

**ANALISIS BAHAYA DAN RISIKO PADA PROSES PRAKTIKUM DI
LABORATORIUM KIMIA TEKSTIL DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *JOB SAFETY ANALYSIS (JSA)* DAN *HAZARD
IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT RISK CONTROL (HIRARC)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Emalynda Cahyaningrum
No. Mahasiswa : 21522254

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 2 Mei 2025



(Emalynda Cahyaningrum)
21522254

SURAT BUKTI PENELITIAN



FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4100, 4101
F. (0274) 895007
E. fti@uii.ac.id
W. fti.uui.ac.id

No : 5/SK-Kajur-Prodi.Rekateks/RT/V/2025
Lamp :-
Hal : Surat Keterangan Izin Akses Lab dan Selesai Penelitian

Kepada Yth.
Sek. Prodi S1 Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Assalamu'alaikum wr. wb

Menanggapi surat Ibu tertanggal 2 Mei 2025 terkait permohonan ijin akses Laboratorium di prodi Rekayasa Tekstil untuk pelaksanaan penelitian, dengan mahasiswa pelaksana penelitian atas nama:

1. Emalynda Cahyaningrum NIM. 21522254

Judul Penelitian: **Analisis Pengendalian Resiko Bahaya dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)**

Dengan ini kami selaku pimpinan prodi Rekayasa Tekstil dan pengelola laboratorium Tekstil Fungsional telah memberikan ijin akses Laboratorium kepada mahasiswa tersebut untuk melakukan penelitian. Kemudian mahasiswa tersebut juga telah menyelesaikan penelitian di Laboratorium Rekayasa Tekstil.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat, agar dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 6 Mei 2025 M

8 Zulkaidah 1446 H

Ketua Program Studi Rekayasa Tekstil



R. H. R. Rebia
Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS BAHAYA DAN RISIKO PADA PROSES PRAKTIKUM DI
LABORATORIUM KIMIA TEKSTIL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *JOB*
SAFETY ANALYSIS* (JSA) DAN *HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT
***RISK CONTROL* (HIRARC)**



Yogyakarta, 04 Juni 2025

Dosen Pembimbing

(Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**ANALISIS BAHAYA DAN RISIKO PADA PROSES PRAKTIKUM DI
LABORATORIUM KIMIA TEKSTIL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *JOB
SAFETY ANALYSIS (JSA) DAN HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT
RISK CONTROL (HIRARC)***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Emalynda Cahyaningrum
No. Mahasiswa : 21522254

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 04 Juni 2025

Tim Penguji

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.

Ketua

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T

Anggota I

Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I.,
IPM.

Anggota II

Atyanti Dyah Prabaswari
010625

Wahyudhi Sutrisno



Muhammad Ridwan Andi Purnomo

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
NIK 01522010

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah hirabbil' alamin, dengan penuh rasa syukur, kupersembahkan karya ini untuk kedua orang tua tercinta Bapak Cahyono dan Ibu Zazimah yang selalu memberikan doa, cinta, dan dukungan tanpa henti. Kepada keluarga besar yang senantiasa menjadi sumber semangat, serta kepada dosen pembimbing saya Ibu Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc. yang senantiasa membimbing dengan sabar dan selalu memberikan motivasi agar tetap semangat. Serta semua pihak yang membantu dan mendukung saya dalam menyelesaikan karya ini. Dan yang terakhir kupersembahkan juga karya ini untuk diriku sendiri yang telah berjuang, semangat, bertahan, dan terus melangkah hingga titik ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal untuk kontribusi saya di masa depan.

MOTTO

“Bersungguh – sungguhlah untuk mendapatkan apa yang bermanfaat bagimu dan mintalah pertolongan kepada Allah (dalam setiap urusan) serta janganlah sekali – kali engkau merasa lemah”

(HR. Muslim)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuanNya”

(QS. Al – Baqarah : 286)

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(QS. Ar – Rum : 60)

“Bersungguh – sungguhlah, karena sesungguhnya Allah menyukai orang yang bekerja keras”

(HR. Thabrani)

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'amin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisis Bahaya dan Risiko pada Proses Praktikum di Laboratorium Kimia Tekstil dengan Menggunakan Metode *Job Safety Analysis (JSA)* dan *Hazard Identification Risk Assessment Risk Control (HIRARC)*”**. Shalawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang telah membimbing manusia keluar darizaman jahiliyah menuju zaman dengan penuh ilmu pengetahuan.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, bimbingan serta doa dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. Selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM Selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Atyanti Dyah Prabawari, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing laporan Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan serta arahan, motivasi, dan ilmu yang telah beliau berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Agus Taufiq, M.Sc. dan Ibu Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng. selaku dosen Rekayasa Tekstil Universitas Islam Indonesia yang telah menerima dan mengizinkan saya serta membantu dalam pengumpulan data yang diperlukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Kedua orang tua penulis, Bapak Cahyono dan Ibu Zazimah yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan moril maupun material kepada penulis.
7. Saudara – saudara penulis yang sering memberikan dorongan dan motivasi supaya penulis dapat lulus tepat waktu.
8. Seluruh teman seperjuangan penulis, sahabat seperjuangan Diani Tri Kurnia Utami, Sutiwi Rina Riyana, Fikanti Aliyah Pulungan, Wardahni Nima, Prita Nurkhalisa Maradjabessy, Salma Alvita Khairunnisa, dan Arisa Tria Shavira yang sudah menemani dan berjuang bersama penulis sejak semester awal di Teknik Industri.
9. Teman seperjuangan tugas akhir Nisrina Faiza Mufid, Yulia Rahma Aswan, Mutia Putri Gaisani, dan Nada Putri Fauziyah yang sering menjadi teman curhat, berkeluh kesah, teman mengerjakan laporan bersama, mengerjakan revisi bersama, serta menghibur penulis selama mengerjakan tugas akhir.
10. Teman KKN Wyenda Yulista, Safina Zahra Dewayanti yang membantu penulis dalam mengumpulkan data, dan Friska Anggi Finola teman asisten laboratorium rekayasa tekstil yang sangat membantu penulis dalam hal pengumpulan data dan pengolahan data.
11. Semua orang baik yang telah memberikan dorongan, semangat, dan motivasi kepada penulis selama pelaksanaan penelitian sehingga membuat penulis semangat dan dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.
12. Kepada diri sendiri, Emalynda Cahyaningrum yang telah berusaha dalam memperjuangkan gelar S.T ini. Semoga ilmu yang didapatkan berkah dan dapat berguna bagi banyak orang Aamiin.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlimpah rahmat dan karunia atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini belum sempurna sehingga penulis mengharapkan, saran, dan masukan untuk penulisan yang lebih baik di masa yang akan datang. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Aamiin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 2 Mei 2025



(Emalynda Cahyaningrum)

21522254

ABSTRAK

Laboratorium adalah fasilitas atau tempat untuk melakukan percobaan dan investigasi dalam kegiatan ilmiah. Pada laboratorium kimia tekstil terjadi insiden tangan terpapar bahan kimia sehingga mengakibatkan gatal – gatal dan iritasi, kemudian tangan praktikan yang tidak sengaja tergores peralatan praktikum. Penelitian ini menggabungkan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), *Job Safety Analysis* (JSA) untuk menjelaskan potensi bahaya yang timbul selama proses praktikum dan mengendalikan potensi bahaya tersebut. Kemudian selanjutnya dilakukan risk control dengan menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment Risk Control* (HIRARC) yang dibantu dengan metode analisis *5 Whys* dalam penentuan pengendalian risiko akhir yang dapat diterapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlu dilakukan pengendalian risiko dengan penggunaan APD yang sesuai, rekayasa meja kerja ergonomis, pemasangan safety sign, substitusi lemari biasa menjadi lemari khusus, serta penggunaan sepatu boot saat pencucian kain.

Kata Kunci: **Laboratorium, Kimia Tekstil, HIRA, JSA, HIRARC, 5 Whys.**

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Bagi Peneliti	6
1.4.2 Bagi Instansi	6
1.4.3 Bagi Universitas Islam Indonesia	6
1.5 Batasan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Literatur	8
2.1.1 <i>State of the Art</i>	8
2.2 Landasan Teori	17
2.2.1 Praktikum Penyempurnaan dan Pewarnaan	17
2.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	17
2.2.3 Kecelakaan Kerja	18
2.2.4 Risiko	18
2.2.5 <i>Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)</i>	18
2.2.6 <i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	18
2.2.7 <i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)</i>	18
2.2.8 Pengendalian Risiko (<i>Risk Control</i>)	19
2.2.9 Identifikasi Bahaya (<i>Hazard Identification</i>)	19
2.2.10 Penilaian Risiko (<i>Risk Assessment</i>)	20
2.2.11 Pengendalian Risiko (<i>Risk Control</i>)	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Subjek Penelitian	23
3.2 Objek Penelitian	23
3.3 Data Penelitian	23
3.4 Metode Pengumpulan Data	23
3.5 Alur Penelitian	24
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	26
4.1 Profil Laboratorium	26
4.1.1 Laboratorium Universitas Islam Indonesia	26
4.2.2 Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano	28
4.3 Proses Praktikum	29

4.4	Pengolahan Data	30
4.4.2	Identifikasi Bahaya (<i>Hazard Identification</i>).....	31
4.4.3	Identifikasi Risiko.....	35
4.4.4	Penilaian Risiko (<i>Risk Assessment</i>)	39
4.5	<i>Hazard Identification and Risk Assessment</i> (HIRA)	44
4.6	<i>Job Safety Analysis</i> (JSA).....	48
4.7	Pengendalian Risiko (<i>Risk Control</i>) Menggunakan Metode HIRARC	54
4.7.2	Penentuan Prioritas Pengendalian	54
4.7.3	Penentuan Tindakan Pencegahan	56
4.7.4	Risk Rating Setelah Mitigasi	62
BAB V PEMBAHASAN		65
5.2	Praktikum dan Lingkungan Laboratorium	65
5.3	Identifikasi Proses Praktikum	65
5.3.2	Proses Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon dengan Metode (<i>Steaming, Hybrid dan Silikat</i>).....	65
5.3.3	<i>Eco – Print</i>	67
5.4	Analisis Bahaya dan Risiko Menggunakan Metode HIRA JSA	67
5.4.2	Analisis bahaya aktivitas pencapan dan <i>eco print</i>	67
5.4.3	Analisis bahaya aktivitas steaming.....	68
5.4.4	Analisis bahaya aktivitas mencuci kain.....	68
5.4.5	Analisis bahaya aktivitas menyetrika	69
5.4.6	Analisis bahaya aktivitas mengoven.....	69
5.4.7	Analisis bahaya aktivitas mencuci kain dengan deterjen	69
5.4.8	Analisis bahaya aktivitas mencuci kain dengan tawas	70
5.4.9	Analisis bahaya aktivitas menjemur kain percobaan.....	70
5.5	Analisis 5 <i>Whys</i>	71
5.6	Identifikasi Pengendalian Risiko dengan Metode HIRARC	76
5.6.2	Eliminasi.....	76
5.6.3	Substitusi	76
5.6.4	Rekayasa Teknik.....	76
5.6.5	Administratif.....	77
5.6.6	Alat Pelindung Diri (APD)	77
BAB VI PENUTUP		79
6.2	Kesimpulan.....	79
6.3	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN		1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of the Art</i>	12
Tabel 2. 2 Tabel HIRARC.....	19
Tabel 2. 3 Tabel <i>Likelyhood</i>	21
Tabel 2. 4 Tabel <i>Consequences</i>	21
Tabel 2. 5 Matriks Penilaian Risiko.....	22
Tabel 4. 1 Laboratorium Universitas Islam Indonesia.....	26
Tabel 4. 2 Identifikasi Bahaya Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode I.....	31
Tabel 4. 3 Identifikasi Bahaya Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode II.....	32
Tabel 4. 4 Identifikasi Bahaya Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode III.....	32
Tabel 4. 5 Identifikasi Bahaya Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode IV.....	33
Tabel 4. 6 Identifikasi Bahaya <i>Eco – Print</i>	33
Tabel 4. 7 Identifikasi Risiko Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode I.....	35
Tabel 4. 8 Identifikasi Risiko Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode II.....	35
Tabel 4. 9 Identifikasi Risiko Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode III.....	36
Tabel 4. 10 Identifikasi Risiko Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode IV.....	37
Tabel 4. 11 Identifikasi Risiko <i>Eco – Print</i>	37
Tabel 4. 12 Penilaian Risiko Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode I.....	39
Tabel 4. 13 Penilaian Risiko Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode II.....	40
Tabel 4. 14 Penilaian Risiko Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode III.....	41
Tabel 4. 15 Penilaian Risiko Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode IV.....	41
Tabel 4. 16 Penilaian Risiko <i>Eco – Print</i>	42
Tabel 4. 17 HIRA Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode I.....	44
Tabel 4. 18 HIRA Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode II.....	45
Tabel 4. 19 HIRA Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode III.....	45
Tabel 4. 20 HIRA Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode IV.....	46
Tabel 4. 21 HIRA <i>Eco – Print</i>	47
Tabel 4. 22 JSA Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode I.....	48
Tabel 4. 23 JSA Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode II.....	49
Tabel 4. 24 JSA Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode III.....	50
Tabel 4. 25 JSA Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode IV.....	51
Tabel 4. 26 JSA <i>Eco – Print</i>	52
Tabel 4. 27 Penentuan Pengendalian.....	54
Tabel 4. 28 Pengendalian Risiko.....	56
Tabel 4. 29 <i>Risk Rating</i> Setelah Mitigasi.....	62
Tabel 5. 1 Analisis 5 <i>Whys</i>	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Insiden.....	4
Gambar 2. 1 Hirarki Pengendalian Risiko	22
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	24
Gambar 4. 4 Diagram Proses Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode I.....	29
Gambar 4. 5 Diagram Proses Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode II	29
Gambar 4. 6 Diagram Proses Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode III.....	29
Gambar 4. 7 Diagram Proses Pencapan Kain <i>Polyester</i> dan Rayon Metode IV.....	30
Gambar 4. 15 Digaram Proses <i>Eco – Print</i>	30
Gambar 5. 1 Rambu Lantai Licin.....	77
Gambar 5. 2 Sarung Tangan Tahan Panas	78
Gambar 5. 3 Sepatu <i>Boot</i>	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laboratorium adalah tempat latihan, percobaan, dan pengujian teori dan konsep teknologi. Perencanaan, pengorganisasian, pengaturan, pencatatan, dan pemeliharaan adalah semua aspek pengelolaan laboratorium sains dan pendanaan (Gustini, 2020). Laboratorium merupakan ruangan atau bangunan yang dirancang khusus untuk kegiatan pengajaran melalui demonstrasi atau praktik langsung dari materi yang telah dipelajari oleh peserta didik dalam diskusi kelas. Terdapat berbagai macam laboratorium yang di dunia perkuliahan salah satunya merupakan laboratorium yang bergerak dalam bidang tekstil. Laboratorium yang bergerak di bidang tekstil mempelajari berbagai keilmuan mengenai matematika, fisika, kimia, biologi, sosial, budaya, ekonomi, dan seni dengan mentransformasikan material serat, benang, ataupun kain, yang kemudian akan menjadikan sebagai produk – produk yang inovatif. Salah satu praktikum yang dilakukan di laboratorium tekstil yaitu praktikum penyempurnaan dan pewarnaan.

Laboratorium di lingkungan kampus Universitas Islam Indonesia terdapat 58 yang telah terakreditasi ISO 17025. Setiap jenis laboratorium memiliki karakteristik aktivitas dan bahan yang berbeda, yang secara langsung memengaruhi tingkat risiko kerja. Pengelompokan ini penting untuk menentukan fokus dan prioritas dalam penerapan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang sesuai dengan karakteristik masing – masing laboratorium.

Universitas Islam Indonesia memiliki berbagai laboratorium yang memenuhi standar nasional dan internasional, seperti ISO/IEC 17025, ISO 15189, ISO 45001, serta regulasi pemerintah. Laboratorium – laboratorium ini mendukung kegiatan pendidikan, penelitian, pengujian, dan inovasi di berbagai bidang. Laboratorium Pengujian mencakup bidang teknik, mikrobiologi, farmasi, dan lingkungan seperti Mekanika Tanah, Sistem Manufaktur, dan Kualitas Udara. Laboratorium Medis berstandar ISO 15189 meliputi Patologi Anatomi, Farmasi, Biomedis, hingga Mini Teaching Hospital. Di bidang lingkungan, UII memiliki laboratorium untuk pengelolaan limbah B3 dan analisis risiko lingkungan. Laboratorium Pendidikan seperti Komputasi, Robotika, Fisika Dasar, dan GIS. Laboratorium Kimia berfokus pada keselamatan kerja dan pengajaran praktis. UII juga memiliki Laboratorium Data (Data Mining dan Pemodelan Sistem), Teknik dan Rekayasa (Mekatronika, Sistem Produksi), serta Arsitektur dan SDM yang mendukung pengembangan desain, ergonomi, dan organisasi.

Salah satu laboratorium yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano yang berada di bawah Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Rekayasa Tekstil, dimana berdasarkan tabel pengelompokan di atas Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano termasuk dalam kategori Laboratorium Pengujian berdasarkan ISO/IEC 17025. Program studi ini tergolong baru, didirikan pada tahun 2019, sehingga berbagai fasilitas pendukung, termasuk sistem pengelolaan risiko laboratorium, masih dalam tahap pengembangan. Laboratorium ini digunakan untuk mendukung mata kuliah praktikum penyempurnaan dan pewarnaan, yang melibatkan penggunaan bahan kimia, proses pemanasan, serta peralatan bertekanan dan berarus listrik. Dengan kompleksitas aktivitas tersebut, risiko kecelakaan kerja sangat mungkin terjadi apabila tidak ada sistem pengendalian yang memadai.

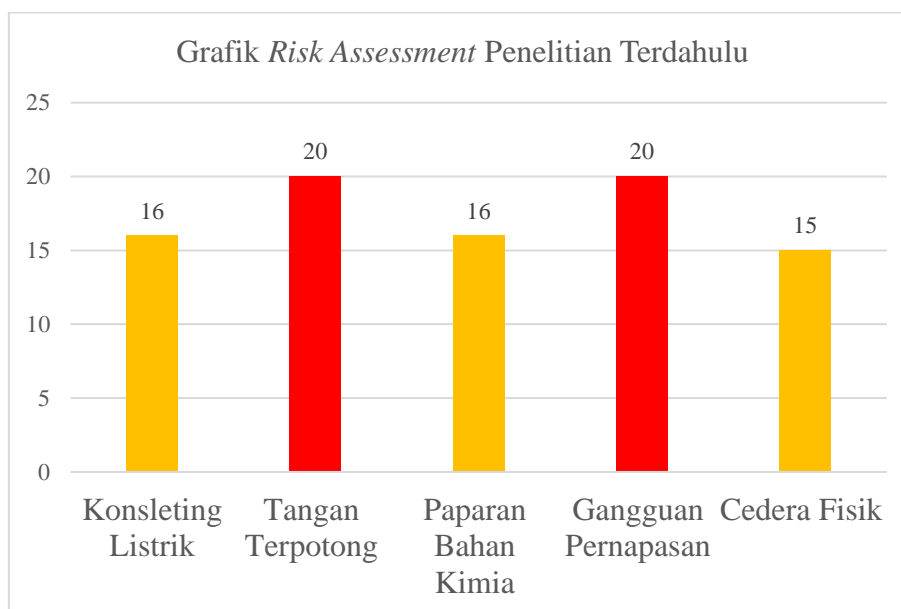
Praktikum penyempurnaan dan pewarnaan merupakan salah satu praktikum yang dilakukan oleh mahasiswa di semester genap yang dilakukan di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nano Teknologi. Pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan terdapat proses pewarnaan tekstil. Praktikum ini terdapat 7 modul yang pada praktikumnya melibatkan proses memukul bahan dengan palu, dan penguatan pewarna dengan menggunakan tawas, pewarnaan dengan menggunakan bahan kimia yang keras, posisi duduk di lantai sehingga mengakibatkan praktikan pegal – pegal, serta melibatkan penggunaan benda tajam.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah sebuah pendekatan sistematis yang diterapkan di lingkungan kerja. Pendekatan ini mencakup pembagian tanggung jawab yang jelas mengenai tindakan yang berhubungan dengan K3 di tempat kerja. Selain itu, K3 melibatkan penetapan standar kerja yang harus dipenuhi dan pengembangan kerangka kerja yang diperlukan untuk mencapai standar tersebut (Harefa et al., 2022). Pendekatan ini juga menekankan pentingnya pengaturan dan manajemen K3 di tempat kerja serta memfasilitasi penegakan berbagai aturan dan kebijakan yang telah ditetapkan untuk menjaga keselamatan dan kesehatan para pekerja.

Potensi bahaya atau *hazard* dapat ditemui dimana saja salah termasuk laboratorium di institusi Pendidikan (Fachrudin et al., 2020). Beberapa contoh kejadian meliputi proses praktikum modul *ecoprint* yang manual menghadapi tantangan terkait bahaya ergonomi serta aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang berpotensi menyebabkan cedera, kelelahan, dan efek kesehatan jangka panjang. Kemudian Praktikum yang melibatkan benda tajam menyebabkan praktikan tergores kemudian mengakibatkan luka ringan. Praktikum yang

melibatkan zat pewarna dan bahan pengikat yang keras membuat tangan praktikan terasa gatal – gatal yang kemudian dapat mempengaruhi kesehatan praktikan akibat paparan bahan – bahan tersebut.

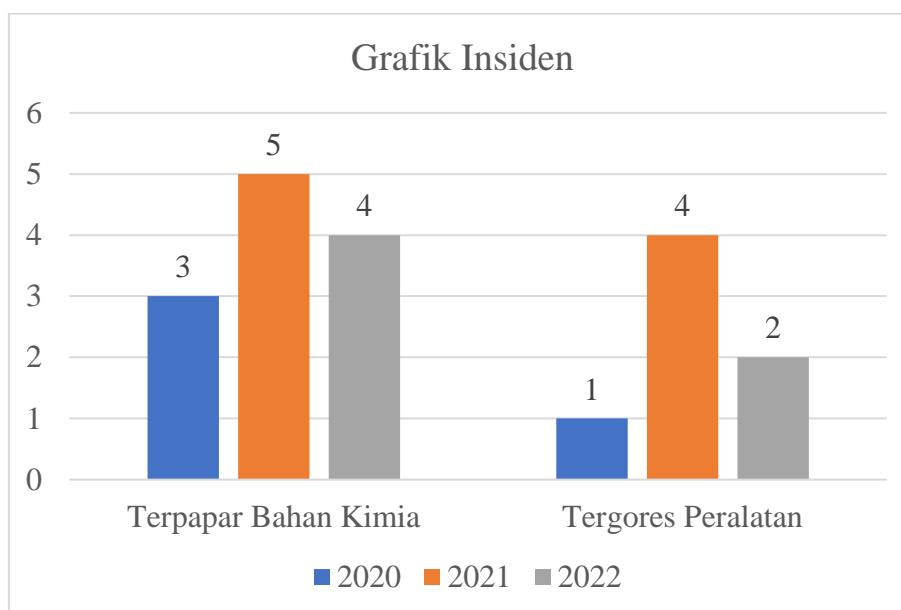
Penelitian ini didasarkan pada penelitian sebelumnya pada Tahun 2024 yang dilakukan di laboratorium yang sama yaitu di Laboratorium Kimia tekstil. Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan hasil bahwa nilai risiko yang diberikan yaitu diidentifikasi bahwa risiko tangan terpotong dan gangguan pernapasan memiliki tingkat risiko tertinggi dengan skor 20, yang ditandai dengan warna merah, menunjukkan bahwa risiko ini perlu perhatian lebih besar dalam upaya pencegahan. Sementara itu, konsleting listrik dan paparan bahan kimia memiliki skor 16, dan cedera fisik memiliki skor 15, yang semuanya ditandai dengan warna kuning, menandakan tingkat risiko sedang tetapi tetap perlu pengendalian untuk mengurangi kemungkinan terjadinya insiden.



Gambar 1. 1 Grafik *Risk Assessment* Penelitian Terdahulu

Berdasarkan data kecelakaan kerja salah satunya di Laboratorium Tekstil dimana terdapat praktikan yang mengalami gatal – gatal pada bagian tangan yang diakibatkan dari paparan bahan kimia sebanyak 3 praktikan angkatan 2020, 5 praktikan angkatan 2021, 4 praktikan angkatan 2022. Pada insiden tersebut praktikan menggunakan sarung tangan dengan bahan lateks dimana sarung tangan dengan bahan lateks hanya efektif melindungi dari risiko biologis, namun kurang cocok untuk menghadapi asam, basa, dan sebagian besar pelarut organik. Selain itu, penggunaan sarung tangan lateks dapat menyebabkan reaksi alergi pada

sebagian orang (Rejeki & Warsito, 2016). Insiden tidak sengaja tergores alat praktikum yang mengakibatkan luka ringan sebanyak 1 praktikan angkatan 2020, 4 praktikan angkatan 2021, 2 praktikan angkatan 2022. Insiden luka ringan tersebut terdapat praktikan yang menggunakan APD berupa sarung tangan berbahan lateks dan ada juga yang tidak menggunakan APD sama sekali dikarenakan pada laboratorium kimia tekstil dan nano teknologi terdapat mesin – mesin dan rak penyimpanan dimana jaraknya cukup sempit dan apabila praktikan tidak hati – hati dapat menyebabkan isiden tergores alat praktikum. Berikut merupakan grafik kecelakaan kerja yang pernah terjadi:



Gambar 1. 2 Grafik Insiden

Dikarenakan Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nano Teknologi belum lama berdiri, sehingga belum memiliki pengendalian risiko dan menerapkan prosedur penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang baik dan benar. Sedangkan berdasarkan ISO/IEC 17025 klausul 4.1.4 menyatakan bahwa laboratorium harus dapat mengidentifikasi risiko dan klausul 4.1.5 menyatakan bahwa laboratorium harus dapat menunjukkan bagaimana laboratorium dapat menghilangkan atau meminimalkan risiko tersebut.

Saat ini, laboratorium tersebut belum memiliki sistem pengendalian risiko yang tertata dengan baik. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, pendekatan HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) akan digunakan dalam penelitian ini. Metode HIRARC memungkinkan identifikasi sistematis terhadap bahaya, penilaian tingkat risiko berdasarkan kemungkinan dan dampaknya, serta penentuan langkah pengendalian risiko yang tepat. Melalui pendekatan ini, diharapkan Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi

Nano dapat memiliki dasar yang kuat dalam menerapkan sistem K3 secara berkelanjutan dan sesuai dengan standar keselamatan laboratorium di lingkungan pendidikan tinggi.

Penelitian ini memerlukan pendekatan yang sesuai untuk melakukan analisis lebih mendalam untuk mengidentifikasi penyebab – penyebab potensial yang berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan kerja. Metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) adalah metode yang digunakan untuk mengenali potensi bahaya kerja dengan mendeskripsikan karakteristik bahaya yang mungkin muncul serta mengevaluasi risikonya menggunakan matriks risiko sedangkan metode dan *Job Safety Analysis* (JSA) merupakan metode manajemen keselamatan yang fokus pada identifikasi serta pengendalian potensi bahaya terkait aktivitas kerja yang akan dilaksanakan (Fakhriansyah et al., 2022). *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) adalah dokumen yang memuat identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta upaya pengendalian risiko untuk meminimalkan gangguan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (Monoarfa et al., 2022).

Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat menganalisis yang mendalam untuk mengidentifikasi risiko terjadinya kecelakaan kerja yang kemudian dapat memberikan dampak positif bagi praktikan dan juga instansi pendidikan. Berdasarkan hal tersebut diharapkan juga penelitian ini dapat menentukan jenis penanganan yang tepat agar menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman.

1.2 Rumusan Masalah

Aktivitas praktikum di laboratorium memiliki potensi risiko yang dapat membahayakan keselamatan dan kesehatan mahasiswa, terutama pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan yang melibatkan penggunaan bahan kimia dan peralatan laboratorium. Namun, hingga saat ini belum terdapat sistem pengendalian risiko yang diterapkan secara khusus untuk aktivitas tersebut. Oleh karena itu, diperlukan sebuah analisis risiko yang sistematis guna mengidentifikasi, menilai, dan memberikan rekomendasi pengendalian terhadap potensi bahaya yang ada. Dalam penelitian ini akan dibahas bagaimana identifikasi risiko yang dapat terjadi pada aktivitas praktikum penyempurnaan dan pewarnaan di laboratorium dengan menggunakan metode (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) HIRARC, bagaimana tingkat risiko (*risk rating*) terhadap potensi bahaya yang mungkin terjadi, serta bagaimana rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengurangi potensi risiko tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah di atas:

1. Dapat mengidentifikasi risiko bahaya yang dapat terjadi pada aktivitas praktikum penyempurnaan dan pewarnaan di laboratorium.
2. Dapat menghitung serta menganalisis nilai tingkat risiko untuk keselamatan dan kesehatan kerja pada proses praktikum penyempurnaan dan pewarnaan di laboratorium.
3. Dapat memberikan rekomendasi yang dapat diterapkan untuk mengurangi potensi risiko pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat dari penelitian ini:

1.4.1 Bagi Peneliti

Berikut merupakan manfaat penelitian bagi peneliti:

1. Mahasiswa memperoleh pemahaman mendalam tentang metode analisis risiko seperti *Hazard Identification Risk Assessment Risk Control (HIRARC)*.
2. Mahasiswa mendapatkan pengalaman langsung dalam menganalisis data kecelakaan kerja dan menerapkan solusi pencegahan yang relevan, memperkuat keterampilan praktis yang sangat diperlukan dalam dunia kerja.

1.4.2 Bagi Instansi

Berikut merupakan manfaat penelitian bagi instansi yang di jadikan sebagai studi kasus:

1. Penelitian ini dapat menjadi referensi data yang berguna bagi laboratorium.

1.4.3 Bagi Universitas Islam Indonesia

Berikut merupakan manfaat penelitian bagi Universitas Islam Indonesia:

1. Penelitian ini dapat digunakan sebagai tambahan penelitian serta acuan untuk penelitian berikutnya.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini perlu ditentukan batasan penelitian untuk menetapkan fokus yang jelas dan penelitian menjadi lebih terstruktur dan sistematis. Berikut merupakan batasan penelitian yang diambil dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini hanya dilakukan dalam lingkup praktikum penyempurnaan dan pewarnaan di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nano Teknologi.
2. Data kecelakaan yang digunakan adalah pada angkatan 2020, 2021, dan 2022.
3. Fokus dari penelitian ini hanya mengidentifikasi risiko bahaya yang kemungkinan dapat terjadi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur mencakup berbagai penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai referensi oleh peneliti untuk topik yang berkaitan dengan studi yang dilakukan.

2.1.1 *State of the Art*

Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh (Gosal & Sutapa, 2024) dan (Hamdani & Andesta, 2024) keduanya sama – sama membahas pengendalian risiko kerja menggunakan metode HIRARC, namun berbeda dalam pendekatan, objek, dan hasil. Jurnal pertama yang berjudul “Perancangan Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control Studi Kasus pada Proses Konstruksi Kapal” menggunakan kombinasi Fishbone Diagram, 5 Whys, dan HIRARC untuk menganalisis bahaya di perusahaan galangan kapal, khususnya pada proses pemasangan body kapal, mesin, dan tiang layar, dengan risiko tertinggi berasal dari penggunaan bor tanpa APD akibat ketiadaan SOP. Sebaliknya, jurnal kedua yang berjudul “Analisis Potensi Bahaya Menggunakan Metode JSA dan HIRARC untuk Mengurangi Angka Kecelakaan Kerjapada Area Workshop Fabrikasi PT. ABC” menggunakan JSA dan HIRARC di workshop fabrikasi PT. ABC, fokus pada proses welding, grinding, cutting, dan assembling, yang juga menunjukkan risiko tinggi akibat ketidakpatuhan terhadap SOP dan kurangnya APD. Keduanya merekomendasikan perbaikan teknis, penegakan penggunaan APD, serta penerapan prosedur keselamatan kerja yang lebih ketat.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rozikin & Rizqi, 2024) dan (Fakhriansyah et al., 2022) memiliki metode yang sama dalam menggunakan *Job Safety Analysis* (JSA), namun berbeda dalam objek penelitian dan hasilnya. Jurnal yang berjudul “*Analysis Risk K3 Using JSA and HIRARC Methods Phosphoric Acid Factory on PT. Petrokimia Gresik*” meneliti proses produksi di pabrik asam fosfat PT. Petrokimia Gresik, yang memiliki risiko tinggi karena melibatkan bahan kimia berbahaya dan pekerjaan di ketinggian, dan menemukan 4 risiko ekstrem (19%) dan 15 risiko tinggi (71,5%). Sementara itu, jurnal dengan judul “*Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) dan Job Safety Analysis (JSA) (Studi Kasus: Arjuna Interior)*” meneliti aktivitas workshop di sektor furnitur Arjuna Interior seperti pembentukan kayu dan finishing, dengan risiko yang lebih rendah: hanya 2% risiko ekstrem dan 7% risiko tinggi dari total 41

potensi bahaya. Dari segi pengendalian, keduanya menyarankan penggunaan APD dan kontrol administratif, namun jurnal kedua juga menekankan substitusi alat dan prosedur, sedangkan jurnal pertama menambahkan kontrol eliminasi dan rekayasa.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Herlina et al., 2022) dan (Kustono et al., 2021) jurnal tersebut sama – sama membahas pengendalian risiko kerja dengan pendekatan identifikasi bahaya, namun berbeda dalam metode, objek penelitian, dan hasilnya. Jurnal dengan judul “*Hazard identification in fabrication industry using Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) and Job Safety Analysis (JSA)*” menggunakan metode HIRA dan JSA pada proses manufaktur atap baja ringan di perusahaan Prima Land, dengan fokus pada aktivitas produksi dan pengoperasian forklift, yang menghasilkan identifikasi 24 potensi risiko, termasuk risiko ekstrem sebesar 38% pada aktivitas tertentu seperti penaburan pasir dan perpindahan bahan baku. Sementara itu, jurnal dengan judul “*Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) Analysis of Nanotechnology Laboratory in Universities in Indonesia*” menerapkan metode HIRADC di laboratorium komputer Universitas Airlangga dengan objek penelitian lingkungan laboratorium akademik, dan menemukan 17 sumber bahaya dengan 18 risiko, mayoritas berisiko rendah, serta memberikan saran pengendalian sederhana seperti penggunaan APAR dan kotak P3K. Perbedaan utama terletak pada konteks industri dengan akademik, tingkat risiko yang ditemukan, serta pendekatan metode analisis risiko yang digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Prima et al., 2021) dan (Pawin vivid et al., 2020) dimana kedua jurnal tersebut membahas identifikasi dan pengendalian risiko, namun berbeda dalam metode, objek, dan hasil penelitiannya. Jurnal dengan judul “*Assessment of Job Risks in the Chemical Laboratory of the Pharmacy Study Program with Job Safety Analysis (JSA) Techniques*” menggunakan metode observasional deskriptif dan *Job Safety Analysis (JSA)* untuk menganalisis risiko kerja pada praktikum kimia farmasi kuantitatif di laboratorium, dengan hasil bahwa tahap titrasi memiliki tingkat risiko tertinggi akibat potensi bahaya seperti penguapan cairan kimia dan gerakan manual berulang. Sementara itu, jurnal dengan judul “*Determination of hazard in truck manufacturing industry using hazard identification risk assessment technique*” menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)* untuk menilai risiko dalam proses perakitan di industri manufaktur truk, dengan fokus pada peralatan angkat dan tindakan pekerja; ditemukan bahwa penggantian *fixture* manual adalah bahaya paling kritis, dan disarankan redesain proses serta penggunaan metode tambahan seperti JSA. Jadi, meskipun keduanya bertujuan mengidentifikasi bahaya kerja, jurnal pertama

berfokus pada lingkungan laboratorium pendidikan, sedangkan jurnal kedua pada industri manufaktur skala besar dengan pendekatan manajemen risiko yang lebih terstruktur.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Sakti & Nuryanto, 2024) dan (Aimi et al., 2022) kedua jurnal tersebut sama – sama menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko, namun pada jurnal dengan judul “*Analysis of Health and Safety in The Production Floor of CV. XYZ Using Job Safety Analysis Method and the Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control Approach*” juga mengombinasikannya dengan metode *Job Safety Analysis* (JSA) dengan objek penelitiannya yaitu proses produksi di perusahaan manufaktur CV. XYZ yang melibatkan 35 karyawan, sementara penelitian dengan jurnal yang berjudul “*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) on Laboratory Waste Disposal in Chemistry Laboratory*” berfokus pada aktivitas pembuangan limbah laboratorium kimia di lima laboratorium Universiti Teknologi MARA. Hasil penelitian pada jurnal yang menggabungkan metode HIRARC dengan metode JSA yaitu mengidentifikasi 71 potensi bahaya yang tersebar di proses pengecoran, pemesinan, dan finishing, dengan mayoritas risiko berada pada kategori rendah hingga sedang, serta menerapkan lima jenis pengendalian risiko termasuk eliminasi dan substitusi. Sedangkan penelitian yang hanya menggunakan metode HIRARC mendapatkan hasil yaitu menemukan 30 potensi bahaya, didominasi oleh bahaya kimia, dengan mayoritas termasuk kategori risiko rendah, dan menyarankan penerapan kontrol teknik, administratif, serta penggunaan APD. Kedua jurnal merekomendasikan peningkatan pelatihan dan evaluasi berkala untuk efektivitas pengendalian risiko.

Penelitian yang dilakukan oleh (Palega, 2021) dan (Ramadhan et al., 2023) dimana kedua jurnal tersebut sama – sama membahas penilaian risiko kerja menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA), namun berbeda dalam pendekatan dan lingkungannya. Jurnal dengan judul “*Application of the Job Safety Analysis (JSA) Method to Assessment Occupational Risk at the Workplace of the Laser Cutter Operator*” fokus pada satu jenis pekerjaan, yaitu operator mesin pemotong laser, dengan pendekatan JSA yang menilai risiko berdasarkan konsekuensi dan probabilitas, serta memerinci faktor – faktor penyusun probabilitas seperti frekuensi bahaya, kemungkinan kejadian, dan kemampuan menghindar. Hasil penelitian jurnal pertama bersifat konseptual dan analitis terhadap satu posisi kerja. Sementara itu, jurnal dengan judul “*Analisis Resiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proses Produksi Kemasan Pasta Gigi (Tube) dengan Metode Hazzard and Risk Assegment (HIRA) dan Metode Job Safety Analysis (JSA)*”

menggunakan kombinasi metode HIRA dan JSA untuk menganalisis risiko secara lebih luas di lini produksi kemasan pasta gigi di PT. XYZ, dengan objek penelitian pada dua jenis mesin dan identifikasi terhadap 20 potensi kecelakaan. Hasil penelitian pada jurnal ini menghasilkan rekomendasi nyata seperti penyusunan SOP dan penyediaan APD untuk meningkatkan keselamatan kerja di industri.

Berdasarkan jurnal yang diteliti oleh (Pratama & Apsari, 2024) kemudian (Aprita & Apsari, 2023) dan (Trisnaryanto & Amrina, 2024) dimana ketiga jurnal tersebut menggunakan metode HIRARC dan JSA untuk menganalisis risiko keselamatan kerja, namun berbeda dalam objek dan hasil penelitiannya. Jurnal dengan judul “Analisis K3 Pada Aktivitas Pemotongan Ayam Dengan Menggunakan Metode JSA dan HIRARC” meneliti proses pemotongan ayam di UD. XYZ, dengan objek seluruh kegiatan produksi dan lingkungan kerja, menghasilkan temuan bahwa 50% risiko tergolong Medium dan memberikan rekomendasi pengendalian dari eliminasi hingga penggunaan APD. Kemudian pada jurnal yang berjudul “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Bagian Stasiun Penggilingan di PT Sinergi Gula Nusantara dengan Metode JSA dan HIRARC” meneliti proses penggilingan di PG Pagotan Madiun, dengan fokus pada proses produksi gula, dan menemukan proporsi High Risk sebesar 0,52% serta Moderate Risk sebesar 0,47%, tanpa risiko rendah, dengan penekanan pada identifikasi dan penilaian risiko. Sedangkan pada jurnal yang berjudul “Analisis Potensi Bahaya dan Risiko Menggunakan Metode HIRARC dan JSA pada Proses Pekerjaan Penanaman Pipa BBM Boyolali – Semarang” meneliti pekerjaan penanaman pipa BBM oleh PT Pertamina Patra Niaga, mengidentifikasi 26 potensi bahaya dengan tingkat risiko Medium dan High, serta merekomendasikan perubahan standar operasi HSSE sebagai penguatan kontrol risiko. Ketiganya menunjukkan bahwa metode JSA dan HIRARC efektif dalam mendeteksi dan mengendalikan risiko kerja di berbagai sektor industri.

Berikut merupakan kajian literatur berdasarkan penelitian terdahulu sebagai mengeksplorasi dan menganalisis terkait topik yang dibahas:

Tabel 2. 1 *State of the Art*

No	Penulis, Tahun	Objek Penelitian	Metode			Hasil		
			<i>Hazard Identification Risk Assessment (HIRA)</i>	<i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)</i>	<i>5 Whys</i>	Identifikasi Risiko dan Bahaya	Pengendalian Risiko
1.	(Gosal & Sutapa, 2024)	Konstruksi Kapal			✓	✓	✓	✓
2.	(Hamdani & Andesta, 2024)	Perusahaan Jasa Konstruksi Baja		✓	✓		✓	✓
3.	(Rozikin & Rizqi, 2024)	Industri Semen		✓	✓		✓	✓

No	Penulis, Tahun	Objek Penelitian	Metode				Hasil	
			<i>Hazard Identification Risk Assessment (HIRA)</i>	<i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)</i>	<i>5 Whys</i>	Identifikasi Risiko dan Bahaya	Pengendalian Risiko
4.	(Fakhriansyah et al., 2022)	Manufaktur oli dan gas	✓	✓			✓	✓
5.	(Kustono et al., 2021)	Laboratorium Universitas	✓				✓	
6.	(Herlina et al., 2022)	Industri Fabrikasi	✓	✓			✓	✓
7.	(Anjaya & Sukapto, 2024)	Laboratorium Farmasi		✓			✓	✓

No	Penulis, Tahun	Objek Penelitian	Metode				Hasil	
			<i>Hazard Identification Risk Assessment (HIRA)</i>	<i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)</i>	<i>5 Whys</i>	Identifikasi Risiko dan Bahaya	Pengendalian Risiko
8.	(Pawin vivid et al., 2020)	Industri manufaktur	✓				✓	✓
9.	(Sakti & Nuryanto, 2024)	Industri Manufaktur		✓	✓		✓	✓
10.	(Aimi et al., 2022)	Laboratorium Kimia			✓		✓	✓
11.	(Palega, 2021)	<i>Laser Cutout Operator</i>		✓			✓	✓

No	Penulis, Tahun	Objek Penelitian	Metode			Hasil		
			<i>Hazard Identification Risk Assessment (HIRA)</i>	<i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)</i>	<i>5 Whys</i>	Identifikasi Risiko dan Bahaya	Pengendalian Risiko
12.	(Ramadhan et al., 2023)	Industri manufaktur	✓	✓			✓	✓
13.	(Pratama & Apsari, 2024)	Industri Pemotongan Ayam		✓	✓		✓	✓
14.	(Aprita & Apsari, 2023)	Industri Gula		✓	✓		✓	✓
15.	(Trisnaryanto & Amrina, 2024)	Industri Perminyakan		✓	✓		✓	✓

No	Penulis, Tahun	Objek Penelitian	Metode				Hasil	
			<i>Hazard Identification Risk Assessment (HIRA)</i>	<i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)</i>	<i>5 Whys</i>	Identifikasi Risiko dan Bahaya	Pengendalian Risiko
16.	(Emalynda Cahyaningrum, 2025)	Laboratorium tekstil	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Berdasarkan tabel *State of the Art* di atas, dapat disimpulkan bahwa metode HIRAC tepat digunakan untuk mengidentifikasi penilaian risiko terhadap proses praktikum di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nano Teknologi dengan mengidentifikasi bahaya dan kemudian membuat penilaian risiko yang terjadi dan kemudian menetapkan pengendalian risikonya. Penelitian yang akan dilakukan ini selaras dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh penelitian yang dilakukan oleh (Pratama & Apsari, 2024) dengan judul “Analisis K3 Pada Aktivitas Pematangan Ayam Dengan Menggunakan Metode JSA dan HIRARC” dimana penelitian ini bertujuan untuk menganalisis manajemen risiko dengan metode JSA dan HIRARC di tempat pematangan ayam. Namun, untuk subjek pada penelitian kali ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Aimi et al., 2022) yang sama – sama melakukan penelitian dengan menggunakan metode HIRARC untuk melakukan *risk control* di laboratorium.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Praktikum Penyempurnaan dan Pewarnaan

Praktikum penyempurnaan dan pewarnaan merupakan salah satu praktikum yang dilakukan oleh mahasiswa di semester genap yang dilakukan di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nano Teknologi. Pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan terdapat proses pewarnaan tekstil. Pada praktikum ini terdapat dua jenis proses pewarnaan pada material tekstil, yaitu pencelupan (*dyeing*) yang digunakan untuk memberikan warna merata dan pencapan (*printing*) yang diaplikasikan untuk pewarnaan di area tertentu. Selain pewarnaan, dipelajari juga teknik pemintalan serat basah (*wet spinning*) yang berhubungan dengan industri pulp. Di laboratorium ini juga diperkenalkan prinsip – prinsip dasar nanoteknologi sebagai bidang ilmu modern yang terus berkembang.

2.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merujuk pada kondisi atau faktor yang memengaruhi atau berpotensi memengaruhi kesehatan dan keselamatan pekerja, termasuk pekerja sementara dan kontraktor, serta pengunjung atau individu lain di lingkungan kerja. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) adalah usaha yang dilakukan manusia untuk mencegah terjadinya insiden yang dapat merugikan perusahaan, pekerja, masyarakat, atau lingkungan alam (Manajemen et al., 2022).

2.2.3 Kecelakaan Kerja

Dilansir dari *website* BPJS Ketenagakerjaan Kecelakaan kerja merupakan insiden yang terjadi di tempat kerja atau yang berhubungan dengan pekerjaan. Di mana, kecelakaan tersebut dapat mengakibatkan Penyakit Akibat Kerja (PAK), cedera, bahkan sampai kematian. Sementara, menurut Permenaker No. 5 Tahun 2021, kecelakaan kerja diartikan kecelakaan yang terjadi dalam hubungan kerja, termasuk kecelakaan yang terjadi dalam perjalanan dari rumah menuju tempat kerja atau sebaliknya, serta penyakit yang disebabkan oleh lingkungan kerja.

2.2.4 Risiko

Risiko adalah suatu proses atau kondisi yang memiliki potensi munculnya bahaya, yang dapat meningkatkan peluang terjadinya kerugian. Risiko juga diartikan sebagai kemungkinan timbulnya kerugian atau keuntungan, serta ukuran potensi kerugian yang menjadi bagian dari upaya untuk mencegah kecelakaan kerja (Wulandari et al., 2024).

2.2.5 *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA)

Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) adalah metode yang digunakan untuk mengenali potensi bahaya kerja dengan mendeskripsikan karakteristik bahaya yang mungkin muncul serta mengevaluasi risikonya menggunakan matriks risiko. Proses ini dimulai dengan identifikasi bahaya, diikuti oleh penilaian risiko berdasarkan dua faktor utama, yaitu kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*consequences*) (Fakhriansyah et al., 2022).

2.2.6 *Job Safety Analysis* (JSA)

Job Safety Analysis (JSA) merupakan metode manajemen keselamatan yang fokus pada identifikasi serta pengendalian potensi bahaya terkait aktivitas kerja yang akan dilaksanakan. Setelah memperoleh *risk assessment* dan levelnya, langkah selanjutnya adalah mengendalikan risiko tersebut menggunakan pendekatan JSA. Metode ini juga dirancang untuk mempermudah pekerja dalam memahami dan mengaplikasikannya (Fakhriansyah et al., 2022).

2.2.7 *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC)

Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) adalah dokumen yang memuat identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta upaya pengendalian risiko untuk meminimalkan gangguan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja. HIRARC merupakan salah satu metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis bahaya, dan mengendalikan risiko dalam proses atau operasi suatu sistem (Monoarfa et al., 2022).

2.2.8 Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Setelah tahap identifikasi bahaya dan penilaian risiko, langkah berikutnya adalah mengendalikan risiko. Dalam penelitian ini, pengendalian dilakukan dengan mengutamakan penanganan risiko tertinggi terlebih dahulu, kemudian berlanjut ke risiko yang lebih rendah. Pendekatan ini dirancang untuk mengelola dan mencegah risiko secara maksimal, sambil memperhitungkan berbagai pilihan yang sesuai dengan kondisi perusahaan (Hamdani & Andesta, 2024).

Tabel 2. 2 Tabel HIRARC

Aktifitas Pekerjaan	Potensi Bahaya	L	C	R	Risiko	Rekomendasi
						Pengendalian Risiko

2.2.9 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya yang dihadapi dihadapi para pekerja saat melakukan pekerjaan, pada semua kondisi, tempat kerja, peralatan dan semua ruang lingkup organisasi. Bahaya – bahaya ini harus ditemukan sebelum menyebabkan kecelakaan dan merugikan bagi pekerja maupun perusahaan. Identifikasi bahaya dilakukan dengan melakukan wawancara, pengamatan, dan melihat riwayat data (Herliana, 2024).

Menurut OHSAS 18001:2007 Klausul 4.3.1 identifikasi bahayan digunakan untuk menentukan rencana penerapan K3 di lingkungan kerja. Identifikasi bahaya mencakup pengenalan aspek – aspek dampak operasional perusahaan terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar di area perusahaan. Hal ini melibatkan berbagai elemen, seperti tanah, air, udara, energi, dan sumber daya alam lainnya, termasuk flora dan fauna di sekitar perusahaan. Proses identifikasi bahaya ini diterapkan pada semua aktivitas operasional perusahaan di lokasi kerja adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan rutin dan non – rutin yang dilakukan di tempat kerja.
2. Kegiatan yang melibatkan semua individu yang masuk ke tempat kerja, seperti kontraktor, pemasok, pengunjung, dan tamu.
3. Faktor budaya, keterampilan, serta aspek-aspek lain terkait manusia.
4. Ancaman dari luar lingkungan kerja yang berpotensi membahayakan keselamatan dan kesehatan pekerja di lokasi kerja.
5. Fasilitas, peralatan, dan bahan yang tersedia di tempat kerja, baik yang disediakan oleh perusahaan maupun pihak terkait lainnya.
6. Perubahan atau rencana perubahan terkait aktivitas dan penggunaan bahan/material.
7. Modifikasi dalam Sistem Manajemen K3, termasuk perubahan sementara beserta dampaknya terhadap operasi, proses, dan kegiatan di tempat kerja.
8. Penerapan hukum dan peraturan lain yang relevan.
9. Rancangan tempat kerja, proses, instalasi mesin/peralatan, prosedur kerja, serta struktur organisasi yang memperhitungkan kemampuan manusia dalam penerapannya.

2.2.10 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko adalah langkah yang dilakukan setelah mengidentifikasi potensi bahaya untuk menentukan tingkat risiko dari bahaya tersebut. Tingkat risiko ini diklasifikasikan menjadi kecil, sedang, besar, atau dapat diabaikan. Hasil identifikasi dan penilaian risiko kemudian dicatat dalam matriks penilaian, yang dapat disusun berdasarkan standar referensi yang tersedia (Herliana, 2024). Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung risiko:

$$\text{Risiko (R)} = \text{Kemungkinan (L)} \times \text{Keparahan (C)}$$

Berikut merupakan matriks penilaian risiko AS/NZS 4360 : 2004 yang dipakai di standar Australia dan New Zealand:

Tabel 2. 3 Tabel *Likelyhood*

Tingkat	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Rare</i>	Mungkin terjadi hanya pada kondisi khusus/ setelah setahun sekali
2	<i>Unlikely</i>	Mungkin terjadi pada beberapa kondisi tertentu, namun kecil kemungkinan
3	<i>Posibble</i>	Mungkin terjadi pada beberapa kondisi tertentu
4	<i>Likely</i>	Mungkin terjadi pada hampir semua kondisi
5	<i>Almost Certainly</i>	Dapat terjadi pada semua kondisi

Tabel 2. 4 Tabel *Consequences*

Tingkat	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Insignifican</i> (tidak bermakna)	Tidak ada kerugian, material sangat kecil
2	<i>Minor</i> (kecil)	Cidera ringan memerlukan perawatan p2k3 langsung dapat ditangani di lokasi kejadian, kerugian material sedang
3	<i>Moderate</i> (sedang)	Hilang hari kerja, memerlukan perawatan medis, kerugian material cukup besar
4	<i>Major</i> (besar)	Cidera mengakibatkan cacat atau hilang fungsi tubuh secara total kerugian material besar
5	<i>Extreme</i>	Menyebabkan bencana material sangat besar

Tabel 2. 5 Matriks Penilaian Risiko

AS / NZS 4360 : 2004		CONSEQUENCES					
		<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Extreme</i>	
LIKELIHOOD	<i>Almost Certainly</i>	Moderate	High	High	V. High	V. High	5
	<i>Likely</i>	Moderate	Moderate	High	High	V. High	4
	<i>Possible</i>	Low	Moderate	High	High	High	3
	<i>Unlikely</i>	Low	Low	Moderate	Moderate	High	2
	<i>Rare</i>	Low	Low	Moderate	Moderate	High	1
		1	2	3	4	5	

2.2.11 Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Menurut (Ilmi, et al., 2023) dalam (Herliana, 2024) Pengendalian risiko dimulai dari risiko dengan tingkat paling tinggi. Proses ini meliputi upaya untuk mengurangi kemungkinan terjadinya (*reduce likelihood*) dan menurunkan tingkat keparahan (*reduce consequence*). Pengendalian juga bisa dilakukan dengan mengalihkan sebagian atau seluruh risiko (*risk transfer*) atau menghindarinya sepenuhnya (*risk avoidance*). Berikut lima hierarki pengendalian risiko menurut ISO 45001:



Gambar 2. 1 Hirarki Pengendalian Risiko

Sumber: <https://sipil.uma.ac.id/hirarki-pengendalian-bahaya-lengkap-menggunakan-studi-perkara/>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam studi ini adalah praktikan yang melakukan praktikum pewarnaan dan penyempurnaan.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano. Penelitian ini berfokus pada cara mengidentifikasi risiko dan menentukan strategi pengendalian risiko dengan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assesment and Risk Control (HIRARC)*.

3.3 Data Penelitian

Berikut merupakan data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Data Primer

Data primer yaitu data didapatkan melalui pihak pertama. Pada penelitian ini data primer berupa wawancara yang didapatkan dari pihak terkait yaitu dosen pengampu mata kuliah penyempurnaan dan pewarnaan dan asisten laboratorium pengajar praktikum mata kuliah penyempurnaan dan pewarnaan. Kemudian melakukan observasi lapangan digunakan untuk mengamati kondisi laboratorium.

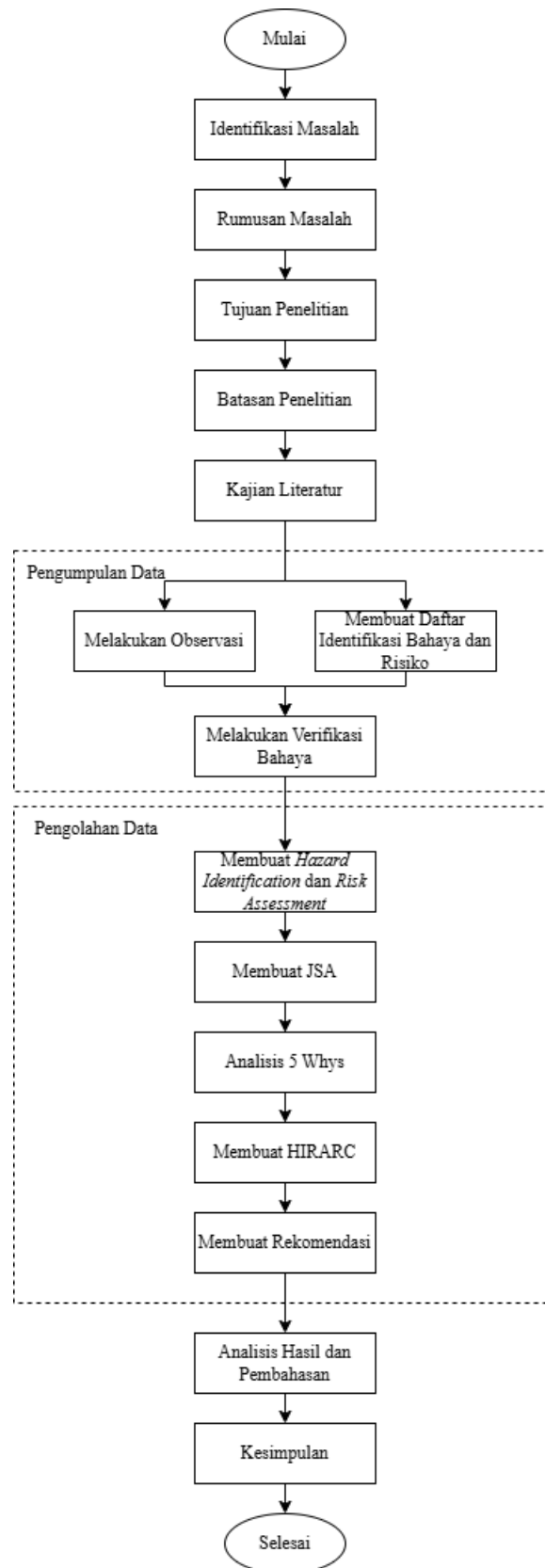
2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang pernah dilakukan penelitian sebelumnya yang kemudian dijadikan peneliti sebagai tambahan informasi.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu melakukan wawancara dengan cara mengajukan pertanyaan kepada pihak yang terkait untuk proses pengumpulan data. Pertanyaan yang diajukan yaitu mengenai kecelakaan kerja dan dampaknya pada proses praktikum pewarnaan dan penyempurnaan.

3.5 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian yang dilakukan:

1. Mulai
Melakukan penelitian di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nano Teknologi.
2. Identifikasi Masalah
Mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nano Teknologi.
3. Rumusan Masalah
Menentukan rumusan masalah untuk landasan tujuan penelitian.
4. Tujuan Penelitian
Menentukan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah.
5. Batasan Penelitian
Menentukan batasan penelitian guna menentukan fokus penelitian.
6. Kajian Literatur
Mengkaji literatur berdasarkan jurnal – jurnal terdahulu yang relevan dengan topik penelitian sebagai referensi.
7. Pengumpulan Data
Melakukan pengumpulan data dengan prosedur melakukan pengamatan dan observasi di laboratorium, membuat daftar identifikasi bahaya dan risiko yang dapat terjadi, dan kemudian melakukan verifikasi bahaya.
8. Pengolahan Data
Melakukan pengolahan data dengan mengidentifikasi bahaya, kemudian membuat penilaian risiko, dan mengidentifikasi proses praktikum berdasarkan risiko dengan menggunakan metode JSA. Setelah dilakukan identifikasi potensi bahaya dan penilaian risiko kemudian dilakukan analisis *5 Whys* Untuk mencari akar masalah dan menentukan pengendalian risiko yang sesuai. Setelah itu melakukan penilaian *risk control* dengan menggunakan metode HIRARC.
9. Analisis Hasil dan Pembahasan
Menganalisis hasil dan pembahasan terkait hasil penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan.
10. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Laboratorium

4.1.1 Laboratorium Universitas Islam Indonesia

Laboratorium Universitas Islam Indonesia adalah unit kerja yang fokus pada layanan pengujian, kalibrasi, dan pendidikan. Laboratorium kami mencakup laboratorium instrumen, laboratorium dasar kimia, dan laboratorium dasar fisika. Uji kimia dilakukan oleh Laboratorium. Instrumentasi terdiri dari sampel cair menggunakan AAS, Spektrofotometer UV – Vis, GC, GCMS, HPLC; sampel padat dengan FTIR, XRD, GSA, SEM-EDX. Kalibrasi peralatan pengukur dilakukan oleh Lab. Fisika Dasar mencakup kalibrasi timbangan, spektrofotometer UV – Vis, oven, dan pipet volumetrik. Sementara itu, laboratorium pendidikan yang melayani mahasiswa dari berbagai program studi di dalam UII maupun Universitas lain dilayani oleh Lab. Dasar Kimia dan Laboratorium. Fisika Fundamental. Laboratorium di area kampus Universitas Islam Indonesia terdiri dari 58 yang telah mendapatkan akreditasi ISO 17025. Setiap tipe laboratorium memiliki ciri aktivitas dan bahan yang berbeda, yang secara langsung memengaruhi tingkat risiko kerja. Berikut merupakan tabel pengkategorian laboratorium di lingkungan Universitas Islam Indonesia berdasarkan ISO dan Undang – Undang:

Tabel 4. 1 Laboratorium Universitas Islam Indonesia

Kategori	Laboratorium Universitas Islam Indonesia
Laboratorium Pengujian (ISO/IEC 17025)	Laboratorium Sistem Manufaktur
	Laboratorium Elektronika
	Laboratorium Telekomunikasi dan Pengolahan Sinyal
	Laboratorium Mikrobiologi
	Laboratorium Farmakologi
	Laboratorium Kualitas Air
	Laboratorium Kualitas Udara
	Laboratorium Mekanika Tanah
	Laboratorium Struktur & Mekanika Rekayasa
	Laboratorium Jalan Raya
Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi	

Kategori	Laboratorium Universitas Islam Indonesia
	Laboratorium Hidrolika Laboratorium Manufaktur dan Pengujian Tekstil Laboratorium Rekayasa Transportasi Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nanoteknologi Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Laboratorium Instrumentasi dan Sistem Kendali
Laboratorium Medis (ISO 15189)	Laboratorium Riset Laboratorium Histologi Laboratorium Parasitologi Laboratorium Patologi Anatomi Laboratorium Fisiologi
Laboratorium Lingkungan (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2009)	Laboratorium Bioteknologi Lingkungan Laboratorium Sampah dan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Laboratorium Analisis Resiko Lingkungan
Laboratorium Pendidikan (Permenristekdikti No. 26/2016)	Laboratorium Komputasi Laboratorium Desain Produk Tekstil Laboratorium Reka Rupa dan Ruang (LRRR) Laboratorium Tekstil Fungsional Laboratorium Teknologi dan Kinerja Bangunan (LTKB) Laboratorium Pemetaan & GIS Laboratorium Robotika dan Inovasi Laboratorium Fisika Dasar Laboratorium Sistem Komputer dan Biomedis
Laboratorium Kimia (ISO 45001)	Laboratorium Kimia Pengajaran Laboratorium Riset Kimia Laboratorium Kimia Terapan Laboratorium Kimia <i>Microteaching</i> Laboratorium Minyak Atsiri Laboratorium Dasar Teknik Kimia 1

Kategori	Laboratorium Universitas Islam Indonesia
	Laboratorium Dasar Teknik Kimia 2
	Laboratorium Unit Operasi Teknik Kimia
Laboratorium Medis (ISO 15189)	Laboratorium Biomedis
	Laboratorium Farmasi Praktis
	Laboratorium Pengembangan Obat Bahan Alam
	Laboratorium Farmasi Sains dan Industri
	Laboratorium <i>Mini Teaching Hospital</i>
	Laboratorium Pengujian Obat, Makanan, dan Kosmetik
Laboratorium Data (ISO/IEC 17025)	Laboratorium Data dan Komunikasi
	Laboratorium Data Mining
	Laboratorium Pemodelan Sistem
Laboratorium Teknik dan Rekayasa (ISO/IEC 17025)	Laboratorium Mekatronika
	Laboratorium Sistem Produksi
	Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi
Laboratorium Arsitektur dan Desain (ISO/IEC 17025)	Laboratorium Pemodelan Arsitektur dan Perkotaan
	Laboratorium Komunikasi dan Bisnis Arsitektur (LKBA)
Laboratorium SDM (ISO/IEC 17025)	Laboratorium Inovasi dan Pengembangan Organisasi
	Laboratorium <i>Enterprise Resource Planning</i>

4.2.2 Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano

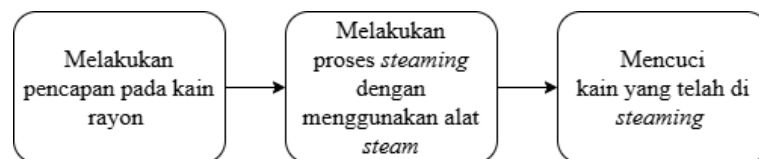
Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano adalah fasilitas laboratorium yang berfokus pada penelitian, pengembangan, dan aplikasi dalam bidang teknologi tekstil serta nano. Laboratorium ini merupakan bagian dari Fakultas Teknologi Industri UII dan bertujuan untuk mendukung kegiatan akademik, riset, dan pengabdian masyarakat. Laboratorium ini digunakan untuk mempelajari prinsip analisis kualitatif dan kuantitatif bahan kimia yang berkaitan dengan proses kimia dalam tekstil, seperti pewarnaan. Pewarnaan tekstil terdiri dari dua metode utama yaitu pencelupan (*dyeing*), yang memberikan warna secara merata pada material, dan pencapan (*printing*), yang memberikan warna secara lokal. Selain itu, laboratorium ini juga mempelajari proses pemintalan serat menggunakan metode basah (*wet spinning*) yang terkait dengan industri pulp. Di samping itu, prinsip dasar nanoteknologi, sebagai bidang ilmu *modern* yang terus berkembang, juga diperkenalkan di laboratorium ini.

4.3 Proses Praktikum

Kegiatan praktikum ini dilakukan sebagai bagian dari proses pengumpulan data untuk mengetahui dan memahami secara langsung potensi bahaya serta risiko yang mungkin timbul dalam aktivitas laboratorium. Praktikum ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi tahapan kerja yang memiliki tingkat risiko tinggi, sehingga dapat dilakukan penilaian risiko menggunakan metode yang telah ditetapkan, seperti HIRA, JSA, atau HIRARC. Melalui pengamatan langsung terhadap alur kerja dan kondisi di lapangan, diharapkan hasil praktikum ini dapat memberikan gambaran nyata dalam proses identifikasi bahaya serta penentuan tindakan pengendalian yang tepat. Proses identifikasi langkah praktikum ini di bantu oleh dosen pengampu mata kuliah penyempurnaan dan pewarnaan yaitu Ibu Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng. dan asisten pengajar mata kuliah penyempurnaan dan pewarnaan Friska Anggi Finola. Berikut merupakan diagram proses praktikum penyempurnaan dan pewarnaan di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano:

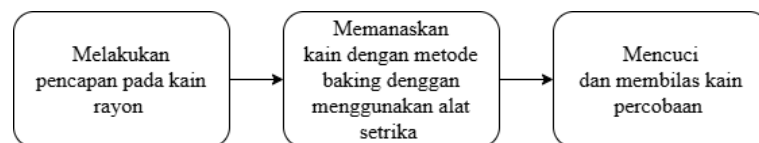
1. Proses Pencapan Kain *Polyester* dan Rayon dengan Metode (*Steaming*, *Hybrid* dan Silikat)

a. Metode I



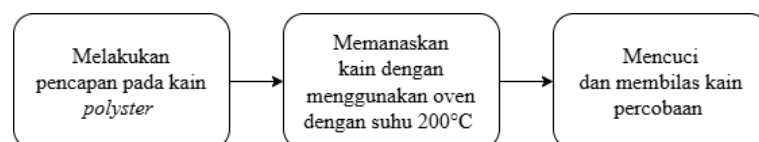
Gambar 4. 1 Diagram Proses Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode I

b. Metode II



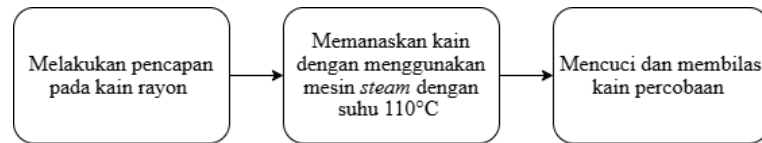
Gambar 4. 2 Diagram Proses Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode II

c. Metode III



Gambar 4. 3 Diagram Proses Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode III

d. Metode IV



Gambar 4. 4 Diagram Proses Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode IV

2. *Eco – Print*Gambar 4. 5 Digaram Proses *Eco – Print*

4.4 Pengolahan Data

Subbab ini menyajikan tahapan dan proses pengolahan data yang diperoleh dari hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko. Pengolahan data dilakukan untuk menginterpretasikan berbagai potensi bahaya yang ditemukan di lingkungan laboratorium serta menilai tingkat risiko berdasarkan parameter yang telah ditentukan.

Dalam mengidentifikasi potensi bahaya dan penilaian risiko di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano ini penulis dibantu oleh dosen pengampu mata kuliah penyempurnaan dan pewarnaan yaitu Ibu Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng. dengan mengajukan skenario pertanyaan sebagai berikut:

1. Pertanyaan Umum:

- a. Aktivitas apa saja yang dilakukan di laboratorium tekstil ini (misalnya pengujian kain, pencelupan, pewarnaan, pengeringan, dan lain – lain)?
- b. Siapa saja yang terlibat dalam kegiatan laboratorium ini?
- c. Apakah sudah ada prosedur tetap atau SOP tertulis untuk setiap kegiatan laboratorium?

2. Pertanyaan Penilaian Risiko:

- a. Seberapa sering aktivitas ini dilakukan?
- b. Seberapa besar kemungkinan bahaya terjadi?
- c. Jika bahaya terjadi, seberapa parah dampaknya terhadap manusia, alat, dan lingkungan?
- d. Apakah ada tindakan pencegahan atau pengendalian yang sudah dilakukan?
- e. Apakah pengendalian tersebut cukup efektif?

4.4.2 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya dalam kegiatan laboratorium ini disusun berdasarkan tahapan proses praktikum yang berlangsung selama praktikum penyempurnaan dan pewarnaan. Pendekatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap potensi bahaya yang mungkin muncul selama pelaksanaan praktikum dapat dikenali secara sistematis sesuai dengan urutan aktivitas yang dilakukan. Berikut merupakan tabel identifikasi bahaya pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan:

1. Proses Pencapan Kain *Polyester* dan Rayon dengan Metode (*Steaming, Hybrid* dan Silikat)
 - a. Metode I

Tabel 4. 2 Identifikasi Bahaya Pencapan Kain *Polyester* dan Rayon Metode I

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Jenis Bahaya	Sumber Bahaya	Potensi Dampak
Melakukan pencapan pada kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Ergonomis	Lingkungan yang tidak sesuai dengan postur tubuh	Rasa pegal pada punggung
Melakukan proses steaming dengan menggunakan alat steam	Luka bakar pada kulit karena paparan panas uap steam	Fisik	Uap panas alat steam	Luka bakar pada kulit
Mencuci kain yang telah di steaming	Percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir	Fisik	Percikan air di lantai	Cedera ringan

b. Metode II

Tabel 4. 3 Identifikasi Bahaya Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode II

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Jenis Bahaya	Sumber Bahaya	Potensi Dampak
Melakukan pencapan pada kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Ergonomis	Lingkungan yang tidak sesuai dengan postur tubuh	Rasa pegal pada punggung
Memanaskan kain dengan metode baking dengan menggunakan alat setrika	Paparan panas dari setrika	Fisik	Paparan panas dari setrika	Luka bakar pada kulit
Mencuci dan membilas kain percobaan	Percikan air di lantai	Fisik	Percikan air di lantai	Cedera ringan

c. Metode III

Tabel 4. 4 Identifikasi Bahaya Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode III

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Jenis Bahaya	Sumber Bahaya	Potensi Dampak
Melakukan pencapan pada kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Ergonomis	Lingkungan yang tidak sesuai dengan postur tubuh	Rasa pegal pada punggung
Memanaskan kain dengan menggunakan oven dengan suhu 200°C	Paparan panas dari oven	Fisik	Paparan panas dari oven	Luka bakar pada kulit

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Jenis Bahaya	Sumber Bahaya	Potensi Dampak
Mencuci dan membilas percobaan	dan Percikan air di lantai	Fisik	Percikan air di lantai	Cedera ringan

d. Metode IV

Tabel 4. 5 Identifikasi Bahaya Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode IV

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Jenis Bahaya	Sumber Bahaya	Potensi Dampak
Melakukan pencapan kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Ergonomis	Lingkungan yang tidak sesuai dengan postur tubuh	Rasa pegal pada punggung
Memanaskan kain dengan mesin menggunakan steam dengan suhu 110°C	Radiasi panas alat steam	Fisik	Uap panas alat steam	Luka bakar pada kulit
Mencuci dan membilas percobaan	Percikan air di lantai	Fisik	Percikan air di lantai	Cedera ringan

2. *Eco – Print*

Tabel 4. 6 Identifikasi Bahaya *Eco – Print*

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Jenis Bahaya	Sumber Bahaya	Potensi Dampak
Merendam kain dengan TRO atau deterjen	Tumpahan larutan sabun deterjen	Fisik	Sabun deterjen	Cedera ringan

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Jenis Bahaya	Sumber Bahaya	Potensi Dampak	
Membilas yang direndam	kain telah	Tumpahan air	Fisik	Tumpahan air di lantai	Cedera ringan
Merendam dengan tawas	kain larutan	Tumpahan larutan air bercampur tawas	Fisik	Tumpahan air tawas di lantai	Cedera ringan
Membilas yang direndam kemudian dikeringkan	kain telah dan	Tumpahan larutan sabun deterjen	Fisik	Sabun deterjen	Cedera ringan
Melakukan eco print memukul dedaunan bungan yang telah dialasi dengan perlahan – lahan	eco – dengan atau	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Ergonomis	Lingkungan yang tidak sesuai dengan postur tubuh	Rasa pegal pada punggung
Melakukan fiksasi warna meremas – kain pada telah tawas	remas – remas air yang dicampur	Tumpahan larutan air bercampur tawas	Fisik	Tumpahan air tawas di lantai	Cedera ringan
Menjemur pada telah disediakan	kain yang	Tata letak tempat pengeringan lemari penyimpanan bahan kimia	Fisik	Alat dan bahan yang tidak di tata dengan rapi	Cedera ringan

4.4.3 Identifikasi Risiko

Sebelum dilakukan mengidentifikasi risiko secara menyeluruh, langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi bahaya yang berpotensi muncul selama kegiatan praktikum berlangsung. Proses identifikasi ini disusun berdasarkan urutan tahapan praktikum yang dilakukan di laboratorium pada proses praktikum penyempurnaan dan pewarnaan. Berikut merupakan tabel identifikasi risiko pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan:

1. Proses Pencapan Kain *Polyester* dan Rayon dengan Metode (*Steaming*, *Hybrid* dan *Silikat*)

a. Metode I

Tabel 4. 7 Identifikasi Risiko Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode I

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Paparan	Dampak Potensial
Melakukan pencapan pada kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	Punggung dan bahu	Cedera otot sendi
Melakukan proses steaming dengan menggunakan alat steam	Luka bakar pada kulit karena paparan panas uap steam	Sensasi panas dan luka bakar pada kulit	Tangan	Cedera fisik ringan hingga berat
Mencuci kain yang telah di steaming	Percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir	Cedera ringan karena tergelincir	Kaki dan punggung	Cedera ringan hingga berat

b. Metode II

Tabel 4. 8 Identifikasi Risiko Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode II

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Paparan	Dampak Potensial
Melakukan pencapan pada kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	Punggung dan bahu	Cedera otot sendi

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Paparan	Dampak Potensial
Memanaskan kain dengan metode baking dengan menggunakan alat setrika	Paparan panas dari setrika	Luka bakar pada kulit	Tangan	Cedera fisik ringan
Mencuci dan membilas percobaan	Percikan air di lantai	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	Kaki dan punggung	Cedera ringan hingga berat

c. Metode III

Tabel 4. 9 Identifikasi Risiko Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode III

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Paparan	Dampak Potensial
Melakukan pencapan kain rayon pada	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	Punggung dan bahu	Cedera otot sendi
Memanaskan kain dengan menggunakan oven dengan suhu 200°C	Paparan panas dari oven	Luka bakar pada kulit	Tangan	Cedera fisik ringan
Mencuci dan membilas percobaan	Percikan air di lantai	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	Kaki dan punggung	Cedera ringan hingga berat

d. Metode IV

Tabel 4. 10 Identifikasi Risiko Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode IV

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Paparan	Dampak Potensial
Melakukan pencapan kain rayon pada	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	Punggung dan bahu	Cedera otot sendi
Memanaskan kain dengan mesin menggunakan steam dengan suhu 110°C	Radiasi panas alat steam	Luka bakar pada kulit	Tangan	Cedera fisik ringan
Mencuci dan membilas percobaan	Percikan air di lantai	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	Kaki dan punggung	Cedera ringan hingga berat

2. *Eco – Print*Tabel 4. 11 Identifikasi Risiko *Eco – Print*

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Paparan	Dampak Potensial
Merendam kain dengan TRO atau deterjen	Tumpahan larutan sabun deterjen	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	Kaki dan punggung	Cedera ringan hingga berat
Membilas yang direndam	Tumpahan air	Dapat menciptakan risiko	Kaki dan punggung	Cedera ringan hingga berat

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Paparan	Dampak Potensial
		kecelakaan yaitu terpeleset		
Merendam kain dengan tawas	Tumpahan larutan air bercampur tawas	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	Kaki dan punggung	Cedera ringan hingga berat
Membilas yang direndam kemudian dikeringkan	kain telah dan deterjen	Tumpahan sabun sehingga orang dapat terpeleset	Kaki dan punggung	Cedera ringan hingga berat
Melakukan print memukul dedaunan bungan yang dialasi dengan perlahan – lahan	eco – dengan atau plastik perlahan – lahan	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	Punggung dan bahu Cedera otot sendi
Melakukan warna meremas kain telah tawas	fiksasi dengan – remas air yang dicampur	Tumpahan larutan air bercampur tawas	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	Kaki dan punggung Cedera ringan hingga berat
Menjemur pada tempat telah disediakan	kain yang pengeringan lemari penyimpanan bahan kimia	Tata letak tempat pengeringan lemari penyimpanan bahan kimia	Tertimpa peralatan atau cairan kimia yang jatuh	Praktikan atau laboran yang ada Cedera ringan hingga berat

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Paparan	Dampak Potensial
			pada area tersebut	

4.4.4 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Sebelum melakukan suatu kegiatan di lingkungan laboratorium, khususnya dalam pelaksanaan praktikum, sangat penting untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan mengevaluasi tingkat risikonya. Penilaian risiko merupakan proses sistematis yang bertujuan untuk menentukan kemungkinan terjadinya insiden dan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan. Langkah ini menjadi dasar dalam merancang tindakan pencegahan dan pengendalian risiko yang sesuai, guna menciptakan lingkungan kerja yang aman bagi seluruh pengguna laboratorium.

Dalam konteks penelitian ini, penilaian risiko dilakukan untuk meninjau sejauh mana laboratorium memiliki potensi bahaya yang dapat mengganggu keselamatan, serta untuk menilai efektivitas pengendalian yang sudah ada atau diperlukan. Berikut merupakan tabel penilaian risiko (*risk assessment*) pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan:

1. Proses Pencapan Kain *Polyester* dan Rayon dengan Metode (*Steaming, Hybrid* dan Silikat)
 - a. Metode I

Tabel 4. 12 Penilaian Risiko Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode I

Uraian Pekerjaan	Risiko	<i>Likelihood</i> (Kemungkinan)	<i>Consequences</i> (Keparahan)	<i>Risk</i> <i>Assessment</i> (Penilaian Risiko)
Melakukan pencapan pada kain rayon	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	3	2	<i>Moderate</i>
Melakukan proses steaming dengan menggunakan alat steam	Sensasi panas dan luka bakar pada kulit	3	3	<i>High</i>

Uraian Pekerjaan	Risiko	Likelihood (Kemungkinan)	Consequences (Keparahan)	Risk Assessment (Penilaian Risiko)
Mencuci kain yang telah steaming	Cedera ringan karena tergelincir	3	2	<i>Moderate</i>

b. Metode II

Tabel 4. 13 Penilaian Risiko Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode II

Uraian Pekerjaan	Risiko	Likelihood (Kemungkinan)	Consequences (Keparahan)	Risk Assessment (Penilaian Risiko)
Melakukan pencapan kain rayon	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	3	2	<i>Moderate</i>
Memanaskan kain dengan metode baking dengan menggunakan alat setrika	Luka bakar pada kulit	3	3	<i>High</i>
Mencuci dan membilas percobaan	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	3	2	<i>Moderate</i>

c. Metode III

Tabel 4. 14 Penilaian Risiko Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode III

Uraian Pekerjaan	Risiko	Likelihood (Kemungkinan)	Consequences (Keparahan)	Risk Assessment (Penilaian Risiko)
Melakukan pencapan kain rayon pada bagian punggung	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	3	2	<i>Moderate</i>
Memanaskan kain dengan menggunakan oven dengan suhu 200°C	Luka bakar pada kulit	3	3	<i>High</i>
Mencuci dan membilas percobaan kain	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	3	2	<i>Moderate</i>

d. Metode IV

Tabel 4. 15 Penilaian Risiko Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode IV

Uraian Pekerjaan	Risiko	Likelihood (Kemungkinan)	Consequences (Keparahan)	Risk Assessment (Penilaian Risiko)
Melakukan pencapan kain rayon pada bagian punggung	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	3	2	<i>Moderate</i>
Memanaskan kain dengan menggunakan	Luka bakar pada kulit	3	3	<i>High</i>

Uraian Pekerjaan	Risiko	Likelihood (Kemungkinan)	Consequences (Keparahan)	Risk Assessment (Penilaian Risiko)
mesin dengan steam dan suhu 110°C				
Mencuci dan membilas percobaan	dan kain menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	3	2	<i>Moderate</i>

2. Eco – Print

Tabel 4. 16 Penilaian Risiko Eco – Print

Uraian Pekerjaan	Risiko	Likelihood (Kemungkinan)	Consequences (Keparahan)	Risk Assessment (Penilaian Risiko)
Merendam dengan TRO atau deterjen	kain larutan sehingga dapat terpeleset	3	2	<i>Moderate</i>
Membilas yang direndam	kain telah menciptakan risiko kecelakaan yaitu terpeleset	3	2	<i>Moderate</i>
Merendam dengan tawas	kain larutan sehingga orang dapat terpeleset	3	2	<i>Moderate</i>

Uraian Pekerjaan	Risiko	Likelihood (Kemungkinan)	Consequences (Keparahan)	Risk Assessment (Penilaian Risiko)
Membilas kain yang direndam kemudian dikeringkan	kain telah dan sehingga dapat menyebabkan lantai licin orang terpeleset	3	2	<i>Moderate</i>
Melakukan print memukul dedaunan bungan yang telah dialasi dengan perlahan – lahan	eco – dengan atau plastik perlahan – Menyebabkan pegal pada bagian punggung	4	2	<i>Moderate</i>
Melakukan warna meremas kain telah tawas	fiksasi dengan – remas air yang dicampur Menyebabkan lantai licin orang dapat terpeleset	3	2	<i>Moderate</i>
Menjemur pada telah disediakan	kain yang Tertimpa peralata cairan yang jatuh atau kimia	2	3	<i>Moderate</i>

4.5 Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)

Metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) mengidentifikasi bahaya yang dihadapi para pekerja saat melakukan pekerjaan, pada semua kondisi, tempat kerja, peralatan dan semua ruang lingkup organisasi. Bahaya – bahaya ini harus ditemukan sebelum menyebabkan kecelakaan dan merugikan bagi pekerja maupun perusahaan. Identifikasi bahaya dilakukan dengan melakukan wawancara, pengamatan, dan melihat riwayat data (Herliana, 2024). Metode ini digunakan dalam melakukan identifikasi bahaya dan menilai risiko di area Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nano Teknologi. Informasi ini diperoleh melalui observasi, wawancara, dan *Focus Group Discussion* (FGD), dan kajian literatur dengan memanfaatkan lembar kerja sebagai alat pengumpulan data saat melakukan kegiatan lapangan. Data yang dikumpulkan kemudian diproses dan dianalisis untuk menilai risiko serta menentukan tingkat kategori risiko pada setiap potensi bahaya yang teridentifikasi.

1. Proses Pencapan Kain *Polyester* dan Rayon dengan Metode (*Steaming, Hybrid* dan *Silikat*)
 - a. Metode I

Tabel 4. 17 HIRA Pencapan Kain *Polyester* dan Rayon Metode I

Uraian Pekerjaan	Hazard Identification		Kode Risiko	Risk Assessment		
	Potensi Bahaya	Risiko		L	C	R
Melakukan pencapan pada kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	A	3	2	Moderate
Memanaskan kain dengan menggunakan mesin <i>steam</i> dengan suhu 110°C	Luka bakar pada kulit karena paparan panas uap steam	Sensasi panas dan luka bakar pada kulit	B	3	3	High
Mencuci kain yang telah di <i>steaming</i>	Percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir	Cedera ringan karena tergelincir	C	3	2	Moderate

b. Metode II

Tabel 4. 18 HIRA Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode II

<i>Hazard Identification</i>			<i>Risk Assessment</i>			
Uraian Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko	Kode Risiko	L	C	R
Melakukan pencapan pada kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	A	3	2	<i>Moderate</i>
Memanaskan kain dengan metode baking dengan menggunakan alat setrika	Paparan panas dari setrika	Luka bakar pada kulit	D	3	3	<i>High</i>
Mencuci dan membilas percobaan	Percikan air di lantai	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	C	3	2	<i>Moderate</i>

c. Metode III

Tabel 4. 19 HIRA Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode III

<i>Hazard Identification</i>			<i>Risk Assessment</i>			
Uraian Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko	Kode Risiko	L	C	R
Melakukan pencapan pada kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	A	3	2	<i>Moderate</i>
Memanaskan kain dengan menggunakan oven dengan suhu 200°C	Paparan panas dari oven	Luka bakar pada kulit	E	3	3	<i>High</i>

<i>Hazard Identification</i>					<i>Risk Assessment</i>		
Uraian Pekerjaan	Potensi Bahaya		Risiko	Kode Risiko	L	C	R
	Mencuci dan membilas percobaan	dan kain			Percikan air di lantai	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	C

d. Metode IV

Tabel 4. 20 HIRA Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode IV

<i>Hazard Identification</i>					<i>Risk Assessment</i>		
Uraian Pekerjaan	Potensi Bahaya		Risiko	Kode Risiko	L	C	R
	Melakukan pencapan pada kain rayon				Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	A
Memanaskan kain dengan mesin steam dengan suhu 110°C	kain	Radiasi panas alat steam	Luka bakar pada kulit	B	3	3	High
Mencuci dan membilas percobaan	dan kain	Percikan air di lantai	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	C	3	2	Moderate

2. *Eco – Print*Tabel 4. 21 HIRA *Eco – Print*

<i>Hazard Identification</i>				<i>Risk Assessment</i>		
Uraian Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko	Kode Risiko	L	C	R
Merendam kain dengan larutan TRO atau deterjen	Tumpahan larutan sabun deterjen	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	F	3	2	<i>Moderate</i>
Membilas kain yang telah direndam	Tumpahan air	Dapat menciptakan risiko kecelakaan yaitu terpeleset	C	3	2	<i>Moderate</i>
Merendam kain dengan larutan tawas	Tumpahan larutan air bercampur tawas	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	G	3	2	<i>Moderate</i>
Membilas kain yang telah direndam dan kemudian dikeringkan	Tumpahan air	Dapat menciptakan risiko kecelakaan yaitu terpeleset	C	3	2	<i>Moderate</i>
Melakukan print dengan memukul dedaunan atau bungan yang telah dialasi plastik dengan perlahan – lahan	eco – dengan posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	A	4	2	<i>Moderate</i>
Melakukan warna meremas – remas	fiksasi dengan air bercampur tawas	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	G	3	2	<i>Moderate</i>

Uraian Pekerjaan	Hazard Identification		Risk Assessment			
	Potensi Bahaya	Risiko	Kode Risiko	L	C	R
kain pada air yang telah dicampur tawas						
Menjemur kain pada tempat yang telah disediakan	Tata letak tempat pengeringan lemari penyimpanan bahan kimia	Tertimpa peralatan atau cairan kimia yang jatuh	H	2	3	Moderate

4.6 Job Safety Analysis (JSA)

Job Safety Analysis (JSA) merupakan metode manajemen keselamatan yang fokus pada identifikasi serta pengendalian potensi bahaya terkait aktivitas kerja yang akan dilaksanakan. Setelah memperoleh *risk assessment* dan levelnya, langkah selanjutnya adalah mengendalikan risiko tersebut menggunakan pendekatan JSA. Dalam penelitian ini metode JSA digunakan untuk menjelaskan potensi bahaya yang timbul selama proses praktikum dan mengendalikan potensi bahaya tersebut. Berikut merupakan tabel JSA yang dibuat berdasarkan proses praktikum:

1. Proses Pencapan Kain *Polyester* dan Rayon dengan Metode (Steaming, Hybrid dan Silikat)
 - a. Metode I

Tabel 4. 22 JSA Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode I

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
Melakukan pencapan pada kain rayon	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	a. Menyediakan lingkungan kerja yang aman dan sehat (Undang – Undang Nomor 1 Tahun 1970)

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
Memanaskan kain dengan menggunakan mesin steam dengan suhu 110°C	Luka bakar pada kulit karena paparan panas uap steam	Sensasi panas dan luka bakar pada kulit	a. Menyediakan alat perlindungan diri ((UU) Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja) b. Mencegah dan mengendalikan uap ((UU) Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja)
Mencuci kain yang telah di steaming	Percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir	Cedera ringan karena tergelincir	a. Memberi tanda apabila lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016)

b. Metode II

Tabel 4. 23 JSA Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode II

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
Melakukan pencapan kain rayon	Posisi duduk pada lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	a. Menyediakan lingkungan kerja yang aman dan sehat (Undang – Undang Nomor 1 Tahun 1970)
Memanaskan kain dengan metode baking dengan menggunakan alat setrika	Paparan panas dari setrika	Luka bakar pada kulit	a. Menyediakan alat perlindungan diri ((UU) Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja) b. Mencegah dan mengendalikan uap ((UU) Nomor 1 Tahun

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
			1970 tentang Keselamatan Kerja)
Mencuci dan membilas percobaan	dan kain di lantai	Percikan air di lantai	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir
			a. Memberi tanda apabila lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016)

c. Metode III

Tabel 4. 24 JSA Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode III

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
Melakukan pencapan kain rayon	Posisi duduk pada lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	a. Menyediakan lingkungan kerja yang aman dan sehat (Undang – Undang Nomor 1 Tahun 1970)
Memanaskan kain dengan menggunakan oven dengan suhu 200°C	Paparan panas dari oven	Luka bakar pada kulit	a. Menyediakan alat perlindungan diri ((UU) Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja) b. Mencegah dan mengendalikan uap ((UU) Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja)
Mencuci dan membilas percobaan	dan kain di lantai	Percikan air di lantai	Permukaan lantai menjadi licin,
			a. Memberi tanda apabila lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016)

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
		meningkatkan risiko tergelincir	

d. Metode IV

Tabel 4. 25 JSA Pencapan Kain Polyester dan Rayon Metode IV

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
Melakukan pencapan kain rayon pada	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	a. Menyediakan lingkungan kerja yang aman dan sehat (Undang – Undang Nomor 1 Tahun 1970)
Memanaskan kain dengan menggunakan mesin steam dengan suhu 110°C	Radiasi panas alat steam	Luka bakar pada kulit	a. Menyediakan alat perlindungan diri ((UU) Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja) b. Mencegah dan mengendalikan uap ((UU) Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja)
Mencuci dan membilas percobaan	Percikan air di lantai	Permukaan lantai menjadi licin, meningkatkan risiko tergelincir	a. Memberi tanda apabila lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016)

2. *Eco – Print*Tabel 4. 26 JSA *Eco – Print*

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
Merendam kain dengan larutan TRO atau deterjen	Tumpahan larutan sabun deterjen	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	<ul style="list-style-type: none"> a. Memberi tanda apabila lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016) b. Membersihkan sabut ataupun benda yang menyebabkan lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016) c. Memakai Alat Pelindung Diri (APD) berupa sepatu <i>boot</i> (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016)
Membilas kain yang telah direndam	Tumpahan air	Dapat menciptakan risiko kecelakaan yaitu terpeleset	<ul style="list-style-type: none"> a. Memberi tanda apabila lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016)
Merendam kain dengan larutan tawas	Tumpahan larutan air bercampur tawas	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	<ul style="list-style-type: none"> a. Memberi tanda apabila lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016) b. Membersihkan sabut ataupun benda yang menyebabkan lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016) c. Memakai Alat Pelindung Diri (APD) berupa sepatu <i>boot</i> (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016)

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
Membilas kain yang telah direndam dan kemudian dikeringkan	Tumpahan air	Dapat menciptakan risiko kecelakaan yaitu terpeleset	a. Memberi tanda apabila lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016)
Melakukan eco – print dengan memukul dedaunan bungan yang telah dialasi plastik dengan perlahan – lahan	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	a. Menyediakan lingkungan kerja yang aman dan sehat (Undang – Undang Nomor 1 Tahun 1970)
Melakukan fiksasi warna dengan meremas – remas kain pada air yang telah dicampur tawas	Tumpahan larutan air bercampur tawas	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	a. Memberi tanda apabila lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016) b. Membersihkan sabut ataupun benda yang menyebabkan lantai licin (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016) c. Memakai Alat Pelindung Diri (APD) berupa sepatu <i>boot</i> (Permenkes Nomor 70 Tahun 2016)
Menjemur kain pada tempat yang telah disediakan	Tata letak tempat pengeringan lemari	Tertimpa peralatan atau cairan kimia yang jatuh	a. Mengatur tata letak almari di laboratorium (Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang

Uraian Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Tindakan Pengendalian
	penyimpanan bahan kimia		Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3))

4.7 Pengendalian Risiko (*Risk Control*) Menggunakan Metode HIRARC

4.7.2 Penentuan Prioritas Pengendalian

Menurut (Ilmi, et al., 2023) dalam (Herliana, 2024) Pengendalian risiko dimulai dari risiko dengan tingkat paling tinggi. Proses ini meliputi upaya untuk mengurangi kemungkinan terjadinya (*reduce likelihood*) dan menurunkan tingkat keparahan (*reduce consequence*). Pengendalian risiko atau risk control dilakukan dengan memprioritaskan berdasarkan risiko paling tinggi ke paling rendah. Berdasarkan pernyataan tersebut kemudian direkaplah hasil risiko tinggi (high) dan sedang (moderate) sebagai berikut:

Tabel 4. 27 Penentuan Pengendalian

Kode Risiko	Potensi Bahaya	Risiko	L	C	R	Score
B	Luka bakar pada kulit karena paparan panas uap steam	Sensasi panas dan luka bakar pada kulit	3	3	High	9
D	Paparan panas dari setrika	Luka bakar pada kulit	3	3	High	9
E	Paparan panas dari oven	Luka bakar pada kulit	3	3	High	9
A	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	3	2	Moderate	6
C	Percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir	Cedera ringan karena tergelincir	3	2	Moderate	6
F	Tumpahan larutan sabun deterjen	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	3	2	Moderate	6

Kode Risiko	Potensi Bahaya	Risiko	L	C	R	Score
G	Tumpahan larutan air bercampur tawas	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	3	2	<i>Moderate</i>	6
H	Tata letak tempat pengeringan lemari penyimpanan bahan kimia	Tertimpa peralatan atau cairan kimia yang jatuh	2	3	<i>Moderate</i>	6

4.7.3 Penentuan Tindakan Pencegahan

Penentuan tindakan pencegahan dalam pengendalian risiko adalah proses memilih dan menerapkan langkah-langkah untuk mengurangi atau menghilangkan potensi bahaya dalam suatu aktivitas atau lingkungan kerja. Langkah ini bertujuan untuk mencegah kecelakaan, cedera, atau dampak negatif lainnya yang mungkin timbul akibat risiko yang telah diidentifikasi dalam Risk Assessment. Pengendalian juga bisa dilakukan dengan mengalihkan sebagian atau seluruh risiko (*risk transfer*) atau menghindarinya sepenuhnya (*risk avoidance*). Pengendalian risiko dilakukan berdasarkan lima hierarki pengendalian risiko menurut ISO 45001 yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa Teknik, pengendalian administrative, penggunaan Alat pelindung Diri (APD). Berikut merupakan Tindakan pencegahan berdasarkan risiko – risiko yang telah ditentukan:

Tabel 4. 28 Pengendalian Risiko

Kode Risiko	Potensi Bahaya	Risiko	L	C	R	Score	Risk Control
B	Radiasi panas alat steam	Luka bakar pada kulit	3	3	High	9	<ul style="list-style-type: none"> a. Eliminasi: Menghilangkan proses steaming (Sinaga & Nukertamanda, 2023). b. Substitusi: Mengganti metode pengukusan dengan perendaman air tawas (Putri & Kristi, 2020). c. Rekayasa Teknologi: Melapisi pipa uap dengan bahan tahan panas seperti <i>aluminium silikat</i> (Rafiul Ikram et al., 2024). d. Pengendalian Administratif: Membuat <i>safety sign</i> (Chrisya & Rembulan, 2023).

Kode Risiko	Potensi Bahaya	Risiko	L	C	R	Score	Risk Control
							e. Alat Pelindung Diri (APD): Sarung tangan kulit (Chrisya & Rembulan, 2023).
D	Paparan panas dari setrika	Luka bakar pada kulit	3	3	High	9	<p>a. Eliminasi: Menghilangkan proses setrika (Sjahli & Susanto, 2022).</p> <p>b. Substitusi: Mengganti <i>body</i> setrika dari yang logam dengan yang berbahan plastik (Sjahli & Susanto, 2022).</p> <p>c. Rekayasa Teknologi: Pemasangan sistem isolasi termal (Sari, 2024).</p> <p>d. Pengendalian Administratif: Sosialisasi SOP dan <i>safety talk</i> (Sjahli & Susanto, 2022).</p> <p>e. Alat Pelindung Diri (APD): Sarung tangan tahan panas (Sjahli & Susanto, 2022).</p>
E	Paparan panas dari oven	Luka bakar pada kulit	3	3	High	9	<p>a. Eliminasi: Menghilangkan proses pengovenan (Prasetyo & Nugroho, 2023)</p> <p>b. Substitusi: Mengganti dengan metode pengeringan dengan memanfaatkan udara panas konveksi (Okyanida & Maghfiroh, 2024).</p>

Kode Risiko	Potensi Bahaya	Risiko	L	C	R	Score	Risk Control
							<ul style="list-style-type: none"> c. Rekayasa Teknologi: Menambahkan lembar aluminium foil pada bagian sisi mesin (Christian, 2023). d. Pengendalian Administratif: Memasang display K3 uap panas (Chrisya & Rembulan, 2023). e. Alat Pelindung Diri (APD): M(Chrisya & Rembulan, 2023)ulit (Chrisya & Rembulan, 2023).
A	Posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	3	2	Moderate	6	<ul style="list-style-type: none"> a. Eliminasi: Menghilangkan proses (Dewi et al., 2024). b. Substitusi: Mengganti posisi duduk di bawah menjadi duduk dengan kursi serta meja (Dewi et al., 2024). c. Rekayasa Teknologi: Merancang meja kerja ergonomis(Dewi et al., 2024). d. Pengendalian Administratif: Membuat SOP pada setiap kegiatan kerja (Dewi et al., 2024). e. Alat Pelindung Diri (APD): Menggunakan sarung tangan kain (Dewi et al., 2024).
C	Percikan air yang dapat	Cedera ringan karena tergelincir	3	2	Moderate	6	<ul style="list-style-type: none"> a. Eliminasi: Menghilangkan sumber air (Sinaga & Nukertamanda, 2023).

Kode Risiko	Potensi Bahaya	Risiko	L	C	R	Score	Risk Control
	menyebabkan tergelincir						<ul style="list-style-type: none"> b. Substitusi: Mengganti jalur proses pekerja dengan material lantai yang lebih tahan terhadap genangan air seperti lantai <i>carport</i> (Sinaga & Nukertamanda, 2023). c. Rekayasa Teknologi: Membersihkan lantai dari air yang masih tergenang (Wisnugroho et al., 2024). d. Pengendalian Administratif: Membuat <i>safety sign</i> bertuliskan “Awas lantai licin, hati - hati ketika melewati area ini” (Putra Njoto & Widiawan, 2023). e. Alat Pelindung Diri (APD): Menggunakan sepatu <i>boot</i>/karet untuk melindungi kaki (Wisnugroho et al., 2024).
F	Tumpahan larutan sabun deterjen	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	3	2	Moderate	6	<ul style="list-style-type: none"> a. Eliminasi: Menghilangkan sumber air (Sinaga & Nukertamanda, 2023). b. Substitusi: Mengganti deterjen dengan buah lerak (Kurniasih et al., 2023) c. Rekayasa Teknologi: Memindahkan alat – alat yang sudah tidak digunakan pada tempat yang aman (Wisnugroho et al., 2024)

Kode Risiko	Potensi Bahaya	Risiko	L	C	R	Score	Risk Control
							<p>d. Pengendalian Administratif: Rutin mengganti sepatu <i>boot</i>, membuat <i>sign</i> lantai licin, membuat pelatihan atau <i>training</i>, memasang <i>floor marking</i> di area kerja (Sinaga & Nukertamanda, 2023).</p> <p>e. Alat Pelindung Diri (APD): Menggunakan sepatu <i>boot</i>/karet untuk melindungi kaki (Wisnugroho et al., 2024).</p>
G	Tumpahan larutan bercampur tawas	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	3	2	Moderate	6	<p>a. Eliminasi: Menghilangkan sumber air (Sinaga & Nukertamanda, 2023).</p> <p>b. Substitusi: Mengganti tawas dengan kapur tohor (Sholikhah & Widowati, 2024)</p> <p>c. Rekayasa Teknologi: Memindahkan alat – alat yang sudah tidak digunakan pada tempat yang aman (Wisnugroho et al., 2024).</p> <p>d. Pengendalian Administratif: Rutin mengganti sepatu <i>boot</i>, membuat <i>sign</i> lantai licin, membuat pelatihan atau <i>training</i>, memasang <i>floor marking</i> di area kerja (Sinaga & Nukertamanda, 2023).</p>

Kode Risiko	Potensi Bahaya	Risiko	L	C	R	Score	Risk Control
							e. Alat Pelindung Diri (APD): Menggunakan masker, sepatu <i>boot</i> / karet untuk melindungi kaki (Mulyo et al., 2022).
H	Tata letak tempat pengeringan lemari penyimpanan bahan kimia	Tertimpa peralatan atau cairan kimia yang jatuh	2	3	Moderate	6	<p>a. Eliminasi: Menghilangkan lemari (Fathmi, 2022).</p> <p>b. Substitusi: Mengganti lemari biasa menjadi lemari khusus dan dapat di kunci (Imran, 2017).</p> <p>c. Rekayasa Teknologi: Menyediakan <i>pallet</i> khusus agar bahan tidak langsung (Imran, 2017).</p> <p>d. Pengendalian Administratif: Dilakukannya Pembicaraan 5 Menit (P5M) mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di area laboratorium; diingatkan untuk hati-hati dan konsentrasi dalam bekerja (Vionita et al., 2024).</p> <p>e. Alat Pelindung Diri (APD): Menggunakan <i>safety helmet</i> dan <i>safety shoes</i> (Khatami et al., 2023).</p>

4.7.4 Risk Rating Setelah Mitigasi

Berikut merupakan *risk rating* setelah dilakukan pengendalian dimana telah dilakukan evaluasi. Berdasarkan hal tersebut tingkat risiko yang tersisa setelah tindakan pencegahan atau pengendalian telah diterapkan. Dalam menentukan tindakan pengendalian risiko menggunakan analisis 5 *Whys* yang merupakan metode pemecahan masalah yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu masalah dengan mengajukan pertanyaan "Mengapa?" sebanyak lima kali. Berikut merupakan perbandingan risk rating sebelum dilakukan mitigasi dan setelah dilakukannya mitigasi:

Tabel 4. 29 Risk Rating Setelah Mitigasi

Kode Risiko	Daftar Risiko	Risk Score Before Mitigation			Deskripsi Tindakan Mitigasi	Risk Score After Mitigation		
		L	C	R		L	C	R
B	Sensasi panas dan luka bakar pada kulit	3	3	9 (<i>High</i>)	Alat Pelindung Diri (Chrisya & Rembulan, 2023)	2	1	2 (<i>Low</i>)
D	Luka bakar pada kulit	3	3	9 (<i>High</i>)	Alat Pelindung Diri (APD): Sarung tangan tahan panas (Sjahli & Susanto, 2022).	1	2	2 (<i>Low</i>)
E	Luka bakar pada kulit	3	3	9 (<i>High</i>)	Alat Pelindung Diri (APD): Menggunakan sarung tangan kulit (Chrisya & Rembulan, 2023).	1	2	2 (<i>Low</i>)

Kode Risiko	Daftar Risiko	Risk Score Before Mitigation			Deskripsi Tindakan Mitigasi	Risk Score After Mitigation		
		L	C	R		L	C	R
A	Menyebabkan pegal pada bagian punggung	3	2	6 (<i>Moderate</i>)	Rekayasa Teknologi: Merancang meja kerja ergonomis (Dewi et al., 2024).	2	2	4 (<i>Low</i>)
C	Cedera ringan karena tergelincir	3	2	6 (<i>Moderate</i>)	Pengendalian Administratif: Membuat <i>safety sign</i> bertuliskan “Awas lantai licin, hati – hati ketika melewati area ini” (Putra Njoto & Widiawan, 2023).	1	2	2 (<i>Low</i>)
F	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	3	2	6 (<i>Moderate</i>)	Alat Pelindung Diri (APD): Menggunakan sepatu <i>boot/</i> karet untuk melindungi kaki (Wisnugroho et al., 2024).	2	1	2 (<i>Low</i>)
G	Menyebabkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset	3	2	6 (<i>Moderate</i>)	Alat Pelindung Diri (APD): Menggunakan masker, sepatu <i>boot/</i> karet untuk melindungi kaki (Wisnugroho et al., 2024).	2	1	2 (<i>Low</i>)

Kode Risiko	Daftar Risiko	<i>Risk Score Before Mitigation</i>			Deskripsi Tindakan Mitigasi	<i>Risk Score After Mitigation</i>		
		L	C	R		L	C	R
H	Tertimpa peralatan atau cairan kimia yang jatuh	2	3	6 (<i>Moderate</i>)	Substitusi: Mengganti lemari biasa menjadi lemari khusus dan dapat di kunci (Imran, 2017).	1	2	2 (<i>Low</i>)

5 BAB V PEMBAHASAN

5.2 Praktikum dan Lingkungan Laboratorium

Hasil identifikasi bahaya dan risiko pada proses praktikum penyempurnaan dan pewarnaan yang dilakukan dengan wawancara kepada dosen pengampu mata kuliah penyempurnaan dan pewarnaan atau *expert* yaitu Ibu Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng dan di bantu oleh satu asisten pengajar praktukm penyempurnaan dan pewarnaan yaitu Friska Anggi Finola. Identifikasi bahaya dilakukan dengan mengolah data dengan mempertimbangkan dampak dan kemungkinan yang terjadi selama proses praktikum. Terdapat 1 modul pengantar yang membahas mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Laboratorium Kimia Tekstil dan Nanoteknologi kemudian terdapat 7 modul praktikum pada penyempurnaan dan pewarnaan.

5.3 Identifikasi Proses Praktikum

Sebelum dilakukan analisis terhadap potensi bahaya dan penilaian risiko di laboratorium, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi seluruh proses yang terjadi selama kegiatan praktikum berlangsung. Identifikasi ini bertujuan untuk memahami secara menyeluruh tahapan-tahapan kegiatan, peralatan yang digunakan, serta interaksi antara praktikan dan lingkungan kerja laboratorium. Dengan demikian, proses identifikasi ini menjadi dasar penting dalam penerapan metode pengendalian risiko seperti HIRA, JSA, dan HIRARC. Berikut merupakan uraian lengkap mengenai proses praktikum yang diamati dalam penelitian ini.

5.3.2 Proses Pencapan Kain *Polyester* dan Rayon dengan Metode (*Steaming, Hybrid dan Silikat*)

Pada praktikum proses pencapan pada kain polyester dan rayon Metode I dimana prosesnya sesuai pada Gambar 4. 1 dapat diketahui bahwa proses yang dilakukan pada praktikum yang pertama yaitu melakukan pecapan pada kain rayon dimana terdapat potensi bahaya dengan duduk dilantai dan diberi kode risiko A, kemudian pada saat proses memanaskan kain tersebut dengan menggunakan mesin *steam* dengan suhu 110°C dan terdapat potensi bahaya dari paparan uap panas yang dapat menyebabkan luka bakar pada kulit yang dapat mengakibatkan sensasi panas dan luka bakar pada kulit dengan kode risiko B. Proses selanjutnya yang dilakukan yaitu proses pembilasan kain tersebut dengan menggunakan air dimana terdapat

potensi bahaya dari percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir kemudian dapat mengakibatkan risiko cedera ringan dengan kode risiko C.

Pada Metode II praktikum proses pencapan pada kain *polyester* dan rayon sesuai diagram proses pada Gambar 4. 2 dapat diketahui bahwa proses yang dilakukan pada praktikum yang pertama yaitu melakukan pencapan pada kain rayon dimana terdapat potensi bahaya dengan duduk di lantai dan diberi kode risiko A, kemudian pada saat proses memanaskan kain percobaan dengan metode *baking* menggunakan alat setrika, terdapat potensi bahaya dari paparan panas yang dapat menyebabkan luka bakar pada kulit yang dapat mengakibatkan sensasi panas dan luka bakar pada kulit dengan kode risiko D. Proses selanjutnya yang dilakukan yaitu proses pembilasan kain tersebut dengan menggunakan air dimana terdapat potensi bahaya dari percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir kemudian dapat mengakibatkan risiko cedera ringan dengan kode risiko C.

Proses pencapan kain *polyester* dan rayon pada Metode III berdasarkan diagram proses Gambar 4. 3 dapat diketahui bahwa proses yang dilakukan pada praktikum yang pertama yaitu melakukan pencapan pada kain rayon dimana terdapat potensi bahaya dengan duduk di lantai dan diberi kode risiko A, kemudian pada saat proses memanaskan kain percobaan dengan menggunakan alat oven dengan suhu 200°C, terdapat potensi bahaya dari paparan panas yang dapat menyebabkan luka bakar pada kulit yang dapat mengakibatkan sensasi panas dan luka bakar pada kulit dengan kode risiko E. Proses selanjutnya yang dilakukan yaitu proses pembilasan kain tersebut dengan menggunakan air dimana terdapat potensi bahaya dari percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir kemudian dapat mengakibatkan risiko cedera ringan dengan kode risiko C.

Pada Metode IV proses pencapan kain *polyester* dan rayon berdasarkan diagram proses pada Gambar 4. 4 dapat diketahui bahwa proses yang dilakukan pada praktikum yang pertama yaitu melakukan pencapan pada kain rayon dimana terdapat potensi bahaya dengan duduk di lantai dan diberi kode risiko A, kemudian pada saat proses memanaskan kain tersebut dengan menggunakan mesin steam dengan suhu 110°C dan terdapat potensi bahaya dari paparan uap panas yang dapat menyebabkan luka bakar pada kulit yang dapat mengakibatkan sensasi panas dan luka bakar pada kulit dengan kode risiko B. Proses selanjutnya yang dilakukan yaitu proses pembilasan kain tersebut dengan menggunakan air dimana terdapat potensi bahaya dari percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir kemudian dapat mengakibatkan risiko cedera ringan dengan kode risiko C.

5.3.3 *Eco – Print*

Modul *eco – print* pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan terdapat tujuh langkah kerja berdasarkan diagram proses pada Gambar 4. 5 dimana langkah pertama yaitu dilakukan perendaman kain dengan larutan TRO atau deterjen dimana terdapat potensi bahaya dari tumpahan larutan deterjen tersebut sehingga dapat menyebabkan orang terpeleset dikarenakan lantai yang licin dengan kode risiko F. Langkah kedua yang dilakukan yaitu membilas kain perendaman tersebut dimana terdapat potensi bahaya dari tumpahan air yang dapat mengakibatkan terpeleset dengan kode risiko C, kemudian pada proses perendaman dengan larutan tawas dimana terdapat potensi bahaya dari tumpahan air bercampur tawas sehingga dapat berisiko mengakibatkan orang terpeleset dan ditandai dengan kode risiko G. Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu membilas kain perendaman tersebut dimana terdapat potensi bahaya dari tumpahan air yang dapat mengakibatkan terpeleset dengan kode risiko C. Pada saat melakukan proses *eco – print* dengan cara memukul dedaunan atau bunga diatas kain percobaan terdapat potensi bahaya dengan duduk di lantai dan diberi kode risiko A. Pada saat proses perendaman dengan larutan tawas dengan tujuan melakukan fiksasi warna dimana terdapat potensi bahaya dari tumpahan air bercampur tawas sehingga dapat berisiko mengakibatkan orang terpeleset dan ditandai dengan kode risiko G. Langkah terakhir yang dilakukan yaitu dengan menjemur kain percobaan pada tempat yang telah disediakan, namun pada sekitaran tempat penjemuran tersebut masih terdapat lemari yang belum tepat penataannya sehingga berpotensi bahaya dan dapat berisiko isi dalam lemari tersebut dapat menimpa praktikan secara tidak sengaja dimana risiko tersebut diberi kode H.

5.4 Analisis Bahaya dan Risiko Menggunakan Metode HIRA JSA

Berdasarkan tabel *risk assessment* yang telah dilakukan maka kemudian dikelompokan lagi berdasarkan risiko – risiko yang terjadi dikarenakan paada proses praktikum penyempurnaan dan pewarnaan ini memiliki proses kerja yang mirip – mirip begitu juga dengan risiko nya. Hasil dari pengolahan data kemudian didapatkan tingkat risiko yang tertinggi hingga terendah berdasarkan proses praktikum.

5.4.2 Analisis bahaya aktivitas pencapan dan *eco print*

Berdasarkan tabel identifikasi bahaya dan risiko, pada kode risiko A, potensi bahaya yang dihadapi adalah posisi duduk di lantai yang kurang ergonomis. Dalam konteks praktikum penyempurnaan dan pewarnaan, terutama pada proses pencapan dan *eco print* yang dilakukan

di atas lantai beralaskan tikar, kondisi ini sangat relevan dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan fisik, khususnya pada bagian tubuh yang menopang postur kerja.

Risiko utama yang ditimbulkan dari posisi kerja seperti ini adalah pegal atau nyeri pada bagian punggung, leher, atau bahkan lutut, akibat duduk terlalu lama dalam posisi yang tidak didesain untuk kenyamanan tubuh. Hal ini diperparah jika praktikan harus membungkuk atau menunduk terus-menerus saat melakukan pencapan atau menata daun dalam proses eco printing. Dalam tabel, risiko ini dinilai dengan *Likelihood* (L) sebesar 3 dan *Consequence* (C) sebesar 2, yang menghasilkan skor 6 dan dikategorikan sebagai risiko sedang (*Moderate*).

Meskipun bukan risiko yang bersifat akut, kondisi ini dapat menimbulkan dampak jangka panjang jika dibiarkan, seperti gangguan otot, postur tubuh yang buruk, atau kelelahan berlebih. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pengendalian risiko, seperti menyediakan meja kerja rendah yang sesuai.

5.4.3 Analisis bahaya aktivitas *steaming*

Berdasarkan tabel identifikasi risiko, pada kode risiko B, potensi bahaya yang tercatat adalah luka bakar pada kulit karena paparan panas uap steam. Dalam konteks praktikum penyempurnaan dan pewarnaan, khususnya pada proses *steaming* yang menggunakan dandang konvensional, bahaya ini sangat relevan. Dandang konvensional menghasilkan uap panas dalam jumlah besar dan tekanan tinggi, sehingga paparan langsung terhadap uap atau bagian logam dandang yang panas dapat menyebabkan sensasi panas berlebih hingga luka bakar serius pada kulit.

Tingkat kemungkinan terjadinya *Likelihood* 3 dan tingkat keparahan dampaknya *Consequence* 3 memberikan skor risiko sebesar 9, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi (*High*). Hal ini menunjukkan bahwa proses *steaming* dengan dandang konvensional memiliki potensi bahaya yang signifikan dan memerlukan pengendalian yang ketat.

5.4.4 Analisis bahaya aktivitas mencuci kain

Berdasarkan tabel identifikasi risiko, pada kode risiko C, potensi bahaya yang muncul adalah percikan air yang dapat menyebabkan tergelincir. Situasi ini sering terjadi saat proses mencuci kain hasil percobaan di wastafel laboratorium, di mana air atau larutan dari kain yang dicuci bisa memercik atau tumpah ke lantai. Apabila lantai menjadi basah dan tidak segera dibersihkan, maka akan menimbulkan kondisi licin yang membahayakan. Pemberian safety sign juga perlu dilakukan agar praktikan lebih waspada.

Risiko yang diidentifikasi dari kondisi ini adalah cedera ringan karena tergelincir. Berdasarkan tabel, tingkat kemungkinan terjadinya *Likelyhood* 3 dan tingkat keparahannya *Consequence* 2 memberikan skor total 6, yang termasuk dalam kategori risiko sedang (*Moderate*).

5.4.5 Analisis bahaya aktivitas menyetrika

Berdasarkan tabel identifikasi bahaya dan risiko, pada kode risiko D, potensi bahaya yang teridentifikasi adalah paparan panas dari setrika. Hal ini berkaitan langsung dengan aktivitas dalam praktikum penyempurnaan dan pewarnaan, khususnya pada saat melakukan proses *baking*.

Risiko yang muncul dari aktivitas ini adalah luka bakar pada kulit akibat kontak langsung dengan permukaan setrika yang panas. Berdasarkan penilaian risiko, kemungkinan terjadinya insiden ini *Likelyhood* 3 dan tingkat keparahan dampaknya *Consequence* 3 menghasilkan skor sebesar 9, yang tergolong dalam kategori risiko tinggi (*High*). Risiko ini termasuk serius karena bisa menyebabkan cedera fisik yang memerlukan penanganan medis jika tidak dicegah. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti menggunakan sarung tangan tahan paas juga perlu diterapkan pada saat melakukan proses praktikum menyetrika ini.

5.4.6 Analisis bahaya aktivitas mengoven

Pada tahap identifikasi bahaya, ditemukan bahwa potensi bahaya berasal dari paparan panas dari oven. Bahaya ini berisiko menimbulkan luka bakar pada kulit bagi pekerja yang melakukan aktivitas di sekitar oven. Selanjutnya, dalam tahap penilaian risiko, dilakukan penilaian terhadap dua aspek, yaitu kemungkinan terjadinya insiden dan keparahan dampaknya. Pada kasus ini, nilai kemungkinan adalah 3 dan keparahan juga 3, sehingga menghasilkan skor risiko sebesar 9. Berdasarkan kategori tingkat risiko dalam tabel, skor 9 termasuk dalam klasifikasi *High* atau tinggi. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti menggunakan sarung tangan tahan paas juga perlu diterapkan pada saat melakukan proses praktikum pengovenan ini.

5.4.7 Analisis bahaya aktivitas mencuci kain dengan deterjen

Berdasarkan tabel tersebut, kode risiko F menunjukkan potensi bahaya yang berasal dari tumpahan larutan sabun deterjen. Bahaya ini dapat menyebabkan lantai menjadi licin, sehingga meningkatkan risiko orang terpeleset saat beraktivitas di area tersebut.

Dalam penilaian risikonya, kemungkinan terjadinya insiden diberi nilai 3, sementara tingkat keparahan atau dampaknya diberi nilai 2. Dari hasil penilaian tersebut, diperoleh skor risiko sebesar 6, yang masuk dalam kategori *Moderate* atau sedang.

Pengendalian yang dapat dilakukan misalnya dengan menjaga kebersihan lantai secara berkala, segera membersihkan tumpahan, dan memasang rambu peringatan lantai licin agar pekerja lebih waspada, sehingga risiko terpeleset bisa diminimalisasi.

5.4.8 Analisis bahaya aktivitas mencuci kain dengan tawas

Berdasarkan tabel, kode risiko G menunjukkan potensi bahaya yang berasal dari tumpahan larutan air bercampur tawas. Bahaya ini dapat menyebabkan lantai menjadi licin, sehingga berisiko membuat seseorang terpeleset dan terjatuh saat beraktivitas di area tersebut.

Dalam proses penilaian risikonya, nilai kemungkinan kejadian diberikan sebesar 3. Sedangkan nilai keparahan atau dampaknya adalah 2. Hasil penghitungan skor risikonya adalah 6, sehingga dikategorikan sebagai risiko *Moderate* atau sedang.

5.4.9 Analisis bahaya aktivitas menjemur kain percobaan

Berdasarkan tabel, kode risiko H menunjukkan potensi bahaya yang berasal dari tata letak tempat pengeringan lemari penyimpanan bahan kimia yang tidak tepat. Kondisi ini dapat menyebabkan peralatan atau cairan kimia jatuh, sehingga menimbulkan risiko keselamatan bagi pekerja di sekitarnya.

Risiko yang diidentifikasi adalah tertimpa peralatan atau terkena tumpahan cairan kimia, yang dapat menyebabkan cedera, iritasi kulit, atau gangguan kesehatan lainnya tergantung pada sifat bahan kimia yang terlibat. Dalam penilaian risikonya, kemungkinan terjadinya insiden diberi nilai 2, sementara tingkat keparahan atau dampaknya diberi nilai 3. Dengan demikian, diperoleh skor risiko sebesar 6, yang termasuk dalam kategori *Moderate* atau sedang.

Untuk mengendalikan risiko ini, diperlukan penataan ulang tempat penyimpanan agar lebih stabil dan aman, penggunaan rak yang kokoh dan tertutup, serta pemasangan label peringatan dan prosedur penanganan bahan kimia yang benar.

5.5 Analisis 5 Whys

Pendekatan analisis 5 Whys merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan dengan mengajukan serangkaian pertanyaan yang mendalam. Teknik ini bekerja dengan cara mengajukan pertanyaan "mengapa?" secara berulang, biasanya hingga lima kali atau lebih, hingga ditemukan faktor utama yang menyebabkan masalah terjadi (Hisbullah A'isyi Basuki et al., 2023). Berikut merupakan analisis 5 Whys yang digunakan dalam memahami hubungan sebab akibat dengan menggali penyebab yang lebih mendasar daripada hanya mengatasi gejala yang tampak:

Tabel 5. 1 Analisis 5 Whys

Kode Risiko	Risk Rating	Apa Permasalahannya?	5 Whys?					
			Why?	Why?	Why?	Why?	Why?	
B	9 (High)	Luka bakar pada kulit karena paparan panas uap <i>steam</i> .	Karena praktikan terpapar langsung uap panas saat proses <i>steam</i> pada kain.	Karena alat yang digunakan untuk <i>steam</i> adalah dandang tangan terbuka tanpa pelindung.	Karena alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan tahan panas atau pelindung wajah.	Karena praktikan tidak menggunakan secara memadai di laboratorium.	Karena APD tidak tersedia secara memadai di laboratorium.	Karena belum ada standar kewajiban penyediaan APD yang dimasukkan ke dalam prosedur praktikum.

Kode Risiko	Risk Rating	Apa Permasalahannya?	5 Why's?					
			Why?	Why?	Why?	Why?	Why?	
D	9 (High)	Luka bakar karena paparan panas dari setrika.	Karena tangan praktikan sengaja menyentuh bagian panas dari setrika.	Karena praktikan tidak menggunakan pelindung diri yang tepat saat menggunakan setrika.	Karena praktikan tidak menggunakan alat pelindung diri yang saat tersedia di laboratorium.	Karena APD tahan panas tidak di gunakan untuk menyetrika.	Karena belum ada alat pelindung diri khusus untuk aktivitas menyetrika.	Karena belum ada kebijakan atau prosedur laboratorium yang mewajibkan penggunaan APD saat menggunakan peralatan panas.
E	9 (High)	Luka bakar karena paparan panas dari oven.	Karena tangan praktikan terkena bagian dalam oven atau permukaan sampel yang sangat panas saat memasukkan	Karena praktikan tidak menggunakan pelindung panas saat mengoperasikan oven.	Karena praktikan tidak menyediakan alat pelindung diri (APD) khusus seperti	Karena laboratorium tidak menyediakan alat pelindung diri (APD) seperti	Karena belum ada kebijakan atau prosedur operasional standar (SOP) yang mewajibkan penggunaan	Karena belum dilakukan evaluasi risiko secara menyeluruh terhadap proses penggunaan

Kode Risiko	Risk Rating	Apa Permasalahannya?	5 Why's?							
			Why?	Why?	Why?	Why?	Why?			
			atau mengeluarkan kain.			sarung tangan APD tahan panas. bekerja dengan oven. oven.	saat oven dalam praktikum.			
A	6 (Moderate)	Badan pegal karena melakukan pengecapan dan eco print dengan duduk di lantai.	Karena tubuh ergonomis selama proses berlangsung.	Karena posisi tidak melakukan kegiatan dengan duduk di lantai tanpa meja kerja.	Karena praktikan melakukan kegiatan dengan kerja di lantai tanpa meja kerja.	Karena tidak tersedia meja yang sesuai untuk pengecapan dan eco print.	Karena tidak ada rekayasa teknologi yang sederhana yang dibuat untuk mendukung kenyamanan dan efisiensi kerja.	Karena belum ada rekayasa teknologi yang dibuat untuk menggunakan tika.	Karena masih cukup untuk saat ini apabila hanya menggunakan tika.	
C	6 (Moderate)	Cedera ringan karena tergelincir yang diakibatkan oleh percikan tumpahan air dari wastafel.	Karena lantai menjadi licin akibat percikan dan tumpahan air dari aktivitas mencuci kain.	Karena proses mencuci kain menghasilkan banyak percikan dan tidak ada peringatan.	Karena tidak ada peringatan visual atau tanda bahaya yang memberi tahu bahwa lantai di	Karena tidak ada dipasang safety sign atau rambu peringatan di area sekitar wastafel.	Karena belum ada peraturan khusus mengenai	Karena untuk saat ini belum ada peraturan khusus mengenai		

Kode Risiko	Risk Rating	Apa Permasalahannya?	5 Why's?							
			Why?	Why?	Why?	Why?	Why?			
						penghalang atau penampung air.	area tersebut licin.			pemasangan rambu tersebut.
F	6 (Moderate)	Tergelincir karena tumpahan deterjen saat mencuci kain percobaan.	karena cairan menjadi akibat cairan deterjen.	Karena lantai licin karena tumpahan cairan deterjen.	Karena tidak menggunakan alas kaki yang sesuai untuk kondisi basah dan licin.	Karena tidak ada aturan kewajiban penggunaan sepatu boot/karet sebagai APD saat mencuci kain.	Karena tidak ada atau kewajiban penggunaan APD mencuci area basah.	Karena belum ada SOP yang mewajibkan penggunaan APD untuk aktivitas mencuci kain di area basah.	Karena belum di lakukan identifikasi lebih lanjut mengenai risiko tersebut.	
G	6 (Moderate)	Tergelincir karena tumpahan air saat mencuci kain percobaan.	karena tawas kain yang membuat permukaan menjadi licin.	Karena terdapat tumpahan air di lantai yang membuat permukaan menjadi licin.	Karena air tawas tumpah saat proses mencuci kain percobaan.	Karena tidak ada aturan kewajiban penggunaan sepatu boot/karet sebagai APD	Karena tidak ada atau kewajiban penggunaan APD untuk aktivitas mencuci area basah.	Karena belum ada SOP yang mewajibkan penggunaan APD untuk aktivitas mencuci kain di area basah.	Karena belum di lakukan identifikasi lebih lanjut mengenai risiko tersebut.	

Kode Risiko	Risk Rating	Apa Permasalahannya?	5 Why's?							
			Why?	Why?	Why?	Why?	Why?			
						saat mencuci kain.	mencuci kain di area basah.			
H	6 (Moderate)	Tertimpa peralatan atau cairan kimia yang jatuh dari lemari dekat tempat penjemuran kain percobaan.	Karena tempat penyimpanan peralatan dan cairan kimia tidak memiliki kunci atau pengaman untuk mencegah pintunya terbuka dan barang jatuh.	lemari yang digunakan lemari lama yang tidak dirancang dengan fitur pengaman seperti kunci atau sistem penutup yang aman.	Karena lemari yang lama masih digunakan karena belum ada penggantian atau pembaruan sistem penyimpanan yang lebih aman.	Karena lemari tersebut masih digunakan karena belum ada penggantian atau pembaruan sistem penyimpanan yang lebih aman.	Karena belum ada evaluasi lebih lanjut.	Karena belum lama di dirika jadi dengan adanya lemari seperti itu sudah dirasa cukup.		

5.6 Identifikasi Pengendalian Risiko dengan Metode HIRARC

Sesuai dengan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2021, kecelakaan kerja mencakup setiap kejadian yang terjadi dalam hubungan kerja, termasuk perjalanan dari rumah ke tempat kerja, serta penyakit akibat lingkungan kerja. Oleh karena itu, penerapan pengendalian risiko dalam kegiatan praktikum sangat penting untuk meminimalisasi potensi kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Berdasarkan hasil analisis 5 *Whys* pada kegiatan praktikum penyempurnaan dan pewarnaan, berikut adalah tahapan pengendalian risiko yang disusun secara hierarkis sesuai prinsip K3:

5.6.2 Eliminasi

Pengendalian risiko eliminasi dilakukan dengan menghilangkan aktivitas yang dapat menyebabkan sumber bahaya. Pengendalian risiko ini dibutuhkan apabila risiko dari suatu aktivitas dapat mengakibatkan kematian atau cacat seumur hidup, serta bahaya tersebut sering terjadi di lingkungan kerja (Christian, 2023). Berdasarkan analisis 5 *Whys*, pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan ini belum dapat dilakukan pengendalian eliminasi.

5.6.3 Substitusi

Pengendalian risiko substitusi dilakukan dengan menggantikan bahan-bahan dan peralatan yang berbahaya dengan yang lebih aman sehingga bahaya di lokasi kerja dapat ditekan (Christian, 2023). Berdasarkan analisis 5 *Whys*, pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan ini dapat dilakukan pengendalian substitusi untuk mengganti lemari yang belum tertata dengan benar dan diganti dengan lemari yang memiliki pintu serta kunci (Imran, 2017).

5.6.4 Rekayasa Teknik

Pengendalian risiko rekayasa teknik dilakukan dengan mengubah cara kerja atau penambahan objek kerja yang dapat mencegah seseorang terpapar bahaya. (Christian, 2023) Pengendalian rekayasa teknik adalah upaya mengurangi risiko bahaya dengan merancang ulang atau memodifikasi alat, mesin, atau tempat kerja. Pengendalian ini juga disebut engineering control.

Berdasarkan analisis 5 *Whys*, pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan ini sudah dapat dilakukan pengendalian berupa rekayasa teknik pada saat proses pengecapan dan melakukan eco print. Menurut (Dewi et al., 2024) Bahaya ergonomi dan K3 dengan nilai risiko tinggi yang ada pada kegiatan kerja penempatan corak ke kain, penggilingan kain dengan roller cor semen, serta penggulungan dan pengikatan kain dapat diselesaikan dengan perancangan meja kerja ergonomis.

5.6.5 Administratif

Pengendalian risiko administratif dilakukan dengan menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terkena potensi bahaya dari area kerja (Christian, 2023b). Pengendalian administratif adalah strategi dan tindakan yang dirancang untuk mengurangi atau menghilangkan bahaya di tempat kerja melalui perubahan dalam prosedur, kebijakan, pelatihan, dan praktik kerja. Ini adalah cara untuk mengatur dan mengontrol pekerjaan agar risiko bahaya dapat diminimalkan.

Berdasarkan analisis 5 *Whys*, pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan, pengendalian administratif dapat diterapkan pada proses praktikum pencucian kain percobaan di wastafel yaitu dengan melakukan pemasangan *safety sign* bertuliskan “Awas lantai licin, hati – hati ketika melewati area ini” seperti pada gambar berikut ini (Putra Njoto & Widiawan, 2023).



Gambar 5. 1 Rambu Lantai Licin

5.6.6 Alat Pelindung Diri (APD)

Pengendalian risiko APD dilakukan dengan memberikan alat pelindung diri kepada pekerja untuk menjauhkan mereka dari potensi bahaya yang ada (Christian, 2023). Pengendalian alat pelindung diri (APD) adalah serangkaian tindakan yang diambil untuk memastikan APD digunakan secara efektif dan aman, serta untuk memastikan bahwa APD tersebut tetap berfungsi dengan baik. Pengendalian APD mencakup identifikasi kebutuhan, pemilihan, pelatihan penggunaan, pemeliharaan, penggantian, dan pembuangan APD yang rusak.

Berdasarkan analisis 5 *Whys*, pada praktikum penyempurnaan dan pewarnaan, pengendalian risiko berupa penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) banyak di terapkan seperti pada proses melakukan steaming dengan menggunakan dandang serta proses baking dengan menggunakan oven manual yang mana uap dari dandang dan oven tersebut dapat menyebabkan sensasi panas pada kulit dan bisa juga paparan panas dari alat tersebut dapat mengakibatkan luka bakar pada kulit. Pengendalian berupa penggunaan APD dapat diterapkan seperti yang

tertera pada (Chrisya & Rembulan, 2023) dimana dijelaskan bahwa pada saat melakukan proses steaming dapat menggunakan sarung tangan kulit yang tahan panas. Kemudian pada saat melakukan proses baking dengan menggunakan setrika, praktikan juga dapat menggunakan sarung tangan tahan panas sesuai dengan ketentuan pada jurnal. Berikut merupakan sarung tangan tahan panas yang direkomendasikan (Sjahli & Susanto, 2022).



Gambar 5. 2 Sarung Tangan Tahan Panas

Berdasarkan analisis 5 Whys pada proses pencucian kain dengan menggunakan sabun deterjen juga memerlukan pengendalian risiko dengan menggunakan APD berupa penggunaan sepatu boot untuk melindungi kaki. Penggunaan sepatu boot juga dapat mencegah terjadinya insiden terpeleset apabila area pencucian kain licin. Berikut merupakan sepatu boot karet yang direkomendasikan berdasarkan jurnal (Wisnugroho et al., 2024).



Gambar 5. 3 Sepatu *Boot*

6 BAB VI PENUTUP

6.2 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Identifikasi risiko dalam praktikum penyempurnaan dan pewarnaan di laboratorium menggunakan metode HIRARC menunjukkan beberapa potensi bahaya utama, seperti pada tingkat risiko tinggi atau *high* yaitu paparan uap panas dari dandang yang dapat menyebabkan sensasi panas dan luka bakar, kemudian paparan panas dari alat setrika dan oven pada saat melakukan proses baking yang dapat mengakibatkan luka bakar pada kulit. Kemudian pada nilai risiko sedang atau *moderate* terdapat pada proses melakukan pengecapan dan *eco print* yang dilakukan dilantai sehingga menyebabkan pegal – pegal arena posisinya kurang ergonomis, kemudian percikan api dari proses pembilasan yang dapat mengakibatkan praktikan tergelincir. Larutan deterjen dan air tawar yang tumpah juga dapat mengakibatkan lantai licin sehingga orang dapat terpeleset, kemudian penataan lemari yang masih belum tepat dapat mengakibatkan risiko praktikan yang sedang menjemur kain praktikum tertimbah peralatan dan bahan kimia.
2. Sebelum dilakukan pengendalian risiko dapat diketahui risk rating yang didapatkan yaitu pada kategori *High* atau tinggi dengan pada 3 aktivitas kerja dan 15 proses kerja dengan kategori *Moderate* atau sedang.
3. Untuk mengurangi risiko dalam praktikum penyempurnaan dan pewarnaan di laboratorium diperlukan perbaikan dimana penentuannya dibantu menggunakan 5 Whys Analysis. Pengendalian yang dapat dilakukan yaitu penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa penggunaan sarung tangan tahan panas pada saat melakukan proses steaming, penyetricaan, dan pengovenan. Kemudian pengendalian berupa rekayasa teknologi dengan merancang meja kerja ergonomis dapat dilakukan pada saat melakukan proses pengecapan dan *eco print*. Pengendalian administrative berupa membuat safety sign dapat diterapkan dengan menempelkan rambu – rambu tersebut di dekat wastafel. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan menggunakan sepatu boot/karet dapat diterapkan pada saat melakukan pencucian kain dengan deterjen dan ketika mencuci kain dengan menggunakan air tawar. Kemudian pengendalian substitusi berupa mengganti lemari biasa menjadi lemari khusus dan dapat dikunci juga dapat diterapkan.

6.3 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut merupakan saran yang bertujuan menjadi masukan bagi instansi dan bagi peneliti selanjutnya:

1. Bagi instansi diharapkan bahwa laboratorium dapat menerapkan usulan rekomendasi yang telah diberikan yaitu dengan menerapkan pengendalian administrative serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang sesuai secara lengkap. Pengawasan juga perlu dilakukan sehingga apabila terjadi kecelakaan dapat segera dilakukan pertolongan.
2. Bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengambil topik yang serupa diharapkan untuk mengumpulkan data yang lebih rinci mengenai potensi bahaya, termasuk catatan kecelakaan kerja sebelumnya, tingkat keparahan cedera, dan frekuensi kejadian.

7 DAFTAR PUSTAKA

- Aimi, N., Wahab, A., Nabilah, F., Rahiza, A., & Isa, N. (2022). HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL (HIRARC) ON LABORATORY WASTE DISPOSAL IN CHEMISTRY LABORATORY. In *Journal of Academia* (Vol. 10).
- Anjaya, C. D., & Sukpto, P. (2024). *Proposal for Prevention of Occupational Disease Risk Using the Hiradc Method at PT X in the Dyeing Department* (Vol. 1, Issue 6). <https://annpublisher.org/ojs/index.php/improsci>
- Aprita, T. A. F. K., & Ayudyah Eka Apsari. (2023). ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA BAGIAN STASIUN PENGGILINGAN DI PT SINERGI GULA NUSANTARA DENGAN METODE JSA DAN HIRARC. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 3(2), 180–191. <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i2.1692>
- Christian, K. (2023a). *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control pada PT. X* (Vol. 11, Issue 1).
- Christian, K. (2023b). *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control pada PT. X* (Vol. 11, Issue 1).
- Chrisya, G. A., & Rembulan, G. D. (2023). ANALISIS KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA DENGAN METODE HIRARC, JSA DAN SWIFT DI PERUSAHAAN KERUPUK UD. XYZ. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, 6(1). <https://doi.org/10.31602/jieom.v6i1.10749>
- Dewi, R. S., Rizkiyah, E., Istighfarin, R., Sudiarno, A., Rahman, A., Dewi, D. S., Maryani, A., Amardhani, A. F., Sholah, A. F., Bimantara, A., Cahyaningratri, A. J., Putri, M. L., Devi, P. M. K., Ariyanto, R. J., & Hikmah, S. M. (2024). Identifikasi dan Pengendalian Potensi Bahaya K3 dan Ergonomi pada Proses Produksi Batik Ecoprint UMKM Omah Ecoprint. *Sewagati*, 8(3), 1608–1619. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i3.915>
- Fachrudin, M. B., Haqi, D. N., Alayyannur, P. A., Widajati, N., & Wijaya, Y. R. (2020). Application of risk management using hiradc method in analytical chemical laboratory of university in Indonesia. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 14(1), 316–321. <https://doi.org/10.37506/v14/i1/2020/ijfmt/192916>
- Fakhriansyah, M., Fathimahhayati, L. D., & Gunawan, S. (2022). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) dan Job Safety Analysis (JSA) (Studi Kasus: Arjuna Interior). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 295–305. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i2.1706>
- Fathmi, R. (2022). ANALISIS RISIKO BAHAYA MENGGUNAKAN METODE HIRADC PADA LABORATORIUM MULTIFUNGSI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH . *TUGAS AKHIR* , 1–114.
- Gosal, L. A., & Sutapa, N. (2024). /Perancangan HIRARC Pada Proses Konstruksi Kapal. In *Jurnal Titra* (Vol. 12, Issue 2).
- Gustini, N. (2020). MANAJEMEN LABORATORIUM SAINS UNTUK MENINGKATKAN MUTU PEMBELAJARAN. *Jurnal Islamic Education Manajemen*, 5(2), 231–244. <https://doi.org/10.15575/isema.v5i2.9308>
- Hamdani, M. I., & Andesta, D. (2024). Analisis Potensi Bahaya Menggunakan Metode JSA dan HIRARC untuk Mengurangi Angka Kecelakaan Kerja pada Area Workshop Fabrikasi PT. ABC. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(2), 887–895. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i2.4076>
- Herliana, E. (2024). *IDENTIFIKASI BAHAYA DAN PENILAIAN RISIKO LABORATORIUM KIMIA UKRI DENGAN METODE HIRADC* (Vol. 7, Issue 1).

- Herlina, L., Dewantari, N. M., Sonda, A., & Mulyana, Moch. R. (2022). Hazard identification in fabrication industry using Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) and Job Safety Analysis (JSA). *Journal Industrial Services*, 8(2), 170–175. <https://doi.org/10.36055/jiss.v8i2.17112>
- Hisbullah A'isyi Basuki, F., Aknuranda, I., & Perdanakusuma, A. R. (2023). *Analisis Proses Bisnis CV Dinasty menggunakan Root Cause Analysis dan Pendekatan Lean* (Vol. 7, Issue 4). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Imran, M. A. (2017). STUDI TATA LETAK DAN TATA RUANG LABORATORIUM FISIKA BERDASARKAN STANDAR SARANA DAN PRASARANA DI SMAN WILAYAH TIMURKOTA MAKASSAR. *Skripsi*, 1–169.
- Khatami, A., Alfareshqi, B. S., & Octasyilva, A. R. P. (2023). PENGGUNAAN APD UNTUK KESELAMATAN LABORATORIUM DI INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA . *TECHNOPEX-2023 Institut Teknologi Indonesia* , 581–585.
- Khoiru Rozikin, M., & Wasiur Rizqi, A. (2024). *Analysis Risk K3 Using JSA and HIRARC Methods Phosphoric Acid Factory on PT. Petrokimia Gresik* (Vol. 10, Issue 1).
- Kurniasih, N., Suryanto, D., & Maulana, Y. (2023). Penyuluhan Dan Pemberdayaan SDM untuk meningkatkan ekonomi keluarga dengan memanfaatkan buah Lerak Sapindus Lerak DC sebagai inovasi pembuatan detergen yang ramah lingkungan kepada warga masyarakat desa Ciampe Udik, Kecamatan Ciampea, Gunung Bunder . *DIBRATA JURNAL* , 3(2), 88–96.
- Kustono, D., Puspitasari, P., Al Irsyad, M., Malang No, N., St, S., Java, E., Nursabrina, A., & Yulian Tribilas Adesta, E. (n.d.). *Hazard Identification and Risk Assessment (Hira) Analysis of Nanotechnology Laboratory in Universities in Indonesia*.
- Manajemen, A., Keselamatan, R., Kerja, K., Lazuardi, M. R., Sukwika, T., Kholil, K., Studi, P., & Lingkungan, T. (2022). Attribution-NonCommercial 4.0 International. Some rights reserved. *JOURNAL OF APPLIED MANAGEMENT RESEARCH*, 2(1), 11–20.
- Mei Brilian Harefa, Asri Afriliany Surbakti, & Irfan Efendi. (2022). Kajian Penerapan K3 Pada Proyek Jalan Nasional Parapat - Ajibata. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(8), 3380–3383. <https://doi.org/10.55927/mudima.v2i8.970>
- Monoarfa, V., Nur, R., & Miolo, B. (n.d.). *Mopolayio : Jurnal Pengabdian Ekonomi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode HIRARC Pada UMKM Pabrik Tahu*.
- Mulyo, N. D., Halim, Rd., & Perdana, S. M. (2022). IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR DI PERUMDA TIRTA PENGABUAN . *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan Terpadu (JITKT)* , 2(1), 19–34.
- Okyanida, I. Y., & Maghfiroh, Q. (2024). Eksplorasi Gelombang Panas pada Proses Pengeringan Batik Tulis . *Prosiding Seminar Nasional Sains 2024*, 5(1), 161–165.
- Palega, M. (2021). Application of the job safety analysis (jsa) method to assessment occupational risk at the workplace of the laser cutter operator. *Management and Production Engineering Review*, 12(3), 40–50. <https://doi.org/10.24425/mper.2021.138529>
- Pawin vivid, R., Selvakumar, N., & Ruvankumar, M. (2020). Determination of hazard in truck manufacturing industry using hazard identification risk assessment technique. *Materials Today: Proceedings*, 27, 1858–1862. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.006>
- Prasetyo, W. A., & Nugroho, A. J. (2023). ANALISIS KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA BAGIAN PRODUKSI ROTI DENGAN MENGGUNAKAN

- METODE HAZARD AND OPERABILITY Studi Kasus : UMKM LAZIZA BAKERY & CAKE . *JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INOVASI* , 1(3), 1–6.
- Pratama, N. A., & Apsari, A. E. (2024). Analisis K3 Pada Aktivitas Pemotongan Ayam Dengan Menggunakan Metode JSA dan HIRARC. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 3(2), 115–124.
- Prima, J. K., Ernestina, P., 1*, T., & Soeharto, R. (2021). Assessment of Job Risks in the Chemical Laboratory of the Pharmacy Study Program with Job Safety Analysis (JSA) Techniques. *Jurnal Kesehatan Prima*, 15(2). <https://doi.org/10.32.807/jkp.v15i2.689>
- Putra Njoto, H., & Widiawan, K. (2023a). Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko dan Upaya Pengendalian.... In *Jurnal Titra* (Vol. 11, Issue 2).
- Putra Njoto, H., & Widiawan, K. (2023b). Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko dan Upaya Pengendalian.... In *Jurnal Titra* (Vol. 11, Issue 2).
- Putri, A. W. A., & Kristi, J. I. (2020). EKSPLORASI ECO PRINTING DAUN LANANG DAN PEWARNAAN ALAM KAYU TEGERAN PADA KAIN RAYON SEBAGAI POTENSI MATERIAL FASHION SUSTAINABLE. *Gorga : Jurnal Seni Rupa* , 09(02), 1–9.
- Rafiul Ikram, M., Septiari, R., Priyasmanu, T., & Studi Teknik Industri S-, P. (2024). METODE JOB SAFETY ANALYSIS SEBAGAI UPAYA MENGENDALIKAN / MEMINIMALISIR RISIKO KECELAKAAN DAN KESEHATAN KERJA (STUDI KASUS HOME INDUSTRY TAHU BU SUMINI). *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 7(1).
- Ramadhan, G. G., Lukmandono, D., Industri, T., Industri, T., Adhi, T., & Suarabaya, T. (2023). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III) Surabaya*.
- Rejeki, S., & Warsito. (2016). *Kesehatan dan Keselamatan Kerja* . Pusdik SDM Kesehatan .
- Sakti, A. S. A., & Nuryanto. (2024). Analysis of Health and Safety in The Production Floor of CV. XYZ Using Job Safety Analysis Method and the Hazard Identification Risk Assesment and Risk Control Approach. *E3S Web of Conferences*, 517. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451715004>
- Sari, W. (2024). REKOMENDASI PERBAIKAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA MENGGUNAKAN METODE JSA MELALUI PENDEKATAN HIRADC PADA PT SANDANG ASIA MAJU . *Industrial Engineering Online Journal* , 13(4), 1–9.
- Sholikhah, A. P. M., & Widowati. (2024). Kualitas Hasil Ecoprint Motif Daun Jenitri dengan ZWA Daun Ketapang menggunakan Mordan Tawas, Tunjung dan Kapur Tohor . *FASHION AND FASHION EDUCATION JOURNAL* , 13(1), 44–51.
- Sinaga, L. S., & Nukertamanda, D. (2023). ANALISIS RESIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA DI AREA PRODUKSI DENGAN METODE JOB SAFETY ANALYSIS DI PT. PABRIK ES SIANTAR. *Industrial Engineering Online Journal*, 12(2), 1–15.
- Sjahli, C. M. D., & Susanto, N. (2022). PENGENDALIAN BAHAYA PADA DIVISI PRODUKSI BAGIAN SEWING PT DAIWABO GARMENT INDONESIA DENGAN METODE SEMI KUANTITATIF W.T. FINE. *Industrial Engineering Online Journal* , 1–10.
- Trisnaryanto, M. R., & Amrina, U. (2024). Analisis Potensi Bahaya dan Risiko Menggunakan Metode HIRARC dan JSA pada Proses Pekerjaan Penanaman Pipa BBM Boyolali-Semarang. *Proceeding Mercu Buana Conference on Industrial Engineering*, 6, 384.

- Vionita, Y. S., Uda, S. A. K. A., & Puspasari, V. H. (2024). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. *Jurnal Serambi Engineering*, IX(3), 10096–10105.
- Wisnugroho, A. D. H., Asrory, F. F., Yahya, R., & Ratna, S. (2024). Identifikasi Potensi Bahaya dan Pengendalian Area Pengisian Galon Menggunakan Metode HIRA di PT. Taubah Jaya Abadi Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(2), 749–757. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i2.4020>
- Wulandari, S., Nur Fadillah, F., Apsari Luvena, Z., Maya Ramadianti Musadi, I., Nat Riny, R., & Parapat, Y. (2024). ANALISIS PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DI PT BREENTAG. In *Jurnal Ilmiah Sain dan Teknologi* (Vol. 2, Issue 7).

LAMPIRAN



