

Analisis Penerapan Metode HIRADC Sebagai Upaya Pengendalian Risiko Bahaya Pada Laboratorium Kalibrasi PT XYZ

Achmad Gufron, Rusindiyanto

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

Koresponden email: 21032010022@student.upnjatim.ac.id, rusindiyanto.ti@upnjatim.ac.id

Diterima: 04 Desember 2024

Disetujui: 13 Desember 2024

Abstract

PT XYZ as a company engaged in manufacturing and maritime engineering, has a calibration laboratory with various potential hazard risks. Thus, risk control efforts are needed to minimize the negative impact on occupational safety and health (K3). This study aims to evaluate the potential risk of hazards in the Dimensional, Pressure, and Electrical Calibration Laboratory using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) method at PT XYZ. The data used in this study are primary data conducted in three calibration laboratories at PT XYZ. The identification results show the existence of various potential risks such as skin irritation due to chemicals, health problems due to extreme conditions, and physical fatigue due to improper work positions. Based on the analysis, it was found that the risk level of the electrical calibration laboratory was classified as high risk with 67%, the pressure calibration laboratory was classified as moderate risk with 60%, and the dimensional calibration laboratory was classified as moderate risk with 60% before control. After the implementation of risk control through the control hierarchy, the risk level in several laboratories decreased to low or moderate. The results of this study indicate that the HIRADC method is effective in identifying and controlling hazard risks, as well as the importance of implementing appropriate control measures to increase the risk level.

Keywords: *control hierarchy, ohs, calibration laboratory, risk management, hiradc method*

Abstrak

PT XYZ sebagai perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dan rekayasa maritim, memiliki laboratorium kalibrasi dengan potensi risiko bahaya yang beragam. Dengan demikian, diperlukan upaya pengendalian risiko untuk meminimalkan dampak negatif terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi risiko bahaya di Laboratorium Kalibrasi Dimensi, Tekanan, dan Listrik dengan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC) di PT XYZ. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer yang dilakukan di tiga laboratorium kalibrasi di PT XYZ. Hasil identifikasi menunjukkan adanya berbagai potensi risiko seperti iritasi kulit akibat bahan kimia, gangguan kesehatan akibat kondisi ekstrem, dan kelelahan fisik akibat posisi kerja yang tidak tepat. Berdasarkan analisis, ditemukan bahwa tingkat risiko laboratorium kalibrasi listrik tergolong tinggi (*high risk*) dengan 67%, laboratorium kalibrasi tekanan tergolong sedang (*moderate risk*) dengan 60%, dan laboratorium kalibrasi dimensi tergolong sedang (*moderate risk*) dengan 60% sebelum pengendalian. Setelah penerapan pengendalian risiko melalui hirarki pengendalian, tingkat risiko pada beberapa laboratorium menurun menjadi rendah atau sedang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode HIRADC efektif dalam mengidentifikasi dan mengendalikan risiko bahaya, serta pentingnya penerapan langkah-langkah pengendalian yang tepat untuk meningkatkan sistem K3 di laboratorium kalibrasi PT XYZ.

Kata Kunci: *hirarki pengendalian, k3, laboratorium kalibrasi, manajemen risiko, metode hiradc*

1. Pendahuluan

Meningkatnya angka pertumbuhan penduduk yang ada di Indonesia membuat perkembangan infrastruktur yang ada mengalami peningkatan secara signifikan terutama di bidang manufaktur [1] (Yanti, dkk, 2019). PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang maritim khususnya pembuatan kapal. Sebagai pilar utama alutsista maritim, perusahaan ini terus berkomitmen untuk meningkatkan kualitas dan kemampuan guna berkontribusi lebih baik lagi bagi Indonesia. Proses kalibrasi yang akurat serta tepat waktu merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung dalam hal peningkatan kualitas. Kalibrasi bisa dikatakan sebagai proses untuk mendeteksi dan mengevaluasi tingkat akurasi suatu alat ukur dengan membandingkannya terhadap instrumen standar [2] (Sari, 2023). Kalibrasi sendiri bertujuan untuk memperlihatkan ketertelusuran pengukuran [3] (Ramadhani & Rusindiyanto, 2024).

Laboratorium kalibrasi memiliki peran yang sangat penting dalam menjamin keakuratan dan keandalan alat ukur yang digunakan di berbagai sektor industri, termasuk maritim dan pertahanan. Namun, operasional laboratorium ini tidak lepas dari potensi risiko bahaya yang dapat berdampak pada keselamatan pekerja maupun kualitas hasil kalibrasi.

Potensi bahaya yang mungkin terjadi di laboratorium kalibrasi mencakup berbagai aspek. Bahaya kimia meliputi zat penyebab kanker (karsinogenik), racun, iritan, polutan, bahan mudah terbakar, asam dan basa kuat, serta faktor lain [4] (Cahyaningrum, 2020). Bahaya biologis dapat berasal dari darah dan cairan tubuh, kultur spesimen, jaringan tubuh, hewan percobaan, hingga interaksi dengan pekerja lainnya [5] (Fathmi, 2022). Bahaya fisik mencakup paparan radiasi ion dan non-ion, ergonomi yang buruk, kebisingan, tekanan panas, pencahayaan tidak memadai, listrik, dan api [6] (Fauzi, 2021). Kompleksitas berbagai aspek dalam aktivitas laboratorium dapat memunculkan dampak negatif, baik secara materil maupun non-materil [7] (Putra, 2019). Aspek-aspek tersebut bisa melibatkan mesin, peralatan, lingkungan kerja, beban kerja, kapasitas kerja, serta perilaku manusia [8] (Apriliani dkk, 2023). Selain itu, tidak menutup kemungkinan dalam pelaksanaan prakteknya tidak sesuai dengan prosedur yang diharuskan dan tidak mentaati K3 di laboratorium kalibrasi [9] (Abidin dan Ramadhan, 2019).

Rahmantiyoko tahun (2019) menjelaskan bahwa kecelakaan di laboratorium disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap sifat bahan kimia dan instrumen yang digunakan, ketidakpatuhan terhadap aturan atau prosedur, serta kurangnya kehati-hatian yang mengakibatkan kelalaian [10]. Dengan demikian, keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menjadi upaya penting untuk melindungi dan menjaga keamanan dari berbagai risiko yang mungkin terjadi, sesuai dengan UU No. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja [11] (Pamungkas, 2021). Mengingat tingginya kasus kecelakaan di laboratorium, analisis risiko sangat diperlukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan menganalisis penyebab dan risiko bahaya dengan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC). Menurut Sadewa tahun (2022), Metode HIRADC berfungsi untuk mengidentifikasi bahaya dalam setiap aktivitas kerja [12]. Metode ini juga menganalisis potensi bahaya yang mungkin muncul serta menetapkan langkah pengendalian risiko yang sesuai [13] (Aulia, 2024). Pendekatan pengendalian risiko pada PT XYZ diterapkan berdasarkan hierarki pengendalian terhadap risiko saat ini (*current risk*) dan risiko sisa [14] (*residual risk*) (Pranata & Sukwika, 2022).

Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC) adalah pendekatan yang efektif untuk mengelola risiko bahaya di tempat kerja. Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber bahaya, mengevaluasi tingkat risikonya, dan menentukan langkah pengendalian yang tepat guna meminimalkan dampaknya terhadap pekerja dan lingkungan kerja. Pada laboratorium kalibrasi PT XYZ, penerapan metode HIRADC diharapkan mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai potensi bahaya yang ada, sekaligus menjadi dasar untuk pengambilan keputusan dalam meningkatkan sistem K3 [15] (Lazuardi et al., 2022). Penelitian ini berfokus pada evaluasi potensi tingkat risiko bahaya dengan menerapkan metode HIRADC di tiga area laboratorium kalibrasi PT XYZ, yaitu Laboratorium Kalibrasi Dimensi, Laboratorium Kalibrasi Tekanan, dan Laboratorium Kalibrasi Listrik. Prosesnya mencakup tahap identifikasi bahaya, analisis risiko, hingga penetapan langkah pengendalian risiko.

2. Metode Penelitian

Strategi penyelesaian persoalan dalam mengelola risiko bahaya di Laboratorium Kalibrasi PT XYZ dilakukan dengan pendekatan sistematis menggunakan metode HIRADC. Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC) merupakan salah satu pendekatan yang efektif dalam mengelola risiko bahaya. Langkah pertama adalah melakukan identifikasi bahaya secara menyeluruh melalui inspeksi rutin, wawancara dengan pekerja, serta analisis data historis kecelakaan kerja untuk memastikan seluruh potensi bahaya terdeteksi. Selanjutnya, dilakukan penilaian risiko berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya bahaya menggunakan matriks risiko, sehingga dapat ditentukan prioritas pengendalian terhadap risiko dengan tingkat bahaya tertinggi.

Selain itu, peningkatan kapasitas dan kesadaran karyawan menjadi bagian penting dari strategi ini. Pelatihan rutin terkait metode HIRADC dan keselamatan kerja diselenggarakan untuk meningkatkan pemahaman serta kepedulian terhadap penerapan langkah pengendalian risiko secara konsisten. Upaya ini dilengkapi dengan *monitoring* dan evaluasi berkelanjutan terhadap efektivitas langkah pengendalian yang telah diterapkan, sehingga dapat dilakukan perbaikan dan penyesuaian jika diperlukan.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Penilaian Risiko

Tahap ini bertujuan untuk menentukan tingkat risiko menggunakan skala yang terdapat pada tabel HIRADC. Dalam penyusunan tabel HIRADC, penulis melibatkan petugas laboratorium untuk melakukan proses verifikasi dan validasi. Penilaian tingkat risiko di laboratorium kalibrasi PT XYZ Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut:

- Laboratorium Kalibrasi Dimensi

Tabel 1. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Laboratorium Kalibrasi Dimensi

Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan		Frekuensi/ Peluang		Nilai Risiko Bahaya	Level Risiko	Pengendalian
		Kategori	Nilai	Kategori	Nilai			
Mempersiapkan alat ukur dimensi dalam keadaan bersih dan bebas kotoran	Iritasi kulit / mata akibat bahan kimia, alergi atau masalah akibat partikel kotoran, cedera akibat alat yang aus atau tajam.	Minor (Kecil)	2	Almost certain (Hampir pasti)	5	10	High risk (Risiko tinggi)	
Memeriksa kondisi lingkungan laboratorium (suhu, kelembapan)	Ketidaknyamanan fisik atau gangguan kesehatan karena kondisi lingkungan ekstrem. stres akibat lingkungan kerja yang tidak nyaman.	Minor (Kecil)	2	Likely (Sering terjadi)	4	8	High risk (Risiko tinggi)	
Memastikan standar referensi kalibrasi telah sesuai dengan spesifikasi	Cedera fisik akibat pengangkatan alat yang tidak ergonomis, stres akibat salah membaca atau memilih standar.	Major (Berat)	4	Unlikely (Kadang-kadang)	2	8	High risk (Risiko tinggi)	
Melakukan Identifikasi alat terkait spesifikasi	Stres mental akibat kesalahan Identifikasi, Cedera ringan akibat alat yang tidak aman.	Minor (Kecil)	2	Unlikely (Kadang-kadang)	2	4	Low risk (Risiko rendah)	
Pengondisian alat	Cedera ringan akibat salah penanganan alat, risiko kesalahan kalibrasi karena pengondisian tidak sempurna.	Moderate (Sedang)	3	Unlikely (Kadang-kadang)	2	6	Moderate risk (Risiko sedang)	
Melakukan zero setting (penyetelan awal pada alat ukur)	Cedera ringan akibat alat bergeser saat disetel, risiko kesalahan kalibrasi karena penyetelan awal yang tidak tepat.	Moderate (Sedang)	3	Rare (Jarang terjadi)	1	3	Moderate risk (Risiko sedang)	
Pengukuran standar menggunakan standar referensi yang sesuai	Cedera tangan akibat kesalahan posisi alat, stres akibat ketidakcocokan antara alat dan referensi.	Moderate (Sedang)	3	Moderate (Dapat terjadi)	3	9	High risk (Risiko tinggi)	
Mencatat data hasil pengukuran	Kelelahan fisik akibat posisi duduk yang tidak benar, stres mental akibat data yang tidak akurat.	Moderate (Sedang)	3	Rare (Jarang terjadi)	1	3	Moderate risk (Risiko sedang)	
Menghitung deviasi atau penyimpangan hasil pengukuran	Beban mental akibat konsentrasi tinggi, risiko salah pengambilan keputusan karena deviasi yang salah.	Moderate (Sedang)	3	Rare (Jarang terjadi)	1	3	Moderate risk (Risiko sedang)	
Menganalisis ketidakpastian pengukuran sesuai pedoman	Kelelahan mental akibat analisis yang intensif, stres karena kesalahan interpretasi data.	Moderate (Sedang)	3	Rare (Jarang terjadi)	1	3	Moderate risk (Risiko sedang)	
Membuat sertifikat memenuhi/tidak memenuhi standar	Stres mental akibat beban kerja administratif. risiko kesalahan dokumentasi.	Moderate (Sedang)	3	Rare (Jarang terjadi)	1	3	Moderate risk (Risiko sedang)	
Pemberian label terkait tanggal kalibrasi, Identifikasi alat, & tanggal kalibrasi berikutnya	Nyeri otot atau postur akibat posisi yang tidak benar, kebingungan operasional karena informasi label yang salah.	Minor (Kecil)	2	Moderate (Dapat terjadi)	3	6	Moderate risk (Risiko sedang)	
Menyimpan hasil kalibrasi dan dokumen pendukung	Cedera fisik akibat mengangkat atau menyimpan dokumen di tempat tinggi, stres akibat kehilangan dokumen atau data penting	Moderate (Sedang)	3	Rare (Jarang terjadi)	1	3	Moderate risk (Risiko sedang)	

Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan		Frekuensi/ Peluang		Nilai Risiko Bahaya	Level Risiko	Pengendalian
		Kategori	Nilai	Kategori	Nilai			
Melakukan pemeliharaan alat ukur secara berkala	Cedera tangan akibat alat yang rusak, kesalahan kalibrasi karena alat yang tidak terawat.	Moderate (Sedang)	3	Rare (Jarang terjadi)	1	3	Moderate risk (Risiko sedang)	
Memastikan penjadwalan kalibrasi ulang	Stres akibat jadwal yang terlewat, risiko penggunaan alat yang tidak terkalibrasi.	Major (Berat)	4	Rare (Jarang terjadi)	1	4	High risk (Risiko tinggi)	

Dari tabel di atas, terlihat bahwa terdapat 15 jenis kegiatan di Laboratorium Kalibrasi Dimensi yang masing-masing memiliki tingkat risiko tertentu. Rincian level risikonya mencakup 5 risiko tinggi, 9 risiko sedang, dan 1 risiko rendah. Berdasarkan kondisi tersebut, langkah pengendalian bahaya dapat diterapkan untuk mengurangi tingkat risiko yang ada.

- Laboratorium Kalibrasi Tekanan

Tabel 2. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Laboratorium Kalibrasi Tekanan

Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan		Frekuensi/ Peluang		Nilai Risiko Bahaya	Level Risiko	Pengendalian
		Kategori	Nilai	Kategori	Nilai			
Mempersiapkan alat ukur tekanan dalam keadaan bersih dari kotoran atau minyak dan tidak aus	Iritasi kulit / mata akibat bahan kimia, potensi cedera tangan dari alat pembersih yang tajam.	Minor (Kecil)	2	Hampir bisa	5	10	High risk (Risiko tinggi)	
Memastikan kondisi lingkungan laboratorium sesuai standar kalibrasi (suhu, kelembapan)	Gangguan kesehatan akibat suhu ekstrim, gangguan pernapasan akibat sirkulasi udara buruk.	Minor (Kecil)	2	Likely (Sering terjadi)	4	8	High risk (Risiko tinggi)	
Memeriksa standar referensi kalibrasi telah sesuai dengan spesifikasi	Cedera punggung atau tangan akibat pengangkatan yang tidak ergonomis, Iritasi kulit.	Moderate (Sedang)	3	Unlikely (Kadang-kadang)	2	6	Moderate risk (Risiko sedang)	
Melakukan Identifikasi alat terkait spesifikasi	Stres mental akibat kesalahan Identifikasi, cedera fisik jika alat tiba-tiba rusak.	Moderate (Sedang)	3	Unlikely (Kadang-kadang)	2	6	Moderate risk (Risiko sedang)	
Pengondisian alat	Cedera fisik akibat alat terjatuh, gangguan kesehatan akibat paparan lingkungan yang tidak aman.	Moderate (Sedang)	3	Moderate (Dapat terjadi)	3	9	High risk (Risiko tinggi)	
Melakukan zero setting dan stabilisasi	Cedera akibat pelepasan tekanan secara tiba-tiba.	Major (Berat)	4	Rare (Jarang terjadi)	1	4	High risk (Risiko tinggi)	
Pengujian tekanan dengan melakukan penambahan tekanan, pengurangan tekanan dan uji berulang	Luka akibat alat pecah atau kebocoran, cedera serius akibat ledakan tekanan tinggi, gangguan pendengaran akibat kebisingan dari pelepasan tekanan.	Major (Berat)	4	Unlikely (Kadang-kadang)	2	8	High risk (Risiko tinggi)	
Mencatat data hasil pengukuran	Stres mental akibat kesalahan pencatatan, kelelahan fisik akibat postur tidak ergonomis.	Moderate (Sedang)	3	Unlikely (Kadang-kadang)	2	6	Moderate risk (Risiko sedang)	
Menghitung deviasi atau penyimpangan hasil pengukuran	Tekanan psikologis akibat target hasil penghitungan yang ketat.	Moderate (Sedang)	3	Unlikely (Kadang-kadang)	2	6	Moderate risk (Risiko sedang)	
Menganalisis ketidakpastian pengukuran sesuai pedoman	Beban kerja mental yang berlebihan, risiko kesalahan analisis.	Moderate (Sedang)	3	Rare (Jarang terjadi)	1	3	Moderate risk (Risiko sedang)	
Membuat sertifikat memenuhi/tidak memenuhi standar	Stres mental akibat tekanan pekerjaan, risiko kesalahan dokumentasi yang mengakibatkan pengulangan.	Moderate (Sedang)	3	Unlikely (Kadang-kadang)	2	6	Moderate risk (Risiko sedang)	
Pemberian label terkait tanggal kalibrasi, Identifikasi alat, & tanggal kalibrasi berikutnya	Nyeri otot akibat postur kerja yang buruk, kebingungan dalam pengelolaan alat karena informasi label yang salah.	Minor (Kecil)	2	Moderate (Dapat terjadi)	3	6	Moderate risk (Risiko sedang)	

Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan		Frekuensi/ Peluang		Nilai Risiko Bahaya	Level Risiko	Pengendalian
		Kategori	Nilai	Kategori	Nilai			
Menyimpan hasil kalibrasi dan dokumen pendukung	Cedera fisik akibat pengangkatan dokumen berat, stres akibat kehilangan data penting	<i>Moderate</i> (Sedang)	3	<i>Unlikely</i> (Kadang-kadang)	2	6	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)	
Melakukan pemeliharaan alat ukur secara berkala	Cedera fisik akibat kerusakan alat saat pemeliharaan, sengatan tekanan residu saat perawatan.	<i>Moderate</i> (Sedang)	3	<i>Rare</i> (Jarang terjadi)	1	3	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)	
Memastikan penjadwalan kalibrasi ulang	Beban kerja tambahan akibat penjadwalan ulang yang salah, risiko operasional karena alat tidak dikalibrasi tepat waktu.	<i>Major</i> (Berat)	4	<i>Rare</i> (Jarang terjadi)	1	4	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	

Dari **Tabel 2** di atas, terlihat bahwa terdapat 15 jenis kegiatan di Laboratorium Kalibrasi Tekanan yang masing-masing memiliki tingkat risiko tertentu. Rincian level risikonya mencakup 6 risiko tinggi dan 9 risiko sedang. Berdasarkan kondisi tersebut, langkah pengendalian bahaya dapat diterapkan untuk mengurangi tingkat risiko.

- Laboratorium Kalibrasi Listrik

Tabel 3. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Laboratorium Kalibrasi Listrik

Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan		Frekuensi/ Peluang		Nilai Risiko Bahaya	Level Risiko	Pengendalian
		Kategori	Nilai	Kategori	Nilai			
Mempersiapkan alat ukur listrik dalam keadaan bersih dan telah terkalibrasi	Luka akibat kontak dengan alat yang rusak, iritasi kulit atau mata karena bahan kimia, sengatan listrik akibat kontak dengan tegangan sisa.	<i>Minor</i> (Kecil)	2	Hampir bisa	5	10	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	
Memeriksa kondisi lingkungan laboratorium (suhu, kelembapan) memenuhi standar	Gangguan kesehatan hipotermia pada pekerja, gangguan pernapasan akibat suhu ekstrim.	<i>Minor</i> (Kecil)	2	<i>Unlikely</i> (Kadang-kadang)	2	4	<i>Low risk</i> (Risiko rendah)	
Memastikan standar referensi kalibrasi telah sesuai dengan spesifikasi	Cedera otot akibat pengangkatan alat yang tidak ergonomis, kelelahan mata akibat fokus terlalu lama.	<i>Moderate</i> (Sedang)	3	<i>Moderate</i> (Dapat terjadi)	3	9	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	
Melakukan Identifikasi alat terkait spesifikasi	Tekanan mental atau stres akibat proses kerja yang berulang dan memakan waktu.	<i>Moderate</i> (Sedang)	3	<i>Moderate</i> (Dapat terjadi)	3	9	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	
Pengondisian alat	Gangguan kesehatan akibat paparan suhu ekstrem, cedera fisik akibat alat jatuh atau salah penanganan.	<i>Moderate</i> (Sedang)	3	<i>Unlikely</i> (Kadang-kadang)	2	6	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)	
Melakukan zero setting (penyetelan awal pada alat ukur) ke standar referensi	Sengatan listrik saat menyetel alat, luka akibat kabel yang salah koneksi atau longgar.	<i>Major</i> (Berat)	4	<i>Rare</i> (Jarang terjadi)	1	4	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	
Pengujian parameter listrik meliputi pengujian tegangan, pengujian arus, pengujian resistansi, pengujian kapasitansi, pengujian frekuensi, dan uji berulang	Cedera akibat kontak dengan tegangan tinggi atau arus berlebih, cedera serius akibat sengatan listrik, luka bakar karena panas dari arus tinggi, gangguan kesehatan jangka panjang akibat paparan medan elektromagnetik.	<i>Major</i> (Berat)	4	<i>Rare</i> (Jarang terjadi)	1	4	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	
Mencatat data hasil pengukuran	Nyeri punggung atau leher akibat posisi kerja yang salah, stres mental akibat kesalahan pencatatan.	<i>Moderate</i> (Sedang)	3	<i>Moderate</i> (Dapat terjadi)	3	9	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	
Menghitung deviasi atau penyimpangan hasil pengukuran dengan membandingkan	Stres atau beban kerja berlebihan yang memengaruhi kesehatan mental.	<i>Moderate</i> (Sedang)	3	<i>Unlikely</i> (Kadang-kadang)	2	6	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)	

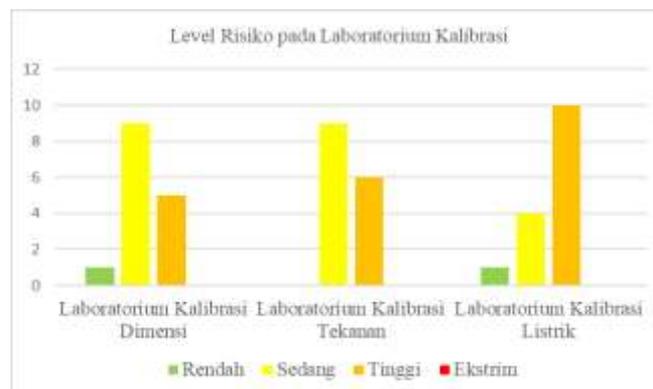
Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan		Frekuensi/ Peluang		Nilai Risiko Bahaya	Level Risiko	Pengendalian
		Kategori	Nilai	Kategori	Nilai			
pengukuran dengan toleransi								
Menganalisis ketidakpastian pengukuran sesuai pedoman	Keletihan mental, tekanan psikologis akibat target kerja yang ketat.	Moderate (Sedang)	3	Moderate (Dapat terjadi)	3	9	High risk (Risiko tinggi)	
Membuat sertifikat memenuhi/tidak memenuhi standar	Beban mental karena kerja administratif yang tinggi.	Moderate (Sedang)	3	Unlikely (Kadang-kadang)	2	6	Moderate risk (Risiko sedang)	
Pemberian label terkait tanggal kalibrasi, Identifikasi alat, & tanggal kalibrasi berikutnya	Kebingungan akibat informasi yang salah pada label, nyeri otot atau sendi karena postur kerja yang tidak nyaman.	Minor (Kecil)	2	Likely (Sering terjadi)	4	8	High risk (Risiko tinggi)	
Menyimpan hasil kalibrasi dan dokumen pendukung	Cedera fisik akibat penyimpanan dokumen di tempat yang sulit dijangkau, stres akibat kehilangan data penting.	Moderate (Sedang)	3	Unlikely (Kadang-kadang)	2	6	Moderate risk (Risiko sedang)	
Melakukan pemeliharaan alat ukur secara berkala	Cedera fisik akibat alat yang berat atau kompleks, sengatan listrik dari alat yang masih aktif.	Major (Berat)	4	Unlikely (Kadang-kadang)	2	8	High risk (Risiko tinggi)	
Memastikan penjadwalan kalibrasi ulang	Stres akibat beban kerja administratif tambahan, kebingungan operasional karena jadwal yang salah.	Major (Berat)	4	Rare (Jarang terjadi)	1	4	High risk (Risiko tinggi)	

Dari Tabel 3 di atas, terlihat bahwa terdapat 15 jenis kegiatan di Laboratorium Kalibrasi Listrik yang masing-masing memiliki tingkat risiko tertentu. Rincian level risikonya mencakup 10 risiko tinggi, 4 risiko sedang, dan 1 risiko rendah. Berdasarkan kondisi tersebut, langkah pengendalian bahaya dapat diterapkan untuk mengurangi tingkat risiko yang ada.

Berikut ini merupakan hasil yang menunjukkan tingkat risiko yang teridentifikasi pada tiga laboratorium, yaitu Laboratorium Kalibrasi Dimensi, Laboratorium Kalibrasi Tekanan, dan Laboratorium Kalibrasi Listrik.

Tabel 4. Level Risiko di 3 Laboratorium Kalibrasi

No.	Nama Laboratorium	Level Risiko			
		Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrim
1	Laboratorium Kalibrasi Dimensi	1	9	5	0
2	Laboratorium Kalibrasi Tekanan	0	9	6	0
3	Laboratorium Kalibrasi Listrik	1	4	10	0
Jumlah		2	22	21	0



Gambar 1. Grafik Nilai Risiko dari Laboratorium Kalibrasi

Berdasarkan hasil analisis bahaya dan penilaian risiko dengan menggunakan metode HIRADC diatas maka dapat dilihat bahwa tingkat risiko belum mempertimbangkan aspek pengendalian yang optimal bahaya yang sudah di analisis maka akan diberikan solusi pengendalian. Dari hasil analisis risiko pada tiga laboratorium yang teridentifikasi risiko sebanyak 45 risiko pada tiga laboratorium. Dengan terdapat 15 risiko pada masing-masing laboratorium. Pada tabel di atas terlihat bahwa laboratorium kalibrasi listrik

memiliki jumlah risiko tertinggi karena memiliki 9 temuan risiko dengan level risiko tinggi, 5 risiko sedang dan risiko rendah ada 1. Pada urutan selanjutnya disusul oleh laboratorium kalibrasi tekanan dengan jumlah risiko tinggi 6 dan risiko sedang terdapat 9. Selanjutnya, urutan ketiga yaitu laboratorium kalibrasi dimensi dengan jumlah risiko tinggi 4, risiko sedang terdapat 10 dan risiko rendah terdapat 1.

Berdasarkan analisis bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode HIRADC, terlihat bahwa tingkat risiko yang ada belum sepenuhnya mempertimbangkan aspek pengendalian yang optimal. Oleh karena itu, diperlukan solusi pengendalian untuk bahaya yang telah dianalisis. Dari hasil analisis risiko di tiga laboratorium, ditemukan total 45 risiko, dengan masing-masing laboratorium memiliki 15 risiko. Laboratorium Kalibrasi Listrik memiliki jumlah risiko tertinggi, yaitu 10 risiko dengan tingkat risiko tinggi, 4 risiko sedang, dan 1 risiko rendah. Selanjutnya, Laboratorium Kalibrasi Tekanan berada di urutan kedua dengan 6 risiko tinggi dan 9 risiko sedang. Sementara itu, Laboratorium Kalibrasi Dimensi menempati urutan ketiga dengan 5 risiko tinggi, 9 risiko sedang, dan 1 risiko rendah.

b. Penilaian Risiko Setelah Dilakukan Pengendalian

Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana risiko bahaya dapat dikurangi setelah penerapan langkah pengendalian risiko menggunakan metode HIRADC. Penilaian risiko pasca-pengendalian dilakukan pada tiga laboratorium kalibrasi di PT XYZ, dengan hasil sebagai berikut:

- Laboratorium Kalibrasi Dimensi

Tabel 5. Penilaian Risiko Setelah dilakukan Pengendalian di Lab Dimensi

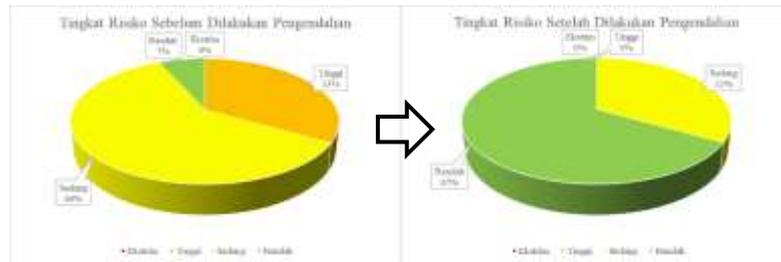
Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko	Pengendalian	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko
Mempersiapkan alat ukur dimensi dalam keadaan bersih dan bebas kotoran	Iritasi kulit / mata akibat bahan kimia, alergi atau masalah akibat partikel kotoran, cedera akibat alat yang aus atau tajam.	2	5	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan bahan pembersih yang ramah lingkungan. • Gunakan sarung tangan dan masker untuk melindungi kulit dan saluran pernapasan. • Pastikan alat dalam kondisi stabil selama pembersihan. 	2	3	Moderate risk (Risiko sedang)
Memeriksa kondisi lingkungan laboratorium (suhu, kelembapan)	Ketidakhnyamanan fisik atau gangguan kesehatan karena kondisi lingkungan ekstrem, stres akibat lingkungan kerja yang tidak nyaman.	2	4	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> • Pastikan sistem kontrol suhu dan kelembapan berfungsi baik. • Lakukan pengukuran lingkungan sebelum kalibrasi. • Gunakan pakaian kerja yang sesuai untuk kondisi laboratorium. 	2	3	Moderate risk (Risiko sedang)
Memastikan standar referensi kalibrasi telah sesuai dengan spesifikasi	Cedera fisik akibat pengangkatan alat yang tidak ergonomis, stres akibat salah membaca atau memilih standar.	4	2	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan teknik pengangkatan yang ergonomis. • Pastikan standar referensi dalam keadaan bersih dan aman digunakan. 	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)
Melakukan Identifikasi alat terkait spesifikasi	Stres mental akibat kesalahan Identifikasi, Cedera ringan akibat alat yang tidak aman.	2	2	Low risk (Risiko rendah)	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan checklist standar untuk verifikasi spesifikasi. • Pastikan alat telah diperiksa sebelum digunakan. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Pengondisian alat	Cedera ringan akibat salah penanganan alat, risiko kesalahan kalibrasi karena pengondisian tidak sempurna.	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> • Tempatkan alat dalam ruang stabil sebelum pengondisian. • Gunakan meja atau tempat kerja yang kokoh. 	2	2	Low risk (Risiko rendah)
Melakukan zero setting (penyetelan awal pada alat ukur)	Cedera ringan akibat alat bergeser saat disetel, risiko kesalahan	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> • Ikuti panduan penyetelan dengan benar. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)

Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko	Pengendalian	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko
	kalibrasi karena penyetelan awal yang tidak tepat.				<ul style="list-style-type: none"> Pastikan alat stabil dan aman saat disetel. 			
Pengukuran standar menggunakan standar referensi yang sesuai	Cedera tangan akibat kesalahan posisi alat, stres akibat ketidakcocokan antara alat dan referensi.	3	3	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan standar referensi yang tepat dan terkalibrasi. Atur posisi kerja yang ergonomis. 	2	3	Moderate risk (Risiko sedang)
Mencatat data hasil pengukuran	Keletihan fisik akibat posisi duduk yang tidak benar, stres mental akibat data yang tidak akurat.	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan perangkat lunak untuk membantu pencatatan otomatis. Sediakan meja kerja yang ergonomis. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Menghitung deviasi atau penyimpangan hasil pengukuran	Beban mental akibat konsentrasi tinggi, risiko salah pengambilan keputusan karena deviasi yang salah.	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan perangkat lunak yang sesuai untuk penghitungan. Lakukan penghitungan ulang untuk memverifikasi hasil. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Menganalisis ketidakpastian pengukuran sesuai pedoman	Keletihan mental akibat analisis yang intensif, stres karena kesalahan interpretasi data.	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Lakukan analisis dengan perangkat lunak yang terverifikasi. Sediakan waktu istirahat yang cukup bagi pekerja. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Membuat sertifikat memenuhi/tidak memenuhi standar	Stres mental akibat beban kerja administratif, risiko kesalahan dokumentasi.	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan template sertifikat yang sudah distandarisasi. Verifikasi hasil sebelum diterbitkan. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Pemberian label terkait tanggal kalibrasi, Identifikasi alat, & tanggal kalibrasi berikutnya	Nyeri otot atau postur akibat posisi yang tidak benar, kebingungan operasional karena informasi label yang salah.	2	3	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Pastikan data pada label diperiksa sebelum ditempelkan. Gunakan perangkat label yang ergonomis. 	2	2	Low risk (Risiko rendah)
Menyimpan hasil kalibrasi dan dokumen pendukung	Cedera fisik akibat mengangkat atau menyimpan dokumen di tempat tinggi, stres akibat kehilangan dokumen atau data penting	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan sistem penyimpanan terstruktur. Backup data secara berkala. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Melakukan pemeliharaan alat ukur secara berkala	Cedera tangan akibat alat yang rusak, kesalahan kalibrasi karena alat yang tidak terawat.	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Ikuti prosedur pemeliharaan sesuai manual alat. Gunakan peralatan pelindung saat pemeliharaan. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Memastikan penjadwalan kalibrasi ulang	Stres akibat jadwal yang terlewat, risiko penggunaan alat yang tidak terkalibrasi.	4	1	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan sistem manajemen jadwal berbasis digital. Lakukan audit rutin terhadap jadwal kalibrasi. 	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)

Berdasarkan hasil yang diperoleh, rata-rata pekerjaan di laboratorium kalibrasi dimensi sebelum dilakukan pengendalian berada pada tingkat risiko sedang (*Moderate Risk*). Dari total 15 jenis pekerjaan yang dianalisis menggunakan metode HIRADC, sebanyak 9 pekerjaan termasuk dalam kategori risiko

sedang. Setelah penerapan langkah pengendalian dan pencegahan risiko bahaya, terjadi penurunan tingkat risiko pada setiap pekerjaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata pekerjaan kini berada pada tingkat risiko rendah (*Low Risk*), dengan 10 dari 15 pekerjaan yang dianalisis termasuk dalam kategori risiko rendah.

Perbedaan tingkat risiko sebelum dan setelah penerapan langkah pengendalian bahaya dapat dilihat pada **Gambar 2** di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Tigkat Risiko di Laboratorium Kalibrasi Dimensi

- Laboratorium Kalibrasi Tekanan

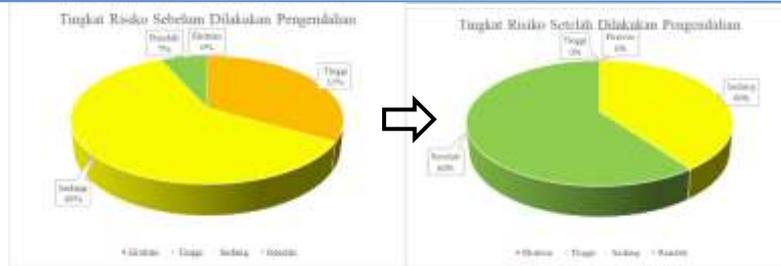
Tabel 6. Penilaian Risiko Setelah dilakukan Pengendalian di Lab Tekanan

Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko	Pengendalian	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko
Mempersiapkan alat ukur tekanan dalam keadaan bersih dari kotoran atau minyak dan tidak aus	Iritasi kulit / mata akibat bahan kimia, potensi cedera tangan dari alat pembersih yang tajam.	2	5	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan sarung tangan dan pelindung mata. • Pilih bahan pembersih yang aman sesuai panduan MSDS. • Lakukan inspeksi visual sebelum penanganan alat. 	2	3	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)
Memastikan kondisi lingkungan laboratorium sesuai standar kalibrasi (suhu, kelembapan)	Gangguan kesehatan akibat suhu ekstrim, gangguan pemapasan akibat sirkulasi udara buruk.	2	4	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> • Periksa kondisi lingkungan menggunakan alat yang telah terkalibrasi. • Lakukan perawatan rutin perangkat kontrol lingkungan. 	2	3	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)
Memeriksa standar referensi kalibrasi telah sesuai dengan spesifikasi	Cedera punggung atau tangan akibat pengangkatan yang tidak ergonomis, Iritasi kulit.	3	2	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan standar referensi yang terverifikasi dan terkini. • Simpan dokumen kalibrasi dengan rapi. 	2	2	<i>Low risk</i> (Risiko rendah)
Melakukan Identifikasi alat terkait spesifikasi	Stres mental akibat kesalahan Identifikasi, cedera fisik jika alat tiba-tiba rusak.	3	2	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan panduan spesifikasi yang jelas. • Lakukan verifikasi ulang terhadap data alat. 	2	1	<i>Low risk</i> (Risiko rendah)
Pengondisian alat	Cedera fisik akibat alat terjatuh, gangguan kesehatan akibat paparan lingkungan yang tidak aman.	3	3	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> • Biarkan alat stabil pada lingkungan kerja selama waktu tertentu sebelum kalibrasi. • Ikuti prosedur pengondisian dari pabrikan. 	3	2	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)
Melakukan zero setting dan stabilisasi	Cedera akibat pelepasan tekanan secara tiba-tiba.	4	1	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> • Lakukan zero setting sesuai panduan alat. • Gunakan alat yang telah teruji stabilitasnya. 	3	1	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)
Pengujian tekanan dengan melakukan penambahan tekanan, pengurangan	Luka akibat alat pecah atau kebocoran, cedera serius akibat ledakan tekanan tinggi.	4	2	<i>High risk</i> (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> • Pastikan koneksi alat dan standar referensi aman sebelum pengujian. 	3	2	<i>Moderate risk</i> (Risiko sedang)

Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko	Pengendalian	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko
tekanan dan uji berulang	gangguan pendengaran akibat kebisingan dari pelepasan tekanan.				<ul style="list-style-type: none"> Lepaskan tekanan secara perlahan dan terkontrol. 			
Mencatat data hasil pengukuran	Stres mental akibat kesalahan pencatatan, kelelahan fisik akibat postur tidak ergonomis.	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Lakukan pencatatan ganda untuk verifikasi. Simpan data secara manual dan digital. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Menghitung deviasi atau penyimpangan hasil pengukuran	Tekanan psikologis akibat target hasil penghitungan yang ketat.	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan kalkulator atau perangkat lunak yang telah diverifikasi. Lakukan pemeriksaan ulang terhadap hasil kalkulasi. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Menganalisis ketidakpastian pengukuran sesuai pedoman	Beban kerja mental yang berlebihan, risiko kesalahan analisis.	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan pedoman yang berlaku (ISO/IEC). Lakukan pelatihan khusus untuk teknisi laboratorium. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Membuat sertifikat memenuhi/tidak memenuhi standar	Stres mental akibat tekanan pekerjaan, risiko kesalahan dokumentasi yang mengakibatkan pengulangan.	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Lakukan validasi ulang terhadap sertifikat sebelum diterbitkan. 	2	2	Low risk (Risiko rendah)
Pemberian label terkait tanggal kalibrasi, Identifikasi alat, & tanggal kalibrasi berikutnya	Nyeri otot akibat postur kerja yang buruk, kebingungan dalam pengelolaan alat karena informasi label yang salah.	2	3	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan label yang tahan terhadap kondisi lingkungan laboratorium. 	2	2	Low risk (Risiko rendah)
Menyimpan hasil kalibrasi dan dokumen pendukung	Cedera fisik akibat pengangkatan dokumen berat, stres akibat kehilangan data penting	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan sistem penyimpanan digital dengan cadangan (backup). 	2	2	Low risk (Risiko rendah)
Melakukan pemeliharaan alat ukur secara berkala	Cedera fisik akibat kerusakan alat saat pemeliharaan, sengatan tekanan residu saat perawatan.	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Ikuti panduan pemeliharaan yang disarankan pabrikan. Gunakan alat yang sesuai untuk pemeliharaan. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Memastikan penjadwalan kalibrasi ulang	Beban kerja tambahan akibat penjadwalan ulang yang salah, risiko operasional karena alat tidak dikalibrasi tepat waktu.	4	1	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan sistem manajemen jadwal otomatis. Lakukan inspeksi rutin terhadap jadwal kalibrasi. 	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)

Berdasarkan hasil yang diperoleh, rata-rata pekerjaan di laboratorium kalibrasi tekanan sebelum dilakukan pengendalian berada pada tingkat risiko sedang (*Moderate Risk*). Dari total 15 jenis pekerjaan yang dianalisis menggunakan metode HIRADC, sebanyak 9 pekerjaan termasuk dalam kategori risiko sedang. Setelah penerapan langkah pengendalian dan pencegahan risiko bahaya, terjadi penurunan tingkat risiko pada setiap pekerjaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata pekerjaan kini berada pada tingkat risiko rendah (*Low Risk*), dengan 9 dari 15 pekerjaan yang dianalisis termasuk dalam kategori risiko rendah.

Perbedaan tingkat risiko sebelum dan setelah penerapan langkah pengendalian bahaya dapat dilihat pada **Gambar 3** di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Tingkat Risiko di Laboratorium Kalibrasi Tekanan

- Laboratorium Kalibrasi Listrik

Tabel 7. Penilaian Risiko Setelah dilakukan Pengendalian di Lab Listrik

Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko	Pengendalian	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko
Mempersiapkan alat ukur listrik dalam keadaan bersih dan telah terkalibrasi	Luka akibat kontak dengan alat yang rusak, iritasi kulit atau mata karena bahan kimia, sengatan listrik akibat kontak dengan tegangan sisa.	2	5	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Pastikan alat dalam kondisi mati dan bebas tegangan sebelum dibersihkan. Gunakan alat pembersih sesuai prosedur, dan gunakan sarung tangan pelindung. 	2	3	Moderate risk (Risiko sedang)
Memeriksa kondisi lingkungan laboratorium (suhu, kelembapan) memenuhi standar	Gangguan kesehatan hipotermia pada pekerja, gangguan pernapasan akibat suhu ekstrim.	2	2	Low risk (Risiko rendah)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan sistem pengendali suhu dan kelembapan (AC atau humidifier). Pasang alat pengukur suhu dan kelembapan untuk monitoring. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Memastikan standar referensi kalibrasi telah sesuai dengan spesifikasi	Cedera otot akibat pengangkatan alat yang tidak ergonomis, kelelahan mata akibat fokus terlalu lama.	3	3	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Lakukan inspeksi visual dan cek sertifikat kalibrasi standar referensi. Gunakan daftar periksa untuk memverifikasi spesifikasi. 	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)
Melakukan Identifikasi alat terkait spesifikasi	Tekanan mental atau stres akibat proses kerja yang berulang dan memakan waktu.	3	3	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan prosedur identifikasi alat secara tertulis. Pastikan pelatihan operator mencakup pemahaman spesifikasi alat. 	2	3	Moderate risk (Risiko sedang)
Pengondisian alat	Gangguan kesehatan akibat paparan suhu ekstrem, cedera fisik akibat alat jatuh atau salah penanganan.	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Biarkan alat mencapai kondisi stabil sesuai waktu yang direkomendasikan. Hindari menyentuh alat selama proses stabilisasi. 	2	2	Low risk (Risiko rendah)
Melakukan zero setting (penyetelan awal pada alat ukur) ke standar referensi	Sengatan listrik saat menyetel alat, luka akibat kabel yang salah koneksi atau longgar.	4	1	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Pastikan koneksi dilakukan sesuai manual alat. Gunakan kabel isolasi berkualitas tinggi. 	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)
Pengujian parameter listrik meliputi pengujian tegangan, pengujian arus, pengujian resistansi, pengujian kapasitansi, pengujian frekuensi, dan uji berulang	Cedera akibat kontak dengan tegangan tinggi atau arus berlebih, cedera serius akibat sengatan listrik, luka bakar karena panas dari arus tinggi, gangguan	4	1	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan peralatan perlindungan diri (APD) seperti sarung tangan isolasi dan sepatu dielektrik. Pastikan area kerja bebas dari peralatan lain yang dapat mengganggu pengujian. 	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)

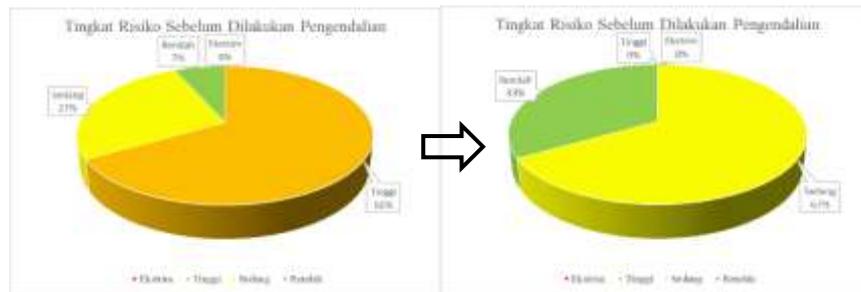
Jenis Kegiatan	Potensi Bahaya	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko	Pengendalian	Keparahan	Frekuensi	Level Risiko
	kesehatan jangka panjang akibat paparan medan elektromagnetik.							
Mencatat data hasil pengukuran	Nyeri punggung atau leher akibat posisi kerja yang salah, stres mental akibat kesalahan pencatatan.	3	3	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan sistem pencatatan otomatis jika memungkinkan. Lakukan pengecekan ulang terhadap data yang dicatat. 	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)
Menghitung deviasi atau penyimpangan hasil pengukuran dengan membandingkan pengukuran dengan toleransi	Stres atau beban kerja berlebihan yang memengaruhi kesehatan mental.	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan perangkat lunak kalkulasi untuk meminimalkan kesalahan manusia. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Menganalisis ketidakpastian pengukuran sesuai pedoman	Keletihan mental, tekanan psikologis akibat target kerja yang ketat.	3	3	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Pastikan operator telah dilatih tentang analisis ketidakpastian. Lakukan validasi hasil analisis oleh rekan kerja atau supervisor. 	2	3	Moderate risk (Risiko sedang)
Membuat sertifikat memenuhi/tidak memenuhi standar	Beban mental karena kerja administratif yang tinggi.	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan template sertifikat standar dan periksa kesesuaian data sebelum diterbitkan. 	2	1	Low risk (Risiko rendah)
Pemberian label terkait tanggal kalibrasi, Identifikasi alat, & tanggal kalibrasi berikutnya	Kebingungan akibat informasi yang salah pada label, nyeri otot atau sendi karena postur kerja yang tidak nyaman.	2	4	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan label dengan perekat kuat dan bahan tahan lama. Periksa ulang informasi pada label sebelum pemasangan. 	2	3	Low risk (Risiko rendah)
Menyimpan hasil kalibrasi dan dokumen pendukung	Cedera fisik akibat penyimpanan dokumen di tempat yang sulit dijangkau, stres akibat kehilangan data penting.	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan sistem penyimpanan digital dengan backup teratur. 	2	2	Low risk (Risiko rendah) ²
Melakukan pemeliharaan alat ukur secara berkala	Cedera fisik akibat alat yang berat atau kompleks, sengatan listrik dari alat yang masih aktif.	4	2	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Ikuti manual pemeliharaan dari pabrikan. Gunakan personel yang kompeten untuk pemeliharaan. 	3	2	Moderate risk (Risiko sedang)
Memastikan penjadwalan kalibrasi ulang	Stres akibat beban kerja administratif tambahan, kebingungan operasional karena jadwal yang salah.	4	1	High risk (Risiko tinggi)	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan sistem penjadwalan digital dengan notifikasi otomatis. 	3	1	Moderate risk (Risiko sedang)

Berdasarkan hasil diatas maka menunjukkan rata-rata pekerjaan yang terdapat di laboratorium kalibrasi dimensi sebelum dilakukan pengendalian berada ditingkat risiko tinggi (*High Risk*). Dimana jumlah pekerjaan sebanyak 15 pekerjaan, maka 10 pekerjaan diantaranya yang sudah dianalisis menggunakan metode HIRADC termasuk ke dalam risiko tinggi. Kemudian, setelah dilakukan pengendalian dan juga pencegahan terhadap risiko bahaya, maka terjadi penurunan tingkat risiko bahaya pada setiap jenis pekerjaan. Dimana setelah dilakukan pengendalian menunjukkan rata-rata pekerjaan

berada ditingkat risiko sedang (*Moderate risk*). Dengan jumlah pekerjaan sebanyak 15 pekerjaan, maka 10 pekerjaan diantaranya yang sudah dianalisis menggunakan metode HIRADC termasuk ke dalam risiko sedang.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, rata-rata pekerjaan di laboratorium kalibrasi listrik sebelum dilakukan pengendalian berada pada tingkat risiko tinggi (*High Risk*). Dari total 15 jenis pekerjaan yang dianalisis menggunakan metode HIRADC, sebanyak 10 pekerjaan termasuk dalam kategori risiko tinggi. Setelah penerapan langkah pengendalian dan pencegahan risiko bahaya, terjadi penurunan tingkat risiko pada setiap pekerjaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata pekerjaan kini berada pada tingkat risiko sedang (*Moderate Risk*), dengan 10 dari 15 pekerjaan yang dianalisis termasuk dalam kategori risiko sedang.

Perbedaan tingkat risiko sebelum dan setelah penerapan langkah pengendalian bahaya dapat dilihat pada **Gambar 4** di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Tingkat Risiko di Laboratorium Kalibrasi Listrik

c. Pengendalian Risiko yang dilakukan di laboratorium Kalibrasi

Setelah dilakukan penilaian dan analisis risiko menggunakan metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*), langkah pengendalian risiko diterapkan dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil observasi ruang laboratorium, rekomendasi pengendalian bahaya yang dapat diterapkan secara keseluruhan hanya mencakup beberapa aspek tertentu, dengan mempertimbangkan berbagai faktor. Beberapa di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Aspek pertama adalah tenaga kerja, di mana upaya pengendalian dilakukan berdasarkan hierarki dasar, dengan pendekatan administratif sebagai langkah yang dapat diterapkan. Contohnya adalah mengadakan *safety morning talk* dan *toolbox meeting* secara rutin untuk mengingatkan pekerja tentang potensi risiko bahaya dan langkah pengendalian yang dapat dilakukan. Selain itu, penggunaan alat pelindung diri (APD) juga memiliki peran penting dalam mengurangi tingkat risiko bahaya.
2. Aspek kedua adalah alat/mesin, di mana upaya pengendalian yang dilakukan meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, dan tindakan administratif. Eliminasi dapat dilakukan dengan menghilangkan potensi bahaya saat pencucian alat, seperti menghindari penggunaan bahan kimia berbahaya yang tidak diperlukan. Selain itu, penghilangan alat atau benda yang sudah tidak layak pakai juga dapat meningkatkan keamanan lingkungan kerja. Substitusi dilakukan dengan mengganti alat atau mesin yang rusak dan menyebabkan kontaminasi udara di ruang tersebut, seperti blower yang tidak berfungsi. Selanjutnya, rekayasa teknik dilakukan dengan memeriksa alat kalibrasi sebelum memulai proses kalibrasi untuk memastikan alat stabil dan mencegah kesalahan data, serta memperbaiki alat yang rusak. Terakhir, tindakan administratif meliputi pencegahan insiden cedera atau penyakit lainnya, penyediaan alat pemadam api ringan (APAR), fasilitas P3K, penyediaan MSDS di dekat penyimpanan bahan kimia berbahaya, dan pemberian SOP untuk setiap alat dan mesin.
3. Aspek terakhir adalah lokasi upaya pengendalian, yang dilakukan melalui rekayasa teknik. Pada lokasi kerja, laboratorium harus diatur sesuai dengan SOP pelaksanaan kalibrasi di setiap laboratorium. Penataan alat harus mengikuti urutan pelaksanaan kalibrasi, dan rekayasa ini sangat penting untuk memastikan kelancaran proses kalibrasi. Dengan merancang penataan alat yang terstruktur, kalibrasi dapat dilakukan dengan jangkauan yang aman, menghindari gangguan aktivitas pekerja di sekitar, serta meminimalkan risiko bahaya yang mungkin timbul antara pekerja dan proses kalibrasi.

4. Kesimpulan

Metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) digunakan untuk mengidentifikasi potensi risiko bahaya pada setiap pekerjaan di tiga laboratorium kalibrasi yang masing-masing memiliki 15 jenis pekerjaan. Identifikasi risiko menunjukkan adanya bahaya seperti iritasi kulit/mata akibat bahan kimia, gangguan kesehatan karena lingkungan ekstrem, hingga kelelahan fisik

akibat posisi kerja yang salah. Berdasarkan analisis, di Laboratorium Kalibrasi Dimensi terdapat 33% pekerjaan dengan risiko tinggi, 60% risiko sedang, dan 7% risiko rendah. Laboratorium Kalibrasi Tekanan memiliki 40% pekerjaan berisiko tinggi dan 60% risiko sedang, sedangkan Laboratorium Kalibrasi Listrik mencatat 67% pekerjaan dengan risiko tinggi, 26% risiko sedang, dan 7% risiko rendah. Pengendalian risiko dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian, seperti eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Hasilnya, Laboratorium Kalibrasi Dimensi dan Tekanan mengalami penurunan risiko dari rata-rata sedang (*moderate risk*) menjadi rendah (*low risk*), sementara Laboratorium Kalibrasi Listrik turun dari rata-rata risiko tinggi (*high risk*) menjadi sedang (*moderate risk*).

5. Referensi

- [1] Yanti, G., Zaiuri., & Megasari. "Analisis Penambahan Cocofiber pada Campuran Beton". *Seminar Nasional Pakar*, vol. 2, 2019.
- [2] Sari, D. A. P., dan Sumadi. "Analisis Kelayakan Pengembangan Usaha Kalibrasi PT Indraloka Kabupaten Sukoharjo". *Seminar Nasional Pariwisata dan Kewirausahaan (SNPK)*, Vol 2, pp. 09–216, 2023.
- [3] Ramadhani, I dan Rusindiyanto. "Analisis Strategi Soar Dalam Meningkatkan Pemasaran Kalibrasi DI PT. PAL Indonesia". *Journal Sains Student Research*, 2(1), 530-536, 2024.
- [4] Cahyaningrum, D. "Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium Pendidikan". *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*. 2 (1): 35-40, 2020.
- [5] Fathmi, R. "Analisis Risiko Bahaya Menggunakan Metode HIRADC Pada Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh". *UIN -Ar Raniry Repository*, 2022.
- [6] Fauzi, R. F., Layla & Rois. "Analisis Potensi Risiko Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta Dengan Metode HIRARC". *Simposium Nasional RAPI XX – 2021 FT UMS*, ISSN 2686-4274, 2021.
- [7] Putra, Septian Andika P. "Model Job Safety Analysis Berbasis HIRADC (Hazard Identification, Risk Assesment and Determining Control) Pada Pekerjaan Struktur Proyek Rumah Susun". *Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia*, 2019.
- [8] Apriliani, F., dkk. "Analisis Potensi Bahaya dan Penilaian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Bengkel Motor di Kota Bogor". *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, 2(2), 46-59, 2023.
- [9] Abidin. "Penerapan Job Safety Analysis, Pengetahuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja terhadap Kejadian Kecelakaan Kerja di Laboratorium Perguruan Tinggi". *Jurnal Berkala Kesehatan*, 5, (2): 76-80, 2019.
- [10] Rahmantiyoko, A., dkk. "Keselamatan dan Keamanan Kerja Laboratorium". *Journal of Proceedings Series No. (4) (2019)*, ISSN (2354-6026), Juli 24 2019.
- [11] Pamungkas, G. P. P. "Manajemen Risiko Bahaya Berbasis HIRADC (Hazard Identification, Risk Assesment and Determining Control) Pada Pekerjaan Bore Pile (Studi Kasus : Proyek Gedung Sembilan Lantai Universitas Alma ATA Yogyakarta)". *Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia*, 2021.
- [12] Sadewa, M. E. B. "Implementasi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Pekerjaan Pilar Jembatan Menggunakan Metode Hiradc (Implementation Of Occupational Safety And Health On Bridge Pillar Construction Using Hiradc Method)". *Universitas Islam Indonesia*, 3 Januari 2022.
- [13] Yanda, P., dan Aulia. "Mitigasi Risiko Kegiatan Radiography Test Pada Hygiene Industri PT Sucofindo Duri menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC)". *Universitas Islam Indonesia*, 2024.
- [14] Sukwika, T., & Pranata, H. D. "Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bidang Freight Forwarder Menggunakan Metode HIRADC". *Jurnal Teknik*, 20(1), 1-13, 2022.
- [15] Lazuardi, M. R., Sukwika, T., & Kholil, K. (2022). "Analisis manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode HIRADC pada departemen assembly listrik". *Journal of Applied Management Research*, 2(1), 11-20, 2022.