapa faktor yang akan dijadikan sebagai acuan untuk mendapatkan hasil penelitian yang diinginkan. Hal tersebut diharapkan menjadi faktor yang menunjang kemajuan dan kelancaran proyek secara keseluruhan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang penelitian, rumusan masalah yang muncul pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apa saja kriteria dan sub kriteria dari faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pekerjaan penggantian bantalan beton ?
2. Bagaimana mendapatkan nilai bobot dari masing-masing kriteria, sub kriteria, serta alternatif menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* ?
3. Bagaimana perancangan yang dihasilkan dari analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan penggantian bantalan beton menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kriteria dan sub kriteria dari faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pekerjaan penggantian bantalan beton.
2. Menganalisis data untuk mendapatkan nilai bobot tiap kriteria menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*.

3. Menentukan peringkat prioritas berdasarkan hasil analisis nilai bobot dari faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pekerjaan penggantian bantalan beton.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih terfokus pada permasalahan yang ada dan tidak keluar dari konteks topik yang dibahas, maka batasan masalah pada penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data pada Proyek Pekerjaan Penggantian Bantalan Beton di Wilayah Divre IV Tanjungkarang.
2. Penelitian ini difokuskan pada beberapa titik proyek pekerjaan penggantian bantalan beton di wilayah kerja Divre IV Tanjungkarang.
3. Penelitian ini menganalisis faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pada proyek pekerjaan penggantian bantalan beton.
4. Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy AHP* untuk menentukan peringkat prioritas dari faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pekerjaan penggantian bantalan beton.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi literatur untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan.
2. Diharapkan hasil perangkaan dari faktor-faktor yang mempengaruhi dapat digunakan untuk bahan evaluasi, serta strategi ataupun pengendalian dalam produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan penggantian bantalan beton selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Laporan**

Laporan Penelitian Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Menjelaskan secara singkat latar belakang, perumusan masalah, batasan-batasan yang diberikan dalam penelitian, tujuan dari penelitian, manfaat yang diperoleh dalam melakukan penelitian, dan sistematika laporan.

### **2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Membahas teori-teori dan penelitian terdahulu dari berbagai referensi untuk dijadikan sebagai acuan mengumpulkan data serta menganalisis tahapan penelitian.

### **3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Menjelaskan terkait dengan metodologi penelitian, waktu dan lokasi penelitian, analisis data, dan tahapan dalam proses penelitian.

### **4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menyajikan hasil analisis penelitian yang diperoleh. Hasil penelitian dapat disajikan dalam bentuk grafik atau gambar atau tabel.

### **5. BAB V PENUTUP**

Menyajikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### 2.1 Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja adalah tingkat kemampuan tenaga kerja dalam menghasilkan produk. Produktivitas tenaga kerja menunjukkan adanya keterkaitan antara biaya dan waktu yang dibutuhkan agar bisa menghasilkan produk dari seorang tenaga kerja. Produktivitas perusahaan diukur berdasarkan pendekatan nilai tambah, perbandingan antar nilai tambah dengan sumber yang terpakai (*resource used*). Produktivitas merupakan kuantitas pekerjaan yang dicapai oleh tenaga kerja per hari. Besaran produktivitas bisa didapatkan dari besar kuantitas pekerjaan dibagi waktu yang diperlukan oleh tenaga kerja untuk dapat menyelesaikan pekerjaan tersebut. Jumlah tenaga kerja merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya produktivitas, tetapi jumlah tenaga kerja perlu dibatasi per harinya berdasarkan kuantitas pekerjaan dan ongkos pekerjaan proyek tersebut (Putri dkk., 2021).

Produktivitas tenaga kerja bergantung pada ketersediaan dan kualitas sumber daya tenaga kerja dan teknologi yang diterapkan. Akibatnya, produktivitas tenaga kerja sangat mempengaruhi proses produksi dan biaya produksi yang berpengaruh terhadap daya saing bangsa di pasar global. Hubungan antara efisiensi konstruksi dari setiap kegiatan dan dampaknya yang terkait terhadap produktivitas tenaga kerja diperiksa, sampai pada kesimpulan bahwa hubungan tersebut dapat bervariasi dalam berbagai subsektor industri tingkat keseluruhan. Efisiensi peralatan yang digunakan di lokasi konstruksi juga dikutip sebagai salah satu faktor penting yang menguntungkan dan mempengaruhi produktivitas tenaga kerja (Mukhlisiana dan Adry, 2021).

Untuk mengetahui tentang produktivitas tenaga kerja sudah banyak penelitian yang telah dilakukan. Faradina (2021) menjelaskan untuk mendapatkan hasil yang baik dalam proyek konstruksi, produktivitas juga sangat berpengaruh terhadap besarnya keuntungan dan kerugian suatu proyek. Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas tenaga kerja. Harun (2013) masalah produktivitas pada dasarnya berkaitan antar sistem yang dimana faktor-faktor tenaga kerja dan modal dikelola dalam suatu cara yang terorganisir agar dapat meningkatkan produk yang efektif dan efisien. Maka dari itu, waktu kerja menentukan biaya yang dimana semakin lama waktu yang digunakan maka semakin besar biaya. Produktivitas dapat menentukan waktu kerja karena akan menghasilkan produktivitas kelompok kerja dalam mengerjakan proyek konstruksi yang bisa mendapatkan faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap produktivitas.

Untuk mengetahui tingkat produktivitas tenaga kerja, perbandingan biaya upah, serta biaya upah realisasi ialah berdasarkan produktivitas tenaga kerja dilapangan pada pelaksanaan proyek berlangsung. Untuk hasil analisis perhitungan tentang produktivitas tenaga kerja, produktivitas tenaga kerja rencana dan produktivitas tenaga kerja realisasi di lapangan terjadi banyak selisih produktivitas yang dimana produktivitas rencana lebih tinggi kalau dibandingkan dengan produktivitas realisasi (Bora dkk., 2021).

### **2.1.1 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas**

Tenaga kerja merupakan penduduk dalam usia kerja (berusia 15-64 tahun) atau jumlah seluruh penduduk dalam suatu negara yang bisa memproduksi barang atau jasa, dan jika mereka mau berpartisipasi dalam aktivitas tersebut. Faktor yang mempengaruhi produktivitas dipandang sebagai sub sistem untuk menunjukkan dimana potensi produktivitas dan cadangannya disimpan. Namun jika tenaga kerja tidak memadai bisa menyebabkan banyak kecelakaan dan gangguan pada sebuah proyek konstruksi, sehingga dapat meningkatnya durasi dan biaya pada proyek. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas perlu diidentifikasi agar bisa

dikendalikan dengan mengambil langkah-langkah yang diperlukan (Mulyadi, 2012).

Widodo (2015) tenaga kerja adalah faktor produksi yang perlu diperhitungkan dalam proses produksi. Jumlah yang cukup tidak hanya dilihat dari ketersediaan tenaga kerja saja tetapi juga kualitas dan macam tenaga kerja. Faktor tenaga dalam produksi barang dan jasa memiliki dua macam nilai ekonomi, yaitu :

1. Tenaga kerja yang disumbangkan, *input* lain berupa modal, bahan, energi, dan informasi dapat diubah menjadi *output* yang mempunyai nilai tambah.
2. Penggunaan tenaga kerja juga memberikan pendapatan kepada orang yang melakukan pekerjaan dan memungkinkan pemberi *input* yang lain memperoleh pendapatan.

Edulan (2016) mengungkapkan bahwa variabel faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah sebagai berikut :

1. Pengalaman

Merupakan yang biasa disebut learning curve yang dimana kurva tersebut bisa mendapatkan pengalaman dan tingkat keterampilan seseorang.

2. Umur

Merupakan faktor penting karena pada saat umur yang produktif tentunya kinerja dari pekerja tersebut memiliki kekuatan yang lebih baik.

3. Pendidikan

Merupakan sudah menjadi salah satu syarat kelayakan dalam melakukan pekerjaan.

4. Kesehatan

Merupakan faktor yang penting karena semakin sehat atau sedang dalam kondisi prima pekerja, maka produktivitas akan meningkat.

5. Jumlah tanggungan keluarga

Merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pekerja. Semakin banyak jumlah tanggungan keluarga terhadap pekerja, semakin menambah semangat kerja bagi para pekerja.

#### 6. Upah

Merupakan salah satu motivasi bagi para pekerja dalam melaksanakan pekerjaan karena upah yang diterima sesuai dengan tenaga yang mereka berikan.

#### 7. Kondisi lapangan

Merupakan kondisi lapangan berupa iklim atau keadaan cuaca. Tingkat keadaan cuaca bukan saja berpengaruh terhadap pekerja, tetapi juga pada material dan peralatan yang digunakan.

#### 8. Cuaca

Merupakan kejadian yang berasal dari alam seperti hujan, perubahan iklim, dan lain-lain.

#### 9. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Merupakan kondisi dan faktor yang dapat mempengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja dan orang sekitar di area pekerjaan.

Nasron dan Bodroastuti (2012) menjelaskan bahwa ada beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja, tetapi faktor-faktor tersebut dapat disimpulkan menjadi dua macam, yaitu :

1. Faktor pada diri individu ; seperti umur, tempramen, keadaan fisik, kelelahan, dan motivasi.
2. Faktor pada luar individu ; seperti kondisi fisik, waktu istirahat, lama kerja, upah, bentuk organisasi, lingkungan sosial, dan keluarga.

### **2.1.2 Peningkatan Produktivitas**

Pada umumnya proyek berlangsung dengan keadaan yang berbeda-beda, maka dalam merencanakan tenaga kerja diharapkan dilengkapi dengan analisis peningkatan produktivitas dan indikasi variabel yang mempengaruhi. Norjana dan Zulfiati (2020) mengungkapkan setiap tindakan perencanaan peningkatan produktivitas paling sedikit mencakup tiga tahapan antara lain :

1. Mengenai faktor makro utama bagi peningkatan produktivitas.
2. Mengukur pentingnya setiap faktor dan menentukan prioritasnya.

3. Merencanakan sistem tahap-tahap untuk meningkatkan kemampuan pekerja dan memperbaiki sikap mereka sebagai sumber utama produktivitas.

Riskillah (2014) produktivitas kerja dapat diukur apabila barang atau jasa dengan efektif dan efisien dapat dihasilkan dari tenaga kerja. Dalam hal ini ada empat solusi dalam hal meningkatkan produktivitas yaitu :

1. Mengelola pertumbuhan

Meningkatkan efisiensi dan efektivitas tenaga kerja dalam mencapai tujuan pekerjaan. Identifikasi yang optimal melalui evaluasi rutin, penggunaan teknologi yang mendukung, dan menciptakan budaya kerja yang mendukung produktivitas.

2. Menerapkan program reduksi biaya

Strategi untuk meminimalisir biaya yang terkait dengan tenaga kerja dengan mempertahankan atau meningkatkan produktivitas.

3. Bekerja lebih tangkas

Mengacu pada upaya untuk meningkatkan efisiensi dalam pelaksanaan kerja sehari-hari.

4. Bekerja lebih efektif

Penggunaan waktu dan sumber daya yang optimal untuk mencapai hasil yang maksimal.

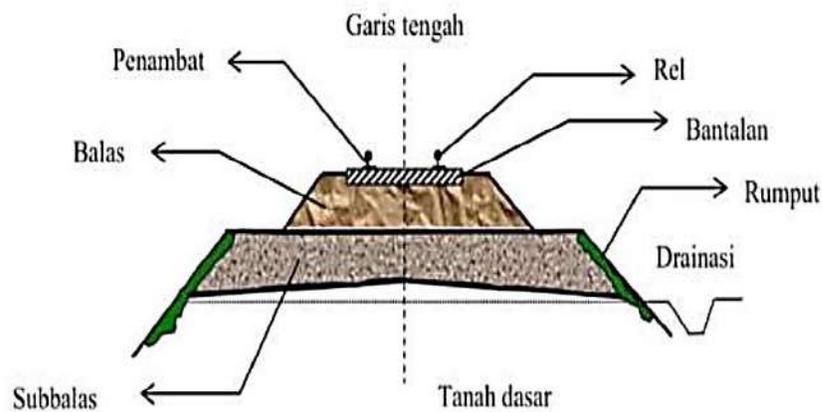
## **2.2 Jalan Rel**

Jalan rel kereta api merupakan konstruksi yang terdiri dari material baja, beton, atau konstruksi lainnya yang memiliki fungsi untuk mengarahkan jalannya kereta api serta sebagai tempat untuk roda kereta api bergerak dan menyalurkan beban dari roda ke bantalan. Jalan rel kereta api mengarah pada rangkaian sejumlah petak rel yang mencakup area jalur kereta api, kepemilikan jalur kereta api, serta area pengawasan. Jalan rel kereta api dibagi menjadi 2 bagian yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas terdiri dari rel, bantalan, serta komponen alat penambat. Kemudian struktur bawah terdiri dari balas, sub balas, dan tanah dasar (*subgrade*).

Jalur kereta ganda dan jalur kereta tunggal adalah dua jenis infrastruktur transportasi rel yang memiliki perbedaan signifikan dalam kapasitas, efisiensi operasional, dan fleksibilitas. Jalur kereta ganda terdiri dari dua jalur sejajar yang memungkinkan kereta untuk beroperasi di arah yang berlawanan tanpa gangguan, dapat mempersingkat waktu tempuh, mempersingkat waktu persilangan kereta api, mengurangi potensi kecelakaan kereta api, dan menambah kapasitas lintas jalur kereta api sehingga terjadi penambahan perjalanan kereta api untuk mengangkut penumpang dan barang (Nofriagi, 2021). Di sisi lain, jalur kereta tunggal hanya memiliki satu jalur rel utama, yang dapat membatasi kapasitas dan menyebabkan gangguan signifikan jika terjadi masalah atau perawatan. Meskipun lebih ekonomis dalam pembangunan, jalur tunggal sering kali memerlukan pengaturan yang cermat untuk menjaga efisiensi operasional dan meminimalkan gangguan terhadap layanan kereta api.

### 2.3 Komponen Jalan Rel

Komponen jalan rel adalah suatu sistem konstruksi yang sudah terstruktur sebagai prasarana kereta api yang mendukung alur perjalanan kereta api. Komponen-komponen pada jalan rel terdiri dari banyak komponen seperti balas, penambat, rel, bantalan, dan lain sebagainya. Berikut disajikan gambar struktur komponen jalan rel.



Gambar 1. Struktur Komponen Jalan Rel

(Sumber : Rahayu dan Arfis, 2021)

Jenis komponen jalan rel sudah mempunyai ketentuan sendiri yang tertuang pada perencanaan geometrik jalan rel pada Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012. Ketentuan tersebut diantaranya terdapat kelas jalan, daya lintas/angkut, kecepatan maksimum, tipe rel, jenis bantalan dan jarak, jenis penambat rel, serta struktur ballastnya. Tabel klasifikasi jalan rel disajikan di bawah ini.

Tabel 1. Ukuran Lebar Jalan Rel 1067 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	$> 20.10^6$	120	18	R.60/R.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10.10^6 - 20.10^6$	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu 60	Elastis Ganda	30	50
III	$5.10^6 - 10.10^6$	100	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60	Elastis Ganda	30	40
IV	$2.5.10^6 - 5.10^6$	90	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60	Elastis Ganda/Tunggal	25	40
V	$< 2.5.10^6$	80	18	R.42	Kayu/Baja 60	Elastis Tunggal	25	35

(Sumber : Peraturan Menteri Nomor 60 Tahun 2012)

### 2.3.1 Bantalan

Bantalan adalah salah satu komponen dari konstruksi jalan rel. Bantalan merupakan landasan dimana tempat rel bertumpu dan diikat dengan penambat rel. Bantalan dipasang dengan posisi melintang rel dengan jarak antar bantalan sepanjang 60 sentimeter. Bantalan memiliki fungsi yaitu untuk meneruskan beban dari rel ke balas, menahan lebar sepur dan stabilitas ke arah luar jalan rel (Kristian dan Roesdiana, 2016).

Penggunaan bantalan pada sistem perkeretaapian memiliki fungsi yang berbeda-beda. Pertama yaitu bantalan *track* (bantalan rel) digunakan sepanjang jalur rel lurus untuk menstabilkan rel. Umumnya bantalan *track* terbuat dari kayu, beton, maupun baja yang dimana dirancang untuk menyebarkan beban dari rel ke *ballast* dan tanah di bawahnya. Kedua bantalan stasiun biasanya digunakan di sekitar area

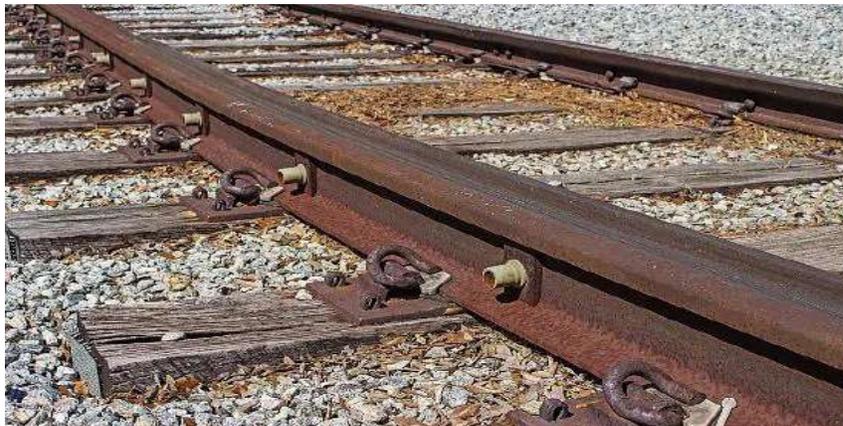
stasiun karena kereta berhenti dan beban lebih berat. Material bantalan stasiun umumnya lebih kuat dan tahan lama karena terbuat dari beton pratekan yang didesain untuk menahan beban dinamis yang lebih tinggi serta memiliki sistem peredam untuk mengurangi getaran. Ketiga bantalan lengkung yang digunakan pada bagian rel yang melengkung guna menstabilkan rel pada tikungan. Berikut jenis bantalan yang digunakan di Indonesia.

#### 1. Bantalan Beton



Gambar 2. Bantalan Beton  
(Sumber : dokumentasi proyek)

#### 2. Bantalan Kayu



Gambar 3. Bantalan Kayu  
(Sumber : *antiserangga.com*)

### 3. Bantalan Baja



Gambar 4. Bantalan Baja  
(Sumber : [ruangsipil.blogspot.com](http://ruangsipil.blogspot.com))

Kemudian untuk proses penggantian bantalan rel pada jalur kereta merupakan hal yang penting dalam pemeliharaan jalur kereta api. Dalam prosesnya terdapat beberapa metode dasar yang digunakan pada penggantian bantalan rel antara lain (Wika Beton) :

1. Pengait antara rel kereta api dengan bantalan di bawahnya menggunakan jenis pengait *e-clip* yang dimana perlu memakai alat khusus agar dapat dilonggarkan dahulu.
2. Bagian rel yang ingin diganti bantalannya lalu diangkat terpisah.
3. Bantalan yang lama dipindahkan dari jalur kereta kemudian digantikan dengan bantalan baru, dalam peletakannya ada perhitungan khusus.
4. Susun bantalan baru yang akan dipasang, selanjutnya rel kereta api yang sudah dilepas disusun kembali dan rapatkan kembali pengait *e-clip*.
5. Ratakan batu kerikil yang terdapat di sekitar bantalan, berfungsi untuk meredam getaran yang diakibatkan saat rel sedang melintas.

### 2.3.2 Penambat



Gambar 5. Penambat Rel  
(Sumber : dokumentasi proyek)

Penambat adalah suatu komponen yang menambatkan rel pada bantalan sehingga kedudukan rel menjadi kokoh dan tidak bergeder terhadap bantalannya. Terdapat dua jenis penambat rel antara lain :

#### 1. Penambat Kaku

Terdiri dari paku rel, tirpon/mur dan baut, dengan atau tanpa pelat landas. Biasanya dipasang pada bantalan besi dan kayu. Untuk merekatkan perkuatannya terdapat *klem plat* yang kaku.

#### 2. Penambat Elastis

Jenis produk atau bahan yang memiliki sifat elastis atau lentur dan digunakan untuk mengikat atau memperbaiki sesuatu dengan cara yang fleksibel.

### 2.3.3 Rel

Ardianto dan Hariri (2021) Rel pada jalan rel mempunyai fungsi sebagai pijakan berputarnya roda kereta api sekaligus untuk meneruskan beban dari roda kereta api ke bantalan rel. Banyak macam-macam rel yang digunakan di Indonesia, menurut panjangnya rel dibedakan menjadi tiga jenis yaitu :

1. Rel standar : rel dengan panjang 25 meter.
2. Rel pendek : rel dengan panjang maksimal 100 meter.

3. Rel panjang : rel dengan panjang minimum disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Panjang Minimum Rel Panjang

Jenis Bantalan	Tipe Rel			
	R42	R50	R54	R60
Bantalan Kayu	325 m	375 m	400 m	450 m
Bantalan Beton	200 m	225 m	250 m	275 m

(Sumber : Direktorat Prasarana PT Kereta Api Indonesia (Persero), 2016)

### 2.3.4 Rel Paksa

Rel paksa atau juga dikenal sebagai rel gongsol adalah rel tambahan yang dipasang pada lintasan rel dengan tikungan yang tajam dan memiliki jari-jari (radius) lengkung yang kecil (kurang dari 250 meter). Secara umum fungsi gongsol sebagai berikut :

1. Menjaga kestabilan rel ; seperti membantu menjaga posisi rel tetap stabil dan mencegah pergeseran.
2. Menyalurkan beban ; seperti mengalirkan beban dari rel ke tanah di bawahnya untuk mencegah deformasi jalur.
3. Mencegah penurunan jalur ; seperti mengurangi risiko penurunan atau pergeseran jalur akibat beban atau kondisi lingkungan.



Gambar 6. Rel Paksa (Gongsol)  
(Sumber : *kabarpemumpang.com*)

## 2.4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bantalan KA

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan yang didapat dipasaran, dikumpulkan dalam suatu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. Upah tenaga kerja didapatkan dilokasi dikumpulkan dan dicatat dalam suatu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah. Dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu proyek, harus berpedoman pada harga bahan dan upah tenaga kerja sesuai dengan daerah tersebut karena setiap daerah memiliki harga yang berbeda.

Ashworth (1988) analisis harga satuan pekerjaan adalah nilai biaya material dan upah tenaga kerja untuk menyelesaikan satuan pekerjaan tertentu. BOW maupun SNI masing-masing menetapkan koefisien pengali untuk material dan upah tenaga kerja per satu satuan pekerjaan. Setiap bahan atau material mempunyai jenis dan kualitas sendiri, hal ini menjadikan harga material tersebut beragam. Analisa harga satuan bahan merupakan proses perkalian antara koefisien bahan dan harga bahan sehingga diperoleh nilai harga satuan bahan.

Untuk mendapatkan harga satuan pekerjaan maka harga satuan bahan, harga satuan tenaga, dan harga satuan alat harus diketahui terlebih dahulu kemudian dikalikan dengan koefisien yang telah ditentukan. Untuk analisa harga satuan pekerjaan pada proyek penggantian bantalan beton disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bantalan KAI

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan
<b>A. Upah / Jasa</b>				
1.	Pekerja	OH	0.720	111.000,-
2.	Mandor	OH	0.160	176.000,-
3.	Tukang Kayu	OH	0.115	125.000,-
4.	Operator Forklit	OH	0.005	195.000,-
5.	Jasa Angkutan Truk	KM	288	4.750,-

Tabel 3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bantalan KAI (Lanjutan)

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan
<b>B. Bahan</b>				
6.	Kawat Pral	Kg	0.050	20.000,-
7.	Kayu Ganjal (Kayu Kelas IV)	M3	0.005	1.550.000,-
8.	Oxygen	Tbg	-	150.000,-
9.	LPG 12 kg	Tbg	-	200.000,-
10.	BBM Langsir (Pertalite	Ltr	-	10.000,-
<b>C. Alat</b>				
11.	Sewa Forklit	Jam	0.037	452.000,-

(Sumber : Lampiran HPS No. 78/HPS/JJ/VII/DV.4)

Keterangan :

1. Upah : harga satuan upah x koefisien (analisa upah)
2. Bahan : harga satuan bahan x koefisien (analisa bahan)
3. Alat : harga satuan alat x koefisien (analisa alat)

Maka didapatkan :

$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = \text{Upah} + \text{Bahan} + \text{Alat} \dots \dots \dots (1)$$

## 2.5 Analytic Hierarchy Process (AHP)

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Dr. Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an di *Wharthon School of Business*. AHP merupakan suatu metode pengukuran yang tujuannya untuk perbandingan berpasangan dari menemukan interval. Metode ini juga difungsikan sebagai metode untuk meneliti suatu masalah dengan mendefenisikan masalah kemudian disusun dalam bentuk hirarki. Menggunakan AHP dapat memecahkan permasalahan tidak terstruktur dan kompleks yang dipecah menjadi kelompok-kelompok dalam bentuk hirarki yang selanjutnya dapat menjadi bahan pertimbangan untuk mengurutkan bobot atau prioritas (Thomas L, 2008).

Yurizal (2022) menganalisis faktor dan pekerjaan yang relatif berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja pada Proyek Hurun Beach Resort menggunakan metode AHP dikarenakan dalam suatu pengambilan keputusan, kriteria, dan alternatif menjadi acuan untuk mendapatkan capaian sehingga dapat diketahui presentase besaran faktor produktivitas yang diinginkan.

Urva dan Aminah (2022) mengungkapkan bahwa meningkatnya pekerjaan proyek yang perlu dikerjakan pada sebuah bisnis, memerlukan trik dan strategi yang tepat pada saat menentukan proyek prioritas. Kriteria-kriteria tertentu menjadi perhatian perusahaan dalam mengambil keputusan dan juga pertimbangan sebuah proyek konstruksi. Hasil menggunakan metode AHP dalam pemilihan proyek konstruksi mendapatkan dua penawaran tertinggi dengan nilai 0.77 dan 0.74. Pemakaian metode AHP untuk penelitian melancarkan pihak perusahaan dalam memilih proyek konstruksi yang akan dilakukan awal dengan mempertimbangkan keputusan yang sesuai dan terstruktur sesuai kriteria yang dibutuhkan perusahaan.

Menurut Emrouznejad dan William (2018) ada tiga elemen utama dalam AHP, elemen itu merupakan struktur hierarki, analisis prioritas, dan verifikasi konsistensi. Elemen-elemen tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Struktur hierarki

Dalam pengambilan keputusan perlu menyusun beberapa kriteria permasalahan dalam pengambilan keputusan yang sangat kompleks menjadi bagian komponen dalam atribut yang diatur dalam beberapa tingkat hierarki.

2. Analisis prioritas

Dalam pengambilan keputusan harus melakukan perbandingan setiap komponen pada tingkatan yang sama dengan berpasangan yang didasari penilaian mereka sendiri. Kemudian kriteria pada tingkat kedua dibandingkan sehubungan dengan tujuan, sedangkan dua atribut dari kriteria yang sama pada tingkat ketiga dibandingkan sehubungan dengan kriteria yang sesuai.

3. Verifikasi konsistensi

Untuk menjamin penilaian yang dilakukan sudah konsisten, maka dilakukan perhitungan rasio konsistensi. Jika rasio konsistensi melebihi batas ( $> 0,1$ ), maka

pengambil keputusan harus meninjau kembali dan melakukan kembali perbandingan berpasangan sampai mencapai nilai batas rasio konsistensi yang diizinkan. Kemudian jika perbandingan berpasangan pada setiap tingkatan sudah terbukti konsisten, maka dapat dilakukan perhitungan prioritas untuk mengetahui peringkat prioritas dari setiap kriteria dan atributnya.

Menurut Saaty (2008) mengungkapkan bahwa langkah-langkah dalam menggunakan metode AHP adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi suatu permasalahan lalu menentukan solusi yang diinginkan.
2. Menyusun suatu struktur hierarki dari permasalahan yang ada dengan tujuan pada tingkatan paling atas, dilanjutkan dengan kriteria yang digunakan, lalu sub kriteria dan kemudian beberapa alternatif pada tingkatan paling bawah.
3. Menyusun sebuah matriks perbandingan berpasangan untuk menggambarkan pengaruh dari setiap elemen terhadap masing-masing kriteria atau tujuan yang setingkat di atasnya.
4. Melakukan sebuah perbandingan berpasangan untuk memperoleh bobot dari setiap kriteria, sub kriteria dan juga alternatif.
5. Menghitung nilai  $\lambda$  serta nilai konsistensinya, bila nilainya lebih dari 0,1 maka dianggap tidak konsisten dan perlu dilakukan penyusunan matriks perbandingan berpasangan kembali.
6. Menentukan prioritas dan elemen-elemen.

Maka dari itu, agar dapat menilai tingkat kepentingan elemen tertentu dengan elemen lainnya, ditetapkan skala kuantitatif satu sampai sembilan yang disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Skala Tingkat Kepentingan

No.	Keterangan
1	Kedua elemen yang dibandingkan sama penting
2	1 elemen lemah atau sedikit lebih penting dibandingkan elemen lainnya
3	1 elemen sedikit lebih penting dibandingkan elemen lainnya
4	1 elemen sedikit lebih penting atau lebih penting dibandingkan elemen lainnya

Tabel 4. Skala Tingkat Kepentingan (Lanjutan)

No.	Keterangan
5	1 elemen lebih penting dibandingkan elemen lainnya
6	1 elemen lebih penting atau jelas lebih penting dibandingkan elemen lainnya
7	1 elemen jelas lebih penting dibandingkan elemen lainnya
8	1 elemen jelas-jelas lebih penting dibandingkan elemen lainnya
9	1 elemen mutlak lebih penting dibandingkan elemen lainnya
Kebalikan	Jika i memiliki salah satu nilai yang bukan nol dari nilai-nilai diatas yang ditetapkan untuknya bila dibandingkan dengan j, maka j memiliki nilai kebalikan jika dibandingkan dengan i

(Sumber : Saaty, 2008)

## 2.6 *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)*

*Fuzzy AHP* merupakan salah satu metode pemeringkatan dan gabungan antara metode AHP dengan konsep *Fuzzy*. *Fuzzy AHP* mampu menutupi kelemahan yang terdapat pada AHP, yaitu permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak. Teori himpunan *Fuzzy* membantu dalam pengukuran yang berhubungan dengan penilaian subjektif manusia memakai bahasa atau linguistik. Variabel linguistik secara pasti dan berguna untuk memproses informasi dalam lingkup *Fuzzy* dikembangkan bilangan *Triangular Fuzzy Number (TFN)* disimbolkan sebagai M. Inti dari metode *Fuzzy AHP* adalah pada perbandingan berpasangan dengan skala rasio yang berhubungan dengan nilai skala *Fuzzy* (Santoso dkk, 2016).

Fajarviani dkk. (2022) menggunakan *Fuzzy AHP* untuk menghitung kriteria, sub kriteria, dan alternatif untuk menentukan jenis bekisting yang relatif terbaik untuk digunakan pada proyek Hotel Holiday Inn Bukit Randu, setelah ditinjau dari aspek biaya didapatkan hasil bekisting semi sistem adalah bekisting yang relatif terbaik untuk digunakan pada proyek tersebut.

Menurut Kamilah (2023), *Fuzzy* AHP digunakan dalam prosesnya untuk memperluas alat ukur dalam pengambilan keputusan seleksi yang melibatkan responden ahli. Dari variabel tersebut akan diperoleh nilai perbandingan dengan skala AHP yang kemudian diubah menjadi TFN. Fungsi keanggotaan konsep *Fuzzy* didefinisikan kedalam tiga bilangan nyata yang didefinisikan dengan l, m, dan u. Maka dari itu, skala TFN dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

Skala AHP	<i>Triangular Fuzzy Number</i>			Keterangan
	l	m	u	
1	1	1	1	Elemen sama penting
2	1	2	3	Tengah-tengah
3	2	3	4	1 elemen cukup penting dibanding elemen lain
4	3	4	5	Tengah-tengah
5	4	5	6	1 elemen kuat penting dibandingkan elemen lainnya
6	5	6	7	Tengah-tengah
7	6	7	8	1 elemen lebih kuat penting dibandingkan elemen lainnya
8	7	8	9	Tengah-tengah
9	8	9	9	1 elemen mutlak lebih penting dibandingkan elemen lainnya

(Sumber : Emrouznejad dan William, 2018)

Menurut Chang (1996) mengungkapkan bahwa berikut adalah langkah-langkah penyelesaian dalam metode *Fuzzy* AHP antara lain sebagai berikut :

#### 1. *Fuzzy Synthetic Extent*

Nilai *fuzzy synthetic extent* dipakai untuk memperoleh perluasan suatu objek. Sehingga diperoleh nilai *extent analysis m* yang dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut :

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, M_{g_i}^3, \dots, M_{g_i}^M \dots \dots \dots (2)$$

Dimana  $M_{g_i}^j$  adalah himpunan tujuan ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) dan semua dimana  $M^j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) adalah bilangan *Triangular Fuzzy Number (TFN)*. Langkah-langkah model *fuzzy synthetic extent* menurut Chang (1996), yaitu Nilai dari *fuzzy synthetic extent* untuk  $i$ -objek didefinisikan sebagai persamaan berikut :

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- $S_i$  = nilai sintetis fuzzy
- $\sum_j^m = 1 M_{g_i}^j$  = menjumlahkan nilai sel pada kolom dimulai dari kolom 1 di setiap baris matriks
- $j$  = kolom
- $i$  = baris
- $M$  = bilangan *Triangular Fuzzy Number*
- $m$  = jumlah kriteria
- $g$  = parameter ( $l, m, u$ )

2. Derajat kemungkinan

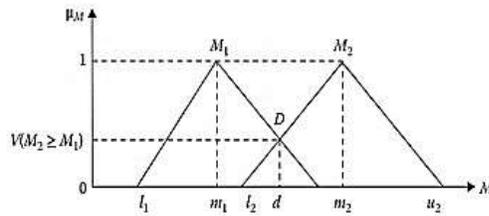
Derajat kemungkinan ialah dari  $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  didefinisikan sebagai berikut :

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \dots \dots \dots (4)$$

Tingkat kemungkinan untuk bilangan fuzzy konveks dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & \text{Jika } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{Jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{Untuk kondisi lain} \end{cases}$$

Yang dimana  $d$  merupakan ordinat perpotongan tertinggi pada titik  $D$  terletak antara  $\mu_{M_1}$  dan  $\mu_{M_2}$ . Gambar perpotongan tersebut disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Perpotongan  $M_1$  dan  $M_2$   
 (Sumber : Emrouznejad dan William, 2018).

3. Bobot vektor

Tingkat kemungkinan untuk bilangan *fuzzy convex*  $M$  lebih baik dibanding sejumlah bilangan  $k$  bilangan *fuzzy convex*.  $M_i = (i = 1, 2, 3, \dots, k)$  yang ditentukan dengan menggunakan operasi max dan min sebagai berikut :

$$V (M \geq M_1, M_2, M_3, \dots, M_k) = V [M \geq M_1] \text{ dan } (M \geq M_2) \text{ dan } (M \geq M_3) \text{ dan } \dots \text{ dan } (M \geq M_k)] = \text{Min } V(M > M_k) \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

- $V$  = nilai vektor
- $M$  = matriks nilai sintesis fuzzy
- $l$  = nilai rendah (*lower*)
- $m$  = nilai tengah (*median*)
- $u$  = nilai tinggi (*upper*)

sehingga diperoleh nilai koordinat persamaan sebagai berikut :

$$(d'), d' = (A_i) = \text{min } V (S_i \geq S_k) \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

- $S_i$  = nilai sintesis *fuzzy*
- $S_k$  = nilai sintesis *fuzzy* lainnya

Untuk  $k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$ , maka nilai vektor bobot didefinisikan :

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \dots \dots \dots (7)$$

Dimana  $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$  adalah  $n$  elemen dan  $d'(A)$  adalah nilai yang menggambarkan pilihan relatif masing-masing atribut keputusan.

4. Normalisasi

5. Defuzzifikasi (Normalisasi)

Jika vektor bobot tersebut dinormalisasi maka akan didapat definisi vektor bobot disajikan pada persamaan berikut :

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \dots \dots \dots (8)$$

Perumusan normalisasi adalah disajikan pada persamaan berikut :

$$d'(A_n) = \frac{d^i(A_n)}{\sum_{i=1}^n d^i(A_n)} \dots \dots \dots (9)$$

Normalisasi bobot ini dilakukan supaya nilai yang didalam vektor diperbolehkan menjadi analog bobot dan dapat terdiri dari bilangan yang *non fuzzy*.

Penyimpangan dari konsistensi  $\lambda maks$  dengan  $n$  bisa digunakan untuk melihat berapakah ketidak konsistennya matriks A. Indeks konsistensi dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut (Goh dkk. 2019) :

$$CI = \frac{maks^{-n}}{n-1} \dots \dots \dots (10)$$

Menurut Saaty (2008) bahwa jika matriks berpasangan dinyatakan konsisten apabila nilai *consistency ratio* (CR)  $\leq 10\%$ . Persamaan dari pernyataan diatas adalah sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan :

$\lambda max$  = nilai eigen terbesar dalam matriks perbandingan

$n$  = jumlah item yang dibandingkan dalam matriks

RI = *random index*

Tabel 6. *Random Index* (RI)

N	1	2	3	4	5	6	7	8
<u>R</u>	0,0	0,0	0,5	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4
I	0	0	8	0	2	4	2	1

(Sumber : Saaty, 2008 )

## 2.7 Survei Opini

Survei opini merupakan suatu metode pengumpulan data yang melibatkan berbagai teknik, seperti penggunaan kuesioner, wawancara, dan analisis media sosial untuk memahami serta mendokumentasikan pandangan yang luas dari masyarakat (Sudaryono, 2015).

Kuesioner merupakan alat pengumpulan data primer dengan metode survei untuk memperoleh opini responden. Sebagai serangkaian pertanyaan tertulis, kuesioner memfasilitasi pengumpulan informasi secara sistematis dari responden, yang memungkinkan analisis mendalam terhadap pandangan masyarakat (Arikunto, 2010). Manfaat dari kuesioner adalah memperoleh informasi mengenai situasi, data pribadi, pengalaman, dan pengetahuan seseorang melalui tanggapan yang diberikan oleh responden. Penyusunan kuesioner dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki elemen-elemen yang mungkin tidak sesuai untuk diterapkan dalam pengumpulan data dari responden. Maka dari itu kuesioner berdasarkan bentuk dan pernyataannya dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

1. Kuesioner tertutup

Jenis kuesioner yang membatasi jawaban responden hanya pada pilihan yang telah disediakan. Dalam kuesioner ini, responden diminta untuk memilih jawaban dari opsi yang telah ditetapkan oleh penyusun kuesioner.

2. Kuesioner terbuka

Jenis kuesioner diajukan biasanya bersifat lebih luas dan memungkinkan responden untuk menyampaikan pendapat, pengalaman, atau informasi secara detail sesuai dengan sudut pandang mereka.

3. Kuesioner semi terbuka

Dalam kuesioner semi terbuka, beberapa pertanyaan mungkin memiliki pilihan jawaban yang sudah disediakan (seperti pada kuesioner tertutup), namun juga menyediakan ruang bagi responden untuk memberikan tanggapan mereka dengan kata-kata sendiri (seperti pada kuesioner terbuka).

Kuesioner dapat menghasilkan dua jenis data, yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Kuesioner kuantitatif difokuskan pada pengumpulan data yang dapat diukur secara numerik dengan menggunakan pertanyaan terstruktur dan skala penilaian (Fowler, 2009). Penekanan pada metode ini memungkinkan analisis statistik yang komprehensif dan menghasilkan temuan yang dapat diukur secara obyektif. Sebaliknya, kuesioner kualitatif didesain untuk memunculkan tanggapan naratif dan pemahaman mendalam. Pertanyaan terbuka dan sifat fleksibel dari kuesioner kualitatif memberikan keleluasaan bagi responden untuk menyampaikan pandangan mereka dengan rincian yang mendalam (Creswell, 2014). Pada

penelitian ini menggunakan kuesioner tertutup dalam proses pengumpulan data primer dengan tujuan mendapatkan data kuantitatif.

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Rangkuman mengenai penelitian terdahulu terdapat dalam tabel 7.

Tabel 7. Matriks Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Mesi Mukhlisiana dan Melti Roza Adry	2021	Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja	Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa Faktor Upah berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tenaga kerja, Faktor Pendidikan tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tenaga kerja, dan Faktor Kesehatan berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tenaga kerja di Indonesia (Mukhlisiana & Adry, 2021)
2	Irika Widiasanti, Yolanda, Ricky Johannes Saputra, Elfandra Handrawan, Azmi Fallah, Irvanda Mauldi, dan Robbi Joyonegoro	2024	Analisis Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi	Berdasarkan hasil dari urutan peringkat tertinggi hingga peringkat rendah analisis faktor produktivitas tenaga kerja peringkat tertinggi adalah variabel X15 yaitu kualitas peralatan/peralatan yang Rusak, X5 yaitu ketersediaan material dan efektivitas/kemudahan dalam penanganannya, X2 yaitu keterampilan, X12 yaitu kondisi cuaca (angin, suhu, hujan), X13 yaitu ketidakhadiran tenaga kerja, X7 yaitu program insentif, X1 yaitu motivasi kerja, X3 yaitu pengalaman kerja, X9 yaitu kerja lembur, X14 yaitu kurangnya pertemuan secara berkala antar

Tabel 7. Matriks Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
2	Irika Widiasanti, Yolanda, Ricky Johanes Saputra, Elfandra Handrawan, Azmi Fallah, Irvanda Mauldi, dan Robbi Joyonegoro	2024	Analisis Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi	tenaga kerja, X11 yaitu beban tanggung, X10 yaitu pendidikan. (Widiasanti dkk., 2024)
3	Celine Faustine dan Mega Waty	2022	Peringkat Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi	Berdasarkan hasil peringkat tersebut, peringkat tertinggi adalah variabel X4 yaitu keterampilan kerja, X15 yaitu kualitas peralatan, dan X13 yaitu ketersediaan material dan kemudahan penanganannya, X10 yaitu keterlambatan pembayaran tenaga kerja, X3 yaitu ketidakhadiran, X1 yaitu motivasi kerja, X8 yaitu kondisi cuaca (angin, suhu, hujan), dan X5 yaitu pengalaman kerja. (Faustine dan Waty, 2022)
4	Revianty Nurmeyliandari Nurhendi dan Mukhlis Nahriri Bastam	2023	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi	Hasil dari penelitiannya faktor dikelompokkan menjadi beberapa kelompok faktor, pertama faktor dalam kategori buruh diantaranya pengalaman, keterampilan tenaga kerja, kurangnya pelatihan tenaga kerja, masalah pribadi buruh, besaran upah. Kedua faktor dalam kategori manajemen diantaranya pengawasan yang kurang, kurangnya pekerja, perencanaan dan penjadwalan buruk, perubahan desain, serta urutan kerja tidak tepat. Ketiga faktor dalam kategori

Tabel 7. Matriks Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
4	Revianty Nurmeilyandari Nurhendi dan Mukhlis Nahriri Bastam	2023	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi	material dan peralatan diantaranya ketersediaan bahan dan peralatan, ketelambatan bahan di lokasi konstruksi, kekurangan peralatan dan kondisi alat yang buruk. Keempat faktor dalam kategori eksternal seperti cuaca, aksi mogok buruh, peraturan pemerintah, kondisi ekonomi negara, dan bencana alam (Nurhendi dan Bastam, 2013)
5	Muhammad Yurizal	2022	Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Struktur Atas Pada Proyek Hurun Beach	Hasil analisis sub kriteria faktor yang relatif berpengaruh yaitu faktor shop drawing dengan bobot 0,1943 yang kedua yaitu faktor pengalaman 0,1194, dan yang ketiga yaitu faktor penambahan jam kerja 0,1093. Setelah melakukan analisis sub kriteria, alternatif pekerjaan struktur atas yang relatif berpengaruh. (Yurizal, 2022)
6	SC Elan Lida Fajarviani, Kristianto Usman, Anita Lestari Condro Winarsih	2022	Pemilihan Penggunaan Bekisting di Holiday Inn Proyek Hotel Bukti Randu Menggunakan <i>Fuzzy AHP Method</i>	Hasil penelitiannya adalah sub kriteria yang paling menentukan adalah sub kriteria keselamatan dalam pengerjaan, ketelitian dan presisi, serta biaya material/biaya sewa dan biaya tenaga kerja. Secara teknis, bekisting yang relatif terbaik adalah bekisting logam/sistem, tetapi dilihat dari segi biaya dan akomodasi, bekisting semi sistem dinilai lebih baik untuk Proyek Hotel Holiday Inn Bukit Randu (Fajarviani dkk., 2022)

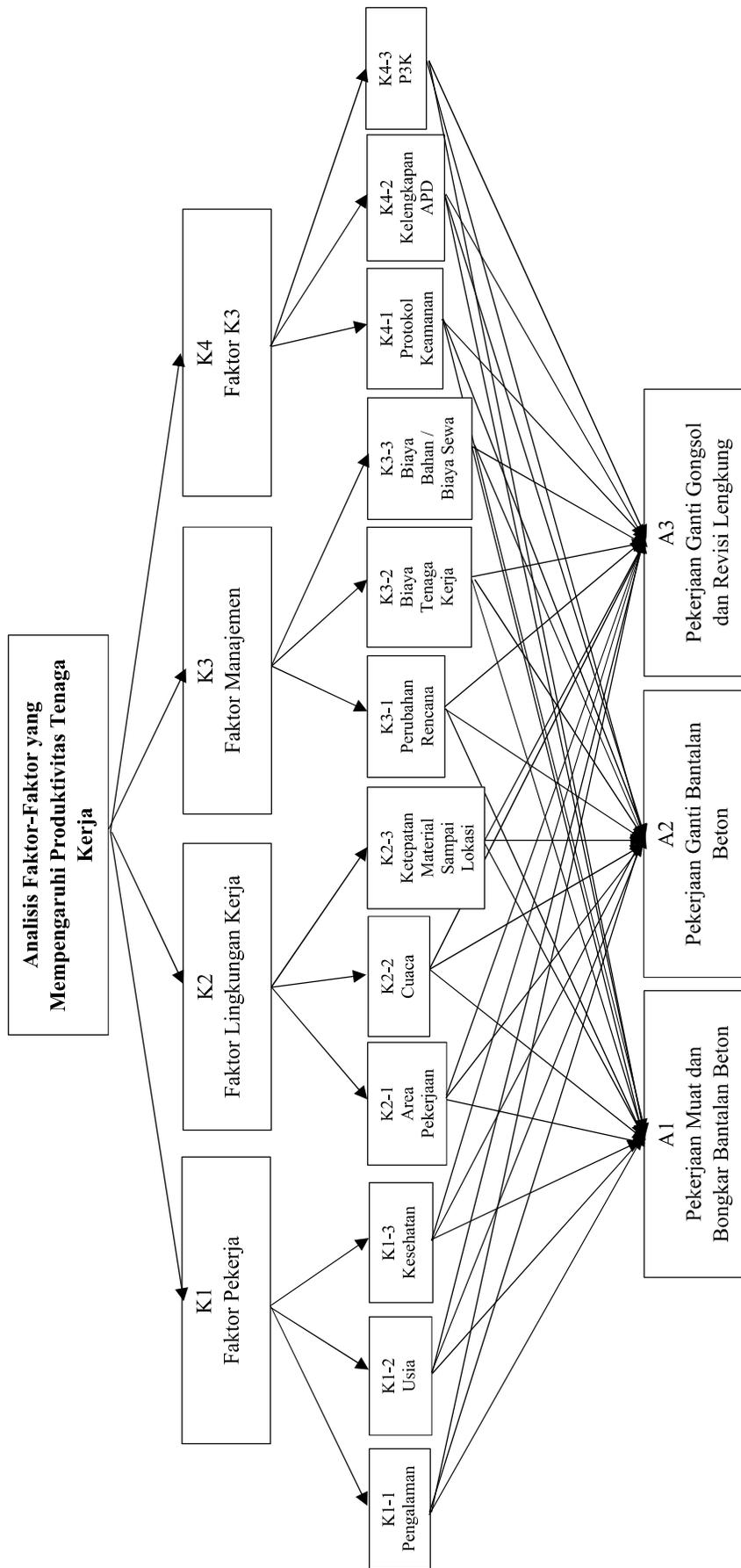
Tabel 7. Matriks Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
7	Desy Lis Rahmawati	2012	Analisis Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Menggunakan <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i>	Hasil penelitiannya didapatkan peringkat pertama yaitu faktor lingkungan kerja dengan bobot 78,05%, kedua K3 (15,52%), ketiga peralatan (5,79%), keempat operator (0.62%). Beberapa subfaktor didapatkan hasil dari perhitungan FAHP yaitu dengan peringkat pertama subfaktor sirkulasi udara (67,47%), kedua bau- bauan (15,07%), ketiga kebisingan (9,03%), keempat temperatur (5,03%) dan terakhir pencahayaan (3,14%) (Rahmawati, 2012).

## 2.9 Simpulan

Tujuan dari adanya tinjauan pustaka adalah untuk mendapatkan langkah-langkah serta tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh Mukhlisiana & Adry (2021) dalam Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja. Faktor Upah berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tenaga kerja, Faktor Pendidikan tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tenaga kerja, dan Faktor Kesehatan berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tenaga kerja di Indonesia. Sementara itu penelitian Wideasanti dkk., (2024) dalam Analisis Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi, menjelaskan bahwa analisis faktor produktivitas tenaga kerja peringkat tertinggi adalah variabel X15 yaitu kualitas peralatan/peralatan yang Rusak, X5 yaitu ketersediaan material dan efektivitas/kemudahan dalam penanganannya, X2 yaitu keterampilan, X12 yaitu kondisi cuaca (angin, suhu, hujan), X13 yaitu ketidakhadiran tenaga kerja, X7 yaitu program insentif, X1 yaitu motivasi kerja, X3 yaitu pengalaman kerja, X9 yaitu

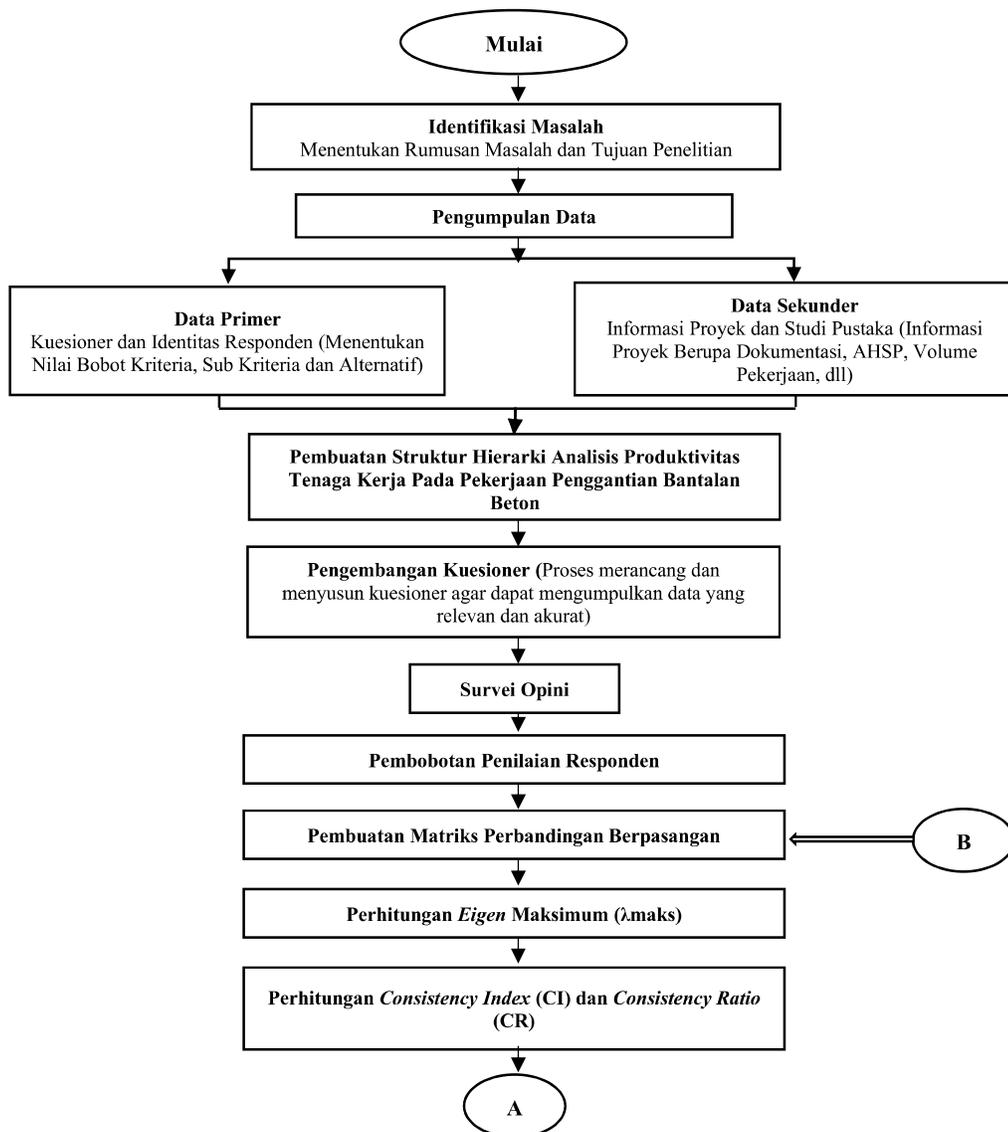
kerja lembur, X14 yaitu kurangnya pertemuan secara berkala antar tenaga kerja, X11 yaitu beban tanggungan, X10 yaitu pendidikan. Kemudian penelitian Faustine dan Waty (2022) dalam Peringkat Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi. Berdasarkan hasil peringkat yang didapatkan, peringkat tertinggi adalah variabel X4 yaitu keterampilan kerja, X15 yaitu kualitas peralatan, dan X13 yaitu ketersediaan material dan kemudahan penanganannya, X10 yaitu keterlambatan pembayaran tenaga kerja, X3 yaitu ketidakhadiran, X1 yaitu motivasi kerja, X8 yaitu kondisi cuaca (angin, suhu, hujan), dan X5 yaitu pengalaman kerja. Selanjutnya Nurhendi dan Bastam (2023), kesimpulan dari penelitiannya adalah dengan mengidentifikasi faktor-faktor produktivitas tenaga kerja tersebut maka dapat membantu tim manajemen proyek untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja konstruksi, yang akhirnya keberhasilan sebuah proyek konstruksi dapat dicapai dengan lebih mudah. Kemudian penelitian Yurizal (2022) Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Struktur Atas Pada Proyek Hurun Beach Resort Menggunakan Metode AHP. Hasil analisis sub kriteria faktor yang relatif berpengaruh yaitu faktor shop drawing dengan bobot 0,1943 yang kedua yaitu faktor pengalaman 0,1194, dan yang ketiga yaitu faktor penambahan jam kerja 0,1093. Kemudian diikuti oleh penelitian Fajarviani dkk., (2022) Pemilihan Penggunaan Bekisting di Holiday Inn Proyek Hotel Bukti Randu Menggunakan *Fuzzy* AHP. Hasil penelitiannya adalah dengan metode *Fuzzy* AHP sub kriteria yang paling menentukan ialah sub kriteria keselamatan dalam pengerjaan, ketelitian dan presisi, serta biaya material/biaya sewa dan biaya tenaga kerja. Terakhir Rahmawati (2012) Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Menggunakan *Fuzzy* AHP. Berdasarkan hasil dari FAHP maka didapatkan peringkat dan juga bobot dari masing- masing faktor tersebut. Peringkat pertama yaitu faktor lingkungan kerja dengan bobot 78,05%. Karena faktor yang memiliki bobot dan peringkat tertinggi yaitu faktor lingkungan kerja maka faktor ini di breakdown kembali menjadi beberapa subfaktor dan didapatkan hasil dari perhitungan FAHP yaitu dengan peringkat pertama subfaktor sirkulasi udara (67,47%) dan terakhir pencahayaan (3,14%). Dari penelitian terdahulu, diperoleh identifikasi faktor-faktor yang dituangkan ke gambar struktur hierarki penelitian.



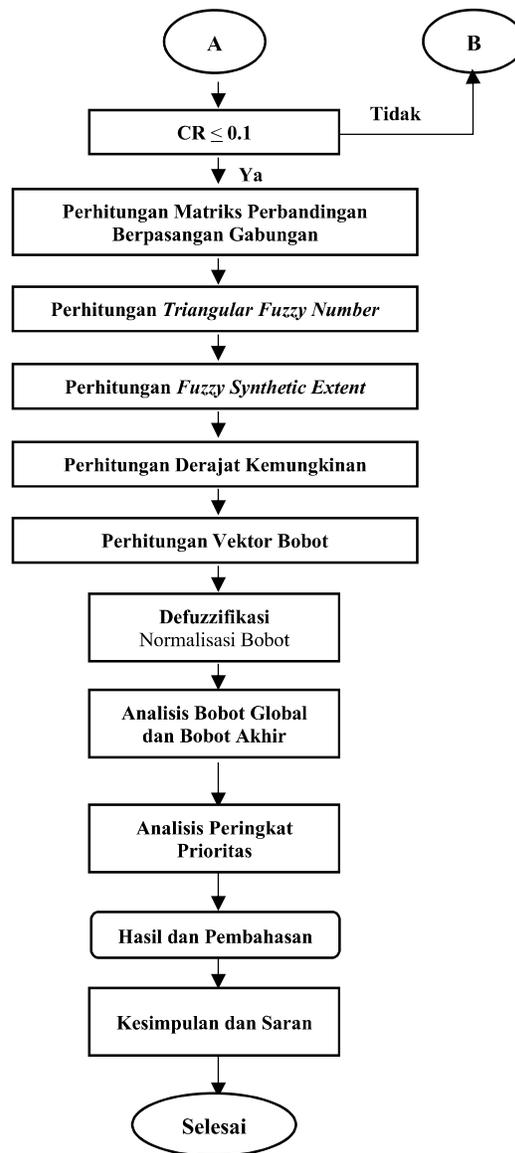
Gambar 8. Struktur Hierarki Penelitian

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian



Gambar 10. Diagram Pengolahan Data

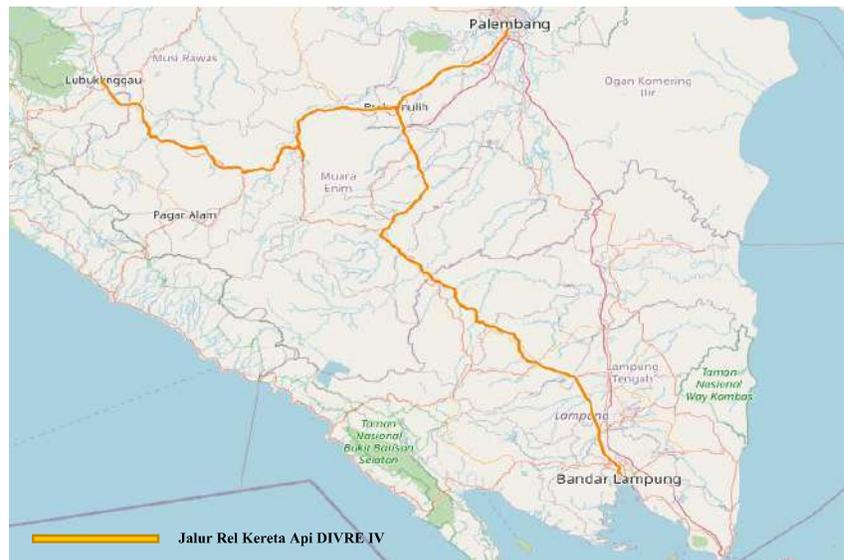
### 3.2 Jenis Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan jenis penelitian studi kasus dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan penelitian yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data yang dapat diukur secara numerik untuk menjawab pertanyaan

penelitian. Oleh karena itu, data bisa didapatkan dari penilaian responden pada kuesioner yang nantinya dianalisis yang bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja. Metode analisis yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode *Fuzzy AHP* yang diuraikan sebagai berikut :

1. Menentukan kriteria dan sub kriteria dari faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja dan mengelompokkan dengan membuat hierarki penelitian.
2. Menganalisis hasil kuesioner dengan bobot penilaian responden guna mencari faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja untuk mendapatkan hasil perankingan dan bobot prioritas dari masing-masing kriteria dan sub kriteria.

### 3.3 Lokasi Penelitian



Gambar 11. Lokasi Penelitian  
(Sumber : *openrailwaymap*)

Lokasi penelitian ini dilakukan di beberapa titik wilayah kerja Divre IV Tanjungkarang. Waktu pelaksanaan proyek pekerjaan telah dilaksanakan dari 9 Oktober 2023 - 5 Februari 2024.

Pada penelitian ini, wilayah penelitian difokuskan pada beberapa titik yang dinilai tinggi produktivitas tenaga kerjanya, terdapat km 96+600 jalur petak jalan Kotabumi – Cempaka, km 140+085 jalur hilir petak Tulung Buyut – Negeri Agung, dan km 216 + 075 petak jalan Gilas – Sepancar. Alasan diambilnya ketiga titik wilayah kerja tersebut karena merupakan wilayah dengan intensitas kerja yang paling tinggi, pada wilayah tersebut paling banyak penggantian bantalan beton yang telah rusak.

### 3.4 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Adapun penjelasan pengumpulan data adalah sebagai berikut :

#### 1. Data Primer

Data primer yang diterapkan dalam penelitian ini berupa potensi bahaya yang terkait dengan risiko teknis. Data ini diperoleh melalui proses survei opini menggunakan kuesioner kepada lima orang yang dianggap ahli di kantor Divre IV Tanjungkarang staff bagian Jalan dan Jembatan menggunakan metode *purposive sampling*. Kuesioner tersebut dilakukan dengan tujuan untuk menggali informasi mengenai faktor yang dianggap paling mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pekerjaan penggantian bantalan beton. Kuesioner terdiri atas tiga bagian yang mencakup struktur berikut :

##### a. Identitas Responden

Seseorang atau individu yang akan memberikan respons terhadap pertanyaan yang diajukan oleh peneliti. Responden ini merupakan orang atau individu yang terkait secara langsung dengan data yang dibutuhkan. Bagian ini mencakup nama, pendidikan terakhir, pengalaman bekerja, posisi/jabatan, dan sertifikat keahlian. Ketentuan penilaian pada masing-masing responden dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Ketentuan Penilaian

Penilaian Responden	Bobot ( $W_i$ )	Level	Skor ( $S_i$ )	Hasil Pembobotan ( $W_i S_i$ )
Pendidikan Terakhir	25%	SMA / Sederajat	20	5
		D3	40	10
		S1	60	15
		S2	80	20
		S3	100	25
Pengalaman Bekerja	25%	1-5 tahun	20	5
		6-10 tahun	40	10
		15-20 tahun	60	15
		16-20 tahun	80	20
		>21 tahun	100	25
Posisi	30%	Satuan Kerja Teknisi JJ	20	6
		Pelaksana Konstruksi JJ	40	12
		KUPT	60	18
		Assistant Manager	80	24
		Manager	100	30
Sertifikat Keahlian	20%	Tidak ada SKA / SKT	20	4
		SKT	40	8
		SKA (Pakar Muda)	60	12
		SKA (Pakar Menengah )	80	16
		SKA (Pakar Utama)	100	20
<b>JUMLAH</b>	<b>100 %</b>			

b. Panduan Pengisian Kuesioner

Sebelum mengisi kuesioner, responden akan diberikan penjelasan rinci mengenai cara mengisi kuesioner agar tidak mengalami kesulitan dalam memberikan jawaban.

c. Pernyataan Kuesioner

Kuesioner yang digunakan menggunakan penilaian perbandingan berpasangan yang dimana para responden disajikan pernyataan dengan memilih jawaban yang menurut para responden paling sesuai dan memberi tanda centang pada kolom yang tersedia.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data penunjang yang didapatkan dari sumber kedua. Pada penelitian ini data sekunder yang digunakan adalah data analisis harga satuan pekerjaan, data kurva s, dokumentasi gambar, dan informasi proyek.

### 3.5 Metode Analisis Data

Peneliti menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (Fuzzy AHP) pada metode analisis data untuk mengambil keputusan. Data primer yang telah didapat yaitu hasil kuesioner kemudian dianalisis menjadi data numerik dan diperhitungkan untuk menghasilkan bobot pada tiap-tiap kriteria, sub kriteria, serta alternatif yang dimana nantinya didapatkan perbandingan hasil dari faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pada proyek pekerjaan penggantian bantalan beton di wilayah Divre IV Tanjungkarang. Dalam menganalisa data penelitian tersebut, digunakan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Langkah pertama menentukan kriteria, sub kriteria, dan alternatif.

Tabel 9. Kriteria dan Sub Kriteria

Kriteria	Sub Kriteria	Referensi	
		Nama Peneliti	Industri
K1-Faktor Pekerja	(K1-1)Pengalaman	Edulan (2016)	Konstruksi
	(K1-2)Usia	Agsarini (2015)	

Tabel 9. Kriteria dan Sub Kriteria (Lanjutan)

Kriteria	Sub Kriteria	Referensi	
		Nama Peneliti	Industri
	(K1-3)Kesehatan	Edulan (2016)	
K2-Faktor Lingkungan Pekerja	(K2-1)Area Pekerjaan	Agsarini (2015)	
	(K2-2)Cuaca	Van Tam (2018)	
	(K2-3)Ketepatan Material Sampai Lokasi	Ramadhan (2020)	
K3-Faktor Manajemen	(K3-1)Perubahan Rencana	Agsarini (2015)	Konstruksi
	(K3-2)Biaya Tenaga Kerja	Pratama dkk. (2017)	
	(K3-3)Biaya Bahan/Biaya Sewa	Pratama dkk. (2017)	
K4-Faktor K3	(K4-1) Protokol Keselamatan	Shahibah (2019)	
	(K4-2) Kelengkapan APD	Tambipi dkk (2020)	
	(K4-3) P3K	Tambipi dkk (2020)	

Tabel 10. Alternatif

Alternatif	Referensi	
	Nama Penulis	Industri
A1-Pekerjaan muat dan bongkar bantalan beton	Handayani dkk. (2020)	
A2-Pekerjaan ganti bantalan beton	Hidayat dkk. (2020)	Konstruksi
A3-Pekerjaan bongkar gongsol dan revisi lengkung	Astuti dan Lathifurahman (2020)	

2. Membuat struktur hierarki faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pekerjaan penggantian bantalan beton.
3. Mengolah data yang dihasilkan dari kuesioner kedalam bentuk skala AHP.
4. Mengolah skala AHP menjadi TFN
5. Menghitung nilai CI dan CR dengan batas nilai  $CR < 0,1$ .

6. Menentukan bobot dari masing-masing kriteria dan sub kriteria dengan menggunakan metode *Fuzzy AHP*.
  - a. *Fuzzy synthetic*.
  - b. Derajat kemungkinan dari  $M2 \geq M1$ .
  - c. Bobot vektor.
  - d. Defuzzifikasi (normalisasi).
7. Menentukan bobot alternatif yang tersedia untuk masing-masing sub kriteria menggunakan metode *Fuzzy AHP*.
  - a. *Fuzzy synthetic*.
  - b. Derajat kemungkinan dari  $M2 \geq M1$ .
  - c. Bobot vektor.
  - d. Defuzzifikasi (normalisasi).
8. Menentukan peringkat dari alternatif dengan mengalikan bobot alternatif dengan bobot sub kriteria, dari hasil perkalian ini maka akan didapatkan hasil keputusan yang merupakan nilai tertinggi.

### 3.6 Jadwal Rencana Penelitian

Tabel 11. Jadwal Rencana Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Waktu																											
		Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli							
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Mengumpulkan referensi jurnal dan pengajuan judul																												
2	Penyusunan proposal awal																												
3	Revisi proposal																												
4	Pembuatan kuesioner																												
5	Survei pendahuluan																												
6	Seminar proposal																												
7	Pengambilan data																												
8	Pengolahan data																												
9	Analisis data																												
10	Pembuatan laporan hasil penelitian																												
11	Revisi laporan																												
12	Seminar hasil penelitian																												
13	Revisi laporan																												
14	Sidang akhir																												

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis serta pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Hasil dari identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pekerjaan penggantian bantalan beton didapatkan 4 kriteria dan 12 sub kriteria. 4 kriteria tersebut diantaranya terdapat Faktor Pekerja (K1), Faktor Lingkungan Kerja (K2), Faktor Manajemen (K3), dan Faktor K3 (K4). Kemudian 12 sub kriteria diantaranya adalah Pengalaman (K1-1), Usia (K1-2), Kesehatan (K1-3), Area Pekerjaan (K2-1), Cuaca (K2-2), Ketepatan Material Sampai Lokasi (K2-3), Perubahan Rencana (K3-1), Biaya Tenaga Kerja (K3-2), Biaya Bahan/Alat Sewa (K3-3), Protokol Keamanan (K4-1), Kelengkapan APD (P4-2), dan terakhir P3K (K4-4).
2. Hasil dari analisis nilai bobot akhir didapat bahwa faktor dan pekerjaan yang paling tinggi pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja pekerjaan penggantian bantalan beton adalah Faktor Area Pekerjaan (K2-1) dengan memiliki bobot nilai 0.4478. Sedangkan faktor yang memiliki nilai bobot paling rendah adalah Faktor Ketepatan Material Sampai Lokasi (K2-3) dengan nilai bobot 0.1493. Pekerjaan yang paling berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja adalah Pekerjaan Muat dan Bongkar Bantalan Beton (A1) dengan nilai bobot akhir 0.0029 (29%), diikuti Pekerjaan Ganti Bantalan Beton dengan nilai bobot akhir 0.0026 (26%), dan terendah Pekerjaan Bongkar Gongsol dan Revisi Lengkung dengan nilai bobot akhir 0.0022 (22%).

3. Setelah didapatkan hasil perhitungan nilai bobot akhir maka perangkingan dari faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pekerjaan penggantian bantalan beton dapat ditentukan. Perangkingan faktor yang paling tinggi nilai prioritasnya adalah (K2-1) Faktor Area Pekerjaan bobot 0.1327, (K2-2) Faktor Cuaca bobot 0.1194, (K1-1) Faktor Pengalaman bobot 0.1127, (K3-1) Faktor Perubahan Rencana bobot 0.0911, (K4-1) Faktor Protokol Keamanan bobot 0.0644, (K1-2) Faktor Usia bobot 0.1009, (K3-2) Faktor Biaya Tenaga Kerja bobot 0.0816, (K4-2) Faktor Kelengkapan APD bobot 0.0569, (K4-3) Faktor P3K bobot 0.0496, (K3-3) Faktor Biaya Bahan/Biaya Sewa bobot 0.0657, (K1-3) Faktor Kesehatan bobot 0.0808, dan terendah adalah (K2-3) Faktor Ketepatan Material Sampai Lokasi bobot 0.0442.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan pada penelitian ini antara lain :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja menggunakan metode *Fuzzy* AHP dengan penambahan faktor-faktor lain yang terkait agar mendapatkan hasil yang lebih objektif.
2. Perlu adanya penambahan sampel responden dari pihak kontraktor agar kuesioner yang didapat lebih beragam agar hasilnya lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Wirawan, W. A., Wahjono, H. B., & Rozaq, F. (2020). Desain Prototype Teknologi Automatic Surface Treatmen Untuk Meningkatkan Ketahanan Jalan Rel Kereta Api. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, 4(1).
- Fajarviani, S. E. L., Usman, K., & Winarsih, A. L. C. (2022). Selection of the Use of Formwork in the Holiday Inn Bukit Randu Hotel Project Using the Fuzzy AHP Method. *AVIA*, 4(2).
- Putri, O. Y., Parabang, M., & Maulana, H. (2021). Analisa Waktu dan Biaya Berdasarkan Produktivitas Tenaga Kerja Proyek Pembangunan Jalan Penghubung Jembatan Kuranji. *Journal of Applied Engineering Scienties*, 4(2), 046-059.
- Mukhlisiana, M., & Adry, M. R. (2021). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja di Indonesia. *Jurnal Kajian Ekonomi dan Pembangunan*, 3(3), 89-96.
- Faradina, M. P. (2021). Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pembesian Dan Bekisting MTSN 3 Kota Pekanbaru (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Harun, M. (2013). Analisa Produktifitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Konstruksi Gedung. *Jurnal Ilmiah MITSU (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)*, 1(2).

- Bora, P. N. (2021). Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pelaksanaan Proyek Rehabilitasi Jalan Dan Pembangunan Jembatan Siangan-Lokasrana (Doctoral Dissertation, Universitas Mahasaraswati Denpasar).
- Edulan, E. K. (2016). Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Tukang Batu (Studi Kasus: Hotel Grand Malebu Makasar (Doctoral dissertation, ITN malang).
- Nasron, N., & Bodroastuti, T. (2012). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Kerja (Studi Pada Karyawan Bagian Produksi PT Mazuvo Indo). *Jurnal Kajian Akuntansi Dan Bisnis*, 1(1), 103261.
- Norjana, N., & Zulfiati, R. (2020). Analisa produktivitas tenaga kerja terhadap pekerjaan kolom dan balok beton bertulang. *Jurnal Talenta Sipil*, 3(2), 82-86.
- Riskillah, M. I. (2014). Pengaruh Kepemimpinan, Motivasi, Lingkungan Kerja, Pendidikan Dan Latihan Terhadap Produktivitas Karyawan Pt. Adimulya Agro Lestari (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Nofriagi, D. R. (2021). Perancangan Jalur Ganda (Double Track) Jalan Rel Ruas Kiaracandong–Cicalengka Untuk Meningkatkan Kapasitas Lintas Kereta (Doctoral Dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Roesdiana, T. (2020). Analisis Kerusakan Jalan Rel Wilayah UPT Resor Jalan Rel 3.13 Tanjung Berdasarkan Hasil Kereta Ukur. *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur: Teknik Sipil dan Perencanaan*, 5(1).
- Yurizal, M. (2023). An Analysis of Factors Affecting Labor Productivity of Upper Structure Work on the Hurun Beach Resort Project Using the AHP (Analytic Hierarchy Process). *Journal of Engineering and Scientific Research*, 5(1).
- Urva, G., & Aminah, S. (2022). Implementasi Metode AHP (Analytic Hierarchy Process) dalam Pemilihan Proyek Kontruksi. *Jurnal Unitek*, 15(2), 141-150.
- Emrouznejad, A., & Ho, W. (2017). *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*. CRC Press.

- Saaty, T. L. (2008). Decision Making With The Analytic Hierarchy Process. *International Journal Of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Santoso, A., Rahmawati, R., & Sudarno, S. (2016). Aplikasi Fuzzy Analytical Hierarchy Process Untuk Menentukan Prioritas Pelanggan Berkunjung Ke Galeri (Studi Kasus Di Secondhand Semarang). *Jurnal Gaussian*, 5(2), 239-248.
- Chang, D. Y. (1996). Applications Of The Extent Analysis Method On Fuzzy AHP. *European Journal Of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Faustine, C., & Waty, M. (2022). Peringkat Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi. *Jmts: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 681-692.
- Nurhendi, R., & Bastam, M. N. (2023). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi: Tinjauan Literatur. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 53-65.