



Analisis dan Implementasi Fuzzy Logic Berbasis Web dalam Evaluasi Risiko Pekerjaan Ketinggian Gondola Studi Kasus PT Cemerlang Karsa Teknindo

Muhammad Rahmadani¹, Anis Mirza²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia
Email: ¹ m.rahmadani.study@gmail.com, ² dosen00289@unpam.ac.id

Abstrak—Pekerjaan pada ketinggian menggunakan gondola memiliki tingkat risiko yang tinggi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (K3), terutama pada aktivitas pemeliharaan gedung bertingkat. Permasalahan utama yang dihadapi adalah proses evaluasi risiko yang masih dilakukan secara manual dan subjektif, sehingga berpotensi menghasilkan penilaian yang kurang akurat serta tidak konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendukung keputusan berbasis web menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani untuk mengevaluasi risiko pekerjaan ketinggian gondola pada PT Cemerlang Karsa Teknindo. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan dengan pendekatan deskriptif kualitatif melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka. Sistem ini mengolah beberapa parameter risiko, yaitu kondisi cuaca, kecepatan angin, kelengkapan alat pelindung diri (APD), dan kelayakan alat gondola. Proses perhitungan dilakukan melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi berbasis rule, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan tingkat risiko pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan penilaian risiko secara lebih objektif, sistematis, dan cepat dibandingkan metode manual. Selain itu, sistem juga mendukung pencatatan data secara terintegrasi sehingga mempermudah proses monitoring dan pengambilan keputusan. Dengan demikian, penerapan sistem ini dapat meningkatkan efektivitas manajemen risiko serta meminimalkan potensi kecelakaan kerja pada pekerjaan ketinggian.

Kata Kunci: Fuzzy Mamdani, sistem pendukung keputusan, risiko pekerjaan, gondola, K3, aplikasi berbasis web

Abstract—Work at height using gondolas involves a high level of risk to occupational safety and health, particularly in high-rise building maintenance activities. The main issue lies in the risk evaluation process, which is still conducted manually and subjectively, leading to inconsistent and less accurate assessments. This study aims to design and implement a web-based decision support system using the Fuzzy Logic Mamdani method to evaluate the risk of gondola-based work at height at PT Cemerlang Karsa Teknindo. The research adopts an applied research approach with a descriptive qualitative method, utilizing observation, interviews, and literature study for data collection. The system processes several risk parameters, including weather conditions, wind speed, completeness of personal protective equipment (PPE), and the operational feasibility of gondola equipment. The evaluation process is carried out through fuzzification, rule-based inference, and defuzzification to produce the final risk level. The results indicate that the developed system is capable of providing more objective, systematic, and faster risk assessments compared to manual methods. In addition, the system supports integrated data recording, which facilitates monitoring and decision-making processes. Therefore, the implementation of this system contributes to improving the effectiveness of risk management and minimizing the potential for workplace accidents in work-at-height activities.

Keywords: Fuzzy Mamdani, decision support system, risk evaluation, gondola, occupational safety, web-based application.

1 PENDAHULUAN

Pekerjaan pada ketinggian menggunakan gondola merupakan salah satu aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (K3), terutama dalam kegiatan pemeliharaan gedung bertingkat seperti pembersihan kaca, pemasangan material eksterior, dan pengecatan. Aktivitas ini melibatkan interaksi antara manusia, peralatan mekanis, serta kondisi lingkungan yang dinamis, sehingga berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja apabila tidak dikelola dengan baik. PT Cemerlang Karsa Teknindo sebagai perusahaan yang bergerak di bidang layanan gondola dan pemeliharaan gedung secara rutin menghadapi tantangan dalam memastikan keselamatan kerja pada setiap aktivitas di ketinggian.

Namun demikian, dalam praktiknya proses evaluasi risiko pekerjaan gondola di perusahaan masih dilakukan secara konvensional melalui checklist manual dan observasi langsung di lapangan.



Metode ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya tingginya tingkat subjektivitas dalam penilaian, kurangnya konsistensi antar penilai, serta ketidakmampuan dalam mengakomodasi kondisi yang bersifat dinamis dan tidak pasti. Selain itu, pencatatan data risiko dan kondisi peralatan yang belum terintegrasi secara digital menyebabkan kesulitan dalam melakukan monitoring, analisis historis, serta pengambilan keputusan yang cepat dan tepat.

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa diperlukan suatu pendekatan yang lebih sistematis dan objektif dalam melakukan evaluasi risiko pekerjaan ketinggian. Salah satu tantangan utama dalam proses ini adalah banyaknya parameter yang bersifat ambigu dan tidak dapat dinilai secara tegas, seperti kondisi cuaca, kecepatan angin, kelengkapan alat pelindung diri (APD), serta kelayakan peralatan gondola. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode yang mampu mengolah data yang tidak pasti dan berbasis linguistik agar dapat menghasilkan keputusan yang lebih akurat dan representatif terhadap kondisi nyata di lapangan.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan metode Fuzzy Logic Mamdani dalam sebuah sistem pendukung keputusan berbasis web. Metode ini dipilih karena memiliki kemampuan dalam memodelkan ketidakpastian dan mengubah variabel linguistik menjadi nilai numerik melalui proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Dengan memanfaatkan sistem berbasis web, proses evaluasi risiko dapat dilakukan secara terintegrasi, terdokumentasi dengan baik, serta dapat diakses secara fleksibel oleh pihak terkait dalam pengambilan keputusan.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem evaluasi risiko pekerjaan gondola yang lebih objektif, sistematis, dan berbasis digital guna meningkatkan akurasi serta efisiensi dalam penilaian risiko. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu membantu perusahaan dalam menentukan tingkat risiko pekerjaan secara cepat dan tepat, mendukung pengambilan keputusan terkait keselamatan kerja, serta meminimalkan potensi kecelakaan kerja. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan penerapan manajemen K3 yang lebih modern, adaptif, dan berbasis teknologi.

2 METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan (applied research) dengan pendekatan deskriptif kualitatif, yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan nyata terkait evaluasi risiko pekerjaan ketinggian gondola di PT Cemerlang Karsa Teknindo. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem pendukung keputusan berbasis web menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani.

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat terkait kondisi sistem yang berjalan serta kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Adapun teknik yang digunakan meliputi:

- **Observasi**
Pengamatan langsung dilakukan pada proses evaluasi risiko pekerjaan gondola di lapangan untuk memahami alur kerja serta kendala yang dihadapi.
- **Wawancara**
Dilakukan kepada pihak terkait seperti supervisor dan pekerja untuk menggali kebutuhan sistem serta permasalahan pada metode manual.
- **Studi Pustaka**
Mengkaji referensi ilmiah seperti jurnal, buku, dan regulasi K3 untuk mendukung landasan teori dan metode yang digunakan.

2.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah pendekatan System Development Life Cycle (SDLC) dengan tahapan:

1. Analisis Kebutuhan

Mengidentifikasi masalah sistem berjalan dan kebutuhan sistem baru.



2. **Perancangan Sistem**
Meliputi perancangan UML (Use Case, Activity Diagram), database, serta desain antarmuka.
3. **Implementasi Sistem**
Pengembangan aplikasi berbasis web menggunakan teknologi seperti PHP, MySQL, dan Laravel.
4. **Pengujian Sistem**
Menggunakan metode:
Black Box Testing
White Box Testing

2.3 Metode Fuzzy Logic Mamdani

Metode utama dalam penelitian ini adalah Fuzzy Mamdani yang digunakan untuk menentukan tingkat risiko pekerjaan berdasarkan beberapa parameter, yaitu:

1. Kondisi cuaca
2. Kecepatan angin
3. Kelengkapan APD
4. Kelayakan alat gondola

2.3.1 Tahapan Fuzzy Mamdani

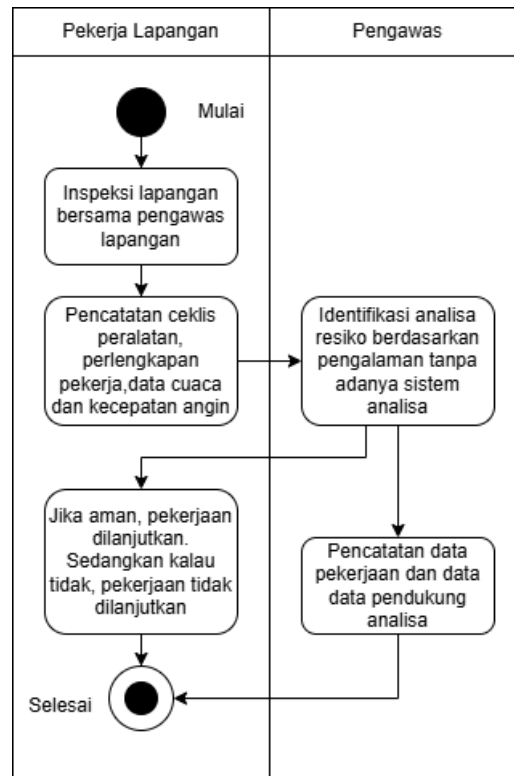
Berikut tahapan utama dalam proses fuzzy:

- a. **Fuzzifikasi**
Mengubah nilai input (crisp) menjadi nilai fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaan.
- b. **Inferensi (Rule Base)**
Menggunakan aturan IF-THEN untuk menentukan hubungan antar variabel.
- c. **Defuzzifikasi**
Mengubah hasil fuzzy menjadi nilai tegas (crisp) sebagai output tingkat risiko.

3 ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Sistem Berjalan

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di PT Cemerlang Karsa Teknindo, proses evaluasi risiko pekerjaan ketinggian menggunakan gondola masih dilakukan secara manual melalui checklist dan pengamatan langsung di lapangan. Proses ini sangat bergantung pada pengalaman dan subjektivitas petugas, sehingga berpotensi menghasilkan penilaian yang tidak konsisten dan kurang akurat.

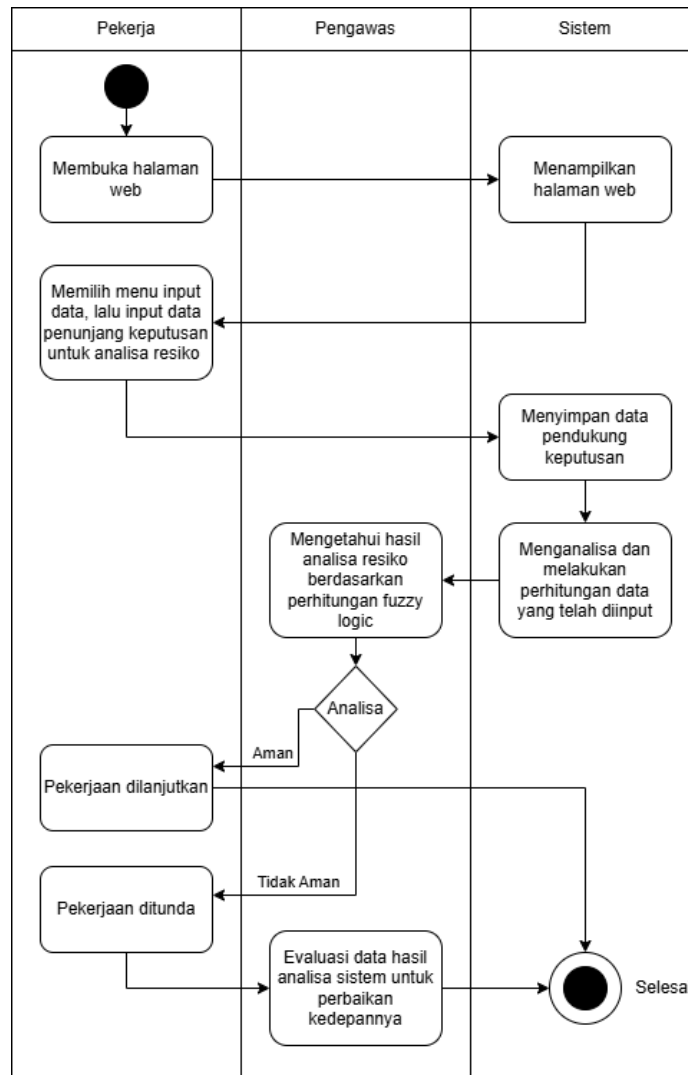


Gambar 1. Analisa sistem berjalan

Selain itu, pencatatan hasil evaluasi belum terdokumentasi secara sistematis dalam basis data terintegrasi, sehingga menyulitkan dalam proses monitoring kondisi peralatan dan analisis riwayat inspeksi. Kondisi ini menyebabkan proses pengambilan keputusan menjadi lambat dan kurang responsif terhadap perubahan kondisi lapangan .

3.2 Analisa Sistem Usulan

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diusulkan sebuah sistem pendukung keputusan berbasis web dengan menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani. Sistem ini dirancang untuk mengolah data risiko yang bersifat tidak pasti menjadi informasi yang lebih objektif dan terukur.



Gambar 2. Analisa Sistem Usulan

Parameter yang digunakan dalam sistem meliputi:

1. Kondisi cuaca
2. Kecepatan angin
3. Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD)
4. Kelayakan alat gondola

Sistem akan memproses data input tersebut menggunakan logika fuzzy untuk menghasilkan output berupa tingkat risiko pekerjaan (rendah, sedang, tinggi) yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan .

3.3 Analisa Data dan Variabel

Dalam penelitian ini, variabel input dan output disusun berdasarkan kondisi nyata di lapangan. Variabel input terdiri dari empat parameter utama, sedangkan variabel output adalah tingkat risiko pekerjaan.

Variabel Input:

1. Kondisi cuaca (cerah, mendung, hujan)
2. Kecepatan angin (rendah, sedang, tinggi)



3. Kelengkapan APD (lengkap, cukup, tidak lengkap)
4. Kelayakan alat gondola (layak, kurang layak, tidak layak)

Variabel Output:

- Tingkat risiko (rendah, sedang, tinggi)

Setiap variabel direpresentasikan dalam bentuk fungsi keanggotaan fuzzy yang memungkinkan nilai input diklasifikasikan secara linguistik.

3.4 Penerapan Metode Fuzzy Mamdani

Metode *Fuzzy Mamdani* digunakan dalam penelitian ini untuk mengevaluasi tingkat risiko pekerjaan ketinggian menggunakan gondola berdasarkan variabel input yang telah ditentukan. Metode ini dipilih karena mampu menghasilkan keluaran berbentuk linguistik yang mudah dipahami dan sesuai untuk pengambilan keputusan keselamatan kerja.

Fungsi Keanggotaan

Variabel Perhitungan

Variabel ini bersifat linguistik dan dibagi menjadi empat himpunan

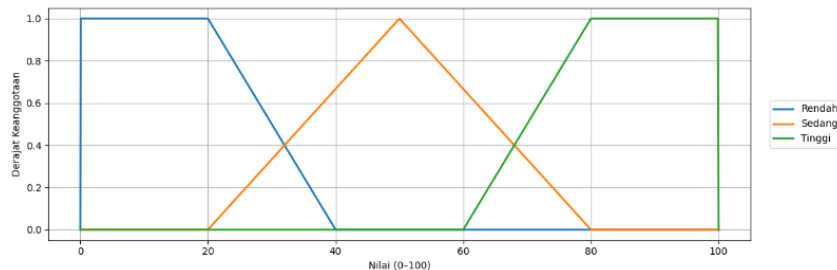
- Cuaca
- Kecepatan Angin
- Kelengkapan APD
- Kelayakan Alat Gondola

Setiap jenis ini akan dikombinasikan dengan nilai poin dalam *rule base*.

Poin Perhitungan

Nilai numerik dari 0–100 dengan tiga fungsi keanggotaan *fuzzy*

- Rendah : trapezoidal (0, 20, 40)
- Sedang : triangular (20, 50, 80)
- Tinggi : trapezoidal (60, 80, 100)



Gambar 1. Kurva Fungsi Keanggotaan

Rule Base

Rule base digunakan untuk menghubungkan variabel *input* dengan variabel *output* menggunakan aturan *IF-THEN*. Berikut adalah contoh *rule base* yang digunakan dalam sistem.

Tabel 1. Rule Base

Rule	Masalah	Critical	Output Kategori
R1	Rendah	Rendah	Rendah
R2	Rendah	Sedang	Sedang
R3	Rendah	Tinggi	Tinggi
R4	Sedang	Rendah	Sedang
R5	Sedang	Sedang	Sedang
R6	Sedang	Tinggi	Tinggi
R7	Tinggi	Rendah	Sedang
R8	Tinggi	Sedang	Tinggi
R9	Tinggi	Tinggi	Tinggi



Contoh Study Kasus

Input :

- **Cuaca** = Sedang
- **Kecepatan Angin** = Tinggi
- **Kelengkapan APD** = Sedang
- **Kelayakan Alat Gondola** = Sedang
- **Poin Perhitungan** = 70

Fuzzyfikasi :

Poin **70** masuk ke dalam dua keanggotaan:

- **Sedang**

$$\mu = \frac{80 - 70}{80 - 50} = \frac{10}{30} = 0.33$$

- **Tinggi**

$$\mu = \frac{70 - 60}{80 - 60} = \frac{10}{20} = 0.5$$

Kondisi risiko :

- **Masalah** = Sedang
- **Critical** = Tinggi

Aturan Aktif :

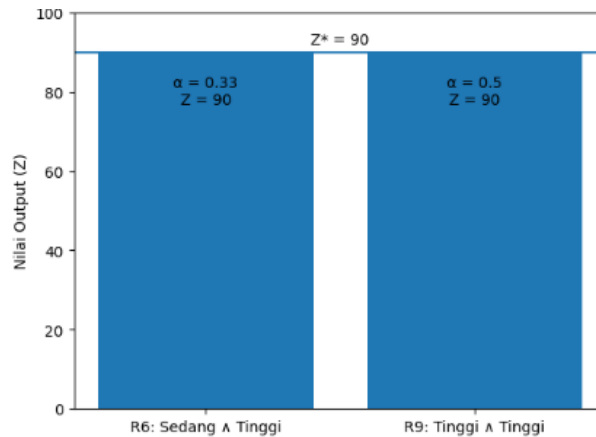
- **R6** : Sedang \wedge Tinggi $\rightarrow \alpha_1 = 0.33, Z = 90$
- **R9** : Tinggi \wedge Tinggi $\rightarrow \alpha_2 = 0.5, Z = 90$

Defuzzifikasi (Metode Rata-rata Tertimbang / Weighted Average)

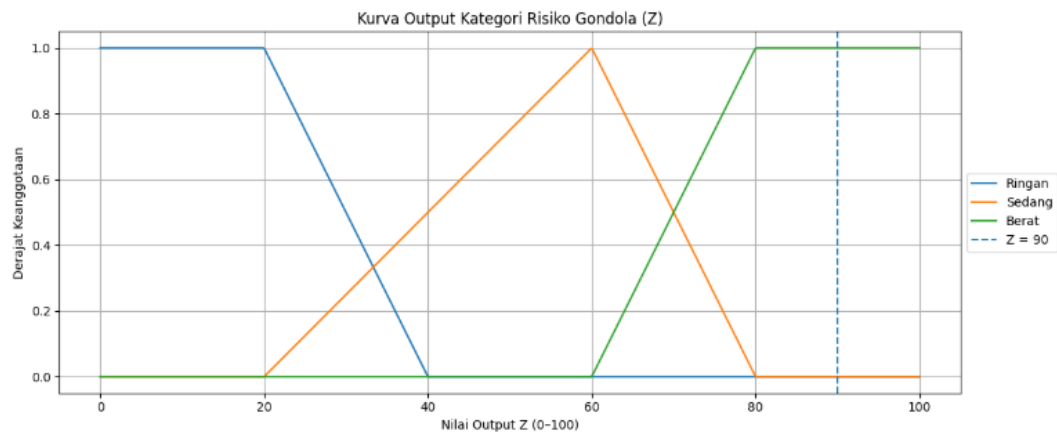
$$Z = \frac{(\alpha_1 \cdot Z_1) + (\alpha_2 \cdot Z_2)}{\alpha_1 + \alpha_2} = \frac{(0.33 \times 90) + (0.5 \times 90)}{0.33 + 0.5} = \frac{29.7 + 45}{0.83} = 90$$

Kesimpulan

Nilai crisp output $Z = 90$, artinya tingkat risiko pekerjaan gondola masuk dalam kategori Tinggi. Sistem akan menampilkan hasil ini sebagai peringatan risiko tinggi dan menjadi rekomendasi bagi pihak terkait **untuk** menunda pekerjaan sampai kondisi cuaca dan kecepatan angin membaik serta memastikan APD dan alat gondola dalam kondisi layak.



Gambar 2. Visualisasi Inferensi dan Hasil Defuzzifikasi Metode Mamdani



Gambar 3. Kurva Fungsi Keanggotaan Kategori Risiko Gondola

3.5 Pembahasan

Pembahasan dalam penelitian ini berfokus pada analisis hasil implementasi sistem pendukung keputusan berbasis web dengan metode Fuzzy Logic Mamdani dalam mengevaluasi risiko pekerjaan ketinggian gondola di PT Cemerlang Karsa Teknindo. Sistem yang dikembangkan dirancang untuk mengatasi permasalahan utama pada metode konvensional, yaitu subjektivitas penilaian, keterbatasan dokumentasi data, serta lambatnya proses pengambilan keputusan.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu mengolah berbagai parameter risiko yang bersifat tidak pasti, seperti kondisi cuaca, kecepatan angin, kelengkapan alat pelindung diri (APD), serta kelayakan alat gondola, menjadi suatu nilai tingkat risiko yang terukur. Hal ini dimungkinkan karena metode Fuzzy Mamdani memiliki kemampuan dalam merepresentasikan variabel linguistik ke dalam bentuk numerik melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi berbasis rule, dan defuzzifikasi. Dengan pendekatan ini, sistem dapat menghasilkan keputusan yang lebih fleksibel dan mendekati kondisi nyata di lapangan dibandingkan metode konvensional yang bersifat tegas (crisp).

Dari sisi fungsionalitas, sistem berbasis web yang dibangun memberikan kemudahan dalam proses input data, pengolahan, hingga penyajian hasil evaluasi risiko secara real-time. Pengguna, seperti supervisor atau operator, dapat langsung mengetahui tingkat risiko pekerjaan sebelum aktivitas dilakukan, sehingga dapat menentukan apakah pekerjaan layak dilanjutkan atau perlu dilakukan tindakan mitigasi terlebih dahulu. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat analisis, tetapi juga sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang strategis dalam mendukung penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

Selain itu, hasil pengujian sistem menggunakan metode Black Box menunjukkan bahwa seluruh fitur berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional, seperti proses login, input data,



JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 3, No. 12 Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 3128-3136

perhitungan fuzzy, dan output laporan. Sementara itu, pengujian White Box membuktikan bahwa algoritma Fuzzy Mamdani yang diterapkan telah berjalan sesuai dengan logika perhitungan yang dirancang, mulai dari proses fuzzifikasi hingga defuzzifikasi. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem memiliki tingkat keandalan yang baik dalam menghasilkan output yang akurat dan konsisten.

Jika dibandingkan dengan metode manual yang sebelumnya digunakan, sistem ini memiliki beberapa keunggulan, di antaranya mampu mengurangi tingkat subjektivitas dalam penilaian risiko, meningkatkan konsistensi hasil evaluasi, serta mempercepat proses pengambilan keputusan. Selain itu, sistem juga mendukung penyimpanan data secara terstruktur dalam basis data, sehingga memudahkan dalam proses monitoring dan analisis historis kondisi peralatan maupun pekerjaan. Dengan demikian, sistem ini berkontribusi dalam meningkatkan efektivitas manajemen risiko serta meminimalkan potensi kecelakaan kerja pada pekerjaan ketinggian.

Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu sistem belum terintegrasi dengan sensor atau perangkat IoT untuk memperoleh data kondisi lingkungan secara real-time, seperti kecepatan angin atau kondisi cuaca secara otomatis. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) agar sistem dapat memberikan hasil evaluasi yang lebih akurat dan responsif terhadap perubahan kondisi lapangan secara langsung.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Fuzzy Logic Mamdani dalam sistem pendukung keputusan berbasis web mampu memberikan solusi terhadap permasalahan evaluasi risiko pekerjaan ketinggian gondola di PT Cemerlang Karsa Teknindo. Sistem yang dibangun dapat mengolah parameter risiko seperti kondisi cuaca, kecepatan angin, kelengkapan APD, dan kelayakan alat gondola menjadi informasi tingkat risiko yang lebih objektif dan terukur.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan akurasi dan konsistensi dalam penilaian risiko dibandingkan metode manual yang sebelumnya digunakan. Selain itu, sistem juga mempercepat proses pengambilan keputusan serta mendukung pencatatan data secara terstruktur dan terintegrasi. Dengan demikian, sistem ini berkontribusi dalam meningkatkan efektivitas manajemen keselamatan kerja serta membantu meminimalkan potensi kecelakaan kerja pada pekerjaan ketinggian.

REFERENCES

- Alvianshah, A., et al. (2023). Evaluasi penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pekerjaan di ketinggian. *Jurnal Teknik Industri*, 15(2), 45–52.
- Dwiangraini, N., et al. (2024). Evaluasi kepatuhan K3 dalam pemeliharaan gedung menggunakan gondola. *Jurnal Konstruksi dan Keselamatan Kerja*, 12(1), 33–41.
- Engin, O. (2023). An occupational safety fuzzy risk analysis: An application in a building construction sites. *Celal Bayar University Journal of Science*, 19(2), 115–124.
- Hakim, A., & Santoso, B. (2022). Pengembangan aplikasi manajemen proyek perusahaan konstruksi berbasis web. *Jurnal Sistem Informasi*, 10(1), 21–30.
- Hendriyani, Y., Ambiyar, A., & Dewi, I. P. (2020). *Sistem Pendukung Keputusan*. Padang: UNP Press.
- Jin, R., & Goodrum, P. M. (2021). Optimal fall protection system selection using a fuzzy multi-criteria decision-making approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(3), 04020170.
- Niqotaini, Z. (2024). *Sistem Pendukung Keputusan: Teori dan Implementasi*. Jakarta: Informatika.
- Pah, A., & Ledoh, F. (2023). Penerapan metode fuzzy logic dalam sistem pendukung keputusan. *Jurnal Informatika*, 9(2), 101–110.
- Pitrawati, P., & Sanjaya, R. (2021). Sistem pendukung keputusan berbasis komputer dalam pengambilan keputusan. *Jurnal Teknologi Informasi*, 8(1), 55–62.
- Styawan, R., & Riyanto, S. (2023). Konsep dan implementasi sistem pendukung keputusan. *Jurnal Ilmu Komputer*, 11(1), 10–18.
- Tuhulaula, M., et al. (2021). Analisis tingkat risiko keselamatan kerja pada service dan fabrikasi gondola. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 77–85.
- Wahyudi, W., & Hakim, L. (2022). Analisis risiko penggunaan gondola menggunakan metode HIRARC. *Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja*, 9(1), 12–20.