

No. 54/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2026

SKRIPSI

**INTEGRASI BIM DAN STANDAR K3 DALAM EVALUASI SISTEM
TANGGAP DARURAT**

**(Studi Kasus: Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta)**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

Astrid Sihombing
NIM 2201421037

Pembimbing :

Safri, S. T., M. T.
NIP 198705252020121010

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

INTEGRASI BIM DAN STANDAR K3 DALAM EVALUASI SISTEM TANGGAP DARURAT

(STUDI KASUS: BENGKEL DAN LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA)

yang disusun oleh **Astrid Sihombing (2201421037)** telah disetujui dosen
pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Skripsi Tahap 2

Pembimbing

Safri, S. T., M. T.

NIP 198705252020121010



HALAMAN PENGESAHAN

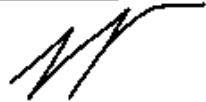
Laporan skripsi berjudul :

INTEGRASI BIM DAN STANDAR K3 DALAM EVALUASI SISTEM TANGGAP DARURAT

(Studi Kasus: Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta)

yang disusun oleh **Astrid Sihombing (2201421037)** telah dipertahankan dalam Sidang
Skripsi Tahap 2 di depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal 23 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Sidiq Wacono, S.T., M.T. NIP 19640107198803	
Anggota	Agung Budi Broto, S.T., M.T. NIP 196304021989031003	
Anggota	Nunung Martina, S.T., M.Si NIP 196703081990032001	

Mengetahui

**Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta**


Astrid Sihombing, S.T., M.T.
NIP 196605181990102001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Astrid Sihombing
NIM : 2201421037
Program Studi : D4 – Teknik Konstruksi Gedung
Alamat e-mail : astrid.sihombing.ts22@mhswn.pnj.ac.id
Judul Naskah : Integrasi BIM Dan Standar K3 Dalam Evaluasi Sistem Tanggap Darurat (Studi Kasus: Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta)

Saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiarisme, dan belum pernah digunakan dalam kegiatan akademis lainnya.

Jika dikemudian hari terbukti bahwa tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap batal dan saya bersedia menerima sanksi yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 28 Juli 2026

Yang menyatakan,



(Astrid Sihombing)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan atas segala kebaikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Integrasi BIM Dan Standar K3 Dalam Evaluasi Sistem Tanggap Darurat” dengan baik. Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta. Skripsi ini membahas evaluasi sistem tanggap darurat yang meliputi ketersediaan dan kesesuaian APAR, jalur evakuasi, dan kotak P3K berdasarkan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan memanfaatkan Building Information Modeling (BIM) sebagai media pemodelan dan komunikasi.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, semangat, dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Safri, S. T., M. T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, semangat, serta arahnya.
2. Dosen penguji, yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat berharga dalam penyempurnaan Skripsi ini.
3. Ibu Istiatun, S. T., M. T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Mudiono Kasmuri, S. T., M. Eng., Ph. D., selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung.
5. Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) sebagai institusi yang telah memberikan fasilitas dan dukungan akademik dalam penelitian ini.
6. PT Glodon Indonesia yang telah memberikan izin dalam penggunaan perangkat lunak serta fasilitas yang membantu dalam proses penelitian ini.
7. Kedua orang tua tercinta, yang selalu mendoakan penulis sehingga penulis bisa kuat dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas cinta, pengorbanan, dan dukungan yang tidak pernah berhenti.
8. Adik penulis, yang selalu memberikan semangat dan doa dalam setiap proses yang penulis jalani.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Seseorang yang tidak disebutkan namanya, tetapi sangat spesial bagi penulis. Terima kasih untuk doa, cinta, dan dukungannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman 4 TKG 2, secara khusus Ahmad Rayhan yang menjadi *partner* magang penulis, dan Galuh Lutfia yang menemani penulis saat pengambilan data untuk penulisan skripsi ini.
11. Dan tidak lupa, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada diri sendiri yang tetap waras dan telah berhasil berjuang sampai sejauh ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki keterbatasan dan kekurangan, baik dari sisi data, metode, maupun analisis yang disajikan. Oleh karena itu, masukan dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki penelitian ini di masa yang akan datang. Selain sebagai syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar sarjana, penulis berharap hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil, terutama dalam bidang K3.

Jakarta, 10 Juni 2026

Astrid Sihombing

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu (<i>State of The Art</i>)	6
2.2 Keterbaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	8
2.3 Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta..	11
2.3.1 Fungsi Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil.....	13
2.3.2 Risiko Keselamatan pada Bengkel dan Laboratorium	14
2.3.3 Kebutuhan Fasilitas Tanggap Darurat.....	16
2.4 Sistem Tanggap Darurat	17
2.4.1 Pengertian Sistem Tanggap Darurat.....	17
2.4.2 Tujuan Sistem Tanggap Darurat	18



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.3	Kotak P3K.....	19
2.4.4	APAR	24
2.4.5	Jalur Evakuasi	28
2.5	Building Information Modeling (BIM)	34
2.5.1	Pengertian <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	34
2.5.2	Manfaat dan Keunggulan BIM.....	35
2.5.3	BIM 8D	37
2.5.4	Glodon.....	38
2.6	Integrasi BIM dan Standar K3	41
2.6.1	Konsep Integrasi BIM dan K3	41
2.6.2	BIM dalam Evaluasi Sistem Tanggap Darurat.....	41
BAB III METODOLOGI		43
3.1	Lokasi dan Objek Penelitian	43
3.2	Alat dan Software Penelitian	45
3.3	Tahap Penelitian	45
3.3.1	Identifikasi Masalah	48
3.3.2	Studi Literatur	48
3.3.3	Tahap Pengumpulan Data	49
3.3.4	Tahap Pengolahan Data.....	52
3.3.5	Tahapan Analisis Data	61
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN		64
4.1	Data Objek.....	64
4.1.1	Data Umum Objek	64
4.1.2	Kondisi Eksisting Fasilitas Tanggap Darurat (APAR, Kotak P3K, dan Jalur Evakuasi)	65
4.1.3	Pemodelan Hasil Pengukuran (Gedung N dan P) dan Pengumpulan Data Gambar DED PUT (Gedung O) Menggunakan AutoCAD.....	81
4.2	Pengolahan Data	84
4.2.1	Hasil Evaluasi Observasi dan Wawancara Mengenai Fasilitas Tanggap Darurat Bengkel dan Laboratorium Politeknik Negeri Jakarta.....	84



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2 Hasil Permodelan Bangunan dan Fasilitas Tanggap Darurat Dengan Cubicost TAS 2025	125
4.2.3 Hasil Pemodelan Komunikasi Virtual Fasilitas Sistem Tanggap Darurat Dengan Menggunakan BIM.....	129

4.3 Analisis	134
--------------------	-----

BAB V PENUTUP	144
----------------------------	------------

5.1 Kesimpulan	144
----------------------	-----

5.2 Saran	145
-----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA.....	147
----------------------------	------------

LAMPIRAN.....	150
----------------------	------------





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2-2 Novelty	9
Tabel 2-3 Ruang/Area Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil PNJ	12
Tabel 2-4 Tabel Resiko dan Dampak Keselamatan Pada Bengkel dan Laboratorium	15
Tabel 2-5 Matriks Risiko (Likelihood × Impact).....	15
Tabel 2-6 Kategori Risiko Potensial Bengkel dan Laboratorium Berdasarkan Literatur.....	16
Tabel 2-7 Fasilitas Tanggap Darurat Pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil 16	
Tabel 2-8 Dasar Hukum Penyediaan Kotak P3K di Tempat Kerja	19
Tabel 2-9 Standar dan Ketentuan Kotak P3K.....	21
Tabel 2-10 Klasifikasi Kotak P3K Berdasarkan PER.15/MEN/VIII/2008.....	22
Tabel 2-11 Klasifikasi dan Isi Kotak P3K Tipe A, B, dan C.....	22
Tabel 2-12 Standar Jumlah Kotak P3K Berdasarkan Jumlah Pekerja	23
Tabel 2-13 Peraturan yang Mengatur APAR di Indonesia	25
Tabel 2-14 Standar dan Ketentuan APAR	26
Tabel 2-15 Jenis APAR dan Fungsinya	27
Tabel 2-16 Standar Penempatan APAR.....	27
Tabel 2-17 Regulasi Jalur Evakuasi di Indonesia	29
Tabel 2-18 Standar Teknis Jalur Evakuasi Bangunan Gedung.....	31
Tabel 2-19 Hubungan Luas Bangunan dan Lebar Jalur Evakuasi	33
Tabel 2-20 Manfaat dan Keunggulan BIM dalam Evaluasi Sistem Tanggap Darurat	36
Tabel 2-21 Produk BIM Glodon	39
Tabel 2-22 Perbedaan Cubicost TAS 2025 dengan Versi Sebelumnya.....	40
Tabel 3-1 Alat Penelitian Yang Digunakan	45
Tabel 3-2 Literatur Yang Digunakan	49
Tabel 3-3 Format Evaluasi Observasi	53
Tabel 3-4 Format Evaluasi Wawancara	54
Tabel 3-5 Format Tabel Perhitungan Evaluasi Observasi	55
Tabel 3-6 Indikator Warna Sistem Tanggap Darurat Sesuai Standar K3	59



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 3-7 Format Analisis Kesesuaian Fasilitas Tanggap Darurat Dengan Regulasi Yang Berlaku	61
Tabel 3-8 Format Validasi Pakar	61
Tabel 3-9 Kriteria Validator.....	62
Tabel 3-10 Format Pernyataan Validator	62
Tabel 4-1 Dokumentasi dan Keterangan Fasilitas Tanggap Darurat	66
Tabel 4-2 Hasil Observasi Bengkel Kerja Batu	85
Tabel 4-3 Hasil Observasi Bengkel Kayu.....	87
Tabel 4-4 Hasil Observasi Bengkel Baja	89
Tabel 4-5 Hasil Observasi Bengkel Beton.....	91
Tabel 4-6 Hasil Observasi Bengkel Perancah.....	93
Tabel 4-7 Hasil Observasi Bengkel Perkerasan Jalan.....	95
Tabel 4-8 Hasil Observasi Bengkel Drainase dan Bangunan Air.....	97
Tabel 4-9 Hasil Observasi Lab Ukur Tanah	99
Tabel 4-10 Hasil Observasi Lab Hidrolika dan Mekanika Fluida	101
Tabel 4-11 Hasil Observasi Lab Struktur.....	103
Tabel 4-12 Hasil Observasi Ruang PUTI.....	105
Tabel 4-13 Hasil Observasi Ruang KBK Struktur, Material, dan SDA.....	107
Tabel 4-14 Hasil Observasi Ruang BHP 1.....	109
Tabel 4-15 Hasil Observasi Lab Uji Material	111
Tabel 4-16 Hasil Observasi Lab Uji Tanah.....	113
Tabel 4-17 Hasil Wawancara Narasumber 1 (Gedung N).....	115
Tabel 4-18 Hasil Wawancara Narasumber 2 (Gedung O)	116
Tabel 4-19 Hasil Wawancara Narasumber 3 (Gedung P).....	118
Tabel 4-20 Rangkuman Hasil Observasi dan Wawancara Mengenai APAR, Jalur Evakuasi, dan Kotak P3K Pada Setiap Ruang	120
Tabel 4-21 Presentase Jawaban Hasil Observasi	122
Tabel 4-22 Visualisasi APAR, Jalur Evakuasi, dan Kotak P3K Pada Bangunan	128
Tabel 4-23 Visualisasi APAR, Jalur Evakuasi, dan Kotak P3K Yang Sudah Dianalisis dan Diberi Warna	133
Tabel 4-24 Hasil Analisis Kesesuaian Fasilitas Tanggap Darurat Dan Regulasi	135
Tabel 4-25 Hasil Validasi Pakar	140
Tabel 4-26 Validasi Tingkat Keakuratan Visualisasi Komunikasi Menggunakan BIM	142

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Denah Politeknik Negeri Jakarta	12
Gambar 2-2 Fasilitas Tanggap Darurat	17
Gambar 2-3 Contoh Kotak P3K Yang Sesuai Untuk Bengkel dan Laboratorium.....	24
Gambar 2-4 APAR <i>Dry Chemical Powder</i>	28
Gambar 2-5 Dimensi BIM	35
Gambar 2-6 Tampilan Salah Satu Produk BIM Glodon	39
Gambar 2-7 Logo TAS.....	40
Gambar 2-8 Visualisasi BIM dalam Permodelan Fasilitas Tanggap Darurat.....	42
Gambar 3-1 Tampak Luar Gedung N	43
Gambar 3-2 Tampak Luar Gedung O	44
Gambar 3-3 Tampak Luar Gedung P.....	44
Gambar 3-4 Diagram Alir Tahapan Penelitian	47
Gambar 3-6 Membuat Proyek Baru.....	51
Gambar 3-7 Membuat Elemen Pada Bangunan.....	51
Gambar 3-8 Arsir Menggunakan <i>Hatch</i>	51
Gambar 3-5 Format Grafik Hasil Evaluasi Observasi	56
Gambar 3-9 Membuat Project Baru	57
Gambar 3-10 Mengatur Lantai dan Elevasi	57
Gambar 3-11 Membuat Grid.....	57
Gambar 3-12 Membuat Elemen Yang Diinginkan	58
Gambar 3-13 Membuat APAR, Kotak P3K, dan Simbol Evakuasi.....	58
Gambar 3-14 Contoh APAR Yang Telah Diberi Indikator Warna.....	60
Gambar 4-1 Lokasi Objek Penelitian.....	64
Gambar 4-2 Dokumentasi Observasi	65
Gambar 4-3 Dokumentasi Pengukuran Bangunan.....	81
Gambar 4-4 Hasil Pengumpulan Gambar Bangunan	81
Gambar 4-5 Denah Gedung N dan P.....	82
Gambar 4-6 Denah Lantai 1 Gedung PUT (Gedung O)	83
Gambar 4-7 Dokumentasi Observasi	84
Gambar 4-8 Dokumentasi Wawancara Dengan Pihak Pekerja Pada Bengkel.....	84
Gambar 4-9 Dokumentasi Wawancara Dengan Pekerja Pada Laboratorium	85



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4-10 Grafik Persentase Kesesuaian Fasilitas Tanggap Darurat Pada Area Penelitian.....	123
Gambar 4-11 Denah dan Fasilitas Tanggap Darurat Gedung N	125
Gambar 4-12 Denah dan Fasilitas Tanggap Darurat Gedung N	126
Gambar 4-13 Denah dan Fasilitas Tanggap Darurat Gedung O	126
Gambar 4-14 Denah dan Fasilitas Tanggap Darurat Gedung O	127
Gambar 4-15 Denah dan Fasilitas Tanggap Darurat Gedung P	127
Gambar 4-16 Denah dan Fasilitas Tanggap Darurat Gedung P	128
Gambar 4-17 Informasi Fasilitas Tanggap Darurat Dengan Pemodelan BIM Pada Gedung N	130
Gambar 4-18 Informasi Fasilitas Tanggap Darurat Dengan Pemodelan BIM Pada Gedung N	130
Gambar 4-19 Informasi Fasilitas Tanggap Darurat Dengan Pemodelan BIM Pada Gedung O	131
Gambar 4-20 Informasi Fasilitas Tanggap Darurat Dengan Pemodelan BIM Pada Gedung O	131
Gambar 4-21 Informasi Fasilitas Tanggap Darurat Dengan Pemodelan BIM Pada Gedung P	132
Gambar 4-22 Informasi Fasilitas Tanggap Darurat Dengan Pemodelan BIM Pada Gedung P	132
Gambar 4-23 Barcode Pemodelan Komunikasi Fasilitas Tanggap Darurat Dengan TAS 2025	134



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Asistensi Pembimbing.....	161
Lampiran 2 Lembar Asistensi Penguji.....	164





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi konstruksi dan manajemen fasilitas mendorong penerapan sistem tanggap darurat yang lebih terintegrasi, khususnya pada lingkungan pendidikan vokasi yang memiliki berbagai potensi bahaya kerja. Bengkel dan laboratorium merupakan fasilitas pembelajaran praktik yang melibatkan penggunaan peralatan mekanis, instalasi listrik, serta berbagai aktivitas teknis yang berisiko menimbulkan kecelakaan kerja maupun kondisi darurat. Oleh karena itu, penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada bengkel dan laboratorium menjadi aspek penting untuk menjamin keselamatan pengguna fasilitas pendidikan (Indrayani & Sulianti, 2014).

Sistem tanggap darurat merupakan bagian dari penerapan K3 yang bertujuan meminimalkan dampak kecelakaan maupun bencana melalui penyediaan sarana keselamatan yang memadai. Fasilitas seperti Alat Pemadam Api Ringan (APAR), kotak Pertolongan Pertama pada Kecelakaan (P3K), dan jalur evakuasi harus tersedia serta memenuhi standar yang berlaku agar mampu mendukung penanganan keadaan darurat secara cepat dan efektif (Pasaribu et al., 2024). Namun, faktanya menunjukkan bahwa masih ditemukan ketidaksesuaian pada fasilitas tanggap darurat, seperti kelengkapan sarana yang kurang memadai maupun penempatan yang belum sesuai standar (Saputra et al., 2022).

Di lingkungan bengkel dan laboratorium pendidikan, kondisi tersebut dapat menghambat penanganan awal ketika terjadi kecelakaan kerja atau gangguan kesehatan saat kegiatan praktikum berlangsung. Ketersediaan fasilitas tanggap darurat yang memadai sangat diperlukan untuk mendukung respons awal sebelum korban mendapatkan penanganan lebih lanjut. Oleh karena itu, evaluasi terhadap sistem tanggap darurat menjadi langkah penting dalam meningkatkan kesiapsiagaan dan keselamatan pengguna fasilitas pendidikan (Awaliah et al., 2025).

Evaluasi sistem tanggap darurat selama ini umumnya dilakukan melalui inspeksi lapangan dan dokumentasi konvensional sehingga informasi terkait fasilitas keselamatan sering kali tidak terintegrasi dengan kondisi bangunan secara



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menyeluruh. Akibatnya, proses identifikasi risiko, pemantauan fasilitas, dan pengambilan keputusan menjadi kurang efektif (An et al., 2023).

Building Information Modeling (BIM) merupakan teknologi digital yang mampu mengintegrasikan informasi fisik dan fungsional bangunan ke dalam model tiga dimensi berbasis data. Selain dimanfaatkan pada tahap perencanaan dan konstruksi, BIM juga berkembang sebagai sarana manajemen fasilitas dan keselamatan bangunan. Melalui BIM, informasi mengenai lokasi APAR, kotak P3K, dan jalur evakuasi dapat divisualisasikan secara lebih akurat sehingga mendukung proses evaluasi dan pengelolaan sistem tanggap darurat (Fagnoli & Lombardi, 2020).

Pemanfaatan BIM dalam aspek keselamatan terus berkembang melalui konsep BIM 8D yang mengintegrasikan informasi keselamatan dan kesehatan kerja ke dalam model bangunan. Penerapan BIM untuk keselamatan dan evakuasi darurat terbukti mampu meningkatkan visualisasi risiko, mendukung simulasi evakuasi, serta membantu pengambilan keputusan dalam kondisi darurat (Hawari & Sutantiningrum, 2026; Sun & Turkan, 2020). Namun, penerapan BIM untuk evaluasi sistem tanggap darurat pada fasilitas pendidikan vokasi masih relatif terbatas sehingga memerlukan kajian lebih lanjut.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas penerapan BIM dalam aspek keselamatan maupun evaluasi fasilitas tanggap darurat, sebagian besar penelitian masih berfokus pada proyek konstruksi atau bangunan komersial. Penelitian yang mengintegrasikan BIM dengan standar K3 untuk mengevaluasi sistem tanggap darurat pada bengkel dan laboratorium pendidikan vokasi masih sangat terbatas. Selain itu, evaluasi yang dilakukan umumnya bersifat deskriptif dan belum mengukur tingkat kesesuaian fasilitas tanggap darurat secara kuantitatif berdasarkan indikator standar K3. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) berupa belum tersedianya model evaluasi yang mampu mengintegrasikan visualisasi BIM dengan penilaian kuantitatif terhadap kondisi fasilitas tanggap darurat pada lingkungan pendidikan vokasi.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan model evaluasi sistem tanggap darurat yang mengintegrasikan Building Information Modeling (BIM) dengan standar K3 melalui pendekatan kuantitatif. Penelitian ini tidak hanya memvisualisasikan lokasi fasilitas keselamatan dalam model BIM 3D, tetapi juga memberikan penilaian tingkat kesesuaian setiap fasilitas tanggap darurat menggunakan indikator berbasis standar K3 yang dinyatakan dalam bentuk skor dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

persentase kesesuaian. Hasil penilaian tersebut kemudian diintegrasikan ke dalam model BIM sehingga menghasilkan visualisasi kondisi fasilitas berdasarkan tingkat pemenuhannya terhadap standar. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi prioritas perbaikan secara lebih objektif, terukur, dan informatif dibandingkan evaluasi konvensional yang hanya bersifat deskriptif.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengintegrasikan Building Information Modeling (BIM) dan standar K3 dalam evaluasi sistem tanggap darurat pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan model evaluasi tanggap darurat yang lebih terintegrasi, informatif, dan efektif dalam mendukung peningkatan keselamatan pengguna fasilitas pendidikan.

1.2 Perumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

- Bagaimana kondisi sistem tanggap darurat pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta berdasarkan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), yang meliputi APAR, jalur evakuasi, dan kotak P3K?
- Bagaimana penerapan Building Information Modeling (BIM) menggunakan software Cubicost TAS 2025 dalam pemodelan sistem tanggap darurat pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta?
- Bagaimana peran BIM dalam pemodelan tingkat kesesuaian sistem tanggap darurat pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta terhadap standar K3 yang berlaku?

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- Penelitian dilakukan pada bangunan Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta sebagai objek studi kasus.
- Evaluasi sistem tanggap darurat meliputi analisis APAR, kotak P3K, dan jalur evakuasi.
- Standar K3 yang digunakan mengacu pada peraturan dan standar keselamatan bangunan gedung yang berlaku di Indonesia.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- d. Penelitian tidak membahas perhitungan struktur bangunan, analisis kekuatan konstruksi, maupun perencanaan ulang desain bangunan.
- e. Data penelitian diperoleh hasil observasi lapangan, dokumentasi, DED, serta referensi standar K3 yang relevan.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

- a. Menganalisis kondisi sistem tanggap darurat pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta berdasarkan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), meliputi APAR, jalur evakuasi, kotak P3K.
- b. Memodelkan sistem tanggap darurat menggunakan Building Information Modeling (BIM) dengan software Cubicost TAS 2025 pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
- c. Memodelkan tingkat kesesuaian sistem tanggap darurat Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil PNJ terhadap standar K3 yang berlaku dengan memanfaatkan BIM.

1.5 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan dalam penelitian ini akan dibagi menjadi lima bab sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini, akan dibahas latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dari penelitian, serta sistematika penulisan skripsi. Di bab ini, akan dijelaskan pentingnya integrasi Building Information Modeling (BIM) dan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam evaluasi sistem tanggap darurat pada gedung Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini terdapat berbagai teori dan referensi yang mendasari penelitian, termasuk penjelasan mengenai bengkel dan laboratorium teknik sipil, sistem tanggap darurat pada bengkel dan laboratorium teknik sipil, Building Information Modeling (BIM), integrasi BIM dan standar Keselamatan dan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Kesehatan Kerja (K3), serta penelitian terdahulu yang memiliki relevansi. Selain teori dan referensi, pada bab ini akan dijelaskan keterbaruan dari penelitian ini. Bab ini juga memberikan dasar peraturan dan standar yang digunakan dalam penilaian sistem tanggap darurat.

c. BAB III METODOLOGI

Pada bab ini, akan dijelaskan lokasi serta objek yang diteliti, alat dan software yang digunakan dalam penelitian, tahap-tahap penelitian, jenis data yang dikumpulkan, teknik pengumpulan data, serta cara analisis data.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil observasi dan wawancara terhadap sistem tanggap darurat pada bengkel dan laboratorium Teknik. Selain itu, bab ini menampilkan hasil pemodelan Building Information Modeling (BIM) yang telah diintegrasikan dengan komponen sistem tanggap darurat, meliputi Alat Pemadam Api Ringan (APAR), kotak Pertolongan Pertama pada Kecelakaan (P3K), dan jalur evakuasi. Selanjutnya, disajikan hasil identifikasi dan analisis terhadap keberadaan, kondisi, serta kesesuaian komponen tanggap darurat tersebut berdasarkan standar K3 yang berlaku dengan pemodelan BIM.

e. BAB V PENUTUP

Di bab ini akan disampaikan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan penelitian yang akan datang maupun penerapan integrasi BIM dan standar K3 dalam bangunan pendidikan atau fasilitas lainnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi lapangan, pengukuran bangunan, pengumpulan data gambar DED, analisis kesesuaian terhadap regulasi, serta pemodelan menggunakan Building Information Modeling (BIM), diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil evaluasi sistem tanggap darurat pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, komponen APAR dengan tingkat kesesuaian tertinggi terdapat pada Bengkel Beton sebesar 87,5%, sedangkan beberapa area seperti Bengkel Perkerasan Jalan, Bengkel Drainase dan Bangunan Air, Laboratorium Hidrolika dan Mekanika Fluida, Laboratorium Struktur, Ruang PUTI, dan Ruang KBK memperoleh nilai 0%. Pada komponen jalur evakuasi, tingkat kesesuaian tertinggi ditemukan pada Bengkel Perancah sebesar 83,3%, sedangkan nilai terendah terdapat pada Bengkel Batu, Bengkel Perkerasan Jalan, dan Bengkel Drainase dan Bangunan Air sebesar 41,7%. Untuk kotak P3K, tingkat kesesuaian tertinggi juga terdapat pada Bengkel Perancah sebesar 80,0%, sementara nilai terendah ditemukan pada Bengkel Perkerasan Jalan dan Bengkel Drainase dan Bangunan Air sebesar 0%. Secara keseluruhan, Bengkel Perancah merupakan area dengan tingkat kesiapan tanggap darurat terbaik karena memiliki kesesuaian APAR 75,0%, jalur evakuasi 83,3%, dan kotak P3K 80,0%, sedangkan Bengkel Perkerasan Jalan dan Bengkel Drainase dan Bangunan Air menjadi area dengan tingkat kesiapan terendah karena hanya memenuhi aspek jalur evakuasi sebesar 41,7% dan belum memenuhi standar pada komponen APAR maupun kotak P3K.
- b. Pemodelan Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta berhasil dilakukan menggunakan metode Building Information Modeling (BIM) melalui pengukuran langsung kondisi eksisting bangunan dan pengumpulan data Detail Engineering Design (DED) sebagai dasar pemodelan. Selain pemodelan bangunan, dilakukan pula pemodelan 16 unit APAR, 6 kotak P3K, dan 6 kelompok rambu jalur evakuasi yang ditempatkan sesuai kondisi aktual di lapangan. Hasil pemodelan BIM

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mampu menampilkan lokasi dan persebaran setiap fasilitas tanggap darurat secara visual dan terintegrasi, sehingga memudahkan proses identifikasi, evaluasi, serta pengelolaan fasilitas keselamatan pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

- c. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan mengacu pada standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dari studi literatur, observasi lapangan, dan wawancara, sebanyak 16 unit APAR, 6 kotak P3K, dan 6 kelompok rambu jalur evakuasi berhasil dievaluasi dan divisualisasikan menggunakan metode Building Information Modeling (BIM). Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 16 APAR yang ditinjau, terdapat 12 APAR berkategori kuning, 3 APAR berkategori merah, dan 1 APAR berkategori hijau. Pada fasilitas kotak P3K, diperoleh 4 kotak P3K berkategori kuning dan 2 kotak P3K berkategori hijau, sedangkan seluruh 6 kelompok jalur evakuasi memperoleh kategori hijau. Penerapan pewarnaan pada model BIM tersebut mampu menampilkan tingkat kesesuaian setiap fasilitas tanggap darurat secara visual sehingga memudahkan identifikasi kondisi eksisting dan mendukung proses evaluasi sistem tanggap darurat pada Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- Bengkel dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta perlu melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan fasilitas tanggap darurat secara berkala untuk memastikan seluruh fasilitas berada dalam kondisi siap digunakan ketika terjadi keadaan darurat.
- Kelengkapan isi kotak P3K perlu disesuaikan dengan ketentuan Permenakertrans Nomor PER.15/MEN/VIII/2008, termasuk penggantian perlengkapan yang rusak, habis, atau telah melewati masa kedaluwarsa.
- Perlu dilakukan evaluasi berkala terhadap penempatan APAR, kondisi fisik APAR, masa berlaku, serta pemasangan tanda APAR agar tetap sesuai dengan standar yang berlaku.
- Jalur evakuasi perlu dipastikan dilengkapi dengan rambu evakuasi yang jelas dan mudah terlihat oleh seluruh pengguna bangunan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- e. Pengelola bengkel dan laboratorium disarankan untuk memanfaatkan model BIM yang telah dibuat sebagai media pengelolaan fasilitas keselamatan, dokumentasi aset, serta dasar pengembangan sistem tanggap darurat yang lebih terintegrasi di masa mendatang.
- f. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan implementasi BIM tidak hanya pada APAR, kotak P3K, dan jalur evakuasi, tetapi juga pada fasilitas tanggap darurat lainnya seperti alarm kebakaran, lampu darurat, titik kumpul (assembly point), hidran, serta simulasi evakuasi berbasis BIM 4D atau BIM 8D untuk meningkatkan efektivitas manajemen keselamatan bangunan.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- An, X., Yin, Z., Tong, Q., Fang, Y., Yang, M., Yang, Q., & Meng, H. (2023). An Integrated Resilience Assessment Methodology For Emergency Response Systems Based On Multi-Stage STAMP And Dynamic Bayesian Networks.
- Apriyani, Y., Tarwaka, P., & Asyfiradayati, S. (2017). Evaluasi Sistem Tanggap Darurat Kebakaran Dengan Metode Plan-Do-Check-Action (PDCA) Sebagai Upaya Pencegahan Dan Penanggulangan Bencana Di RS Islam Klaten.
- Awaliah, R., Triyoga, D., Chairunissa, N., Riastini, N., & Zuhairini, R. (2025). Kesiapsiagaan dan Kapasitas Tanggap Darurat Layanan Medis Gawat Darurat (Emergency Medical Services) terhadap Bencana: Scoping Review. *Jurnal Siti Rufaidah*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-1746-2000: Tata Cara Perencanaan Dan Pemasangan Sarana Jalan Keluar Untuk Penyelamatan Terhadap Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). SNI 03-6574-2001: Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda Arah, Dan Sistem Peringatan Bahaya Pada Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional.
- Dimas, M., Sutjipto, A., & Adesta, E. (2024). Implementasi Sistem Tanggap Darurat Kebakaran Pada Gedung Utama Di Industri Pupuk. *Ganec Swara*.
- Ding, Z., Xu, S., Xie, X., Zheng, K., Wang, D., Fan, J., Li, H., & Liao, L. (2023). A Building Information Modeling-Based Fire Emergency Evacuation Simulation System For Large Infrastructures.
- Efendi, A., & Komarudin, D. (2019). Evaluation of the Application of Occupational Safety and Health (OSH) at the Subang State Polytechnic Laboratory. *Automotive Experiences*.
- Fargnoli, M., & Lombardi, M. (2020). Building Information Modelling (BIM) to Enhance Occupational Safety in Construction Activities: Research Trends Emerging from One Decade of Studies. *Buildings*.
- Hartono, W., Handayani, D., & Olivia, J. (2023). Pengaruh penerapan metode Building Information Modeling (BIM) terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sebagai mitigasi kecelakaan kerja pada tahap pemeliharaan gedung menggunakan metode Delphi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hawari, A. F., & Sutantiningrum, K. H. (2026). Inovasi digitalisasi keselamatan konstruksi dengan BIM 8D. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan (JITTER)*, 12(2).
- Idrus, I. (2025). Implementasi BIM pada proyek konstruksi gedung untuk meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko: Studi kasus gedung rumah susun di Kabupaten Gowa.
- Indrayani, I., & Sulianti, I. (2014). Kajian Penerapan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Dalam Proses Belajar Mengajar Di Bengkel Dan Laboratorium Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2021). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 Tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi.
- Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. (2008). Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.15/MEN/VIII/2008 Tentang Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan Di Tempat Kerja.
- Kementerian Tenaga Kerja Republik Indonesia. (1980). Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor PER.04/MEN/1980 Tentang Syarat-Syarat Pemasangan Dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan.
- Manzoor, B., Charef, R., Antwi-Afari, M., Alotaibi, K., & Harirchian, E. (2025). Revolutionizing Construction Safety: Unveiling the Digital Potential of Building Information Modeling (BIM). *Buildings*.
- Nedy, A. (2025). Analisis Implementasi Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan (K3L) dalam Pelaksanaan Praktik Di Workshop Politeknik Gajah Tunggal. *Journal Occupational Health Hygiene and Safety*.
- Pangemanan, S., & Rangkang, J. (2020). Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Laboratorium Konstruksi Sipil Jurusan Teknik Sipil – Politeknik Negeri Manado. *Jurnal Berdaya Mandiri*.
- Pasaribu, N., Oktavia, R., Khairunnisa, T., & Hasibuan, A. (2024). Analisis Sistem Tanggap Darurat Dalam Upaya Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja. *JPM MOCCI : Jurnal Pengabdian Masyarakat Ekonomi, Sosial Sains dan Sosial Humaniora, Koperasi, dan Kewirausahaan*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (1970). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Pemerintah Republik Indonesia. (2012). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 Tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2021 Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.
- Pratama, A. F. F. (2024). Implementasi BIM pada analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pekerjaan pemancangan fondasi tiang pancang dengan menggunakan metode Event Tree Analysis (studi kasus proyek pembangunan Gedung Apartemen Arjuna Yogyakarta).
- Ratih, R. (2025). Penerapan Sistem Manajemen K3 Di Bengkel Las Smk Yp Gajah Mada Palembang. Edutech.
- Safri, S., Sutantiningrum, K. H., & Sutjahjo, K. D. (2023). Analisis Tingkat Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SMK3) Pada Workshop Dan Laboratorium Di Perguruan Tinggi Politeknik (Studi Kasus: Politeknik X). *Journal Of Sustainable Civil Engineering*, 5(1).
- Salsabila, A., Muhajirina, D., Windari, O., & Hasibuan, A. (2024). Analisis Kedaruratan K3 dengan Kejadian Kecelakaan pada Proyek Konstruksi Bangunan di Perumahan Grand Safira Binjai. *Indonesian Journal of Innovation Multidisipliner Research*.
- Saputra, H., Efendi, A., & Makomulamin, M. (2022). Analisis Pelaksanaan Sistem Tanggap Darurat Bencana Kebakaran Di Rsud Arifin Achmad Provinsi Riau. *Media Kesmas (Public Health Media)*.
- Sari, D., Salsabila, T., & Hasibuan, A. (2024). Analisis Komprehensif Kesiapan Kedaruratan Dalam Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri Manufaktur. *JPM MOCCI : Jurnal Pengabdian Masyarakat Ekonomi, Sosial Sains dan Sosial Humaniora, Koperasi, dan Kewirausahaan*.
- Sun, Q., & Turkan, Y. (2020). A BIM-based simulation framework for fire safety management and investigation of the critical factors affecting human evacuation performance. *Adv. Eng. Informatics*, 44, 101093.