

**PENYUSUNAN MODEL PRODUKTIVITAS PEKERJA STRUKTUR  
BETON BERTULANG DENGAN METODE *RELATIVE IMPORTANCE*  
*INDEX* DAN *FUZZY TSUKAMOTO***

**(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Sekolah Darma Bangsa)**

**( SKRIPSI )**

**Oleh**

**SAFFANAH NUR MUFIDAH  
NPM 2015011008**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**PENYUSUNAN MODEL PRODUKTIVITAS PEKERJA STRUKTUR  
BETON BERTULANG DENGAN METODE *RELATIVE IMPORTANCE*  
*INDEX* DAN**

**(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Sekolah Darma Bangsa)**

**Oleh**

**SAFFANAH NUR MUFIDAH**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

**PENYUSUNAN MODEL PRODUKTIVITAS PEKERJA STRUKTUR  
BETON BERTULANG DENGAN METODE *RELATIVE IMPORTANCE  
INDEX* DAN *FUZZY TSUKAMOTO*  
(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Sekolah Darma Bangsa)**

Oleh

**SAFFANAH NUR MUFIDAH**

Studi ini meneliti peran penting manajemen sumber daya manusia (SDM) dalam meningkatkan produktivitas pekerja untuk keberhasilan proyek konstruksi, dengan fokus pada tantangan yang ditimbulkan oleh kondisi lapangan yang dinamis. Menggunakan Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Indonesia No. 8 Tahun 2023 sebagai acuan, koefisien produktivitas dianalisis untuk mengembangkan model prediktif. Faktor-faktor utama yang memengaruhi produktivitas—kemahiran dalam pelaksanaan tugas, pengalaman di bidang konstruksi, serta perencanaan kerja yang tepat dan realistis—diidentifikasi melalui metode *Relative Importance Index* (RII), dengan nilai berkisar antara 85% hingga 88,2%. Metode *Fuzzy Tsukamoto* digunakan untuk memperkirakan produktivitas, menunjukkan akurasi dalam memprediksi tingkat kinerja. Studi ini juga menyoroti produktivitas yang berada di bawah standar pada aktivitas tertentu, seperti pekerjaan tulangan dan pengecoran kolom. Temuan dari analisis ini menunjukkan bahwa optimalisasi alokasi sumber daya manusia dan peningkatan penjadwalan tugas dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi proyek secara keseluruhan. Dengan mengatasi kesenjangan keterampilan dan kekurangan dalam perencanaan, penelitian ini memberikan rekomendasi berharga bagi manajer konstruksi untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan memastikan keberhasilan proyek.

Kata kunci: produktivitas, faktor, koefisien, beton bertulang, pekerja

## **ABSTRACT**

### **DEVELOPMENT OF A PRODUCTIVITY MODEL FOR REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WORKERS USING THE RELATIVE IMPORTANCE INDEX AND FUZZY TSUKAMOTO METHODS (Case Study : Darma Bangsa School Construction Project)**

By

**SAFFANAH NUR MUFIDAH**

This study examines the critical role of human resource management (HRM) in enhancing worker productivity for successful construction projects, focusing on challenges posed by dynamic site conditions. Using the Indonesian Ministry of Public Works and Housing Regulation No. 8 of 2023 as a benchmark, productivity coefficients were analyzed to develop a predictive model. Key productivity factors—proficiency in task execution, experience in construction, and precise, realistic work planning—were identified through the Relative Importance Index (RII), with values ranging from 85% to 88.2%. The Fuzzy Tsukamoto method was used to estimate productivity, demonstrating accuracy in predicting performance levels. The study also highlighted below-standard productivity in specific activities, such as rebar and column casting. Insights from this analysis suggest that optimizing human resource allocation and improving task scheduling can significantly enhance overall project efficiency. By addressing skill gaps and planning deficiencies, the research offers valuable recommendations for construction managers to improve labor productivity and, in turn, ensure project success.

*Keywords: productivity, factors, coefficient, reinforced concrete, construction worker*

**Judul Skripsi : PENYUSUNAN MODEL PRODUKTIVITAS  
PEKERJA STRUKTUR BETON BERTULANG  
DENGAN METODE *RELATIVE IMPORTANCE*  
INDEX DAN FUZZY TSUKAMOTO**

**Nama Mahasiswa : Saffanah Nur Mufidah**


**Nomor Pokok Mahasiswa : 2015011008**

**Program Studi : Teknik Sipil**

**Fakultas : Teknik**

**MENYETUJUI**


**1. Komisi Pembimbing**

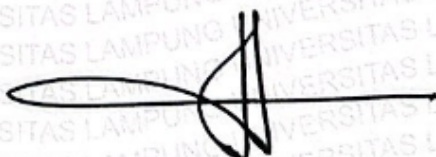
  
**Ir. Kristianto Usman, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP 19720513 200312 1 002

  
**Ir. Dwi Herianto, M.T.**  
NIP 19610102 198803 1 003

**2. Ketua Jurusan Teknik Sipil**

**3. Ketua Program Studi Teknik Sipil**

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

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



**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

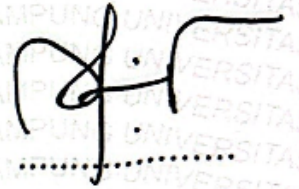
**Ketua**

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



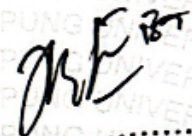
**Sekretaris**

**: Ir. Dwi Herianto, 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 : 14 Oktober 2024**



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi yang berjudul “Penyusunan Model Produktivitas Pekerja Struktur Beton Bertulang Dengan Metode *Relative Importance Index* Dan *Fuzzy Tsukamoto* (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Sekolah Darma Bangsa)”. Akan tetapi dalam hal ini saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut dengan plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah tersebut diserahkan sepenuhnya kepada para dosen peneliti tersebut dan Universitas Lampung.

Atas pernyataan di atas, jika di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Oktober 2024

Pembuat Pernyataan



Saffanah Nur Mufidah

## RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kota Tangerang pada 27 Maret 2002 sebagai anak bungsu dari empat bersaudara. Ayahnya adalah Almarhum Bapak Suratno AS, dan ibunya adalah Ibu Tri Rianingsih. Penulis memiliki satu kakak perempuan bernama Tian Oktiana Ratna Sari dan dua kakak laki-laki, yaitu Mardwianas Stiadi dan Rohta Anjulia Suratno.

Penulis mengawali pendidikan di TK Komimo dan An-Nabawi, kemudian melanjutkan pendidikan dasar di Islamic Village dan MI Plus Asy-Syukriyyah, yang diselesaikan pada tahun 2014. Setelah itu, penulis menamatkan pendidikan di SMP Plus Islamic Village pada tahun 2017, dan melanjutkan ke SMAN 7 Kota Tangerang, lulus pada tahun 2020. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.

Selama masa studi, penulis mengikuti Kerja Praktik pada proyek pembangunan Sekolah EIBOS di Natar, Lampung Selatan pada September 2023, serta Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sidodadi, Teluk Pandan, Pesawaran, dari Juni hingga Agustus 2023. Penulis menyelesaikan tugas akhir dengan judul "*Penyusunan Model Matematis Produktivitas Pekerja Struktur Beton Bertulang Dengan Metode *Relative Importance Index* Dan *Fuzzy Tsukamoto* (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Sekolah Darma Bangsa)*". Selain itu, penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung, dan menjabat sebagai Sekretaris Umum HIMATEKS pada periode 2022/2023.



## **PERSEMBAHAN**

### **Alhamdulillahirabbilalamin**

Kuucapkan Syukur atas Karunia-Mu. Akhirnya dapat menyelesaikan karya yang semoga menjadikanku insan yang berguna, bermanfaat, dan bermartabat.

Kupersembahkan karya ini kepada:

### **Kedua Orang Tuaku Tercinta**

Untuk Ibu, terimakasih atas arahan dan nasihat yang berguna darimu dan teruntuk Ayah yang telah tiada, terimakasih karena sudah mendampingi hingga akhir hayatmu.

### **Saudara Kandungku Tercinta**

Untuk seluruh doa dan semangat yang selalu diberikan selama masa perkuliahan.

### **Dosen Teknik Sipil Universitas Lampung**

Terima kasih kepada dosen-dosenku yang telah tulus memberikan ilmu dan motivasi selama 4,5 tahun perkuliahan.

### **Seluruh Keluarga Besar Teknik Sipil Angkatan 2020**

Untuk teman-teman seperjuangan, terima kasih atas dukungan selama perjalanan menimba ilmu sepanjang ini dari awal hingga akhir studi.

### **Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Sipil**

Tempat di mana saya menimba ilmu yang akan selalu menjadi bekal berharga di setiap langkah.

## MOTTO

“For indeed, with hardship (will be) ease. Indeed, with hardship (will be) ease.”

(Q.S. Ash-Sharh: 94)

“Allah does not burden a soul beyond that it can bear. It will have (the consequence of) what (good) it has gained, and it will bear (the consequence of) what (evil) it has earned. Our Lord, do not impose blame upon us if we forget or make a mistake. Our Lord, and lay not upon us a burden like that which You laid upon those before us. Our Lord, and burden us not with that which we have no ability to bear. And pardon us; and forgive us; and have mercy upon us. You are our protector, so give us victory over the disbelieving people.”

(Q.S. Al-Baqarah: 2)

“The only limit to our realization of tomorrow will be our doubts of today.”

(Franklin D. Roosevelt)

## SANWACANA

Atas berkat rahmat hidayat Allah S.W.T. dengan mengucapkan puja – puji syukur Alhamdulillah, penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penyusunan Model Matematis Produktivitas Pekerja Struktur Beton Bertulang Dengan Metode *Relative Importance Index* (RII) dan *Fuzzy Tsukamoto* (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Sekolah Darma Bangsa)” sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Lampung. Diharapkan dengan terselesainya tugas akhir ini, penulis mampu memberikan hasil mengenai produktivitas pekerja sebagai referensi dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang manajemen konstruksi. Pada penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak 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. Hj. Yuda Romdania, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Ir. Kristianto Usman, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Ir. Dwi Herianto, M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan arahan, bimbingan, dan dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi.



7. Dr. Ir. Ika Kustiani, S.T., M.Eng.Sc., IPM., ASEAN Eng., selaku Dosen Penguji atas kesediaan waktunya dalam memberikan kritik, saran, dan masukan yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Ir. Ashruri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
9. Kedua orangtua, Bapak (Alm.) Suratno AS dan Ibu Tri Rianingsih yang selalu berada dalam hati dan pikiran penulis.
10. Saudara/i kandung dari penulis yang senantiasa memberikan dukungan moral dan moril.
11. Muhammad Ikhsan Ragahbani, banyak terima kasih yang dapat diucapkan karena sudah hadir dalam hidup penulis selama 3 tahun terakhir.
12. Deva Azkia Ramadani, terima kasih karena selalu menemani penulis di kala suka dan duka.
13. Aliyah Febriana Rifdah, terima kasih karena selalu ada untuk penulis walau terhalang jarak dan waktu.
14. Teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu karena masing-masing memiliki tempat spesial hati hidup penulis selama menempuh masa perkuliahan di Bandar Lampung.
15. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang sudah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran agar lebih baik kedepannya.
16. Keluarga besar angkatan 2020 yang menemani, memberikan semangat, dan dukungan yang luar biasa dalam proses penyelesaian skripsi.

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

Bandar Lampung, 14 Oktober 2024  
Penulis

Saffanah Nur Mufidah

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Pemetaan Input dan Output Logika Fuzzy. ....	13
Gambar 2. Cara Kerja Logika Fuzzy.....	15
Gambar 3. Lokasi Penelitian. ....	26
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 5. Bangunan Proyek .....	36
Gambar 6. Gambar Pelat Lantai 4 Elevasi +13,45 m.....	56
Gambar 7. Pelat Atap Elevasi +17,95 m. ....	56
Gambar 8. Pelat Atap Elevasi +20,6 m. ....	57
Gambar 9. Pelat lift Elevasi +22,45 m. ....	57
Gambar 10. Perbandingan Koefisien Pembesian Balok. ....	63
Gambar 11. Perbandingan Koefisien Pembesian Pelat. ....	64
Gambar 12. Perbandingan Koefisien Pembesian Kolom. ....	64
Gambar 13. Perbandingan Koefisien Bekisting Balok. ....	66
Gambar 14. Perbandingan Koefisien Bekisting Pelat. ....	66
Gambar 15. Perbandingan Koefisien Bekisting Kolom. ....	67
Gambar 16. Perbandingan Koefisien Pengecoran Balok. ....	68
Gambar 17. Perbandingan Koefisien Pengecoran Pelat.....	69
Gambar 18. Perbandingan Koefisien Pengecoran Kolom.....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Pembesian, Bekisting, Beton Balok .....	9
Tabel 2. Pembesian, Bekisting, Beton Kolom.....	9
Tabel 3. Pembesian, Bekisting, Beton Pelat.....	10
Tabel 4. Ketentuan Penilaian Responden.....	12
Tabel 5. Research Gap.....	17
Tabel 6. Variabel-variabel Penelitian .....	28
Tabel 7. Faktor dan Variabel Kuesioner .....	37
Tabel 8. Uji Validitas Kuesioner .....	38
Tabel 9. Kriteria Presentase Reliabilitas .....	40
Tabel 10. Uji Reliabilitas Kuesioner .....	40
Tabel 11. Data Responden.....	41
Tabel 12. Bobot Responden .....	42
Tabel 13. Distribusi Frekuensi Skala Likert.....	42
Tabel 14. Jawaban Responden .....	42
Tabel 15. Hasil Analisis Kuesioner Bobot Responden.....	43
Tabel 16. Hasil Ranking Kuesioner .....	45
Tabel 17. Frekuensi Jawaban Responden.....	47
Tabel 18. Hasil Analisis RII .....	48
Tabel 19. Ranking Variabel .....	51
Tabel 20. Rata-rata Tingkat Kepentingan Faktor Berdasarkan RII.....	51
Tabel 21. Detail B1 .....	53
Tabel 22. Ukuran Baja Tulangan Beton Polos .....	53
Tabel 23. Ukuran Baja Tulangan Beton Ulir/Sirip.....	54
Tabel 24. Perhitungan Balok B1 .....	55
Tabel 25. Perhitungan Pelat.....	58
Tabel 26. Perhitungan Bekisting Pelat .....	59
Tabel 27. Perhitungan Pengecoran Beton Pelat .....	59



Tabel 28. Detail Kolom K3 .....	60
Tabel 29. Rata-Rata Volume.....	62
Tabel 30. Perbandingan Koefisien Pembesian Balok .....	63
Tabel 31. Perbandingan Koefisien Pembesian Pelat .....	63
Tabel 32. Perbandingan Koefisien Pembesian Kolom.....	64
Tabel 33. Perbandingan Koefisien Bekisting Balok .....	65
Tabel 34. Perbandingan Koefisien Bekisting Pelat .....	66
Tabel 35. Perbandingan Koefisien Bekisting Kolom.....	67
Tabel 36. Perbandingan Koefisien Pengecoran Balok .....	68
Tabel 37. Perbandingan Koefisien Pengecoran Pelat.....	69
Tabel 38. Perbandingan Koefisien Pengecoran Kolom.....	69
Tabel 39. Rata-Rata Produktivitas (OH) .....	70
Tabel 40. Produktivitas PUPR Nomor 8 Tahun 2023 .....	71
Tabel 41. Himpunan Input Fuzzy Tsukamoto .....	71
Tabel 42. Himpunan Output Fuzzy Tsukamoto .....	71
Tabel 43. Rule Fuzzy Tsukamoto .....	73
Tabel 44. Nilai Membership.....	75
Tabel 45. Rule Fuzzy Tsukamoto .....	76

## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Proyek Konstruksi.....	4
2.2 Model Matematis .....	4
2.3 Produktivitas .....	4
2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas .....	6
2.4 Tenaga Kerja .....	7
2.5 Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja .....	8
2.6 Teknik <i>Sampling</i> .....	10
2.7 <i>Relative Importance Index</i> (RII) .....	12
2.8 Logika <i>Fuzzy</i> .....	13
2.9 Metode Tsukamoto.....	14
2.10 <i>Research Gap</i> .....	17
2.10.1 Kesimpulan <i>Research Gap</i> .....	23
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>26</b>

3.1	Lokasi Penelitian.....	26
3.2	Pengumpulan Data .....	27
3.3	Variabel Penelitian.....	28
3.4	Analisis Data dan Perhitungan.....	30
3.4.1	Analisa Data Kuesioner.....	30
3.4.2	<i>Relative Importance Index</i> (RII) .....	31
3.4.3	Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> .....	31
3.5	Prosedur Penelitian.....	33
3.6	Diagram Alir Penelitian .....	35
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
4.1	Objek Penelitian.....	36
4.2	Identifikasi Variabel Penelitian.....	37
4.3	Uji Validitas Kuesioner.....	38
4.4	Uji Reliabilitas Kuesioner.....	39
4.5	Analisis Responden Penelitian.....	41
4.6	Analisis <i>Relative Importance Index</i> (RII) .....	47
4.7	Volume Pekerjaan .....	52
4.7.1	Perhitungan Volume Pekerjaan Balok Beton Bertulang.....	52
4.7.2	Perhitungan Volume Pekerjaan Pelat Beton Bertulang .....	56
4.7.3	Perhitungan Volume Pekerjaan Kolom Beton Bertulang .....	60
4.7.4	Koefisien Pekerjaan Pembesian .....	62
4.7.5	Koefisien Pekerjaan Bekisting .....	65
4.7.6	Koefisien Pekerjaan Pengecoran.....	67
4.8	Model Matematis <i>Fuzzy Tsukamoto</i> .....	70
4.8.1	Rata-Rata Produktivitas Pekerjaan Balok, Kolom, dan Pelat .....	70
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>78</b>
5.1	Kesimpulan .....	78



5.2	Saran.....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>80</b>
<b>LAMPIRAN A</b>		
<b>LAMPIRAN B</b>		
<b>LAMPIRAN C</b>		
<b>LAMPIRAN D</b>		
<b>LAMPIRAN E</b>		
<b>LAMPIRAN F</b>		
<b>LAMPIRAN G</b>		

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan kegiatan yang dilakukan dalam jangka waktu yang terbatas sesuai dengan perencanaan menggunakan sumber daya dengan harapan dapat memperoleh hasil terbaik sesuai dengan yang telah direncanakan. Keberhasilan proyek konstruksi sangat dititik beratkan dengan sumber dayanya. Sumber daya yang sangat berpengaruh dalam proyek konstruksi terdiri dari *man, materials, machine, money, dan method*. Faktor sumber daya yang sangat berpengaruh dalam suatu pekerjaan adalah sumber daya manusia (SDM), tidak terkecuali sebuah pekerjaan konstruksi. Penggunaan SDM yang salah dan tidak sesuai pada porsinya hanya akan mengakibatkan kerugian yang besar pada suatu proyek konstruksi.

Banyak upaya yang dapat dilakukan untuk mengatur penggunaan SDM agar tetap pada porsinya dan sesuai dengan rencana. Salah satu upaya yang dapat dilakukan oleh kontraktor adalah mengetahui tingkat produktivitas dari masing-masing pekerjaan konstruksi. Ini dilakukan untuk memantau serta memetakan hasil sebuah proyek yang diakibatkan oleh penggunaan dan pemanfaatan SDM atau dalam hal ini adalah tenaga kerja. Tingkat produktivitas tenaga kerja dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah usia. Jika pekerja memiliki usia yang relatif muda, maka kondisi fisik yang dimiliki akan lebih baik sehingga pekerja tersebut dapat bekerja dengan cepat dan menghasilkan output yang lebih banyak (Sujana & Hakim, 2021). Selain usia, pengalaman yang dimiliki oleh tenaga kerja berpengaruh terhadap produktivitas kerjanya. Pengalaman kerja, keterampilan, dan pelatihan kerja pun akan meningkat seiring dengan lamanya mereka bekerja (Ukkas, 2017).

Disamping itu, lembur, kelelahan, pergantian karyawan, logistik, juga mempengaruhi produktivitas (Corporation, 2012).

Ada beberapa penelitian yang mengkaji mengenai produktivitas tenaga kerja. Nugroho (2002) meneliti tentang pengaruh kondisi lapangan pekerjaan dan kinerja manajemen dalam peningkatan produktivitas pekerjaan jalan untuk subpekerjaan galian tanah. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa, pada saat mengukur produktivitas pekerjaan, harus pula diperhitungkan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor ini sering dinyatakan dengan terminologi bahasa yang bersifat kualitatif, sedangkan bahasa yang bersifat kualitatif kurang tepat dalam menggambarkan faktor-faktor ini. Maka, ada beberapa metode untuk mentranslansikan variabel-variabel kualitatif menjadi model matematis.

Berdasarkan permasalahan yang telah dibahas, proyek yang akan diteliti mengenai produktivitas tenaga kerja adalah proyek pembangunan Sekolah Darma Bangsa yang berlokasi di Jalan Z.A. Pagar Alam, Labuhan Ratu, Kedaton, Bandar Lampung.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pada uraian bab sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui produktivitas tenaga kerja dan faktor yang mempengaruhi produktivitas khususnya pada proyek di Sekolah Darma Bangsa, Bandar Lampung. Penelitian dilakukan dalam bentuk pengamatan *Output* pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja selama penelitian dan berfokus pada sub pekerjaan struktur beton bertulang yaitu pembesian, pemasangan bekisting, dan pengecoran beton pada kolom, balok, dan pelat.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka penelitian ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut :



1. Mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerja dengan menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII).
2. Menganalisis besaran koefisien produktivitas pekerja di lapangan berdasarkan Permen PUPR No.8 Tahun 2023.
3. Menyusun model matematis untuk dapat mengidentifikasi dan mengestimasi tingkat produktivitas dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut.

1. Penelitian hanya dilakukan terbatas pada lingkup pelaksanaan pekerjaan struktur proyek pembangunan Sekolah Darma Bangsa.
2. Penelitian berfokus pada pekerjaan struktur beton bertulang yaitu pekerjaan kolom, balok, dan pelat.
3. Produktivitas tenaga kerja yang dimaksud ada pada level kru/kelompok kerja atau tenaga kerja yang bekerja selama proses konstruksi.
4. Tenaga kerja yang dimaksud pada poin sebelumnya adalah tenaga kerja yang berada pada level pekerja, karena jumlahnya yang cukup banyak sehingga dampak yang dihasilkan terhadap pelaksanaan proyek cukup signifikan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan kegiatan yang dilakukan dalam range waktu yang terbatas sesuai dengan perencanaan menggunakan sumber daya dengan harapan dapat memperoleh hasil terbaik sesuai dengan yang telah direncanakan. Menurut Dharmawan (2020) Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Proyek konstruksi menitikberatkan sumber daya untuk menentukan hasil dari yang sudah direncanakan.

### 2.2 Model Matematis

Model matematis adalah salah satu bentuk pendekatan yang digunakan sebagai alat ukur variabel tertentu. Dalam hal ini, model matematis digunakan untuk mengidentifikasi, mengestimasi, dan mengkaji produktivitas pekerja struktur beton bertulang. Model matematis pada penelitian ini disusun dalam bentuk rumus yaitu dengan metode *relative importance index* (RII) dan *Fuzzy Tsukamoto*.

### 2.3 Produktivitas

Produktivitas adalah satu dari tujuh performa tenaga kerja yang menentukan kinerja proyek (Utami, 2008), sedangkan menurut Jeargeas (1990) produktivitas konstruksi sangat dipengaruhi oleh performa sumber daya manusia atau tenaga kerja. Berdasarkan hal tersebut, produktivitas tenaga kerja sangat menentukan proyek

yang dihasilkan. Menurunnya produktivitas tenaga kerja akan menjadi masalah yang cukup berpengaruh dalam kinerja proyek secara keseluruhan. Ada beberapa faktor yang paling berpengaruh dalam produktivitas tenaga kerja antara lain adalah jumlah tenaga kerja, lokasi Lapangan, cuaca, penundaan pekerjaan, pengawasan mandor (Dharmawan, 2020). Menurut Hernandi dan Tamtana (2020) faktor yang paling mempengaruhi adalah tertundanya pekerjaan karena kurangnya ketersediaan material di lapangan. Jika penurunan produktivitas tenaga kerja dapat diketahui lebih awal, maka kesempatan dalam meningkatkan produktivitas tenaga kerja akan semakin tinggi.

Produktivitas adalah kapabilitas menghasilkan produk menggunakan sumber daya yang tersedia secara tepat dan efisien. Beberapa faktor dominan yang mempengaruhi produktivitas proyek konstruksi adalah faktor pekerja, motivasi, dan faktor teknis (Anif dkk., 2021). Produktivitas juga sebagai tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang atau jasa. L. Greenberg mendefinisikan produktivitas sebagai perbandingan antara totalitas pengeluaran pada waktu tertentu dibagi totalitas masukan selama periode tersebut.

Kerja yang lambat ataupun korupsi jam kerja dari yang seharusnya, bukanlah menunjang pembangunan, tapi menghambat kemajuan yang semestinya dicapai. Sebaliknya, kerja yang efektif menurut jumlah jam kerja yang seharusnya serta kerja yang sesuai dengan uraian kerja masing-masing pekerja, akan dapat menunjang kemajuan serta mendorong kelancaran usaha baik secara individu maupun secara menyeluruh. Banyak kejadian disekitar kita betapa pemanfaatan waktu kerja yang merupakan upaya paling dasar dari produktivitas kerja, banyak diabaikan, bahkan secara sengaja dilanggar. Sikap mental seperti ini tidak akan menimbulkan suasana kerja yang optimis, apalagi diharapkan untuk menciptakan metode dan sistem kerja yang produktif disemua perangkat kerja yang ada.

Menurut Basari (2014), secara umum definisi produktivitas adalah perbandingan antara *input* dan *output* dimana *input* dijelaskan sebagai orang-jam (OJ) atau orang-hari (OH), sedangkan *output* adalah kuantitas hasil kerja yang satuannya bervariasi

tergantung jenis pekerjaan yang diukur. Selanjutnya untuk koefisien produktivitas menurut Reksohadipjoro dan Sukanto (2003) dalam Putra (2020) dapat dijelaskan menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Koefisien Produktivitas} = \frac{\text{Jumlah tenaga kerja yang terlibat}}{\text{Volume yang dihasilkan}} \dots\dots\dots (1)$$

### 2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Tinggi rendahnya produktivitas disebabkan oleh banyak faktor, baik yang berhubungan dengan tenaga kerja itu sendiri maupun yang berhubungan dengan lingkungan pendukung. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi sebagai berikut.

1. Edulan (2016) dalam penelitiannya pada tenaga kerja tukang batu proyek Hotel Grand Melebu Makassar menjelaskan bahwa ada tiga faktor yang mempengaruhi produktivitas yaitu faktor pengalaman pekerja meliputi lamanya bekerja, keterampilan dalam mengerjakan pekerjaannya, dan tepat waktu dalam penyelesaian kerja; Faktor usia pekerja; dan K3 proyek meliputi alat keselamatan yang disediakan pada saat bekerja.
2. Maurits (2010) pada penelitiannya menjelaskan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja secara garis besar sebagai berikut.
  - a. Faktor internal dari pekerja  
Sebagai contoh keadaan psikis, fisik (kelelahan pekerja), usia, bakat, karakter, pengalaman, keahlian, pendidikan, kepuasan kerja, motivasi kerja, semangat kerja, dan pendapat pekerja terhadap gaji.
  - b. Faktor eksternal dari pekerja  
Misalnya penerangan, kebisingan, musik di tempat kerja, waktu istirahat, jam kerja, sistem penggajian, dan tanggung jawab keluarga.
3. Sutrisno (2009) menuangkan dalam bukunya yang berjudul “Manajemen Sumber Daya Manusia” mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas sebagai berikut.
  - a. Pelatihan  
Latihan kerja yang dimaksud untuk melengkapi karyawan dengan keterampilan dan cara-cara tepat untuk menggunakan peralatan kerja.

Untuk itu, latihan kerja diperlukan bukan hanya sebagai perlengkapan tetapi juga untuk memberikan dasar-dasar pengetahuan. Karena dengan latihan berarti para karyawan belajar untuk mengerjakan sesuatu dengan benar benar dan tepat, serta dapat meminimalisir kesalahan-kesalahan yang pernah dilakukan.

b. Mental dan kemampuan fisik karyawan

Keadaan mental dan fisik karyawan merupakan hal yang sangat penting untuk menjadi perhatian bagi organisasi karena keadaan fisik dan mental karyawan mempunyai hubungan yang sangat erat dengan produktivitas kerja karyawan.

c. Hubungan antara atasan dan bawahannya

Hubungan antara atasan dan bawahan akan mempengaruhi kegiatan yang dilakukan sehari-hari. Bagaimana pandangan atasan terhadap bawahan, sejauh mana bawahan dilibatkan dalam penentuan tujuan. Sikap yang saling menjalin telah mampu meningkatkan produktivitas karyawan dalam bekerja. Sehubungan dengan hal tersebut, karyawan akan berpartisipasi dengan baik dalam produksi jika mereka diperlakukan secara baik, sehingga akan berpengaruh pada tingkat produktivitas kerja.

## **2.4 Tenaga Kerja**

Dalam penyelenggaraan proyek, salah satu sumber daya yang menjadi penentu keberhasilannya adalah tenaga kerja. Jenis dan intensitas kegiatan proyek berubah sepanjang siklusnya, sehingga penyediaan jumlah tenaga, jenis keterampilan dan keahliannya harus mengikuti tuntutan perubahan kegiatan yang sedang berlangsung.

Bertolak dari kenyataan tersebut, maka suatu perencanaan tenaga kerja proyek yang menyeluruh dan terperinci harus meliputi perkiraan jenis dan kapan tenaga kerja dibutuhkan. Dengan mengetahui perkiraan angka dan jadwal kebutuhannya, maka dapat dimulai kegiatan pengumpulan informasi perihal sumber penyediaan, baik

kualitas maupun kuantitas. Dalam pelaksanaan proyek, jumlah kebutuhan tenaga kerja yang terbesar adalah tenaga kerja lapangan. Tenaga kerja lapangan ini berhubungan langsung dengan pekerjaan fisik konstruksi di lapangan.

Tenaga konstruksi dapat digolongkan menjadi 2 macam :

1. Penyelia atau pengawas, bertugas untuk mengawasi dan mengarahkan pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja/buruh lapangan. Setiap pengawas membawahi sejumlah pekerja lapangan.
2. Penyelia atau pengawas, bertugas untuk mengawasi dan mengarahkan pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja/buruh lapangan. Setiap pengawas membawahi sejumlah pekerja lapangan.
3. Pekerja atau buruh lapangan (*craft labour*), terdiri dari berbagai macam tukang yang memiliki keahlian tertentu, seperti : tukang kayu, tukang besi, tukang batu, tukang alumunium dan tukang cat. Dalam melaksanakan pekerjaan biasanya mereka dibantu oleh pembantu tukang atau pekerja (buruh terlatih, buruh semi terlatih, dan buruh tak terlatih).

## **2.5 Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja**

Menurut Peraturan Menteri PUPR Nomor 8 Tahun 2023, jumlah jam kerja merupakan koefisien tenaga kerja atau kuantitas jam kerja per-satuan pengukuran. Koefisien ini adalah faktor yang menunjukkan waktu yang diperlukan teaga kerja untuk menyelesaikan suatu volume pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi koefisien tenaga kerja antara lain jumlah tenaga kerja dan tingkat keahlian tenaga kerja. Penetapan jumlah dan keahlian tenaga kerja mengikuti produktivitas peralatan utama. Jumlah tenaga kerja sangat relatif, tergantung dari beban kerja utama produk yang dianalisis. Jumlah total waktu digunakan sebagai dasar menghitung jumlah pekerja yang digunakan.

Berikut adalah koefisien kelompok tenaga kerja pada pekerjaan pembesian 100 kg, pekerjaan bekisting, dan pekerjaan pengecoran dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Pembesian, Bekisting, Beton Balok

Pekerjaan		Kebutuhan	Satuan	Koefisien
Pembesian (per-1 kg)	Bahan	Besi Beton (polos/ulir)	kg	105
		Kawat Ikat	kg	1,50
	Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,0016
Bekisting (per 1 m <sup>2</sup> )	Bahan	Papan Kayu kelas III	m <sup>3</sup>	0,04
		Paku 5 cm – 12 cm	kg	0,40
		Balok Kayu kelas II	m <sup>3</sup>	0,018
		<i>Plywood</i> tebal 9 mm	Lembar	0,35
		Minyak bekisting	Liter	0,20
		Dolken kayu dia. 8-10 cm panjang 4 m	Batang	2,00
		Tenaga Kerja	Pekerja	OH
Beton (per 1 m <sup>3</sup> K300)	Bahan	Portland Cement	Kg	413
		Pasir beton	kg	681
		Krikil	kg	1021
		Air	Liter	215
	Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,00

Sumber : Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023

Tabel 2. Pembesian, Bekisting, Beton Kolom

Pekerjaan		Kebutuhan	Satuan	Koefisien
Pembesian (per-1 kg)	Bahan	Besi Beton (polos/ulir)	Kg	105
		Kawat Ikat	kg	1,50
	Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,0016
Bekisting (per 1 m <sup>2</sup> )	Bahan	Papan Kayu kelas III	m <sup>3</sup>	0,04
		Paku 5 cm – 12 cm	kg	0,40
		Balok Kayu kelas II	m <sup>3</sup>	0,015
		<i>Plywood</i> tebal 9 mm	Lembar	0,35
		Minyak bekisting	Liter	0,20
		Dolken kayu dia. 8-10 cm panjang 4 m	Batang	2,00
		Tenaga Kerja	Pekerja	OH
Beton (per 1 m <sup>3</sup> K300)	Bahan	Portland Cement	Kg	413
		Pasir beton	Kg	681
		Krikil	Kg	1021
		Air	Liter	215
	Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,00

Sumber : Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023



Tabel 3. Pembesian, Bekisting, Beton Pelat

Pekerjaan		Kebutuhan	Satuan	Koefisien	
Pembesian (per-1 kg)	Bahan	Besi Beton (polos/ulir)	Kg	105	
		Kawat Ikat	kg	1,5	
Bekisting (per 1 m <sup>2</sup> )	Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,007	
		Papan Kayu kelas III	m <sup>3</sup>	0,040	
		Paku 5 cm – 12 cm	kg	0,400	
		Balok Kayu kelas II	m <sup>3</sup>	0,015	
		<i>Plywood</i> tebal 9 mm	Lembar	0,350	
		Minyak bekisting	Liter	0,2	
		Dolken kayu dia. 8-10 cm panjang 4 m	Batang	6,00	
Beton (per 1 m <sup>3</sup> K300)	Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,66	
		Bahan	Portland Cement	Kg	413
			Pasir beton	Kg	681
			Krikil	Kg	1021
			Air	Liter	215
			Pekerja	OH	1,00

Sumber : Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023

## 2.6 Teknik Sampling

Teknik sampling adalah cara untuk menentukan sampel yang jumlahnya sesuai dengan ukuran sampel yang akan dijadikan sumber data sebenarnya, dengan memperhatikan sifat-sifat dan penyebaran populasi agar diperoleh sampel yang representatif (Margono, 2004). Menurut Sugiyono (2011), secara umum teknik sampling adalah merupakan teknik pengambilan sampel. Hal ini memungkinkan peneliti dalam berfokus kepada subjek yang memiliki kriteria khusus yang diperlukan guna menjawab pertanyaan penelitian. Dalam menentukan *sampling* penelitian, dapat menggunakan 2 teknik sampling yang dapat digunakan (Sugiyono, 2011), sebagai berikut :

### 1. *Probability sampling*

*Probability sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel. Teknik ini meliputi, *simple random sampling* yang setiap individu dalam suatu populasi memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih, *proportionate stratified random sampling* dimana populasi dibagi menjadi

beberapa strata yang tidak saling tumpang tindih, *disproportionate stratified random sampling* dimana sampel diambil dari setiap strata tanpa mempertimbangkan proporsi yang ada dalam populasi, dan *sampling area (cluster)* yang membagi populasi kedalam kelompok lalu beberapa kelompok dipilih secara acak untuk diambil sampelnya.

## 2. *Non-Probability sampling*

*Non-Probability sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang tidak memberi peluang atau kesempatan sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Teknik ini meliputi, *sampling sistematis, kuota, aksidental, purposive, jenuh, snowball*.

Pada penelitian ini digunakan teknik *sampling non-Probability sampling* dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2011). Patton (2015) dalam bukunya yang berjudul „*Qualitative Research & Evaluation Methods*“ menjelaskan bahwa *purposive sampling* melibatkan pemilihan informasi yang kaya akan kasus yang dapat digunakan untuk studi secara mendalam. Hal ini berarti bahwa sampel yang dipilih pada penelitian ini dipilih karena sampel dapat memberikan informasi yang mendalam dan berharga mengenai studi kasus yang akan diteliti.

Penelitian ini berfokus pada *expert sampling* yang merupakan salah satu jenis dari *purposive sampling*. *Expert sampling* secara umum digunakan dalam penelitian untuk memilih individu yang dianggap sebagai ahli atau individu yang memiliki pengetahuan khusus dalam bidang atau area studi tertentu (Creswell, 2018). Berikut adalah kriteria *expert sampling* yang ditentukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Individu yang terlibat dalam pelaksanaan konstruksi proyek Sekolah Darma Bangsa.
2. Posisi/jabatan dalam proyek Sekolah Darma Bangsa sebagai *project manager, site engineers, supervisors*, dan *mandor*.
3. Memiliki pengetahuan yang luas mengenai pekerjaan struktur beton bertulang.

Tabel 4. Ketentuan Penilaian Responden

Keterangan	Bobot ( $w_i$ )	Ketentuan	Skoring ( $S_i$ )	$w_i S_i$
Pendidikan Terakhir	30%	SMA sederajat	20	6
		D3	40	12
		S1	60	18
		S2	80	24
		S3	100	30
Lama Bekerja di Bidang Konstruksi	40%	6-10 tahun	20	8
		11-15 tahun	40	16
		16-20 tahun	60	24
		21-25 tahun	80	32
		26-30 tahun	100	40
Sertifikat Keahlian	30%	Tidak ada SKA/SKT	20	6
		SKT	40	12
		SKA Muda	60	18
		SKA Madya	80	24
		SKA Utama	100	30

Sumber : Fajarviani (2022)

## 2.7 Relative Importance Index (RII)

*Relative Importance Index* (RII) memperlihatkan tingkat kepentingan relatif untuk setiap faktor dan variabel berdasarkan pendapat responden. Semakin tinggi tingkat RII, maka semakin besar pengaruh faktor atau variabel tersebut terhadap produktivitas pekerjaan konstruksi (Noviyarsi, 2023).

RII dihitung untuk tiap faktor menggunakan rumus berikut :

$$RII = \frac{5n_1 + 4n_2 + 3n_3 + 2n_4 + n_5}{5(n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5)} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan  $n_1$  merepresentasikan angka responden yang menjawab “Sangat penting”,  $n_2$  merepresentasikan angka responden yang menjawab “Penting”,  $n_3$  merepresentasikan angka responden yang menjawab “Netral”,  $n_4$  merepresntasikan angka responden yang menjawab “Tidak penting”, dan  $n_5$  merepresentasikan angka responden yang menjawab “Sangat tidak penting”.

## 2.8 Logika *Fuzzy*

Logika *Fuzzy* merupakan salah satu logika yang memiliki nilai keaburan atau kesamaran (*fuzziness*) diantara “benar” atau “salah”. Logika *Fuzzy* awalnya dikembangkan oleh Profesor Lotfi A. Zadeh dari University of California pada tahun 1965. Logika *Fuzzy* terus berkembang hingga populer dan banyak diaplikasikan secara luas oleh para praktisi Jepang yang mengadaptasikan logika *Fuzzy* ke dalam bidang kendali.

Proses penalaran secara bahasa atau *linguistic reasoning* adalah salah satu kelebihan dari logika *Fuzzy*. Hal ini memungkinkan perancangan tidak memerlukan lagi persamaan dalam bentuk matematis dari objek yang dikendalikan. Logika *Fuzzy* secara umum diterapkan pada masalah-masalah yang mengandung unsur ketidakpastian (*uncertainty*), ketidaktepatan (*imprecise*), *noisy*, dan sebagainya (Syafnidawaty, 2020). Logika *Fuzzy* berfungsi sebagai jembatan antara bahasa mesin yang akurat atau presisi dengan bahasa manusia yang lebih mengedepankan makna atau signifikansi.

Logika *Fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output* (Mulyono, 2014). Gambaran mengenai pemetaan ruang *input* ke *output* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Pemetaan *Input* dan *Output* Logika *Fuzzy*.

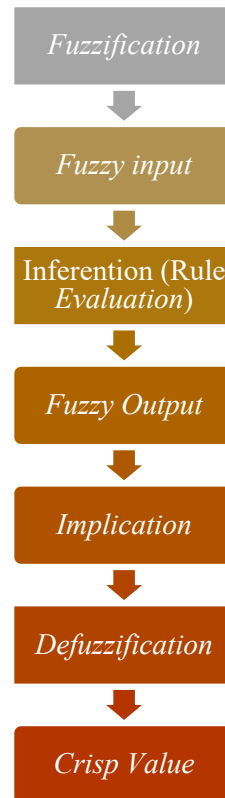
Logika *Fuzzy* sebagai sebuah sistem penentuan kebenaran yang lebih kompleks dari logika biner yang hanya memiliki dua nilai kebenaran, yaitu "benar" dan "salah". Logika *Fuzzy* memiliki beberapa konsep yang berbeda dengan logika biner, logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, seperti sesuatu konsep yang tidak pasti yaitu "sedikit", "banyak", "lumayan".

## 2.9 Metode Tsukamoto

Domain logika *Fuzzy* Tsukamoto adalah metode yang digunakan dalam sistem logika *Fuzzy* untuk mengelola dan mengoperasikan himpunan *Fuzzy*. Logika *Fuzzy* merupakan sistem penentuan kebenaran yang lebih kompleks dari logika biner yang hanya memiliki dua nilai kebenaran, yaitu "benar" dan "salah".

Metode Tsukamoto menggunakan algoritma fuzzifikasi untuk mengubah nilai input ke derajat keanggotaannya. Setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* direpresentasikan dengan himpunan *Fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Hasil dari setiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan alpha predikat( $\alpha$ ), kemudian diperoleh hasil akhir dengan menggunakan rata-rata terpusat.

Metode Tsukamoto dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengukuran produktivitas, peramalan, dan pengambilan keputusan. Metode Tsukamoto dapat digunakan untuk mengubah nilai krip menjadi nilai *Fuzzy*, mengatur aturan dan fungsi implikasi, dan mengubah nilai *Fuzzy* menjadi nilai krip kembali. Metode ini memiliki tiga tahap yang penting, yaitu: 1. Fuzzifikasi, 2. Inferensi, 3. Implikasi, dan 4. Defuzzifikasi.



Gambar 2. Cara Kerja Logika *Fuzzy*.

1. Fuzzifikasi: Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai *input* krisp menjadi nilai *Fuzzy*. Dalam metode Tsukamoto, fuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan fungsi keanggotaan atau *membership* untuk himpunan *input* dan *output* seperti, “rendah”, “sedang”, dan “tinggi”. Pada tahap ini juga dilakukan pembentukan *rule* atau aturan sesuai dengan jumlah fungsi keanggotaan yang dibentuk.
2. Inferensi: Inferensi adalah tahap pembentukan aturan dengan melibatkan penggunaan operator logika atau model matematis *IF-THEN* sesuai *rule* yang ada.
3. Implikasi : Pada *Fuzzy Tsukamoto*, proses implikasi adalah proses ketika  $\alpha$ -*predicate* digunakan untuk menghitung *output crisp* untuk setiap *rule*.
4. Defuzzifikasi : Tahap defuzzifikasi adalah tahap penggabungan *output crisp* dari setiap *rule* untuk menghasilkan *output* akhir dengan menghitung  $z$  terbobot.

$$Z \text{ terbobot} = \frac{\sum_{i=0}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=0}^n \alpha_i} \dots\dots\dots (2)$$

(Kusumadewi, 2003)

Keterangan :

$Z$  = rata-rata

$\alpha$  = alpha predikat



## 2.10 Research Gap

Tabel 5. *Research Gap*

Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	<i>Research Gap</i>		
			Metode Analisis	Objek Penelitian	Kesimpulan
Analisis Pengaruh Faktor-Faktor Produktivitas Kerja Proyek Konstruksi Dengan <i>Relative Importance Index</i> (RII) dan Regresi Linear Berganda	Noviyarsi	2023	<i>Relative Importance Index</i> (RII) dan Regresi Linear Berganda	Pekerja proyek konstruksi Kota Padang	Hasil RII menunjukkan 9 variabel sangat mempengaruhi produktivitas kerja proyek konstruksi dengan nilai RII berkisar antara 84,2%-89,6%. Hasil memperlihatkan 4 faktor yang paling mempengaruhi produktivitas kerja yaitu manajemen, motivasi, tenaga kerja dan teknis dengan nilai RII sebesar 80,3%-84,9%. Faktor eksternal adalah faktor yang paling dominan mempengaruhi produktivitas kerja dengan koefisien sebesar 1,235
Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Apartmen 31 Sudirman Suite Makassar	Ongan	2022	<i>Relative Rank Index</i>	Kontraktor Pelaksana Proyek Pembangunan Apartmen 31 Sudirman Suite	Faktor keterlambatan pelaksanaan proyek pembangunan Gedung Apartmen 31 Sudirman Suite Makassar yaitu, kejadian tak terduga ( <i>Force majeure</i> ), kerusakan peralatan, intensitas curah hujan, perubahan desain oleh owner, kedisiplinan tenaga kerja,

Tabel 5. (lanjutan)

Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	<i>Research Gap</i>		
			Metode Analisis	Objek Penelitian	Kesimpulan
Implementasi <i>Fuzzy</i> Tsukamoto dalam Asesmen Performa Pekerja	Zaaidatunni'mah	2021	<i>Fuzzy Tsukamoto</i>	Pekerja	Inferensi sistem <i>Fuzzy</i> tsukamoto dapat digunakan dalam menentukan dan mengasesmen performa dari pekerja.
Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja Pembesian dan Bekisting Saat Jam Kerja Normal dan Lembur Menggunakan Metode Productivity Rating	Sujana dan Hakim	2021	<i>Productivity Rating</i>	Tenaga kerja pembesian dan bekisting proyek pembangunan Apartemen Aspenna Jakarta	Penurunan produktivitas disebabkan oleh faktor kelelahan yang dialami oleh tenaga kerja. Terjadi penurunan sebesar 8,04% untuk pekerja pembesian dan 8,89% untuk pekerja bekisting
Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Pekerja Pada Pelaksanaan Konstruksi Gedung Bertingkat	Hernandi dan Tamtana	2020	Metode survei dengan uji validitas, uji reliabilitas, dan metode statistik deskriptif	Tenaga kerja konstruksi	Faktor yang paling mempengaruhi produktivitas pekerja adalah faktor kurangnya ketersediaan material di lapangan sehingga pekerjaan tertunda

Tabel 5.(lanjutan)

Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	<i>Research Gap</i>		
			Metode Analisis	Objek Penelitian	Kesimpulan
Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pembesian Kolom	Dharmawan	2020	<i>Work Sampling</i>	Tenaga kerja pembesian	Faktor yang berpengaruh dalam produktivitas pekerjaan penulangan kolom yaitu, jumlah tenaga kerja, lokasi Lapangan, cuaca, penundaan pekerjaan, pengawasan mandor
Penerapan Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Dalam Diagnosa Penyakit Demam Berdarah	Kurniawati	2020	<i>Fuzzy Tsukamoto</i>	Pasien	<i>Fuzzy Tsukamoto</i> dapat digunakan dalam mendiagnosa pasien yang mengidap penyakit demam berdarah
<i>Factors Affecting Labour Productivity of Construction Worker On Construction Site: A Case of Hanoi</i>	Van Tam	2018	<i>The Relative Importance Index</i>	Pekerja konstruksi di Hanoi	Faktor yang paling berpengaruh dalam produktivitas adalah Faktor pengalaman kerja, disiplin kerja, jenis pembayaran gaji kualitas
Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Tukang Batu	Edulan	2016	Regresi Linear Berganda	Tenaga kerja tukang batu (Hotel Grand Melebu Makassar)	Faktor yang paling berpengaruh dalam produktivitas adalah faktor pengalaman, faktor usia, dan faktor K3

Tabel 5. (lanjutan)

Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	<i>Research Gap</i>		
			Metode Analisis	Objek Penelitian	Kesimpulan
Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja Kontruksi Pada Jam Kerja Reguler dan Jam Kerja Lembur Pada Pembangunan Gedung Bertingkat di Surabaya	Nurhadi	2015	<i>Productivity Rating</i>	Tenaga kerja konstruksi (Mandor, Tukang, Pekerja)	Produktivitas rata-rata komposisi tenaga kerja tukang besi di Surabaya pada jam kerja reguler pada mandor 714 kg/hari, tukang besi 212,77 kg/hari, dan pembantu tukang 212,77 kg/hari. Sedangkan pada jam lembur mandor 312,50 kg/hari, tukang besi 90,09 kg/hari, dan pembantu tukang 69,93 kg/hari Sedangkan produktivitas rata-rata setiap kelompok kerja pembesian pada jam kerja reguler sebesar 104 kg/OH atau 14,86 kg/manhours dan 42,6 kg/OH atau 10,65 kg/manhours pada jam kerja lembur atau terjadi penurunan sebesar 28,33%.

Tabel 5. (lanjutan)

Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	<i>Research Gap</i>		
			Metode Analisis	Objek Penelitian	Kesimpulan
Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Struktur Rangka Atap Baja	Aprilian	2010	<i>Productivity Rating</i>	Pekerja Struktur Atap Baja	Produktivitas pada proyek pembangunan RS Dr. Moewardi adalah sebesar 66,8% berarti tingkat produktivitasnya memuaskan. Faktor paling dominan dalam tingkat produktivitas tenaga kerja ada pada pengalaman kerja.
<i>Factors Affecting Labour Productivity In Building Projects In The Gaza Strip</i>	Enhassi et al.	2007	<i>The Relative Importance Index</i>	Pekerja konstruksi di Jalur Gaza	Terdapat 10 faktor utama yang memberikan pengaruh buruk terhadap produktivitas pekerja yaitu : Kekurangan material, kurangnya pengalaman pekerja, kurangnya pengawasan pekerja, selisih paham antar pekerja dan pengawas, perubahan gambar dan spesifikasi saat pelaksanaan, keterlambatan pembayaran, ketidakjujuran pekerja, keterlambatan inspeksi, bekerja sepanjang minggu tanpa libur, kekurangan alat konstruksi.

Tabel 5. (lanjutan)

Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	<i>Research Gap</i>		
			Metode Analisis	Objek Penelitian	Kesimpulan
Pengukuran Produktivitas Pekerjaan Menggunakan Teori Himpunan <i>Fuzzy</i> (Studi Pada Pekerjaan Tanah)	Nugroho	2002	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Tenaga kerja konstruksi	Pemakaian metode Mamdani dalam menyusun relasi <i>Fuzzy</i> untuk mengukur produktivitas memberi hasil yang lebih dapat dipercaya daripada metode Zadech

*Sumber : Hasil Review (2024)*

### 2.10.1 Kesimpulan *Research Gap*

Produktivitas pekerja suatu proyek pembangunan dapat dianalisa menggunakan berbagai metode, seperti metode *Time Study*, *Productivity Rating*, hingga menggunakan metode pengambilan keputusan yaitu *Fuzzy*. Perlu dilakukannya analisa terhadap produktivitas suatu proyek pembangunan dalam hal ini adalah produktivitas pekerja. Tingkat produktivitas tidak dapat dipastikan jika tidak dilakukan survey dan observasi untuk menilai apakah produktivitas yang sudah berjalan pada keadaan di lapangan semakin menurun, meningkat, ataupun sudah optimal, serta apa saja faktor yang mempengaruhinya.

Salah satu metode pengambilan keputusan yang digunakan penulis adalah Logika *Fuzzy*. Ada banyak tipe metode dari Logika *Fuzzy* yaitu, Metode Mamdani, Sugeno, Tsukamoto, Himpunan *Fuzzy*, Fuzzy C-Means, dan sebagainya. Metode yang dipilih oleh penulis adalah Metode Fuzzy Tsukamoto. Hal mendasar yang membedakan *Fuzzy* Metode Mamdani yang seringkali digunakan oleh banyak peneliti dan Metode Tsukamoto ada pada proses defuzzifikasi yang mana pada Mamdani digunakannya metode MAX, sedangkan pada Tsukamoto digunakan nilai rata-rata ( $z$ ). Hasil studi Prabowo (2019) menyatakan bahwa error pada Tsukamoto lebih kecil jika dibandingkan dengan Mamdani.

Pada *research gap*, ditemukan perbedaan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pada setiap studi kasus. Perbedaan daerah, sumber daya, dan objek yang diteliti juga mempengaruhi hasil dari penelitian. Sehingga, perlu dikaji kembali faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pada proyek pembangunan Sekolah Darma Bangsa yang berdasarkan hipotesis akan mendapat hasil yang berbeda. Metode yang digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas dengan mendapatkan pendapat kepentingan relatif dari responden yaitu metode RII

Berikut adalah rangkuman faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerja berdasarkan hasil dari studi terdahulu.



Tabel 6. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

No	Faktor	Variabel	Referensi
1	Faktor Tenaga Kerja ( $X_1$ )	Keterampilan dalam mengerjakan pekerjaan ( $X_{1.1}$ )	(Sanders & Thomas, 1991) (Enshassi, Mohamed, Mustafa, & Mayer, 2007)
		Usia pada saat bekerja ( $X_{1.2}$ )	(Hernandi & Jane, 2020)
		Pelatihan dan keahlian (pekerja, mandor, supervisor) ( $X_{1.3}$ )	(Makulsawatudom, Emsley, & Sinthawanarong, 2004) (Lam, 2010)
2	Faktor Manajemen ( $X_2$ )	Kepemimpinan dan kompetensi manajer ( $X_{2.1}$ )	(Noviyarsi, Yulius, Bakar, & Suryani, 2023)
		Komunikasi yang baik antar tenaga kerja ( $X_{2.2}$ )	(Noviyarsi, Yulius, Bakar, & Suryani, 2023)
		Pengawasan terhadap pekerja ( $X_{2.3}$ )	(Hernandi & Jane, 2020)
		Manajemen lapangan ( $X_{2.4}$ )	(Noviyarsi, Yulius, Bakar, & Suryani, 2023)
		Perencanaan dan penjadwalan pekerjaan yang tepat dan realistis ( $X_{2.5}$ )	(Noviyarsi, Yulius, Bakar, & Suryani, 2023)
3	Faktor Motivasi ( $X_3$ )	Besaran upah tenaga kerja ( $X_{3.1}$ )	(Kazaz, Ulubeyli, & Ozdemir, 2008) (Loan, Chan, & Lam, 2009)
		Ketepatan waktu upah (pembayaran gaji) ( $X_{3.2}$ )	(Noviyarsi, Yulius, Bakar, & Suryani, 2023)
		Jaminan/asuransi kecelakaan kerja ( $X_{3.3}$ )	(Noviyarsi, Yulius, Bakar, & Suryani, 2023)
4	Faktor Pelaksanaan Proyek ( $X_4$ )	Jumlah tenaga kerja ( $X_{4.1}$ )	(Tam, Huong, & Ngoc, 2018)
		Pengalaman pada bidang konstruksi ( $X_{4.2}$ )	(Hernandi & Jane, 2020)
		Melakukan pekerjaan ulang karena suatu masalah atau adanya perubahan desain ( $X_{4.3}$ )	(Olomolaiye, 1987) (Hernandi & Jane, 2020)
		Ketidakjelasan instruksi dan perintah yang berubah-ubah pada pelaksanaan pekerjaan ( $X_{4.4}$ )	(Kadir, 2005)
		Ketersediaan material di lapangan ( $X_{4.5}$ )	(Hernandi & Jane, 2020)
5	Faktor Eksternal ( $X_5$ )	Perizinan proyek konstruksi ( $X_{5.1}$ )	(Noviyarsi, Yulius, Bakar, & Suryani, 2023)
		Fluktuasi harga material ( $X_{5.2}$ )	(Noviyarsi, Yulius, Bakar, & Suryani, 2023)

Tabel 6. (lanjutan)

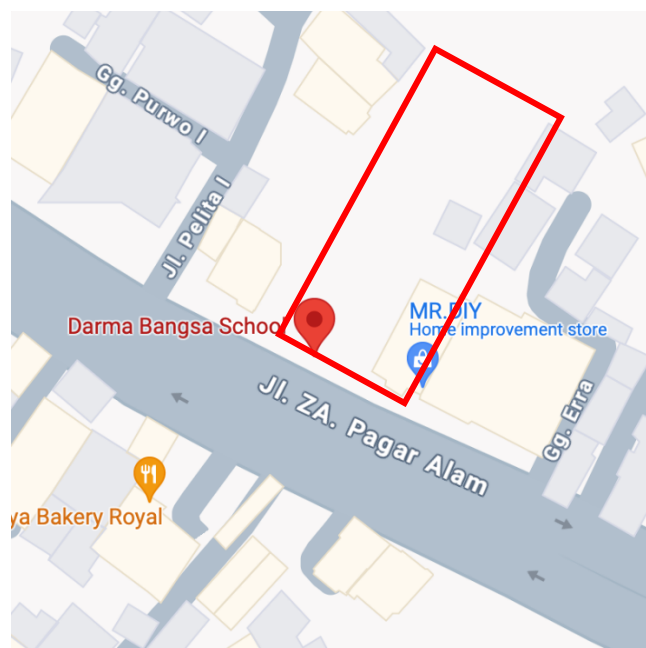
No	Faktor	Variabel	Referensi
6	Faktor Material dan Peralatan ( $X_6$ )	Kondisi dan kualitas material dan peralatan ( $X_{6.1}$ )	(Tam, Huong, & Ngoc, 2018) (Hernandi & Jane, 2020)
		Kesesuaian mutu dan efisiensi peralatan ( $X_{6.2}$ )	(Loi, Lee, & Lam, 2016)
		Kecukupan jumlah peralatan di lapangan ( $X_{6.3}$ )	(Olomolaiye, 1987)
7	Faktor Lingkungan dan Kondisi Kerja ( $X_7$ )	Keterbatasan area tempat kerja ( $X_{7.1}$ )	(Hernandi & Jane, 2020)
		Kondisi tempat kerja (area berbahaya, kebisingan, paparan racun, pencahayaan, ventilasi, suhu, tanah) ( $X_{7.2}$ )	(Tam, Huong, & Ngoc, 2018)
8	Faktor Teknis ( $X_8$ )	Tingkat kesulitan dan kerumitan desain ( $X_{8.1}$ )	(Jarkas, 2012)
		Kejelasan desain dan spesifikasi teknis ( $X_{8.2}$ )	(Jarkas, 2012)
		Menggunakan metode dan teknologi konstruksi terbaru ( $X_{8.3}$ )	(Lee, Hwang, & Shin, 2017)
9	Faktor Waktu ( $X_9$ )	Seringnya kerja lembur ( $X_{9.1}$ )	(Hanna, Russell, & Gibson, 2005)
		Kedisiplinan pekerja terhadap waktu ( $X_{9.2}$ )	(Thomas, T.J.W, & D.C., 1999)
		Waktu istirahat yang cukup ( $X_{9.3}$ )	(Tam, Huong, & Ngoc, 2018)
10	Faktor Keselamatan Kerja ( $X_{10}$ )	Kedisiplinan terhadap pelaksanaan keselamatan kerja ( $X_{10.1}$ )	(Kaming, Olomolaiye, & Holt, 1997)
		Ketersediaan peralatan keselamatan kerja ( $X_{10.2}$ )	(Tam, Huong, & Ngoc, 2018) (Lam, 2010) (Hernandi & Jane, 2020)
		Ketersediaan rambu-rambu keselamatan kerja ( $X_{10.3}$ )	(Thanh, 2016) (Makulsawatudom, Emsley, & Sinthawanarong, 2004)

*Sumber : Hasil Review (2024)*

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Studi kasus yang dikaji pada penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Sekolah Darma Bangsa yang berlokasi di Jl. Zainal Abidin Pagar Alam, Labuhan Ratu, Kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung 35356. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Lokasi Penelitian.

Proyek Pembangunan Sekolah Darma Bangsa dilaksanakan oleh Kontraktor Pelaksana yaitu CV. Beton Baja Teknik dengan nilai kontrak proyek sebesar Rp 20.000.000.000.- (Dua Puluh Miliar Rupiah).

### 3.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, digunakan data primer dan data sekunder sebagai berikut.

#### 1. Data Primer

Data primer adalah data yang diambil secara langsung dari sumbernya melalui pengamatan langsung pada proyek konstruksi yang dijadikan objek penelitian. Data primer yang diambil adalah hasil kuesioner, volume pekerjaan dan jumlah pekerja per harinya. Waktu yang dipilih untuk penelitian adalah pada jam efektif proyek yaitu pukul 08.00-12.00 dan 13.00-16.00 setiap harinya selama 30-60 hari.

##### a. Pemilihan Responden dan Hak Responden

Responden yang dipilih pada penelitian ini dengan menggunakan *expert sampling* yaitu meliputi *project manager, site engineers, supervisors*, dan mandor. *Site engineers* dan *supervisors* ditempatkan pada kategori yang sama jika pada proyek tidak dibedakan. Penulis wajib menjamin kerahasiaan informasi yang diberikan oleh para responden.

##### b. Penyusunan Kuesioner

Agar kuesioner dapat disusun dengan baik dan benar, ada beberapa syarat yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Pernyataan dalam kuesioner dibuat dengan kata-kata yang mudah dipahami oleh responden
2. Pernyataan dalam kuesioner harus berkaitan dengan tujuan penelitian
3. Pernyataan dalam kuesioner tidak mengandung unsur SARA dan atau menyinggung responden
4. Pilihan yang disajikan oleh peneliti harus tepat, jelas, dan mudah dipahami oleh responden
5. Kuesioner yang dibuat harus valid dan reliabel
6. Mekanisme Pengisian Kuesioner

Skala Likert digunakan dalam pengisian kuesioner. Dengan menggunakan Skala Likert jawaban yang masih bersifat

kuantitatif dapat dikualitatifkan dengan memberikan bobot/skor pada masing-masing pernyataan kuesioner. Berikut adalah sistem scoring dengan Skala Likert yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 7. Distribusi Frekuensi Skala Likert

<b>Kategori</b>	Sangat Tidak Penting (SP)	Tidak Penting (TP)	Netral (N)	Penting (P)	Sangat Penting (SP)
<b>Interval</b>	1.00 –	1.90 –	2.70 –	3.5 –	4.30 –
<b>Kelas</b>	1.80	2.60	3.40	4.20	5.00

*Sumber : Noviyarsi (2023)*

## 2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang telah ada sebelumnya dan dikumpulkan oleh peneliti melalui sumber lain, seperti buku, situs, maupun dokumen lainnya.

Pada penelitian ini data sekunder yang dibutuhkan adalah :

- a. Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 8 Tahun 2023 tentang Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- b. Gambar rencana detail struktur proyek Pembangunan Sekolah Darma Bangsa Jl. Zainal Abidin Pagar Alam. Labuhan Ratu, Kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung 35356.

## 3.3 Variabel Penelitian

Berdasarkan hasil studi pada penelitian terdahulu, maka variabel penelitian yang akan digunakan dalam penelitian mencakup 10 Faktor (X) terhadap produktivitas pekerja, sebagai berikut :

Tabel 8. Variabel-variabel Penelitian

No	Faktor	Variabel
1	Faktor Tenaga Kerja (X <sub>1</sub> )	- Keterampilan dalam mengerjakan pekerjaan (X <sub>1.1</sub> ) - Usia pada saat bekerja (X <sub>1.2</sub> ) - Pelatihan dan keahlian (pekerja, mandor, supervisor) (X <sub>1.3</sub> )

Tabel 8. (lanjutan)

No	Faktor	- Variabel
2	Faktor Manajemen ( $X_2$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kepemimpinan dan kompetensi manajer (<math>X_{2.1}</math>)</li> <li>- Komunikasi yang baik antar tenaga kerja (<math>X_{2.2}</math>)</li> <li>- Pengawasan terhadap pekerja (<math>X_{2.3}</math>)</li> <li>- Manajemen lapangan (<math>X_{2.4}</math>)</li> <li>- Perencanaan dan penjadwalan pekerjaan yang tepat dan realistis (<math>X_{2.5}</math>)</li> </ul>
3	Faktor Motivasi ( $X_3$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besaran upah tenaga kerja (<math>X_{3.1}</math>)</li> <li>- Ketepatan waktu upah (pembayaran gaji) (<math>X_{3.2}</math>)</li> <li>- Jaminan/asuransi kecelakaan kerja (<math>X_{3.3}</math>)</li> </ul>
4	Faktor Pelaksanaan Proyek ( $X_4$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jumlah tenaga kerja (<math>X_{4.1}</math>)</li> <li>- Pengalaman pada bidang konstruksi (<math>X_{4.2}</math>)</li> <li>- Melakukan pekerjaan ulang karena suatu masalah atau adanya perubahan desain (<math>X_{4.3}</math>)</li> <li>- Ketidakjelasan instruksi dan perintah yang berubah-ubah pada pelaksanaan pekerjaan (<math>X_{4.4}</math>)</li> <li>- Ketersediaan material di lapangan (<math>X_{4.5}</math>)</li> </ul>
5	Faktor Eksternal ( $X_5$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perizinan proyek konstruksi (<math>X_{5.1}</math>)</li> <li>- Fluktuasi harga material (<math>X_{5.2}</math>)</li> </ul>
6	Faktor Material dan Peralatan ( $X_6$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kondisi dan kualitas material dan peralatan (<math>X_{6.1}</math>)</li> <li>- Kesesuaian mutu dan efisiensi peralatan (<math>X_{6.2}</math>)</li> <li>- Kecukupan jumlah peralatan di lapangan (<math>X_{6.3}</math>)</li> </ul>
7	Faktor Lingkungan dan Kondisi Kerja ( $X_7$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keterbatasan area tempat kerja (<math>X_{7.1}</math>)</li> <li>- Kondisi tempat kerja (area berbahaya, kebisingan, paparan racun, pencahayaan, ventilasi, suhu, tanah) (<math>X_{7.2}</math>)</li> </ul>
8	Faktor Teknis ( $X_8$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tingkat kesulitan dan kerumitan desain (<math>X_{8.1}</math>)</li> <li>- Kejelasan desain dan spesifikasi teknis (<math>X_{8.2}</math>)</li> <li>- Menggunakan metode dan teknologi konstruksi terbaru (<math>X_{8.3}</math>)</li> </ul>
9	Faktor Waktu ( $X_9$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seringnya kerja lembur (<math>X_{9.1}</math>)</li> <li>- Kedisiplinan pekerja terhadap waktu (<math>X_{9.2}</math>)</li> <li>- Waktu istirahat yang cukup (<math>X_{9.3}</math>)</li> </ul>
10	Faktor Keselamatan Kerja ( $X_{10}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kedisiplinan terhadap pelaksanaan keselamatan kerja (<math>X_{10.1}</math>)</li> <li>- Ketersediaan peralatan keselamatan kerja (<math>X_{10.2}</math>)</li> <li>- Ketersediaan rambu-rambu keselamatan kerja (<math>X_{10.3}</math>)</li> </ul>

Sumber : Hasil Review (2024)

### 3.4 Analisis Data dan Perhitungan

Setelah data yang dibutuhkan diperoleh, selanjutnya uji validitas kuesioner dilakukan dengan menggunakan analisa faktor. Analisa faktor digunakan karena kelompok faktor dan variabel penelitian telah ditetapkan berdasarkan kajian pada literatur sehingga tidak diperlukan lagi reduksi faktor terhadap variabel-variabel penelitian. Uji reliabilitas kuesioner juga dilakukan dengan metode *cronbach alpha*. Setelah melewati uji validitas dan uji reliabilitas data-data tersebut diolah untuk mendapatkan nilai yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai kepentingan *Relative Importance Index* (RII) yang kemudian di *ranking*, kemudian didapatkan hasil model matematis berupa rumus dan mendapatkan hasil *crisp value* dari Logika *Fuzzy* metode tsukamoto.

#### 3.4.1 Analisa Data Kuesioner

Ada beberapa langkah dalam menganalisa data dengan *software* SPSS v.29. adapun langkah-langkah sebagai berikut.

1. Uji Validitas

Koefisien korelasi ( $r$ ) yang digunakan pada analisis data ini diperoleh dari rumus korelasi *Pearson Product Moment*. Kemudian  $r$  tersebut dihitung nilai thitung. Nilai ini kemudian akan dibandingkan dengan angka nilai-nilai kritis distribusi  $t$  dari tabel lampiran. Instrumen penelitian akan dikatakan valid apabila nilai KMO di atas 0,5; nilai signifikan ( $\text{sig} < 0,05$ ); eigen value faktor lebih besar dari 1 dan faktor loading lebih besar dari 0,5.

2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas kuesioner menggunakan metode Alpha Cronbach. Uji ini digunakan untuk mengukur benarnya suatu instrumen alat ukur. Sebuah kuesioner dikatakan handal atau reliable jika nilai *Alpha Cronbach* besar dari 0,7 ( $\text{Alpha} > 0,7$ ) menurut Nunnally J. C. (1978).

### 3.4.2 *Relative Importance Index (RII)*

*Relative Importance Index* (RII) digunakan untuk memprioritaskan faktor-faktor dalam penelitian ini. RII adalah salah satu pendekatan yang dapat diandalkan untuk menentukan peringkat dari variabel-variabel menggunakan kuesioner terstruktur menggunakan skala likert (Boakye, et al. 2023). RII dihitung menggunakan rumus berikut.

$$RII = \frac{\sum \omega}{A \times N} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

$\omega$  = bobot faktor responden (digunakan angka 1-5)

A = bobot terbesar (dalam penelitian ini digunakan angka 5)

N = total banyaknya responden

### 3.4.3 *Metode Fuzzy Tsukamoto*

Pada analisis data produktivitas menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* diperlukan beberapa tahap dalam mempersiapkan data agar dapat diolah, sebagai berikut :

1. Waktu pengamatan pekerjaan struktur beton bertulang yaitu selama 30-60 hari.
2. Jumlah pekerja sesuai dengan kondisi real proyek.
3. Data berisi jumlah kelompok pekerja dan volume pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting, dan pekerjaan pengecoran.
4. Perhitungan volume pekerjaan capaian per hari dihitung dengan cara:
  - Pembesian. = volume tulangan x berat jenis besi.....(4)
  - Bekisting = panjang bekisting terpasang x lebar bekisting terpasang..... (5)
  - Beton = panjang kolom, balok, pelat lantai yang dicor x lebar kolom, balok, pelat lantai yang dicor x tinggi kolom, balok, pelat lantai yang dicor..... (6)
5. Dari hasil produktivitas rata-rata per pekerjaan dapat diketahui besaran nilai koefisien untuk masing-masing jenis pekerjaan dihitung dengan rumus (1).



6. Perhitungan produktivitas menurut Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 menjadi acuan variabel input pada masing-masing pekerjaan. Dengan banyaknya tenaga kerja mengacu pada penelitian Azhar (2021) Proyek Pembangunan Gedung Puskesmas Ngemplak II Yogyakarta digunakan acuan banyaknya pekerja pada masing-masing pekerjaan yaitu :

Pekerja Pembesian	= 2-8 orang
Pekerja Pemasangan Bekisting	= 2-6 orang
Pekerja Pengecoran Beton	= 5-30 orang

Perhitungan produktivitas menurut Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Jumlah tenaga kerja yang terlibat}}{\text{koefisien}}$$

Acuan produktivitas pekerjaan pembesian balok :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{1}{0,0016} \\ &= 625 \text{ kg/OH} \end{aligned}$$

7. Model Matematis *Fuzzy Tsukamoto*
- Membuat variabel *input Fuzzy Tsukamoto* beserta *membership* berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023.
  - Membuat Variabel *output Fuzzy* beserta *membership*  
Himpunan *output* dalam penentuan tingkat produktivitas masing-masing pekerjaan dengan domain adalah nilai rata-rata dari produktivitas menurut Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023.
  - Tahap Inferensi (*rule evaluation*)  
Banyaknya *rule* ditentukan oleh jumlah variabel dan jumlah *membership* tiap variabelnya. Jika terdapat 2 variabel dengan 3 *membership* maka *rule* berjumlah 9 rule. Jumlah rule dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Rule} &= \text{jumlah } \textit{membership} \text{ variabel 1 x jumlah } \textit{membership} \\ &\quad \text{variabel 2 x ... jumlah } \textit{membership} \text{ variabel.....} \quad (8) \end{aligned}$$

(Kusumadewi, 2003)

$$= 3 \times 3$$

= 9 rule

d. Tahap Defuzifikasi

Tahap defuzifikasi dengan model matematis berbentuk rumus *IF-THEN* dihitung dengan bantuan *software* excel. Hasil yang didapatkan kemudian dihitung nilai alpha predikat ( $\alpha$ ) atau nilai minimum dari hasil perhitungan tiap *rule* dengan rumus *IF-THEN*. Kemudian nilai  $\alpha$  dikalikan dengan nilai  $z$  seperti pada rumus (2) yang didapat dengan *IF-THEN* menggunakan himpunan *output* yang telah disusun (Kusumadewi, 2003).

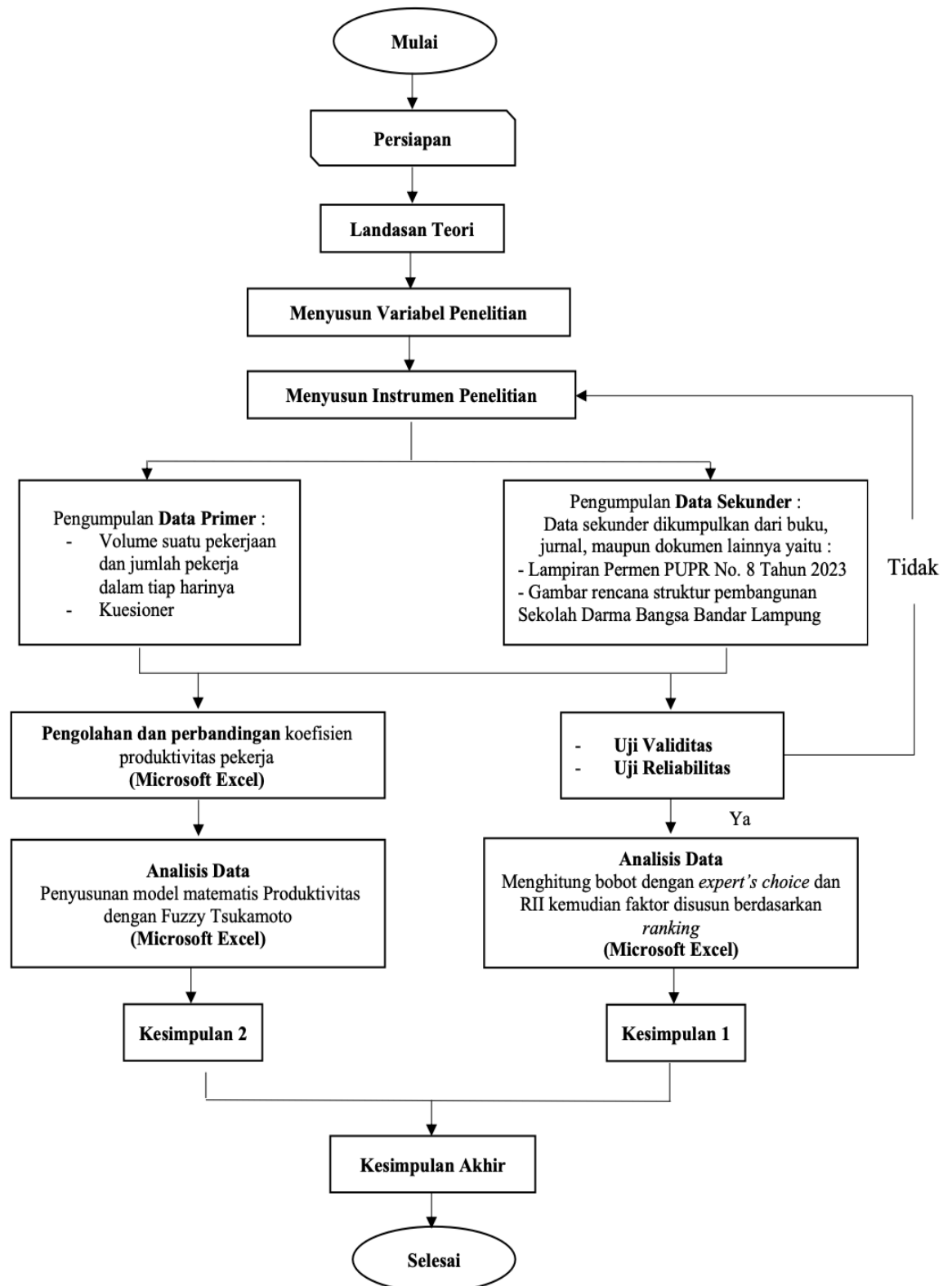
### 3.5 Prosedur Penelitian

Berikut adalah tahapan-tahapan dari penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian dimulai dari mengidentifikasi masalah dan studi literatur.
2. Objek penelitian ditentukan yaitu berupa proyek konstruksi pembangunan gedung.
3. Mendalami studi pustaka yang berkaitan dengan judul untuk mendukung penulisan.
4. Menentukan zona penelitian, pengumpulan data pekerja yang diperlukan untuk mendukung penelitian dengan kuesioner.
5. Pengambilan data pekerjaan yaitu waktu dan jumlah pekerja pada masing-masing sub pekerjaan, dan volume pekerjaan dalam kg/hari untuk pekerjaan pembesian,  $m^2$ /hari untuk pekerjaan bekisting, dan  $m^3$ /hari untuk pekerjaan pengecoran beton. Kemudian, menyebarkan kuesioner penelitian kepada responden yang telah ditentukan.
6. Melakukan *scoring* data kuesioner dengan memberikan *scoring* terhadap jawaban responden dan rekapitulasi hasil pengamatan produktivitas pekerja struktur beton bertulang.
7. Analisis data penelitian dengan menggunakan metode RII berganda dengan bantuan program SPSS versi 29.
8. Analisa data untuk Metode *Fuzzy* dimulai dengan menghitung koefisien pekerja dan bahan dihitung per hari.

9. Memasukkan angka produktivitas kedalam domain *Fuzzy Tsukamoto* sesuai dengan data yang sudah dihitung pada poin sebelumnya.
10. Membuat model matematis *IF-THEN* Logika *Fuzzy Tsukamoto* dengan menggunakan *software* yaitu Microsoft Excel.
11. Menganalisa tingkat produktivitas dengan tahapan Logika *Fuzzy Tsukamoto* yaitu tahap fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi.
12. Hasil defuzzifikasi dan hasil analisa data dengan SPSS v.29. dilakukan pembahasan dan korelasinya dengan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerja struktur beton bertulang yang kemudian dirumuskan kesimpulan.

### 3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis perhitungan yang dilakukan pada bab VI, produktivitas pekerja dapat diidentifikasi, diestimasi, dan dikaji faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerja, serta diketahui tingkat produktivitasnya pada Proyek Sekolah Darma Bangsa, Bandar Lampung. Hasil dari identifikasi, estimasi, dan kajian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan bobot dengan expert sampling, terdapat 7 variabel yang masuk dalam kriteria sangat penting yang mempengaruhi produktivitas dengan rentang nilai 4,249-4,762. Pekerjaan pembesian dan pengecoran kolom yang memiliki produktivitas di bawah standar ideal disebabkan oleh kurangnya jumlah pekerja, yang menjadi salah satu faktor penurunan produktivitas, serta perencanaan dan penjadwalan yang tepat dan realistis dengan nilai 85%-88,2%. Pekerjaan pembesian dan pengecoran kolom yang memiliki produktivitas di bawah standar ideal disebabkan oleh kurangnya jumlah pekerja, yang menjadi salah satu faktor penurunan produktivitas. Pekerjaan pembesian dan pengecoran kolom yang memiliki produktivitas yang lebih tinggi dibanding produktivitas ideal menurut Permen PUPR No. 8 Tahun 2023, termasuk pekerjaan pembesian balok dan pelat, seluruh pekerjaan bekisting, serta pengecoran, kecuali pengecoran kolom. Pekerjaan pembesian dan pengecoran kolom yang memiliki produktivitas di bawah standar ideal disebabkan oleh kurangnya jumlah pekerja, yang menjadi salah satu faktor penurunan produktivitas.
2. Hasil identifikasi menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto memperlihatkan bahwa terdapat 8 *rule* yang teridentifikasi kemungkinan terjadinya pada tingkat produktivitas pekerja. Hasil rumus matematis *software* excel yaitu *IF-*

*THEN* menunjukkan bahwa produktivitas pekerja dapat diestimasi. Hasil estimasi ini memperlihatkan bahwa pada pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting, dan pekerjaan pengecoran beton masuk dalam *membership* “tinggi”. Dengan rentang nilai *membership* diantara 0,06-1,00. Nilai *z* terbobot yang dihitung mendapatkan hasil 5,293. Maka dapat disimpulkan bahwa produktivitas pekerja pada Proyek Sekolah Darma Bangsa masuk dalam kategori “meningkat” diatas nilai ideal produktivitas menurut Permen PUPR No. 8 Tahun 2023.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian dan analisis yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dikemukakan sebagai berikut :

### 1. Kontraktor/*owner*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas pekerja pembesian kolom berada dibawah angka ideal menurut Permen PUPR No. 8 Tahun 2023 sehingga, pekerjaan berikutnya yaitu pekerjaan pelat menjadi terhambat. Saran yang dapat dilakukan adalah dengan menambah jumlah tenaga kerja sehingga keterlambatan pada pekerjaan berikutnya dapat dihindarkan.

### 2. Penelitian selanjutnya

- a. Metode RII tidak terbatas untuk mengidentifikasi produktivitas pekerja saja, namun dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penting yang mempengaruhi produktivitas pada seluruh elemen yang terlibat dalam proyek konstruksi.
- b. Lingkup pengambilan sampel dapat menggunakan lebih dari satu proyek agar hasil dari analisa pendapat responden lebih bervariasi.
- c. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan Logika Fuzzy dengan metode lain seperti Mamdani atau Sugeno yang sudah difasilitasi *Toolbox* pada *software* modern seperti Phyton dan Matlab

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Azhar, M. N. (2021). *Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Di Lapangan Pada Pekerjaan Kolom (Analysis Of Labor Productivity In Field Of Column) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Puskesmas Ngemplak Ii Yogyakarta)*. Retrieved from Universitas Islam Indonesia: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/33210>
- Boakye, M. K., Adanu, S. K., Christopher, A.-G., & Asare, R. K. (2023, Juni 12). *A Relative Importance Index Approach to On-Site Building Construction Workers' Perception of Occupational Hazards Assessment*. Retrieved from PubMed Central: <https://doi.org/10.23749%2Fmdl.v114i3.14240>
- Corporation, I. (2012). *Factors Affecting Construction Labor Productivity, Managing Efficiency in Work Planning*. Retrieved 2024, from [https://www.intergraph.com/assets/global/documents/SPC\\_LaborFactors\\_WhitePaper.pdf](https://www.intergraph.com/assets/global/documents/SPC_LaborFactors_WhitePaper.pdf)
- Creswell, J. W. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. California: Sage Publications.
- Dharmawan, H. I. (2020). *Analisis Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pembesian Kolom (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen Yudhistira Tower Yogyakarta)*. Retrieved from Universitas Islam Indonesia: <https://dspace.uui.ac.id/123456789/29336>
- Diana, V. S. (2022). *Perbandingan Produktivitas Pekerja Di Lapangan Dengan Permen PUPR 2022 Pada Proyek Guest House Exindo 57 Kabupaten Nganjuk*. Retrieved from Jurnal Extrapolasi: <https://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/exp>
- Enshassi, A., Mohamed, S., Mustafa, Z. A., & Mayer, P. E. (2007). Factors Affecting Labour Productivity in Building Projects in the Gaza Strip. *Journal of Civil Engineering and Management*, 13(4), 245-254.
- Fajarviani, S. E. (2022). Selection of the Use of Formwork in the Holiday Inn Bukit Randu Hotel Project Using the Fuzzy AHP Method. *International Journal of Aviation Science and Engineering*, 68-79.
- Hanna, A., Russell, J., & Gibson, G. (2005). Quantifying the Impact of Design and Construction Errors on Project Performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(2), 221-228.
- Hernandi, Y., & Jane, S. T. (2020). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Pekerja Pada Pelaksanaan Konstruksi Gedung Bertingkat. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(2), 299-312.

- Jarkas, A. M. (2012). Factors Influencing Construction Labor Productivity in the State of Qatar. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(4), 450-458.
- Kadir, M. R. (2005). Factors Affecting Construction Labor Productivity in Malaysia. *Journal of Construction in Developing Countries*, 10(1), 1-20.
- Kaming, P., Olomolaiye, P., & Holt, G. (1997). Factors Influencing Construction Labor Productivity in Indonesia. *Journal of Construction Engineering and Management*, 123(3), 206-211.
- Kazaz, A., Ulubeyli, S., & Ozdemir, G. (2008). The Effect of Work Conditions and Motivation on Construction Labor Productivity in Turkey. *Journal of Civil Engineering and Management*, 14(4), 309-315.
- Kusumadewi, S. (2003). *Aplikasi Logika Fuzzy*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lam, V. (2010). Factors Influencing Construction Labour Productivity in the United States: A Review. *Journal of Construction Management and Economics*, 28(7), 735-746.
- Lee, H., Hwang, S., & Shin, S. (2017). Analyzing the Factors Affecting Construction Labor Productivity in Korea. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21(1), 107-118.
- Loan, D., Chan, A., & Lam, P. (2009). A Study on the Factors Influencing Construction Productivity in Vietnam. *International Journal of Project Management*, 27(3), 287-296.
- Loi, H. L., Lee, M., & Lam, P. (2016). Factors Influencing Construction Labor Productivity in Hong Kong. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(3).
- Makulsawatudom, Emsley, & Sinthawanarong. (2004). Critical Factors Influencing Construction Productivity in Thailand. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(5), 850-860.
- Margono. (2004). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Noviyarsi, Yulius, Bakar, & Suryani. (2023). Analisis Pengaruh Faktor-faktor Produktivitas Kerja Proyek Konstruksi Dengan Relative Importance Index dan Regresi Linear Berganda. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 10(1).
- Nugroho, S. (2002). *Pengukuran produktivitas pekerjaan menggunakan teori himpunan fuzzy studi pada pekerjaan galian tanah*. Retrieved 2024, from <https://lib.ui.ac.id/detail?id=95450&lokasi=lokal>
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill.
- Olomolaiye, P. (1987). Factors Influencing the Productivity of Construction Workers. *Construction Management and Economics*, 5(4), 319-329.
- Ongan, S. B., Latupeirissa, J. E., & Tiyow, H. C. (2022, June 2). *Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Apartemen 31 Sudirman Suites Makassar*. Retrieved from Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ): [garuda.kemendikbud.go.id](http://garuda.kemendikbud.go.id)
- Putra, T. S. (2020). *dspace.uui.ac.id*. Retrieved from Analisis Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pasangan Dinding Dengan Bata Ringan (Comparative Analysis Of Labour's Productivity On Lightweight Brick) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Patra Comfort Hotel): <https://dspace.uui.ac.id/123456789/29333>
- Rakyat, K. P. (2023). Tentang Pedoman Analisis Harga satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. *Peraturan Menteri* (8). Jakarta: PUPR.



- Sanders, S. R., & Thomas, H. (1991). Factors Affecting Masonry-Labor Productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, 117(4), 626-644.
- Setiyawan, D. (2023). *Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto Untuk Penentuan Program Studi Fakultas Sains Dan Teknologi Di Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur*. Retrieved from Jurnal Informatika dan Komputer: <http://dx.doi.org/10.26798/jiko.v7i1.657>
- Sinungan, M. (2005). *Produktivitas Apa dan Bagaimana*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujana, C. M., & Hakim, R. A. (2021). *Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja Pembesian dan Bekisting Saat Jam Kerja Normal dan Lembur Menggunakan Metode Productivity Rating*. Retrieved 2024, from Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS): <https://doi.org/10.54367/jrkms.v4i2.1400>
- Tam, N. V., Huong, N. L., & Ngoc, N. B. (2018). Factors Affecting Labour Productivity of Construction Worker on Construction Site : A Case of Hanoi. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering*, 12(5), 127-138.
- Thanh, N. (2016). Factors Affecting Construction Labor Productivity in Vietnam: A Case Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(6).
- Thomas, H. R., T.J.W, A., & D.C., D. (1999). Analysis of Factors Affecting Labor Productivity in the Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(5), 415-422.
- Ukkas, I. (2017). *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Industri Kecil Kota Palopo*. Retrieved 2024, from Journal of Islamic Education Management: <https://doi.org/10.24256/kelola.v2i2.440>
- Utami, S. N. (2008). *Analisa risiko terhadap produktivitas tenaga kerja dengan metode fuzzy*. Retrieved 21, 2024, from Library of Universitas Indonesia: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=122754&lokasi=lokal#>
- Zaaidatunni'mah, U. (2021). *Implementation of Fuzzy Tsukamoto in Employee Performance Assessment*. Retrieved March 20, 2024, from Journal of Soft Computing Exploration: <https://media.neliti.com/media/publications/432537-implementation-of-fuzzy-tsukamoto-in-emp-4c5169f3.pdf>