

***RISK INTELLIGENCE* DALAM KONSTRUKSI: ANALISIS METODE
HIRARC UNTUK MITIGASI BAHAYA PADA PROYEK PENGEMBANGAN
KAWASAN LIMBAH INDUSTRI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana.



Disusun oleh
I'zaz Imtiyaz Shofa'
NIM. 09020722019

Pembimbing:
Rr. Diah Nugraheni Setyowati, ST., M.T.
Asri Sawiji, S. T., M.T., M.Sc.

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
SUNAN AMPEL STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SURABAYA**

2026

Pernyataan Keaslian Karya Ilmiah

Nama : I'zaz Imtiyaz Shofa

NIM : 09020722019

Program Studi : Teknik Sipil

Angkatan : 2022

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "Optimalisasi Kebutuhan Material Besi dengan Menggunakan Metode Bar Bending Schedule Studi Kasus: Pembangunan Gedung Utilitas di Surabaya".

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila suatu saat nanti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Surabaya, 7 Juni 2026

Yang Menyatakan



I'zaz Imtiyaz Shofa

NIM. 09020722019

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

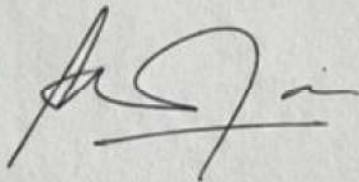
Yang bertanda tangan di bawah ini untuk menyetujui:

Nama : I'zaz Imtiyaz Shofa
NIM : 09020722019
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : *RISK INTELLIGENCE* DALAM KONSTRUKSI: ANALISIS
METODE HIRARC UNTUK MITIGASI BAHAYA PADA
PROYEK PENGEMBANGAN KAWASAN LIMBAH
INDUSTRI

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 31 Mei 2026

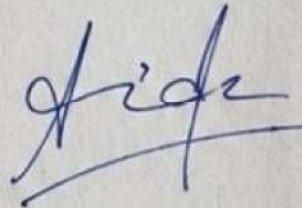
Dosen Pembimbing I



Rr. Dáih Nugraheni Setyowati, S.T., M.T.

NIP. 198205012014032001

Dosen Pembimbing II



Asri Sawiji, S.T, M.T., M.Sc.

NIP. 198706262014032003

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi/Tugas Akhir berjudul "*RISK INTELLIGENCE* DALAM KONSTRUKSI: ANALISIS METODE HIRARC UNTUK MITIGASI BAHAYA PADA PROYEK PENGEMBANGAN KAWASAN LIMBAH INDUSTRI" oleh

I'ZAZ IMTIYAZ SHOFA'
NIM. 09020722019

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Surabaya, 16 Juni 2026

Penguji I



Rr. Diah Nugraheni Setyowati, ST.,
M.T.

NIP. 198205012014032001

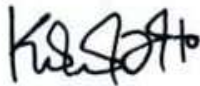
Penguji II



Asri Sawiji, S., M.T., M.Sc.

NIP. 198706262014032003

Penguji III



Dr. Ir. Kusnul Prianto, S.T., M.T.,
IPU, ASEAN Eng.

NIP. 197904022014031001

Penguji IV



Dr. Andik Dwi Muttaqin, S.T., M.T.

NIP. 198204102014031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saiful Hamdani, M.Pd

NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : P'zaz Imtiyaz Shofa'
NIM : 09020722019
Fakultas/Jurusan : Fakultas Sains dan Teknologi / Teknik Sipil
E-mail address : izazshofa@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

RISK INTELLIGENCE DALAM KONSTRUKSI: ANALISIS METODE HIRARC UNTUK MITIGASI BAHAYA PADA PROYEK PENGEMBANGAN KAWASAN LIMBAH INDUSTRI

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 9 Juli 2026

Penulis

(P'zaz Imtiyaz Shofa')

ABSTRAK

RISK INTELLIGENCE DALAM KONSTRUKSI: ANALISIS METODE HIRARC UNTUK MITIGASI BAHAYA PADA PROYEK PENGEMBANGAN KAWASAN LIMBAH INDUSTRI

Oleh: I'zaz Imtiyaz Shofa' (09020722019)

Proyek konstruksi di kawasan industri aktif, khususnya area pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), memiliki kompleksitas risiko tinggi yang melibatkan interaksi antara aktivitas konstruksi konvensional dan karakteristik limbah yang mudah terbakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan merumuskan strategi mitigasi yang efektif menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Lokasi penelitian dilakukan pada proyek pembangunan kanopi area limbah di kawasan industri Sidoarjo, Jawa Timur. Pendekatan penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan desain studi kasus, didukung oleh observasi lapangan dan wawancara terstruktur dengan *Health, Safety, Security, and Environment* (HSSE), supervisor, serta pekerja lapangan. Hasil penelitian mengidentifikasi berbagai sumber bahaya, mulai dari pekerjaan persiapan, sipil, *erection* struktur baja, hingga risiko spesifik B3 seperti paparan serat polyester dan polimer superabsorben. Analisis penilaian risiko menunjukkan adanya risiko signifikan pada tahapan pekerjaan panas (*hot work*) dan pekerjaan di ketinggian. Mitigasi dilakukan melalui hierarki pengendalian risiko yang mencakup eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang spesifik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa implementasi *Risk Intelligence* berbasis HIRARC memungkinkan pengambilan keputusan yang proaktif, yang tidak hanya berfungsi sebagai pemenuhan prosedur teknis, tetapi juga perwujudan tanggung jawab moral dalam menjaga keselamatan kerja. Selain itu, ditemukan kesenjangan antara perencanaan teoretis dan implementasi aktual akibat faktor manusia (*human factor*) dan tekanan jadwal, sehingga diperlukan mekanisme pengawasan yang lebih adaptif serta integrasi prosedur keselamatan dengan realitas dinamis di lapangan.

Kata Kunci: HIRARC, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), *Risk Intelligence*, Proyek Konstruksi, Limbah Industri (B3).

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Bagi Peneliti.....	4
1.4.2 Bagi Perusahaan / Industri	4
1.4.3 Bagi Praktisi dan Konsultan.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	6
2.1.1 Definisi dan Tujuan K3	7
2.1.2 Undang-Undang Peraturan K3.....	7
2.2 Risiko Keselamatan Kerja.....	8
2.2.1 Bahaya (<i>Hazard</i>) dan Risiko (<i>Risk</i>)	8
2.2.2 Jenis-Jenis Bahaya di Lingkungan Kerja.....	8
2.2.3 Definisi dan Klasifikasi Limbah Industri (B3)	10
2.2.4 Karakteristik Limbah Industri yang Dihasilkan.....	10

2.3 Manajemen Risiko K3	13
2.3.1 Konsep Penilaian Risiko	13
2.3.2 Langkah-Langkah Umum dalam Manajemen Risiko	14
2.4 Metode HIRARC	15
2.4.1 Definisi dan Prinsip HIRARC	15
2.4.2 Tahap 1: Identifikasi Bahaya (<i>Hazard Identification</i>)	16
2.4.3 Tahap 2: Penilaian Risiko (<i>Risk Assessment</i>)	16
2.4.4 Tahap 3: Pengendalian Risiko (<i>Risk Control</i>)	17
2.5 Kerangka Konseptual Penelitian	19
BAB III METODOLOGI	24
3.1 Pendekatan Penelitian	24
3.2 Profil Proyek dan Data Teknis	25
3.2.1 Lokasi Penelitian	25
3.2.2 Subjek Penelitian	27
3.3 Instrumen Penelitian	27
3.4 Teknik Pengolahan Data	28
3.5 Prosedur dan Tahapan Pengerjaan Kontruksi	30
3.5.1 Pekerjaan Persiapan	30
3.5.2 Pekerjaan Pondasi	30
3.5.3 Pekerjaan Struktur	31
3.5.4 Pengerjaan Atap	32
3.6. Tahapan Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Gambaran Umum Proyek	35
4.1.1 Deskripsi Proyek	35
4.1.2 Hasil Produksi Industri	35
4.1.3 Aktivitas Area Kanopi	36

4.1.4 Kebijakan <i>Health Safety Security Environment</i> (HSSE)	36
4.2 Analisis Tingkat Risiko Menggunakan Metode HIRARC	38
4.2.1 Identifikasi Bahaya	38
4.3 Analisis Risiko Bahaya	50
4.3.1 Identifikasi Risiko Pekerjaan Persiapan.....	51
4.3.2 Identifikasi Risiko Pekerjaan Sipil.....	54
4.3.3 Identifikasi Risiko Pekerjaan Baja.....	57
4.3.4 Identifikasi Risiko B3	59
4.3.5 Jalur Kendaraan (<i>Traffic Management</i>)	61
4.4 Hasil Observasi dan Wawancara.....	63
4.5 Pengendalian Risiko.....	66
4.6 Evaluasi Residual Risk	71
4.6.1 Penilaian Risiko Sisa Setelah Pengendalian	71
4.6.2 Perbandingan Mitigasi Teoritis dan Implementasi Aktual	80
4.6.3 Rekapitulasi Distribusi Risiko Sebelum dan Sesudah Pengendalian.....	86
4.6.4 Skema Inspeksi Pengendalian Risiko	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	94
5.1 Kesimpulan	94
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Likelihood (Kemungkinan).....	16
Tabel 2. 2 Severity (Keparahan)	17
Tabel 2. 3 Tabel Analisis level resiko semikuantitatif	18
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu.....	20
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	26
Tabel 3. 2 Durasi dan Jadwal Pengamatan Lapangan.....	26
Tabel 4. 1 Spesifikasi Produk.....	35
Tabel 4. 2 Dampak Bahaya Komponen	43
Tabel 4. 3 Table Identifikasi Risiko Pekerjaan Persiapan.....	51
Tabel 4. 4 Table Identifikasi Risiko Pekerjaan Sipil.....	54
Tabel 4. 5 Table Identifikasi Risiko Pekerjaan Baja	57
Tabel 4. 6 Tabel Identifikasi Risiko B3.....	59
Tabel 4. 7 Tabel Identifikasi Risiko Jalur Kendaraan	61
Tabel 4. 8 Tabel Hasil Matriks Penilaian Risiko.....	72
Tabel 4. 9 Tabel Detail Penilaian Risiko per Item	75
Tabel 4. 10 Tabel Rekapitulasi Sebelum vs Sesudah Pengendalian Distribusi Risiko	83

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Matriks Penilaian Risiko	14
Gambar 3. 1 Proses Pengendalian Risiko	24
Gambar 3. 2 Lokasi Proyek	25
Gambar 3. 3 Representatif Semi Kuantitatif.....	30
Gambar 3. 4 Gambar Pondasi Kolom	31
Gambar 3. 5 Gambar Rencana Rangka Atap	32
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi Proyek	38
Gambar 4. 2 Toolbox meeting.....	63
Gambar 4. 3 Pekerjaan di Ketinggian.....	65
Gambar 4. 4 Pekerjaan Pondasi	66
Gambar 4. 5 Distribusi Risiko HIRARC	88

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, H., Rahmi, H., Misriani, M., Yurisman, & Haryantu, W. P. (2019). Construction Safety Plan pada Gedung Bertingkat berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2014. *JIRS*, XVI.
- Alfatiyah, R., Surya Kencana No, J., & Selatan, T. (2017). Analisis Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Menggunakan Metode Hirarc Pada Pekerjaan Seksi Casting. *Jurnal Mesin Teknologi (SINTEK Jurnal)*, 11(2).
- Andi Anggi Novita. S. (2021). *Analisis Risiko K3 Dengan Metode Hirarc Pada Proyek Pembangunan (Ipal) Domestik Losari Makassar Bagian Galian Terbuka Tahun 2021*.
- Arif Jumari. (2019). Potensi Pelanggaran Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. *Jurnal Bestuur*, 7(2).
- Arifudin, O., Wahrudin, U., Damayanti Rusmana, F., & Jejen, A. (2020). *MANAJEMEN RISIKO*. www.penerbitwidina.com
- Cvetković, V. M., Renner, R., & Jakovljević, V. (2024). Industrial Disasters and Hazards: From Causes to Consequences — a Holistic Approach to Resilience. *International Journal of Disaster Risk Management*, 6(2), 149–168. <https://doi.org/10.18485/ijdrm.2024.6.2.10>
- Dianati Fathimahhayati, L., Rafi Wardana, M., & Annisa Gumilar, N. (2019). Analisis Risiko K3 Dengan Metode HIRARC Pada Industri Tahu Dan Tempe Kelurahan Selili, Samarinda. *REKAVASI*, 7, 62–70.
- Eni Mahawati, Qurnia Fitriyatunur, Cici Apriza Yanti Puspita Puji Rahayu, Cici Aprilliani, Muhammad Chaerul Eko Hartini, Mila Sari, Ismail Marzuki, Efbertias Sitorus Jamaludin, & Andi Susilawaty. (2021). *Keselamatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan Industri*. Yayasan Kita Menulis.
- Flanagan, M. E., Seixas, N., Majar, M., Camp, J., & Morgan, M. (2003). Silica Dust Exposures During Selected Construction Activities. In *Ms. #467 APPLIED STUDIES AIHA Journal* (Vol. 64, Number 64). <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15428110308984823>

- Hoy, R., & Chambers, D. C. (2020). Silicosis: An ancient disease in need of a dose of modern medicine. In *Respirology* (Vol. 25, Number 5, pp. 464–465). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1111/resp.13766>
- IARC. (1997). *Silica, Some Silicates, Coal Dust and para-Aramid Fibrils VOLUME 68* (Vol. 68). International Agency for Research on Cancer.
- Ihsan, T., Hamidi, S. A., & Putri, F. A. (2020). Penilaian Risiko dengan Metode HIRADC Pada Pekerjaan Konstruksi Gedung Kebudayaan Sumatera Barat. *Jurnal Civronlit Unbari*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v5i2.67>
- Izmai, F. N. (2022). Implementasi Pengendalian Risiko untuk Meminimalisir Kerugian. *Jurnal Riset Mahasiswa Ekonomi (RITMIK)*, 4, 65–74.
- Ketut, I., Dan, S., & Broto, A. B. (2011). Identifikasi Dan Penanganan Risiko K3 Pada Proyek Konstruksi Gedung Studi kasus : Proyek Gedung Centro City Recidences. In *JANUARI* (Vol. 10, Number 1).
- Leung, C. C., Yu, I. T. S., & Chen, W. (2012). Silicosis. *The Lancet*, 379(9830), 2008–2018. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60235-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60235-9)
- Mar'aini, Mustofa, R., Bakce, R., & Nefrida. (2023). Sosialisasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja Pada Tenaga Kerja Usaha IKM Karya Unisi di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3, 155–160.
- Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, & Akbarzadeh M. (2014). Factors affecting occupational accidents in the construction). In *Original Article 88 JOHE, Spring* (Vol. 3, Number 2). www.SID.ir
- Nalhadi, A., & Rizaal, A. (2015). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko K3 Pada Tindakan Perawatan & Perbaikan Menggunakan Metode Hirarc (Hazard Identification and Risk Assesment Risk Control) Pada PT. X. In *Seminar Nasional Riset Terapan* (Vol. 12).
- Naveca, F. G., Nascimento, V., de Souza, V. C., Corado, A. de L., Nascimento, F., Silva, G., Costa, Á., Duarte, D., Pessoa, K., Mejía, M., Brandão, M. J., Jesus, M., Gonçalves, L., da Costa, C. F., Sampaio, V., Barros, D., Silva, M., Mattos, T., Pontes, G., ... Bello, G. (2021). COVID-19 in Amazonas, Brazil, was driven by

the persistence of endemic lineages and P.1 emergence. *Nature Medicine*, 27(7), 1230–1238. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01378-7>

NIOSH. (2002). *Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica* (DHHS Publication). U.S. Department of Health and Human Services. www.cdc.gov/niosh

Prasetyo, B., Eka Yulia Retnani, W., & Laily Muhimmatul Ifadah, N. (2022). *Analisis Strategi Mitigasi Risiko Supply Chain Management Menggunakan House of Risk (HOR)*. 16(2).

Ramdan, & Fauzi. (2017). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko pada Divisi Boiler Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (HIRARC). *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 1(2). <https://doi.org/10.21111/jihoh.v1i1.752>

Rikky L.J Silban. (2024). *Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hirarc Pada Proyek Revitalisasi Stadion Kebun Bunga*. Universitas Medan Area.

Siahaan, F. (2015). *Tinjauan Tentang Pekerjaan Arsitektur Dalam Proyek Konstruksi dengan Pendekatan pada Bangunan Gedung Bertingkat*. 3(1).

Situmorang -, B. E., Risiko, A., Pembangunan, P., Konstruksi, P., & Gedung, B. (2018). *Analisis Risiko Pelaksanaan Pembangunan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung*.

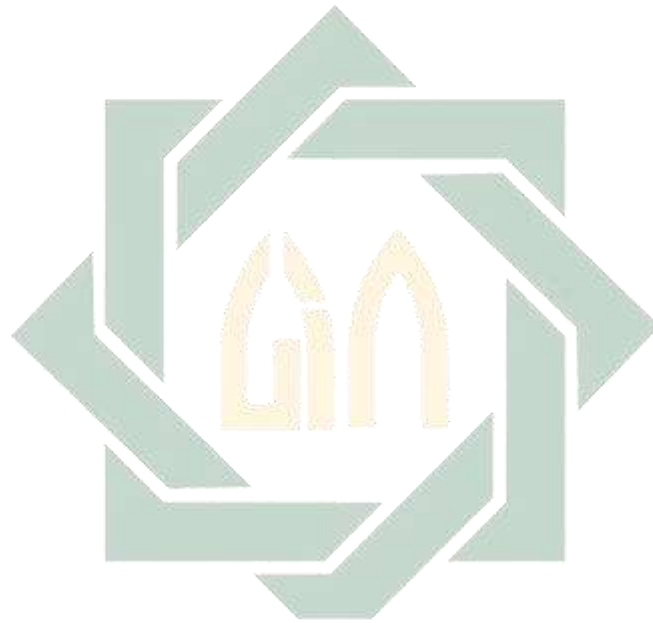
Tan, T., Xu, X., Gu, H., Cao, L., Liu, T., Zhang, Y., Wang, J., Chen, M., Li, H., & Ge, X. (2024). The Characteristics, Sources, and Health Risks of Volatile Organic Compounds in an Industrial Area of Nanjing. *Toxics*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/toxics12120868>

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja (1970).

Wijaya, A., Panjaitan, T. W. S., & Palit, H. C. (2015). Evaluasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Metode HIRARC pada PT Charoen Pokphand Indonesia. In *Charoen Pokphand Indonesia/ Jurnal Titra* (Vol. 3, Number 1).

Zielinski Nguyen Ajslev, J., Elisabeth Eistrup Nimb, I., & Friis Andersen, M. (2024). In the name of safety - safety monitoring and the development of the Duty, Utility, Virtue framework for ethical consideration. *Safety Science*, 173, 106448. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106448>

Zielinski Nguyen Ajslev, J., & Elisabeth Ejstrup Nimb, I. (2022). Virtual design and construction for occupational safety and health purposes – A review on current gaps and directions for research and practice. In *Safety Science* (Vol. 155). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105876>



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A