

EVALUASI RISIKO KESEHATAN PEKERJA PADA PENGGUNAAN MU-302 (PERMEN PUPR No. 10/2021)

I Komang Agus Ariana¹, Anak Agung Bagus Rangga Pradnyaditha^{2*}, I Nyoman Indra Kumara³,
Decky Cipta Indrashwara⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional
*Email: agungrangga619@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini menganalisis dampak penggunaan bahan konstruksi MU-302 terhadap kesehatan pekerja dalam konteks penerapan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 tentang Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK). Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui survei terhadap 50 pekerja pada proyek renovasi Hotel the Westin Resort Nusa Dua Bali. Data dikumpulkan dengan kuesioner terstruktur dan dianalisis menggunakan SPSS versi 22.0 melalui uji validitas dan reliabilitas. Hasil menunjukkan seluruh indikator variabel kesehatan (X1) valid dengan nilai korelasi 0,449–0,823 (Sig.<0,05) dan reliabel dengan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,615, variabel keselamatan (X2) valid dengan nilai korelasi 0,485–0,763 (Sig.<0,05) dan reliabel dengan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,629. Variabel Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 (Y) juga reliabel ($\alpha=0,712$). Indikator paling dominan terhadap kesehatan pekerja adalah gangguan pencernaan akibat paparan material ($r=0,823$). Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan MU-302 berimplikasi positif terhadap kesehatan pekerja, terutama bila penerapan K3 dilakukan sesuai dengan ketentuan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021.

Kata Kunci: Penggunaan MU-302, Kesehatan Pekerja, K3, Permen PUPR No. 10/2021

ABSTRACT: This study analyzes the impact of using MU-302 construction material on workers' health in relation to the implementation of Minister of Public Works and Housing Regulation (Permen PUPR) No. 10 of 2021 concerning the Construction Safety Management System (SMKK). A quantitative approach was applied through a survey of 50 construction workers involved in the renovation project of The Westin Resort Nusa Dua Bali. Data were collected using structured questionnaires and analyzed using SPSS version 22.0 through validity and reliability tests. The results show that all health variable indicators (X1) are valid with correlation values ranging from 0.449 to 0.823 (Sig.<0.05) and reliable with a Cronbach's Alpha of 0.615, The safety variable (X2) is valid with a correlation value of 0.485–0.763 (Sig.<0.05) and is reliable with a Cronbach's Alpha value of 0.629. The Permen PUPR No. 10/2021 variable (Y) is also reliable with an α value of 0.712. The most dominant indicator affecting workers' health is digestive disorders caused by material exposure ($r=0.823$). These findings indicate that the use of MU-302 has a positive effect on workers' health, particularly when occupational health and safety (OHS) procedures are implemented in accordance with Permen PUPR No. 10/2021

Keywords: Application of MU-302, Workers' Health, OHS, Permen PUPR No. 10/2021

PENDAHULUAN

Sektor konstruksi Indonesia tumbuh dengan sangat cepat dan menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar. Namun, lonjakan aktivitas pembangunan ini juga meningkatkan risiko kesehatan pekerja, khususnya dari paparan bahan bangunan seperti semen biasa. Debu halus, senyawa kimia, serta lingkungan kerja yang kurang aman sering kali memicu masalah pernapasan, iritasi kulit, dan gangguan pencernaan.

Studi Kumi et al. (2022) menemukan bahwa kadar debu di area proyek bisa mencapai $3,85 \times 10^3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, yang berisiko tinggi menyebabkan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK). Sementara itu, Alayyannur, P. A., Wijaya, H., & Lestari, M. (2024) melaporkan bahwa 54% pekerja konstruksi mengalami iritasi kulit karena semen, dan Narashimman & Gomathi (2020) menyoroti kandungan kromium dalam semen sebagai penyebab utama dermatitis kontak.

Untuk mengatasi hal ini, muncul alternatif material seperti MU-302 yang diformulasikan lebih ramah kesehatan, dengan produksi debu minim dan iritasi rendah. Walau begitu, dampaknya terhadap kesehatan pekerja masih memerlukan validasi melalui riset lapangan, terutama sejalan dengan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 yang mewajibkan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK), termasuk pengamanan kesehatan tenaga kerja.

Peraturan itu menekankan pengawasan bahan berbahaya, pemakaian alat pelindung diri (APD), serta pemilihan material aman. Oleh karena itu, evaluasi kesesuaian MU-302 dengan regulasi ini serta efeknya pada kesehatan pekerja lapangan menjadi krusial.

Penelitian ini menjawab satu rumusan masalah utama: “Apakah penggunaan bahan konstruksi MU-302 berimplikasi terhadap Kesehatan pekerja dalam konteks penerapan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021?”

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif melalui metode survei guna mengeksplorasi pengaruh bahan konstruksi MU-302 terhadap kondisi kesehatan pekerja. Sebagaimana dijelaskan (Sugiyono, 2021), pendekatan kuantitatif didasarkan pada paradigma positivisme dengan instrumen penelitian yang dianalisis secara statistik.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

1. Desain Penelitian

Menggunakan desain deskriptif-analitis untuk mengilustrasikan dan menguji dampak penerapan MU-302 pada aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pekerja, berdasarkan temuan empiris langsung dari lapangan.

2. Lokasi dan Waktu

Dilaksanakan pada proyek renovasi Hotel the Westin Resort Nusa Dua, Bali, oleh PT Tunas Jaya Sanur, selama periode November 2024 hingga Maret 2025. Pemilihan lokasi ini karena penggunaan MU-302 secara intensif serta penerapan standar K3 sesuai Permen PUPR No. 10 Tahun 2021.

3. Populasi dan Sampel

Populasi mencakup 50 pekerja yang langsung menangani MU-302. Teknik pengambilan sampel total sampling diterapkan mengingat ukuran populasi yang terbatas dan homogen.

4. Variabel Penelitian

Tiga variabel utama:

- X1: Kesehatan Pekerja (iritasi, keluhan fisik, udara kerja)
- X2: Keselamatan Kerja (risiko tergelincir, kemudahan pengangkutan dan pemasangan bahan, potensi kebakaran akibat bahan, iritasi mata akibat serbuk MU-302, risiko jatuh dari ketinggian)
- Y: Kepatuhan Permen PUPR No.10/2021 (pelatihan, APD, pengendalian risiko)

5. Instrumen Penelitian

Data dikumpulkan menggunakan kuesioner skala Likert 5 poin (20 item). Uji validitas dilakukan dengan korelasi Pearson (r hitung $>$ r tabel = 0,279), dan reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha ($\alpha >$ 0,6).

6. Teknik Pengumpulan Data

- Data primer: kuesioner, wawancara dengan supervisor dan mandor, serta observasi lapangan.
- Data sekunder: dokumen proyek, data teknis MU-302, laporan K3, dan Permen PUPR No.10/2021.

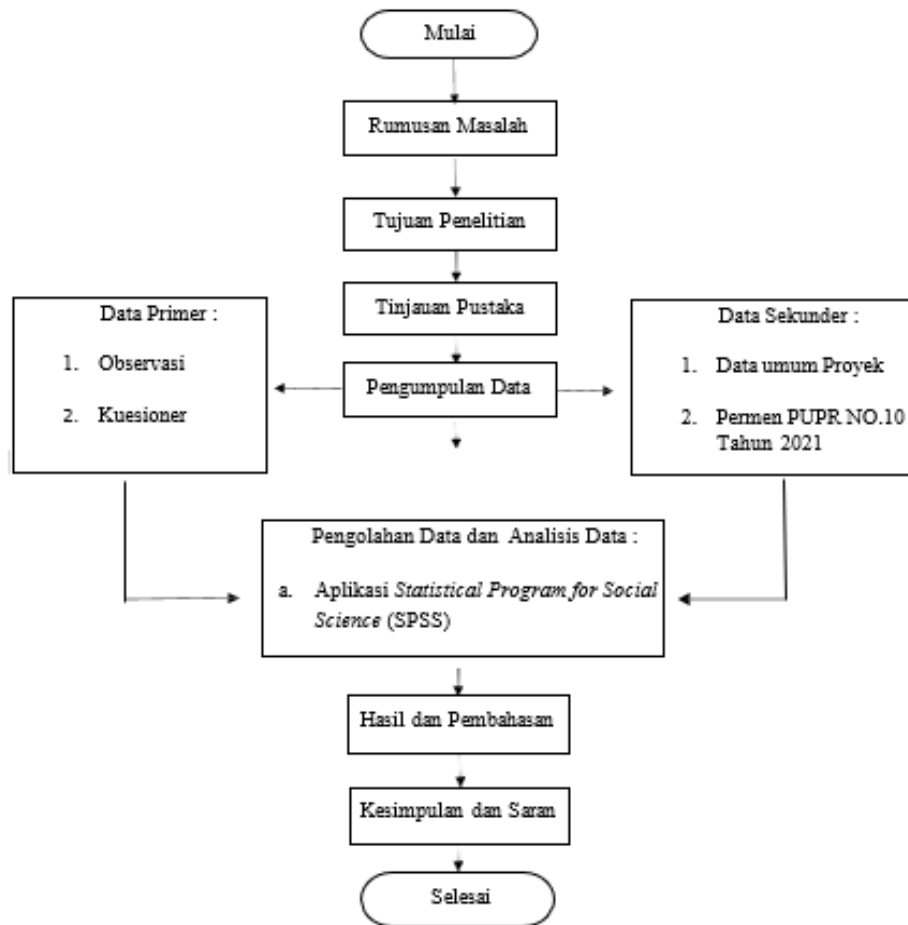
c. Teknik Analisis Data

7. Analisis menggunakan SPSS 22.0 dengan tahapan:

- Analisis deskriptif karakteristik responden.
- Uji validitas dan reliabilitas instrumen.
- Analisis korelasi antarvariabel dengan interpretasi tingkat hubungan dari sangat rendah hingga sangat kuat

Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan prosedur yang sistematis dengan tahapan-tahapan yang dapat terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Responden dalam penelitian ini adalah tenaga pada proyek Renovation the Westin Hotel & Resort. Terdapat karakteristik responden yang dimasukkan dalam penelitian, yaitu berdasarkan usia, tingkat pendidikan, masa kerja, dan jenis kelamin.

1. Usia

Pada tabel 1 berikut ini menunjukkan pengelompokan responden berdasarkan usia:

Tabel 1. Karakteristik Berdasarkan Usia

Usia	Jumlah Responden	%
20-25 tahun	9	18%
26-30 tahun	16	32%
31-35 tahun	12	24%
>36 tahun	13	26%
Total	50	100%

Dari tabel tersebut yang berdasarkan usia, responden yang berumur antara 26-30 tahun merupakan yang paling banyak, yaitu 16 orang atau 32% dan yang paling sedikit berumur 20-25 yaitu 9 orang atau 18%.

2. Tingkat Pendidikan

Pada tabel 2 berikut ini menunjukkan pengelompokan responden berdasarkan pada tingkat pendidikan:

Tabel 2. Karakteristik Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Tingkat Pendidikan	Jumlah Responden	%
SD	5	10%
SMP	22	44%
SMA	23	46%
D3	0	0%
S1	0	0%
S2	0	0%
Total	50	100%

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa berdasarkan tingkat pendidikan SMA merupakan reponden paling banyak yaitu 23 orang atau 46%, sedangkan yang paling rendah adalah pada tingkat pendidikan SD yaitu 5 orang atau 10%.

3. Masa Kerja

Pada Tabel 3 berikut ini menunjukkan pengelompokan responden berdasarkan pada masa kerja:

Tabel 3. Karakteristik Berdasarkan Masa Kerja

Masa Kerja	Jumlah Responden	%
<5 tahun	22	44%
6-10 tahun	15	30%
11-15 tahun	10	20%
16-20 tahun	0	0%
>21 tahun	3	6%
Total	50	100%

Berdasarkan tabel tersebut menjelaskan bahwa masa kerja kurang dari 5 tahun merupakan masa kerja responden terbanyak yaitu 22 responden atau 44%, sedangkan yang paling rendah adalah masa kerja >21 tahun yaitu 3 responden.

4. Jenis Kelamin

Pada tabel 4 berikut ini menunjukkan pengelompokan responden berdasarkan pada jenis kelamin:

Tabel 4. Karakteristik Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah Responden	%
Laki-laki	50	50%
Perempuan	0	0%
Total	50	100%

Dari data tersebut dapat di ketahui yaitu responden terdiri dari laki-laki saja yaitu 50 orang atau 100%.

Uji Validasi

Variabel Kesehatan (X_1)

Uji validitas terhadap 20 item pernyataan pada empat variabel penelitian menunjukkan hasil yang memuaskan. Seluruh item pernyataan dinyatakan valid karena memiliki nilai korelasi Pearson $> r$ tabel (0,279) dan nilai signifikansi $< 0,05$. Nilai korelasi berkisar antara 0,449 hingga 0,823, mengindikasikan bahwa semua item mampu mengukur konstruk yang dimaksud dengan baik.

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Instrumen Variabel Kesehatan (X₁)

Item	Correlation	(2-tailed)	Keterangan
X1.1	0.684**	< 0.001	Valid
X1.2	0.449**	0.001	Valid
X1.3	0.649**	< 0.001	Valid
X1.4	0.823**	< 0.001	Valid
X1.5	0.560**	< 0.001	Valid

Pada variabel Kesehatan Pekerja (X₁), item dengan korelasi tertinggi adalah gangguan pencernaan (X_{1.4}, r=0,823, Sig.<0,001), diikuti kualitas udara (X_{1.1}, r=0,684, Sig.<0,001), keluhan kesehatan umum (X_{1.3}, r=0,649, Sig.<0,001), iritasi mata (X_{1.5}, r=0,560, Sig.<0,001), dan iritasi kulit (X_{1.2}, r=0,449, Sig.=0,001). Hal ini menunjukkan bahwa semua item pernyataan pada variabel ini dinyatakan valid dan memiliki hubungan positif.

Variabel Keselamatan (X₂)

Berdasarkan hasil SPSS, nilai korelasi antar item dengan total skor variabel keselamatan (X₂) berkisar antara **0,485–0,763**, dengan seluruh nilai signifikansi < **0,05**. Artinya, semua indikator valid dan menunjukkan hubungan positif terhadap variabel keselamatan kerja.

Tabel 6. Hasil Uji Validitas Instrumen Variabel Keselamatan (X₂)

Item	Correlation Pearson	(2-tailed) Sig	Keterangan
X2.1	0.669**	< 0.001	Valid
X2.2	0.763**	< 0.001	Valid
X2.3	0.520**	< 0.001	Valid
X2.4	0.705**	< 0.001	Valid

Pada variabel Keselamatan Kerja (X₂), item dengan korelasi tertinggi adalah kemudahan pengangkutan dan pemasangan bahan (X_{2.2}, r=0,763, sig.<0,001), diikuti iritasi mata akibat serbuk MU-302 (X_{2.4}, r=0,705, sig.<0,001), risiko tergelincir atau terpeleset (X_{2.1}, r=0,669, sig.<0,001), potensi kebakaran akibat bahan (X_{2.3}, r=0,520, sig.<0,001), risiko jatuh dari ketinggian (X_{2.5}, r=0,485, sig.<0,001). seluruh item pernyataan pada variabel Keselamatan (X_{2.1}–X_{2.5}) memiliki nilai korelasi positif dengan rentang 0,485–0,763 (Sig. < 0,001), yang berarti semua indikator valid.

Tabel 7. Hasil Uji Validitas Instrumen Permen PUPR No. 10/2021 (Y)

Item	Correlation	(2-tailed)	Keterangan
Y1	0.523**	< 0.001	Valid
Y2	0.737**	< 0.001	Valid
Y3	0.742**	< 0.001	Valid
Y4	0.454**	< 0.001	Valid
Y5	0.641**	< 0.001	Valid

Variabel Kepatuhan terhadap Permen PUPR No. 10/2021 (Y) menunjukkan korelasi tertinggi pada pelatihan keselamatan (Y₃, r=0,742, Sig.<0,001), diikuti sirkulasi udara (Y₂, r=0,737, Sig.<0,001), upaya pengendalian risiko (Y₅, r=0,641, Sig.<0,001), penggunaan APD (Y₁, r=0,523, Sig.<0,001), dan prosedur penyimpanan (Y₄, r=0,454, Sig.=0,001). Hal ini menunjukkan bahwa semua item pernyataan valid dan memiliki hubungan positif terhadap kepatuhan penerapan regulasi K3.

Uji Reliabilitas Instrumen

1. Reliabilitas Variabel Kesehatan (X₁)

Statistik	Nilai
Cronbach's Alpha	0,615
Jumlah Item	5

Sumber : hasil olah data SPSS V 22,0

2. Reliabilitas Variabel Keselamatan (X₂)

Statistik	Nilai
Cronbach's Alpha	0,629
Jumlah Item	5

Sumber : hasil olah data SPSS V 22,0

3. Reliabilitas Variabel Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 (Y)

Statistik	Nilai
Cronbach's Alpha	0,606
Jumlah Item	5

Sumber : hasil olah data SPSS V 22,0

Uji reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha menunjukkan hasil yang konsisten. Nilai Cronbach's Alpha untuk masing-masing variabel adalah: Kesehatan Pekerja ($\alpha=0,615$), Keselamatan Kerja ($\alpha=0,629$), dan Kepatuhan Permen PUPR ($\alpha=0,606$). Seluruh nilai berada di atas ambang batas minimal (0,6), menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang dapat diterima untuk penelitian eksploratori. Meskipun nilai-nilai ini berada pada kategori "dapat diterima" menurut klasifikasi (Priyanto, 2012), namun tetap menunjukkan bahwa instrumen mampu mengukur konstruksi secara konsisten.

PEMBAHASAN

Variabel Kesehatan Pekerja (X₁)

Berdasarkan hasil uji validitas menggunakan SPSS versi 22.0, seluruh item pernyataan pada variabel Kesehatan (X₁) dinyatakan valid karena memiliki nilai signifikansi $< 0,05$. Menunjukkan hubungan positif antara penggunaan bahan MU-302 dan persepsi kesehatan pekerja. Tingginya korelasi item gangguan pencernaan menunjukkan bahwa aspek ini merupakan indikator paling sensitif dalam mengukur dampak MU-302 terhadap kesehatan pekerja. Hal ini dapat dijelaskan karena paparan material konstruksi melalui jalur pencernaan (akibat partikel yang masuk melalui mulut) memberikan risiko yang dapat dengan mudah diidentifikasi dan dirasakan langsung oleh pekerja.

Variabel Keselamatan Kerja (X₂)

Berdasarkan hasil uji validitas menggunakan SPSS versi 22,0, seluruh item pernyataan pada variabel Keselamatan (X_{2.1}–X_{2.5}) memiliki nilai korelasi positif yang berarti semua indikator valid. Menunjukkan hubungan positif antara penggunaan bahan MU-302 dan persepsi keselamatan kerja. Tingginya korelasi item kemudahan pengangkutan dan pemasangan bahan menunjukkan bahwa aspek ini merupakan indikator paling sensitif dalam mengukur dampak MU-302 terhadap keselamatan pekerja yang menandakan bahwa bahan MU-302 mempermudah proses kerja, mengurangi beban fisik pekerja, dan menekan potensi cedera otot.

Variabel Kepatuhan terhadap Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 (Y)

Seluruh indikator Y₁–Y₅ dinyatakan valid dengan korelasi 0,454–0,742 (Sig. $< 0,001$), Dominasi pelatihan sebagai indikator terkuat mengonfirmasi temuan (Yadav et al. (2024) bahwa pelatihan penggunaan bahan aman merupakan faktor paling berpengaruh dalam implementasi keselamatan konstruksi menunjukkan komitmen perusahaan dalam menerapkan K3 sesuai peraturan, pelatihan merupakan faktor paling berpengaruh dalam menurunkan risiko kesehatan dan kecelakaan kerja dibandingkan indikator lain. Menurut penelitian (Dzeng, 2020), menyatakan bahwa pelatihan K3 yang terstruktur meningkatkan kepatuhan pekerja terhadap prosedur keselamatan kerja sebesar lebih dari 60% dibanding kelompok tanpa pelatihan. Pelatihan yang intensif juga dikaitkan dengan penurunan risiko kecelakaan hingga 35% di sektor konstruksi.

SIMPULAN

1. Temuan penelitian menyimpulkan bahwa penerapan bahan konstruksi MU-302 memberikan dampak positif signifikan terhadap kondisi kesehatan pekerja, khususnya dengan menekan risiko gangguan pernapasan, iritasi kulit, serta masalah pencernaan.
2. Implementasi Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 terbukti memperkuat efektivitas MU-302 melalui penguatan pengawasan K3, seleksi material ramah kesehatan, dan penerapan alat pelindung diri yang konsisten. Sinergi antara inovasi material (MU-302) dan regulasi keselamatan kerja (Permen PUPR No. 10/2021) menawarkan pendekatan optimal untuk membangun lingkungan kerja konstruksi yang aman, sehat, dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Tunas Jaya Sanur atas izin dan kerja sama selama proses penelitian, serta kepada seluruh pekerja dan tim proyek Hotel the Westin Resort Nusa Dua Bali yang telah berpartisipasi dalam pengumpulan data. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing dan pihak kampus atas arahan dan dukungannya selama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrilies, R., Mulyani, S., & Putra, D. (2024). 'Analisis kontribusi sektor konstruksi terhadap perekonomian nasional di Indonesia'. *Jurnal Teknik Sipil dan Manajemen Konstruksi*, 12(1), 45–56.
- Agustina, N., & Eddy, R. (2024). 'Peningkatan keterampilan tenaga kerja konstruksi dalam mendukung pembangunan berkelanjutan'. *Jurnal Pembangunan Infrastruktur Indonesia*, 8(2), 77–89.
- Alayyannur, P. A., Wijaya, H., & Lestari, M. (2024). 'Analisis penyakit kulit akibat paparan bahan bangunan pada pekerja konstruksi di Indonesia'. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Kerja*, 9(1), 33–41.
- Baka, I., Nuraini, S., & Prasetyo, R. (2022). 'Pengaruh keselamatan dan kesehatan kerja terhadap kinerja karyawan di sektor konstruksi'. *Jurnal Teknik dan Keselamatan Kerja*, 6(2), 102–110.
- Boadu, E., Mensah, D., & Kumi, A. (2023). 'Impact of construction dust exposure on workers' respiratory health: A case study in Ghana'. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 13(3), 178–187.
- Dewa, I. P., Mahardika, A. S., & Suyasa, N. (2023). 'Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) berdasarkan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021'. *Jurnal Infrastruktur dan K3 Konstruksi*, 5(2), 66–75.
- Djaelani, M., & Darmawan, A. (2022). 'Pengaruh penerapan K3 dan beban kerja terhadap kinerja pekerja konstruksi'. *Jurnal Manajemen Konstruksi Indonesia*, 10(1), 55–65.
- Dzeng, C. (2020). *Computers & Education Construction safety training via e-Learning: Learning effectiveness and user satisfaction*. 55(1821), 858–867. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.03.017>
- Kamaludin, A., Rahman, N., & Sari, T. (2020). 'Hazards of cement exposure in construction workers: A review of health impacts and preventive measures'. *Journal of Environmental Health and Safety*, 14(4), 201–210.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri PUPR No. 10 Tahun 2021 tentang Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Khode, M., Raut, R., & Patel, P. (2024). 'Health and safety challenges in construction: A systematic review of working conditions'. *International Journal of Construction Management*, 24(2), 99–110.
- Kumi, A., Boadu, E., & Asante, K. (2022). 'Particulate matter exposure and respiratory symptoms among construction workers'. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 19(5), 320–329.
- Manurung, H. (2020). 'Perencanaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada proyek konstruksi bangunan'. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 4(1), 87–96.
- Narashimman, R., & Gomathi, P. (2020). 'Occupational skin diseases among construction workers due to cement exposure'. *Indian Journal of Occupational Health*, 8(2), 123–129.
- Priyanto. (2012). *Nova Kurnia Priyanto, 2012 Studi Eksplorasi Model Pembelajaran Yang Digunakan*

Guru Mata Pelajaran Produktif Di SMKN 1 Katapang Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu. 55–62.

- Sugiyono, P. D. (2021). *Metode penelitian komunikasi (Kuantitatif, kualitatif, dan cara mudah menulis artikel pada jurnal internasional)*. eprints.upnyk.ac.id.
- Suryatmaja, I. B., Wangsa, A. A. R. R., & Wijaya, I. M. P. (2023). 'Analisis Hidrolika pada Saluran Drainase di Daerah Seminyak Kecamatan Kuta Kabupaten Badung'. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 12(1), 62–68.
- Tanna, S., & Gunjal, P. (2021). 'Respiratory function decline among construction workers exposed to cement dust'. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 16(1), 45–53.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wong, L., Chen, Y., & Zhao, H. (2023). 'The impact of modern construction materials on worker safety and health'. *Journal of Sustainable Construction Materials*, 11(3), 221–233.
- Yadav, A., Mishra, A. K., Parajuli, K. P., & Mishra, A. K. (2024). An Empirical Study of Lamahi Ghorahi Tulsipur and Sahajpur Boktan Dipayal Road Project *Journal of Lumbini Engineering College*, 6(1), 1–14.
- Zhong, Q. (2024). 'Innovative material development focusing on construction worker safety and environmental performance'. *Journal of Building and Environment*, 18(2), 144–156.