

PEMODELAN RISIKO AKTIVITAS FISIK TERHADAP KECELAKAAN KERJA MENGUNAKAN *MULTIPLE LINIER REGRESSION*

Aqid Fahri Hafin ¹, Herman ², Abdul Fadlil ³

^{1,2} Program Studi Magister Informatika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia, 55191

³ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia 55191

2408048017@webmail.uad.ac.id

ABSTRAK

Kecelakaan kerja merupakan permasalahan penting dalam bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) karena berdampak pada kesejahteraan pekerja dan produktivitas organisasi. Perkembangan informatika membuka peluang pemanfaatan analisis data dan metode statistik untuk mengidentifikasi faktor risiko kecelakaan kerja secara lebih terukur. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh aktivitas fisik pekerjaan terhadap risiko kecelakaan kerja yang diukur melalui jumlah *serious claims* menggunakan metode Multiple Linear Regression (MLR). Data penelitian berasal dari *Beta Occupational Hazards Dataset* yang mengadaptasi data *work context* dari basis data O*NET ke dalam klasifikasi ANZSCO. Variabel independen yang dianalisis meliputi *Spend Time Bending or Twisting the Body*, *Spend Time Making Repetitive Motions*, dan *Spend Time Walking and Running*, sedangkan variabel dependen adalah jumlah *serious claims*. Hasil analisis menunjukkan bahwa model regresi signifikan secara statistik dengan nilai Adjusted R² sebesar 0,8827, yang berarti 88,27% variasi jumlah *serious claims* dapat dijelaskan oleh variabel aktivitas fisik pekerjaan dalam model. Secara parsial, *Spend Time Walking and Running* berpengaruh positif signifikan, sedangkan *Spend Time Bending or Twisting the Body* berpengaruh signifikan negatif. Sementara itu, *Spend Time Making Repetitive Motions* tidak berpengaruh signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis data melalui MLR dapat mendukung pengelolaan K3 secara lebih efektif.

Kata kunci: aktivitas fisik; analisis data; keselamatan dan kesehatan kerja; multiple linier regression

1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek fundamental dalam menjamin keberlanjutan produktivitas organisasi serta kesejahteraan tenaga kerja. Kecelakaan kerja tidak hanya berdampak langsung pada keselamatan pekerja, tetapi juga menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan, seperti meningkatnya biaya kesehatan, klaim kompensasi, serta hilangnya hari kerja produktif [1]. Secara global, kecelakaan dan penyakit akibat kerja masih menjadi permasalahan serius yang menuntut penerapan pendekatan pengelolaan risiko yang lebih sistematis, terukur, dan berbasis bukti ilmiah [2]. Berbagai laporan menunjukkan bahwa cedera kerja yang berkaitan dengan aktivitas fisik dan tuntutan postur tubuh masih mendominasi klaim kompensasi pekerja di berbagai sektor industri [3]. Aktivitas kerja yang melibatkan gerakan berulang, pembebanan fisik, dan mobilitas tinggi berpotensi meningkatkan risiko cedera dan kecelakaan kerja, terutama apabila tidak diimbangi dengan pengendalian risiko yang memadai [4]. Kondisi ini menegaskan pentingnya pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara karakteristik aktivitas fisik pekerjaan dan risiko kecelakaan kerja.

Perkembangan bidang informatika telah mendorong pemanfaatan pendekatan berbasis data dalam analisis dan pengelolaan risiko K3. Analitik data dan pemodelan statistik semakin banyak diterapkan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan kerja serta mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti [5],

[6]. Pendekatan ini dinilai efektif karena mampu mengolah data jenis pekerjaan (profesi) yang sangat beragam dan detail aktivitas fisik yang dilakukan, menghasilkan informasi yang objektif, terukur, serta mudah diinterpretasikan oleh pengambil kebijakan. Dalam analisis risiko kecelakaan kerja, salah satu sumber data yang relevan adalah *work context* data yang menggambarkan karakteristik aktivitas, tuntutan fisik, dan lingkungan kerja sebagaimana tersedia dalam *Occupational Information Network (O*NET)*. O*NET merupakan basis data daring gratis yang dikembangkan oleh Departemen Tenaga Kerja Amerika Serikat (USDOL/ETA). Basis data ini memuat ratusan definisi pekerjaan serta menyediakan informasi komprehensif mengenai karakteristik setiap pekerjaan dan telah banyak dimanfaatkan dalam kajian keselamatan dan kesehatan kerja [7]. Adaptasi data O*NET ke dalam klasifikasi *Australian and New Zealand Standard Classification of Occupations (ANZSCO)* suatu sistem klasifikasi standar berbasis numerik yang digunakan untuk mengkategorikan pekerjaan di Australia dan Selandia Baru berdasarkan tingkat keahlian dan tugasnya, yang memungkinkan analisis risiko kecelakaan kerja pada setiap tingkat jenis pekerjaan lebih terstruktur, sistematis dan kontekstual [8]. Jenis pekerjaan (*occupation*) didefinisikan sebagai kategori pekerjaan dengan kesamaan tugas, tanggung jawab, dan tingkat keahlian, misalnya perawat, tukang las, atau sopir truk. Setiap jenis pekerjaan memiliki karakteristik aktivitas fisik yang khas, seperti mengangkat beban, membungkuk, berdiri lama, atau menjaga keseimbangan di

ketinggian. Aktivitas fisik ini berkontribusi terhadap variasi risiko kecelakaan kerja antar jenis pekerjaan.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas hubungan aktivitas fisik kerja dengan gangguan kesehatan maupun kecelakaan kerja, kajian kuantitatif yang secara khusus memodelkan pengaruh karakteristik aktivitas fisik pekerjaan terhadap tingkat klaim asuransi kecelakaan kerja serius (*Serious Claims*) pada tingkat jenis pekerjaan masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya cenderung bersifat deskriptif atau hanya berfokus pada aktivitas tertentu dalam konteks pekerjaan yang spesifik, sehingga belum memberikan gambaran kuantitatif yang komprehensif mengenai kontribusi masing-masing aktivitas fisik terhadap risiko kecelakaan kerja serius. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan akan pendekatan analitis yang mampu mengidentifikasi hubungan antarvariabel secara simultan dan terukur.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aktivitas fisik pekerjaan terhadap risiko kecelakaan kerja yang diukur melalui jumlah *Serious Claims* menggunakan metode *Multiple Linear Regression* (MLR). Penelitian ini memanfaatkan *Beta Occupational Hazards Dataset* (BOHD) yang mengadaptasi data O*NET ke dalam klasifikasi ANZSCO untuk membangun model analisis kuantitatif pada tingkat jenis pekerjaan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya bersifat deskriptif, studi ini berfokus pada pemodelan kontribusi simultan aktivitas fisik pekerjaan terhadap klaim kecelakaan kerja serius. Hasil penelitian diharapkan dapat mendukung penerapan pendekatan informatika berbasis data dalam pengelolaan K3 serta menjadi dasar pengembangan sistem analitik risiko kecelakaan kerja yang lebih terukur, kontekstual, dan berbasis karakteristik pekerjaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aktivitas Fisik dan Risiko Kecelakaan Kerja

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa aktivitas fisik kerja seperti membungkuk, melakukan gerakan berulang, serta berjalan dan berlari dengan intensitas tinggi berkaitan erat dengan peningkatan risiko gangguan otot dan rangka (muskuloskeletal) serta cedera kerja [9]. Gangguan muskuloskeletal tersebut merupakan salah satu penyebab utama terjadinya klaim kompensasi kerja dan kehilangan waktu kerja dalam jangka panjang [10]. Penelitian-penelitian tersebut umumnya menekankan pada aspek kesehatan kerja dan dampak jangka panjang terhadap kondisi fisik pekerja, serta menganalisis tingkat cedera secara umum tanpa mengaitkannya secara langsung dengan tingkat keparahan klaim kecelakaan kerja.

Beberapa studi lain telah mencoba mengaitkan aktivitas fisik dengan kejadian kecelakaan kerja, namun sebagian besar masih bersifat deskriptif atau terbatas pada jenis aktivitas tertentu dan konteks

pekerjaan yang spesifik, sehingga menghasilkan temuan yang beragam dan belum memberikan gambaran kuantitatif yang komprehensif pada tingkat jenis pekerjaan. Kajian yang secara khusus memodelkan hubungan antara karakteristik aktivitas fisik pekerjaan dan tingkat klaim asuransi *Serious Claims* masih relatif terbatas, terutama yang menggunakan pendekatan analisis data terukur untuk mengidentifikasi kontribusi masing-masing aktivitas fisik secara simultan [11].

Dalam konteks informatika, analisis kuantitatif yang melibatkan pemodelan hubungan antarvariabel secara simultan telah banyak diterapkan dalam penelitian sistem informasi untuk menguji hubungan antar variabel serta mengukur kekuatan pengaruhnya secara objektif [12]. Pendekatan ini umum digunakan dalam studi pemodelan data menggunakan regresi dan teknik statistik lainnya, termasuk pada penelitian terkait sistem informasi portal akademik dan analisis *clustering* data kuantitatif [13]. Melalui pendekatan tersebut, kontribusi masing-masing variabel dapat diidentifikasi secara terukur berdasarkan data empiris, sehingga hasil analisis dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan berbasis data serta pengembangan sistem analitik atau sistem pendukung keputusan lintas domain aplikasi.

2.2. *Multiple Linear Regression* (MLR)

Multiple Linear Regression (MLR) merupakan salah satu metode statistik yang banyak digunakan dalam bidang informatika dan analisis data untuk memodelkan hubungan antara beberapa variabel independen dengan satu variabel dependen. Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi besarnya pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen secara simultan maupun parsial.

MLR memiliki keunggulan dalam hal interpretabilitas dan kemudahan implementasi, sehingga sesuai digunakan dalam analisis risiko K3 berbasis data [14]. Model yang bersifat interpretabel memungkinkan hasil analisis tidak hanya digunakan untuk prediksi, tetapi juga untuk memahami kontribusi masing-masing faktor risiko. Dengan demikian, hasil analisis dapat dimanfaatkan secara langsung oleh praktisi K3 dalam merumuskan strategi pengendalian risiko yang lebih tepat sasaran.

Dalam penelitian ini, metode MLR digunakan untuk menganalisis pengaruh variabel aktivitas fisik pekerjaan, yaitu *Spend Time Bending or Twisting the Body*, *Spend Time Making Repetitive Motions*, dan *Spend Time Walking and Running*, terhadap jumlah *Serious Claims*. Pemilihan metode ini didasarkan pada kemampuannya dalam memodelkan hubungan linear antarvariabel secara terukur, objektif, dan mudah diinterpretasikan.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis MLR untuk

menganalisis hubungan antara aktivitas fisik pekerjaan dan risiko kecelakaan kerja. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan pengukuran hubungan antar variabel secara objektif, terstruktur, dan berbasis data numerik, serta banyak digunakan dalam penelitian berbasis analisis statistik dan pengambilan keputusan berbasis data [15]. Metode MLR digunakan sebagai teknik analisis utama karena mampu memodelkan pengaruh lebih dari satu variabel independen terhadap satu variabel dependen secara simultan, serta memiliki tingkat interpretabilitas yang baik dalam menjelaskan kontribusi masing-masing faktor risiko [16]. Rancangan penelitian ini bersifat eksplanatori, yaitu bertujuan untuk menjelaskan hubungan kausal antara variabel aktivitas fisik pekerjaan dan jumlah *Serious Claims* kecelakaan kerja berdasarkan data empiris. Pendekatan eksplanatori digunakan karena penelitian ini tidak hanya mendeskripsikan fenomena kecelakaan kerja, tetapi juga menguji hubungan antar variabel melalui model matematis yang terukur dan dapat dievaluasi secara statistik [17]. Dengan pendekatan ini, penelitian diarahkan untuk mengidentifikasi aktivitas fisik pekerjaan yang memiliki kontribusi signifikan terhadap peningkatan risiko kecelakaan kerja serius. Hubungan antara variabel aktivitas fisik pekerjaan dan risiko kecelakaan kerja dimodelkan secara matematis menggunakan persamaan MLR yang umum digunakan dalam literatur statistik terapan dan analisis data [18]. Model MLR digunakan untuk mengestimasi besarnya pengaruh masing-masing variabel aktivitas fisik terhadap jumlah klaim kecelakaan kerja serius, sekaligus mengevaluasi kinerja model melalui uji statistik yang relevan, seperti uji signifikansi simultan dan parsial [19]. Rancangan penelitian ini, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih sistematis dan terukur mengenai peran aktivitas fisik pekerjaan dalam risiko kecelakaan kerja, serta memperkuat kontribusi pendekatan informatika dalam analisis dan pengelolaan K3 berbasis data.

3.2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian disusun secara sistematis berdasarkan alur penelitian kuantitatif berbasis analisis data. Pendekatan ini menekankan tahapan penelitian yang terstruktur mulai dari perumusan masalah hingga evaluasi hasil analisis, sehingga setiap tahap dapat dilaksanakan secara berurutan dan saling terkait. Alur prosedur penelitian secara umum ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Berdasarkan alur pada Gambar 1, prosedur penelitian dalam studi ini terdiri atas beberapa tahapan utama. Tahap pertama adalah identifikasi masalah dan

penentuan tujuan penelitian. Pada tahap ini dilakukan perumusan permasalahan yang berkaitan dengan risiko kecelakaan kerja serta penetapan tujuan penelitian, yaitu menganalisis pengaruh aktivitas fisik pekerjaan terhadap jumlah *Serious Claims* kecelakaan kerja menggunakan metode MLR. Tahap kedua adalah pengumpulan dan seleksi data. Data penelitian diperoleh dari *Beta Occupational Hazards Dataset* (BOHD), yang mengadaptasi data *work context* dari basis data O*NET ke dalam klasifikasi ANZSCO. Proses seleksi data dilakukan berdasarkan ketersediaan, kelengkapan, dan kesesuaian variabel aktivitas fisik serta data *Serious Claims* dengan tujuan penelitian, sehingga data yang digunakan relevan dan layak untuk dianalisis. Tahap ketiga adalah penentuan variabel penelitian. Pada tahap ini ditetapkan variabel independen yang merepresentasikan aktivitas fisik pekerjaan, serta variabel dependen yang merepresentasikan risiko kecelakaan kerja yang diukur melalui jumlah *Serious Claims*. Penentuan variabel dilakukan berdasarkan kajian literatur Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta karakteristik data yang tersedia dalam dataset. Tahap keempat adalah pemodelan dan analisis data. Data yang telah melalui proses seleksi dan penentuan variabel selanjutnya dianalisis menggunakan metode MLR untuk memodelkan hubungan antara aktivitas fisik pekerjaan dan risiko kecelakaan kerja. Analisis ini bertujuan untuk mengestimasi pengaruh masing-masing variabel aktivitas fisik terhadap jumlah *Serious Claims* serta mengevaluasi signifikansi model secara statistik. Tahap terakhir adalah evaluasi dan interpretasi hasil. Pada tahap ini, hasil analisis statistik dievaluasi dan diinterpretasikan untuk menarik kesimpulan penelitian serta merumuskan implikasi praktis terhadap pengelolaan K3 berbasis data.

3.3. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari *Beta Occupational Hazards Dataset*, yaitu dataset yang memuat informasi mengenai *work context* dari berbagai jenis pekerjaan pada tingkat jenis pekerjaan. Dataset ini mengadaptasi data *work context* dari basis data O*NET versi 27.2 yang dikembangkan oleh *U.S. Department of Labor* dan mengklasifikasikannya ke dalam kerangka ANZSCO. Adaptasi ini memungkinkan karakteristik pekerjaan dianalisis secara lebih relevan dalam konteks Australia dan Selandia Baru. *Beta Occupational Hazards Dataset* menyediakan informasi karakteristik pekerjaan yang komprehensif, mencakup paparan bahaya kerja, kondisi lingkungan, tuntutan aktivitas fisik, pola komunikasi, serta aspek kecepatan dan penjadwalan kerja. Dataset ini bersifat terstandar dan teragregasi pada tingkat jenis pekerjaan, sehingga memungkinkan analisis perbandingan risiko kecelakaan kerja antar jenis pekerjaan secara sistematis dan berbasis data.

BOHD untuk setiap jenis pekerjaan ANZSCO memuat beberapa kelompok data utama sebagai berikut:

- Variabel *Work context*, terdiri atas 57 variabel yang menggambarkan karakteristik pekerjaan, termasuk aktivitas fisik, kondisi lingkungan kerja, paparan bahaya, serta pola kerja.
- Employment* ('000), yaitu jumlah pekerja pada masing-masing jenis pekerjaan yang dihitung sebagai rata-rata empat kuartal hingga Desember 2022 berdasarkan *ABS Labour Force Survey*.
- Serious Claims*, yaitu rata-rata jumlah klaim kompensasi kecelakaan kerja serius pada periode 2017–18 hingga 2021–22p. Klaim serius didefinisikan sebagai klaim kompensasi yang mengakibatkan pekerja tidak dapat bekerja selama satu minggu kerja atau lebih, tidak termasuk klaim akibat perjalanan ke atau dari tempat kerja.
- Incidence Rate*, yaitu jumlah klaim kecelakaan kerja serius per seribu pekerja.
- Frequency Rate*, yaitu jumlah klaim kecelakaan kerja serius per satu juta jam kerja.

Dalam penelitian ini, fokus analisis diarahkan pada hubungan antara karakteristik aktivitas fisik pekerjaan dan risiko kecelakaan kerja yang diukur melalui variabel *Serious Claims*. Dataset awal mencakup sejumlah besar variabel *work context* dengan berbagai dimensi pekerjaan. Contoh struktur dataset awal yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai representasi, sementara kolom lainnya tidak ditampilkan secara keseluruhan untuk menjaga keterbacaan naskah.

Tabel 1. Struktur Dataset Awal *Beta Occupational Hazards Dataset*

Occupation Title	Spend ... Body	Spend ... Motions	...	Serious Claims
Chief ... Directors	12.00	29.75	...	371
General Managers	16.00	36.00	...	298
Crop Farmers	35.75	39.25	...	126
Livestock Farmers	35.75	39.25	...	259
Advertising, PR and Sales Managers	5.50	43.25	...	194
...	...	...	...	...
Kitchenhands	45.00	62.25	...	399

Berdasarkan dataset awal yang ditunjukkan pada Tabel 1 tersebut, dilakukan proses seleksi data untuk memastikan kesesuaian dengan tujuan penelitian. Seleksi data dilakukan dengan mempertimbangkan kelengkapan nilai pada variabel aktivitas fisik yang dianalisis serta ketersediaan data *Serious Claims* pada setiap jenis pekerjaan. Hasil dari proses seleksi ini menghasilkan sebanyak 100 data

observasi ($n = 100$) yang digunakan sebagai data penelitian. Seluruh observasi yang digunakan memiliki data lengkap pada variabel independen dan dependen, sehingga layak untuk dianalisis menggunakan metode MLR.

3.4. Definisi dan Skala Variabel *Work context*

Setiap variabel *work context* dalam BOHD dinyatakan dalam bentuk skor numerik dengan rentang 0 hingga 100. Skor ini merepresentasikan tingkat intensitas atau frekuensi paparan suatu karakteristik pekerjaan berdasarkan hasil survei terhadap pekerja, pemberi kerja, dan pakar jenis pekerjaan dalam basis data O*NET. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat frekuensi atau intensitas yang lebih besar terhadap karakteristik pekerjaan yang diukur. Sebagai contoh, pada variabel *Spend Time Walking and Running*, skor mendekati 0 menunjukkan bahwa pekerjaan hampir tidak memerlukan aktivitas berjalan atau berlari, sedangkan skor mendekati 100 menunjukkan bahwa aktivitas berjalan atau berlari dilakukan secara terus-menerus atau hampir sepanjang waktu kerja. Interpretasi yang sama berlaku untuk variabel aktivitas fisik lainnya yang digunakan dalam penelitian ini. Pendekatan pengukuran berbasis skor ini memungkinkan karakteristik pekerjaan yang bersifat kualitatif direpresentasikan dalam bentuk kuantitatif, sehingga dapat dianalisis menggunakan metode statistik. Variabel *work context* dalam BOHD dapat dimanfaatkan secara efektif dalam pemodelan risiko kecelakaan kerja berbasis data.

3.5. Variabel Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian dan ketersediaan data, variabel penelitian dalam studi ini terdiri atas variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen merepresentasikan karakteristik aktivitas fisik pekerjaan, sedangkan variabel dependen merepresentasikan risiko kecelakaan kerja yang diukur melalui jumlah *Serious Claims* yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur Dataset Awal *Beta Occupational Hazards Dataset*

No.	variabel	Nama Variabel	Deskripsi
1	X1	<i>Spend Time Bending or Twisting the Body</i>	Intensitas aktivitas membungkuk atau memutar tubuh dalam pekerjaan
2	X2	<i>Spend Time Making Repetitive Motions</i>	Intensitas aktivitas gerakan berulang yang dilakukan selama bekerja
3	X3	<i>Spend Time Walking and Running</i>	Intensitas aktivitas berjalan dan berlari dalam pekerjaan
4	Y	<i>Serious Claims</i>	Jumlah klaim kecelakaan kerja serius yang mengakibatkan pekerja tidak dapat bekerja selama satu minggu atau lebih

Pemilihan variabel aktivitas fisik tersebut didasarkan pada literatur K3 yang menyatakan bahwa tuntutan fisik pekerjaan, baik yang bersifat statis maupun dinamis, memiliki keterkaitan dengan risiko cedera dan kecelakaan kerja. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dipilih untuk merepresentasikan variasi aktivitas fisik yang umum dijumpai pada berbagai jenis pekerjaan dan berpotensi berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan kerja serius.

3.6. Metode Analisis dan Pengujian

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode MLR untuk menganalisis hubungan antara aktivitas fisik pekerjaan dan risiko kecelakaan kerja yang diukur melalui jumlah *Serious Claims*. Metode ini digunakan karena mampu memodelkan pengaruh beberapa variabel independen terhadap satu variabel dependen secara simultan, serta banyak diterapkan dalam analisis statistik terapan dan penelitian berbasis data [20]. Hubungan antara variabel aktivitas fisik pekerjaan dan jumlah *Serious Claims* dimodelkan menggunakan persamaan MLR yang diformulasikan sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + e \quad (1)$$

Pada persamaan tersebut, Y merepresentasikan jumlah *Serious Claims* sebagai variabel dependen. Simbol β_0 merupakan konstanta yang menunjukkan nilai *Serious Claims* ketika seluruh variabel independen bernilai nol. Koefisien β_1 , β_2 , dan β_3 menunjukkan besarnya pengaruh masing-masing variabel aktivitas fisik pekerjaan terhadap jumlah *Serious Claims*. Variabel X_1 , X_2 , dan X_3 berturut-turut merepresentasikan intensitas aktivitas membungkuk atau memutar tubuh, gerakan berulang, dan aktivitas berjalan dan berlari. Sementara itu, e merupakan galat atau *error term* yang merepresentasikan pengaruh faktor lain di luar model.

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, model regresi dievaluasi untuk memastikan kelayakannya melalui pengujian asumsi dasar regresi linier yang meliputi normalitas residual, multikolinearitas, dan *Heteroskedastisitas*. Pengujian asumsi ini bertujuan untuk memastikan bahwa model regresi yang dibangun memenuhi kriteria statistik sehingga hasil analisis dapat diinterpretasikan secara valid.

3.7. Uji Asumsi Klasik

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis dan interpretasi hasil *regresi*, model MLR yang dibangun dalam penelitian ini terlebih dahulu dievaluasi melalui pengujian asumsi dasar regresi. Pengujian asumsi regresi dilakukan untuk memastikan bahwa model yang digunakan memenuhi kriteria statistik sehingga hasil estimasi koefisien regresi dapat diinterpretasikan secara valid dan reliabel. Pengujian asumsi regresi linier yang umum meliputi normalitas residual, multikolinearitas, dan *Heteroskedastisitas* sebagaimana direkomendasikan dalam literatur statistik terapan [21].

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk memastikan bahwa residual model regresi terdistribusi secara normal, yang merupakan salah satu asumsi penting dalam regresi linier. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa residual model terdistribusi secara mendekati normal, sehingga asumsi normalitas terpenuhi.

b. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk mengetahui adanya hubungan linear yang kuat antar variabel independen yang dapat memengaruhi kestabilan estimasi koefisien regresi. Hasil pengujian menunjukkan tidak terdapat indikasi multikolinearitas yang signifikan antar variabel independen dalam model [22].

c. Uji *Heteroskedastisitas*

Uji *heteroskedastisitas* dilakukan untuk memastikan kesamaan varians residual pada seluruh rentang nilai variabel independen. Hasil evaluasi menunjukkan tidak ditemukannya pola tertentu pada sebaran residual, sehingga model regresi memenuhi asumsi homoskedastisitas.

3.8. Uji F

Uji F digunakan untuk mengetahui apakah seluruh variabel independen dalam model regresi secara bersama-sama memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen [23], [24]. Secara matematis, statistik uji F dihitung dengan membandingkan variasi yang dapat dijelaskan oleh model regresi dengan variasi yang tidak dapat dijelaskan oleh model (galat), sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (2).

$$F = \frac{SSR/k}{SSE/(n - k - 1)} \quad (2)$$

F merupakan nilai statistik uji F yang digunakan untuk menilai signifikansi model regresi secara keseluruhan. SSR merupakan *Sum of Squares Regression* yang merepresentasikan variasi data yang dapat dijelaskan oleh model regresi, sedangkan SSE merupakan *Sum of Squares Error* yang menunjukkan variasi galat atau sisa yang tidak dapat dijelaskan oleh model. Simbol k menyatakan jumlah variabel independen dalam model, dan n menyatakan jumlah observasi. Model regresi dinyatakan signifikan secara simultan apabila nilai p -value hasil uji F lebih kecil dari tingkat signifikansi yang ditetapkan, yaitu $\alpha = 0,05$.

3.9. Uji t

Uji t digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen secara parsial [25]. Uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi variabel aktivitas fisik pekerjaan yang memiliki kontribusi signifikan terhadap jumlah *Serious Claims*. Secara matematis, statistik uji t dihitung dengan membandingkan nilai koefisien regresi suatu variabel independen dengan kesalahan

standarnya, sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (3).

$$t = \frac{\beta_i}{SE/(\beta_i)} \quad (3)$$

Pada persamaan tersebut, t merupakan nilai statistik uji t , β_i merupakan koefisien regresi untuk variabel independen ke- i , sedangkan $SE/(\beta_i)$ merupakan *standard error* dari koefisien tersebut. Suatu variabel independen dinyatakan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen apabila nilai p -value hasil uji t lebih kecil dari tingkat signifikansi yaitu $\alpha = 0,05$.

3.10. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi digunakan untuk mengukur kemampuan model regresi dalam menjelaskan variasi variabel dependen [26]. Dalam penelitian ini digunakan nilai Adjusted R^2 , karena ukuran ini telah mempertimbangkan jumlah variabel independen dalam model sehingga lebih tepat digunakan pada regresi linier berganda. Nilai Adjusted R^2 dihitung menggunakan Persamaan (4).

$$\text{Adjusted } R^2 = 1 - \left(\frac{(1 - R^2)(n - 1)}{n - k - 1} \right) \quad (4)$$

R^2 merupakan koefisien determinasi, n menyatakan jumlah observasi, dan k menyatakan jumlah variabel independen. Nilai Adjusted R^2 yang semakin mendekati 1 menunjukkan bahwa model regresi memiliki kemampuan yang semakin baik dalam menjelaskan variasi jumlah *Serious Claims* kecelakaan kerja.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisis Multiple Linier Regression

Metode analisis MLR dilakukan untuk mengetahui pengaruh aktivitas fisik pekerjaan terhadap jumlah *Serious Claims* kecelakaan kerja. Variabel independen yang dianalisis meliputi *Spend Time Bending or Twisting the Body* (X_1), *Spend Time Making Repetitive Motions* (X_2), dan *Spend Time Walking and Running* (X_3), sedangkan variabel dependen adalah jumlah *Serious Claims* (Y). Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa model yang dibangun memiliki kemampuan penjelasan yang relatif kuat. Nilai Adjusted R^2 yang diperoleh sebesar 0,4827, yang berarti bahwa sekitar 48,27% variasi jumlah *Serious Claims* dapat dijelaskan oleh ketiga variabel aktivitas fisik pekerjaan yang digunakan dalam model. Sementara itu, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian ini.

Selain itu, hasil uji simultan menggunakan uji F menunjukkan bahwa model regresi signifikan secara statistik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Prob(F -statistic) sebesar 0,0033 ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa variabel aktivitas fisik pekerjaan secara bersama-sama memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah klaim kecelakaan kerja serius. Ringkasan hasil evaluasi model MLR disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Hasil Model Multiple Linear Regression

Indikator	Nilai
Jumlah Observasi (n)	100
Adjusted R^2	0,8827
Nilai F-statistic	6,9091
Prob(F-statistic)	0,0033
Tingkat Signifikansi (α)	0,05

Tabel 3 menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan dalam penelitian ini layak secara statistik untuk menjelaskan hubungan antara aktivitas fisik pekerjaan dan jumlah *Serious Claims* kecelakaan kerja. Nilai Adjusted R^2 yang relatif tinggi menunjukkan bahwa aktivitas fisik pekerjaan memiliki kontribusi yang cukup besar dalam menjelaskan variasi risiko kecelakaan kerja serius pada tingkat jenis pekerjaan.

4.2. Hasil Pengujian Signifikansi Parsial (Uji t)

Ringkasan hasil pengujian signifikansi parsial menggunakan uji t terhadap variabel aktivitas fisik pekerjaan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Signifikansi Parsial (Uji t)

Variabel	Koefisien (β)	p-value	Keterangan
Konstanta	-706,34	0,127	Tidak Signifikan
X_1	-37,21	0,012	Signifikan
X_2	6,18	0,437	Tidak signifikan
X_3	46,73	0,000	Signifikan

Berdasarkan hasil pada Tabel 4 variabel *Spend Time Bending or Twisting the Body* (X_1) dan *Spend Time Walking and Running* (X_2) menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah *Serious Claims* kecelakaan kerja. Variabel *Spend Time Walking and Running* (X_3) memiliki koefisien regresi positif sebesar 46,73, yang mengindikasikan bahwa peningkatan intensitas aktivitas berjalan dan berlari dalam suatu pekerjaan berasosiasi dengan peningkatan jumlah klaim kecelakaan kerja serius. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik yang bersifat dinamis dan melibatkan mobilitas tinggi memiliki kontribusi yang signifikan terhadap risiko kecelakaan kerja serius.

Sementara itu, variabel *Spend Time Bending or Twisting the Body* menunjukkan koefisien regresi negatif sebesar -37,21 dan signifikan secara statistik. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan terbalik antara intensitas aktivitas membungkuk atau memutar tubuh dan jumlah *Serious Claims*, yang dapat diinterpretasikan sebagai adanya mekanisme adaptasi pekerja atau penerapan pengendalian risiko yang lebih baik pada pekerjaan dengan tuntutan aktivitas tersebut. Di sisi lain, variabel *Spend Time Making Repetitive Motions* tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap jumlah *Serious Claims*. Temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas fisik yang bersifat statis atau berulang cenderung lebih

berkaitan dengan gangguan muskuloskeletal jangka panjang dibandingkan dengan kejadian kecelakaan kerja serius yang bersifat mendadak.

Secara keseluruhan, hasil pengujian parsial ini menunjukkan bahwa tidak semua jenis aktivitas fisik pekerjaan memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang sama, dan aktivitas fisik yang bersifat dinamis cenderung memiliki pengaruh yang lebih kuat terhadap terjadinya Serious Claims ketika dianalisis secara parsial.

4.3. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas berjalan dan berlari (*Spend Time Walking and Running*) merupakan faktor aktivitas fisik yang paling berpengaruh terhadap risiko kecelakaan kerja serius. Koefisien regresi yang bernilai positif mengindikasikan bahwa peningkatan intensitas aktivitas berjalan dan berlari dalam suatu pekerjaan berkaitan dengan meningkatnya jumlah *Serious Claims*. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik yang bersifat dinamis dan melibatkan mobilitas tinggi memiliki kontribusi yang lebih besar terhadap terjadinya kecelakaan kerja serius.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa aktivitas fisik dinamis dengan intensitas tinggi dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja akibat kelelahan fisik, penurunan kewaspadaan, serta meningkatnya potensi kehilangan keseimbangan [27]. Selain itu, aktivitas berjalan dan berlari juga sering berkaitan dengan paparan risiko lingkungan kerja, seperti kondisi permukaan kerja, cuaca, serta interaksi dengan peralatan atau kendaraan kerja, yang dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja yang bersifat mendadak.

Berbeda dengan aktivitas tersebut, variabel *Spend Time Bending or Twisting the Body* menunjukkan pengaruh signifikan dengan arah hubungan negatif terhadap jumlah *Serious Claims*. Temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas membungkuk atau memutar tubuh tidak secara langsung meningkatkan risiko kecelakaan kerja serius, dan lebih berkaitan dengan risiko kesehatan kerja jangka panjang seperti gangguan muskuloskeletal. Sementara itu, variabel *Spend Time Making Repetitive Motions* tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan, yang menguatkan bahwa gerakan berulang cenderung berdampak pada aspek kesehatan kerja jangka panjang dibandingkan kejadian kecelakaan kerja serius.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa tidak semua jenis aktivitas fisik pekerjaan memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang sama. Aktivitas fisik yang bersifat dinamis dan melibatkan mobilitas tinggi cenderung memiliki peran yang lebih dominan terhadap terjadinya *Serious Claims*, sehingga perlu menjadi perhatian utama dalam pengelolaan risiko K3 berbasis karakteristik pekerjaan.

4.4. Implikasi Penelitian

Secara praktis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan risiko K3 perlu memberikan perhatian lebih pada jenis pekerjaan dengan tuntutan aktivitas fisik yang bersifat dinamis, khususnya aktivitas berjalan dan berlari. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi praktisi K3 dalam menetapkan prioritas pengendalian risiko, seperti perancangan lingkungan kerja yang lebih aman, pengaturan beban kerja, serta penerapan prosedur keselamatan yang lebih spesifik pada pekerjaan dengan tingkat mobilitas tinggi.

Berdasarkan dari sisi keilmuan dan informatika, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan analisis data menggunakan MLR dapat dimanfaatkan sebagai alat analitik yang efektif untuk mengidentifikasi faktor risiko kecelakaan kerja berbasis karakteristik pekerjaan. Model regresi yang bersifat interpretabel memungkinkan hasil analisis digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan yang lebih objektif dan terukur, serta berpotensi dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem analitik risiko kecelakaan kerja berbasis data untuk mendukung perencanaan dan evaluasi kebijakan K3 secara berkelanjutan.

4.5. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, jumlah data observasi yang digunakan relatif terbatas, sehingga kemampuan generalisasi hasil penelitian masih terbatas pada konteks data yang dianalisis. Kedua, variabel yang digunakan dalam model hanya merepresentasikan sebagian karakteristik pekerjaan, khususnya pada aspek aktivitas fisik, sehingga faktor lain seperti kondisi lingkungan kerja dan faktor organisasi belum dimasukkan dalam analisis. Ketiga, penelitian ini menggunakan data yang teragregasi pada tingkat jenis pekerjaan, sehingga variasi risiko kecelakaan kerja pada tingkat individu pekerja belum dapat diidentifikasi secara spesifik.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aktivitas fisik pekerjaan terhadap risiko kecelakaan kerja yang diukur melalui jumlah *Serious Claims* menggunakan pendekatan MLR. Hasil analisis menunjukkan bahwa model regresi yang dibangun signifikan secara simultan dengan nilai $\text{Prob}(F\text{-statistic}) < 0,05$ serta memiliki kemampuan penjelasan yang relatif kuat, ditunjukkan oleh nilai Adjusted R^2 sebesar 0,8827. Temuan ini mengindikasikan bahwa karakteristik aktivitas fisik pekerjaan berperan penting dalam menjelaskan variasi risiko kecelakaan kerja serius pada tingkat jenis pekerjaan. Secara parsial, aktivitas *Spend Time Walking and Running* terbukti berpengaruh positif dan signifikan terhadap jumlah *Serious Claims*, sedangkan aktivitas *Spend Time Bending or Twisting the Body* menunjukkan pengaruh signifikan dengan arah hubungan negatif. Sementara itu, aktivitas *Spend Time Making Repetitive Motions*

tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan dalam model yang digunakan. Hasil ini menegaskan bahwa aktivitas fisik yang bersifat dinamis dan melibatkan mobilitas tinggi memiliki kontribusi yang lebih dominan terhadap risiko kecelakaan kerja serius dibandingkan aktivitas fisik statis atau gerakan berulang. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan informatika berbasis analisis data melalui MLR dapat dimanfaatkan sebagai dasar analitik yang efektif dalam pengelolaan K3, khususnya untuk mengidentifikasi jenis pekerjaan dengan tingkat risiko kecelakaan kerja serius yang lebih tinggi. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar jumlah data diperluas serta ditambahkan variabel lain, seperti kondisi lingkungan kerja dan faktor organisasi, guna meningkatkan kemampuan model dalam menjelaskan risiko kecelakaan kerja secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. T. J. Hulshof *et al.*, "The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury," Jan. 01, 2021, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.envint.2020.106157.
- [2] F. Pega, H. Hamzaoui, B. Náfrádi, and N. C. Momen, "Global, regional and national burden of disease attributable to 19 selected occupational risk factors for 183 countries, 2000–2016: A systematic analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury," *Scand. J. Work Environ. Health*, vol. 48, no. 2, pp. 158–168, Mar. 2022, doi: 10.5271/sjweh.4001.
- [3] F. Yang *et al.*, "The prevalence and risk factors of work related musculoskeletal disorders among electronics manufacturing workers: a cross-sectional analytical study in China," *BMC Public Health*, vol. 23, no. 1, p. 10, Jan. 2023, doi: 10.1186/s12889-022-14952-6.
- [4] M. Lui Juhari, F. N. Rasli, A. H. Ab Rahman, S. Yusoff, and M. S. Khalid, "A Review Of Occupational Safety and Health in the Construction Sector: Negative Impacts of Workplace Accidents," *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 13, no. 11, Dec. 2023, doi: 10.6007/IJARBS/v13-i11/19747.
- [5] R. Liu, H.-C. Liu, H. Shi, and X. Gu, "Occupational health and safety risk assessment: A systematic literature review of models, methods, and applications," *Saf. Sci.*, vol. 160, p. 106050, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.ssci.2022.106050.
- [6] V. Babiuk, A. Adisesh, and C. J. Baker, "S-469 An Integrated Database of Occupational Information From O*NET-SOC and the Canadian Career Handbook," in *Symposia*, BMJ Publishing Group Ltd, Nov. 2021, p. A162.1-A162. doi: 10.1136/OEM-2021-EPI.443.
- [7] O. Bazaluk *et al.*, "Improvement of the occupational risk management process in the work safety system of the enterprise," *Front. Public Health*, vol. 11, Jan. 2024, doi: 10.3389/fpubh.2023.1330430.
- [8] K. Fujishiro and F. Koessler, "Comparing self-reported and O*NET-based assessments of job control as predictors of self-rated health for non-Hispanic whites and racial/ethnic minorities," *PLoS One*, vol. 15, no. 8, p. e0237026, Aug. 2020, doi: 10.1371/journal.pone.0237026.
- [9] M. S. Johansson, J. Hartvigsen, M. Korshøj, M. T. Jensen, A. Holtermann, and K. Søgaard, "The leisure time and occupational physical activity paradox in persistent musculoskeletal pain," *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, p. 21806, Jul. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-05815-2.
- [10] H. Kaur *et al.*, "Workers' Compensation Claim Rates and Costs for Musculoskeletal Disorders Related to Overexertion Among Construction Workers — Ohio, 2007–2017," *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.*, vol. 70, no. 16, pp. 577–582, Apr. 2021, doi: 10.15585/mmwr.mm7016a1.
- [11] I. Jang Cik and A. Syaputra, "Eksplorasi Model LSTM dengan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Bayesian Optimization untuk Peningkatan Akurasi Prediksi Ketahanan Pangan," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 9, no. 3, p. 666, Oct. 2025, doi: 10.26798/jiko.v9i3.2077.
- [12] S. Yanti, H. Nugroho, and J. Raya Janti Karang Jambe No, "ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENERIMAAN DAN NIAT KEBERLANJUTAN PENGGUNAAN PORTAL AKADEMIK SIAKAD STMIK AKAKOM MENGGUNAKAN TAM SERTA MODEL DeLONE DAN McLEAN," 2018.
- [13] I. Zulvia, A. Hidayatulloh, and D. E. Rahmawati, "ANALISIS KEPUASAN PASIEN TERHADAP PELAYANAN KESEHATAN DI KLINIK ALKINDI HERBAL MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING," *Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 6, no. 2, pp. 261–272, 2022.
- [14] Y. Sun, X. Wang, C. Zhang, and M. Zuo, "Multiple Regression: Methodology and Applications," *Highlights in Science, Engineering and Technology*, vol. 49, pp. 542–548, May 2023, doi: 10.54097/hset.v49i.8611.
- [15] M. Rigaud *et al.*, "The methodology of quantitative risk assessment studies," Dec. 01, 2024, *BioMed Central Ltd.* doi: 10.1186/s12940-023-01039-x.
- [16] J. Windt *et al.*, "Getting the most out of intensive longitudinal data: a methodological review of workload–injury studies," *BMJ Open*, vol. 8, no. 10, p. e022626, Oct. 2018, doi: 10.1136/bmjopen-2018-022626.

- [17] E. Gecili, N. Daraiseh, C. Brokamp, and M. Macaluso, "PREDICTING RISK OF EMPLOYEE INJURY IN A PEDIATRIC HOSPITAL," *Ann. Epidemiol.*, vol. 97, p. 107, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.annepidem.2024.06.014.
- [18] Syahrani Fitria and Koen Hendrawan, "Pengaruh Pelatihan K3, Kepatuhan K3, dan Gaya Kepemimpinan Terhadap Tingkat Kecelakaan Kerja," *Global Leadership Organizational Research in Management*, vol. 3, no. 4, pp. 93–105, Aug. 2025, doi: 10.59841/glory.v3i4.3267.
- [19] G. P. Adhikari, "Interpreting the Basic Results of Multiple Linear Regression," *Scholars' Journal*, pp. 22–37, Dec. 2022, doi: 10.3126/scholars.v5i1.55775.
- [20] X. Lu, S. Y. Teh, C. J. Tay, N. F. Abu Kassim, P. S. Fam, and E. Soewono, "Application of multiple linear regression model and long short-term memory with compartmental model to forecast dengue cases in Selangor, Malaysia based on climate variables," *Infect. Dis. Model.*, vol. 10, no. 1, pp. 240–256, Mar. 2025, doi: 10.1016/j.idm.2024.10.007.
- [21] K. Hutagaol, "KAJIAN TENTANG UJI ASUMSI KLASIK BERBANTUAN SPSS," *Kajian Tentang Uji Asumsi Klasik Berbantuan SPSS. Jurnal Padagogik*, vol. 8, no. 2, pp. 15–28, 2025, doi: 10.35974/jpd.v8i2.4173.
- [22] Siti Maryam and Tiurniari Purba, "Pengaruh Persepsi Kemudahan, Kepercayaan dan Inovasi Terhadap Kepuasan Penumpang Bus Trans Batam," *eCo-Buss*, vol. 6, no. 2, pp. 521–532, Dec. 2023, doi: 10.32877/eb.v6i2.680.
- [23] O. Sureiman and C. M. Mangera, "F-Test of Overall Significance in Regression Analysis Simplified," *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*, vol. 6, no. 2, pp. 116–122, May 2020, doi: 10.4103/jpcs.jpcs_18_20.
- [24] Murbanto Sinaga, "Pengaruh Infrastruktur Transportasi terhadap Pertumbuhan Ekonomi Regional," *OPTIMAL Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, vol. 6, no. 1, pp. 470–482, Jan. 2026, doi: 10.55606/optimal.v6i1.9466.
- [25] R. Hasanah, J. Jusmani, and E. Lilianti, "Analisis Pengaruh Return On Assets, Sales Growth Dan Leverage Terhadap Tax Avoidance," *Gorontalo Accounting Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 12–26, Feb. 2024, doi: 10.32662/gaj.v7i1.3175.
- [26] G. M. Ayalew, M. G. Meharie, and G. G. Ayalew, "Regression Modeling for Prediction of Earned Value Indexes in Public Building Construction Projects: The case of Ethiopia," *Cogent Eng.*, vol. 10, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1080/23311916.2023.2220497.
- [27] A. Azzamullah, A. Izzoelhq, S. R. A. Supeno, W. A. Purwoko, and D. Trisnawaty, "The relationship between fatigue and workplace accidents in the construction sector: A statistical study on contributing factors and risk implications," *Calamity: A Journal of Disaster Technology and Engineering*, vol. 3, no. 1, Jul. 2025, doi: 10.61511/calamity.v3i1.2025.2064