

Transformasi Manajemen Risiko K3 di Sektor Energi dalam Studi Komprehensif Pemeliharaan Transformator 30 MVA 70 kV Berbasis HIRARC

Nurhaeni Sikki^{1✉}, Jusmansyah², Yudha Oktafiyadi³, Egga Megantara⁴, Oktaviani Manek⁵

Magister Manajemen, Universitas Sangga Buana Bandung

Abstrak

Pemeliharaan transformator daya 30 MVA 70 kV merupakan aktivitas kritis yang memiliki risiko kecelakaan kerja tinggi, mulai dari bahaya elektrik hingga bekerja di ketinggian. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan menentukan langkah pengendalian risiko yang efektif menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) di PT PLN (Persero). Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan studi dokumen, kemudian dianalisis menggunakan metode HIRARC dengan matriks risiko AS/NZS 4360 yang menerapkan penilaian risiko secara semi-kuantitatif melalui pemberian skor Likelihood dan Severity.. Hasil penelitian mengidentifikasi 15 potensi bahaya utama, dengan 13% kategori risiko tinggi (high risk), 60% risiko sedang (medium risk), dan 27% risiko rendah (low risk). Langkah pengendalian yang diusulkan meliputi eliminasi, rekayasa teknik, dan penggunaan APD khusus. Kesimpulannya, transformasi manajemen risiko melalui HIRARC mampu mengidentifikasi tingkat risiko dan memberikan rekomendasi pengendalian sehingga berpotensi menurunkan risiko kecelakaan kerja pada area kerja kritis dan menjamin keberlangsungan distribusi energi listrik.

Kata kunci: HIRARC, K3, Transformator, PLN, Manajemen Risiko.

Abstract

Maintenance of 30 MVA 70 kV power transformers is a critical activity characterized by high-occupational accident risks, ranging from electrical hazards to working at heights. This study aims to identify hazards, assess risks, and determine effective risk control measures using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) method at PT PLN (Persero). This is descriptive research with a case study approach. Data was collected through observation, interviews and document study, then analyzed using the HIRARC method with the AS/NZS 4360 risk matrix which applies semi-quantitative risk assessment by providing Likelihood and Severity scores.. The findings identified 15 primary potential hazards, categorized as 13% high risk, 60% medium risk, and 27% low risk. Proposed control measures include elimination, engineering controls, administrative shifts, and the mandatory use of specialized Personal Protective Equipment (PPE). The study concludes that transforming risk management through the HIRARC framework is able to identify risk levels and provide control recommendations that have the potential to reduce the risk of accidents in critical work areas and ensures the operational continuity of electrical energy distribution.

Keywords: HIRARC, Occupational Health and Safety (OHS), Power Transformer, PT PLN, Risk Management.

✉ Corresponding author :

Email Address : nurhaenisikki@usbykp.ac.id, jusmansyah4@gmail.com, yuuda27@gmail.com,
egga2602@gmail.com, viamanek17@gmail.com

PENDAHULUAN

Sektor energi listrik merupakan salah satu infrastruktur strategis yang memiliki peran fundamental dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, pembangunan nasional, serta keberlangsungan berbagai aktivitas sosial dan industri. Keandalan sistem tenaga listrik menjadi faktor penting dalam menjamin kontinuitas penyaluran energi listrik kepada masyarakat dan sektor industri. Dalam sistem tenaga listrik, transformator daya merupakan salah satu aset kritis yang memiliki fungsi strategis dalam proses transmisi dan distribusi energi listrik, khususnya dalam proses transformasi tingkat tegangan. Salah satu peralatan yang memiliki peran penting dalam sistem tersebut adalah transformator daya berkapasitas 30 MVA pada tegangan 70 kV.

Sebagai aset kritis, transformator tenaga harus dipertahankan dalam kondisi operasional yang optimal untuk menjamin keandalan dan kontinuitas sistem tenaga listrik. Gangguan pada transformator tidak hanya berpotensi menyebabkan kerusakan peralatan, tetapi juga dapat memengaruhi stabilitas dan kontinuitas penyaluran energi listrik secara keseluruhan. Oleh karena itu, kegiatan pemeliharaan transformator, baik yang bersifat preventif maupun korektif, merupakan bagian penting dalam mempertahankan keandalan peralatan dan mencegah terjadinya gangguan sistem. Namun, di sisi lain, aktivitas pemeliharaan transformator memiliki karakteristik pekerjaan yang kompleks serta mengandung berbagai potensi bahaya yang dapat mengancam keselamatan dan kesehatan tenaga kerja.

Potensi bahaya dalam kegiatan pemeliharaan transformator antara lain berasal dari energi listrik bertegangan tinggi, induksi elektromagnetik, potensi hubungan singkat dan ledakan, paparan minyak isolasi, penggunaan peralatan kerja, serta pekerjaan pada ketinggian. Selain itu, interaksi langsung antara tenaga kerja dengan peralatan dan lingkungan instalasi listrik dapat meningkatkan tingkat paparan terhadap sumber bahaya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pemeliharaan transformator tidak hanya membutuhkan kompetensi teknis dalam pengoperasian dan pemeliharaan peralatan, tetapi juga membutuhkan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang sistematis untuk mencegah terjadinya kecelakaan dan kerugian akibat pekerjaan.

Berdasarkan kajian awal dalam penelitian ini, kegiatan pemeliharaan transformator memiliki tingkat risiko yang relatif tinggi karena melibatkan tenaga kerja secara langsung dengan peralatan bertegangan tinggi dan lingkungan kerja yang memiliki berbagai sumber bahaya. Potensi risiko dapat muncul pada setiap tahapan pekerjaan, mulai dari persiapan, pemeriksaan kondisi peralatan, pelaksanaan

pemeliharaan, penggunaan alat kerja, pekerjaan pada ketinggian, hingga penyelesaian pekerjaan. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa aktivitas pemeliharaan transformator daya memiliki berbagai potensi bahaya yang signifikan, mulai dari bahaya elektrik hingga pekerjaan pada ketinggian. Apabila potensi bahaya tersebut tidak diidentifikasi dan dikendalikan secara tepat, konsekuensi yang ditimbulkan dapat berupa kecelakaan kerja, cedera tenaga kerja, kerusakan peralatan, penghentian operasi, hingga kerugian finansial dan operasional perusahaan.

Dalam perspektif manajemen K3, pengelolaan risiko memerlukan pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi sumber bahaya, menentukan tingkat risiko, serta menetapkan tindakan pengendalian yang sesuai. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Metode HIRARC memungkinkan proses identifikasi bahaya dilakukan secara sistematis pada setiap aktivitas pekerjaan, dilanjutkan dengan penilaian tingkat risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya bahaya dan tingkat konsekuensinya, serta penentuan tindakan pengendalian berdasarkan prioritas risiko. Pendekatan tersebut memungkinkan perusahaan untuk memperoleh dasar pengambilan keputusan yang lebih objektif dalam menentukan tindakan pencegahan dan pengendalian terhadap potensi kecelakaan kerja.

Penerapan HIRARC pada kegiatan pemeliharaan transformator menjadi penting karena karakteristik pekerjaan pada instalasi tenaga listrik memiliki sumber bahaya yang beragam dengan konsekuensi yang dapat bersifat serius. Pendekatan ini dapat mendukung pergeseran pengelolaan K3 dari pola yang bersifat reaktif terhadap kecelakaan menjadi pendekatan yang lebih proaktif melalui identifikasi dan pengendalian bahaya sebelum kecelakaan terjadi. Dengan demikian, HIRARC tidak hanya berfungsi sebagai instrumen identifikasi dan penilaian risiko, tetapi juga dapat digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi efektivitas pengendalian yang telah diterapkan serta menentukan tindakan perbaikan yang diperlukan.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menerapkan metode HIRARC dalam identifikasi bahaya dan penilaian risiko K3 pada berbagai sektor, termasuk industri manufaktur, konstruksi, dan pembangkit listrik. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh **Arya dan Wiryajati (2024)** mengenai identifikasi bahaya dan penilaian risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode HIRARC pada Gardu Induk Ampenan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode HIRARC dapat digunakan untuk mengidentifikasi berbagai potensi bahaya dan menentukan tingkat risiko pada lingkungan kerja instalasi tenaga listrik. Meskipun demikian, penelitian tersebut dan sejumlah penelitian terdahulu belum secara spesifik mengkaji aktivitas pemeliharaan transformator daya berkapasitas 30 MVA dengan tegangan 70 kV berdasarkan tahapan pekerjaan dan karakteristik bahaya yang dihadapi tenaga kerja. Kondisi tersebut menunjukkan adanya *research gap* yang perlu dikaji lebih lanjut melalui penelitian yang berfokus pada aktivitas pemeliharaan transformator dengan karakteristik spesifik tersebut.

Kekhususan objek penelitian menjadi penting karena setiap jenis peralatan dan aktivitas pemeliharaan memiliki karakteristik sumber bahaya, tingkat paparan, kemungkinan kejadian, dan konsekuensi risiko yang berbeda. Oleh karena itu, analisis risiko yang dilakukan secara spesifik pada pemeliharaan transformator 30 MVA 70 kV diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan, tingkat risiko yang dihadapi tenaga kerja, serta bentuk pengendalian yang paling sesuai. Analisis tersebut juga dapat menjadi dasar untuk mengevaluasi sejauh mana pengendalian risiko yang telah diterapkan mampu meminimalkan potensi kecelakaan kerja.

Dalam konteks operasional PT PLN (Persero), pengelolaan risiko K3 pada kegiatan pemeliharaan transformator memiliki nilai strategis karena berkaitan dengan dua aspek utama, yaitu perlindungan tenaga kerja dan keberlangsungan fungsi aset kelistrikan. Pengendalian risiko yang efektif tidak hanya diperlukan untuk melindungi tenaga kerja dari kecelakaan dan paparan bahaya, tetapi juga untuk mencegah kerusakan aset, gangguan operasional, serta potensi kerugian finansial yang dapat timbul akibat kecelakaan kerja maupun kegagalan peralatan. Dengan demikian, penerapan manajemen risiko K3 perlu menjadi bagian integral dari proses pemeliharaan dan pengelolaan aset kelistrikan.

Berdasarkan permasalahan dan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis secara komprehensif potensi bahaya, tingkat risiko, serta strategi pengendalian risiko pada kegiatan pemeliharaan transformator tenaga 30 MVA 70 kV di PT PLN (Persero) menggunakan metode HIRARC. Penelitian ini secara khusus diarahkan untuk menjawab permasalahan mengenai bagaimana efektivitas identifikasi bahaya serta sejauh mana strategi pengendalian risiko yang diterapkan mampu meminimalkan potensi kecelakaan kerja pada proses pemeliharaan transformator. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan kerangka pengelolaan risiko K3 yang lebih sistematis dan komprehensif serta memberikan rekomendasi pengendalian yang dapat digunakan sebagai dasar peningkatan keselamatan kerja dan keandalan aset kelistrikan. Dengan demikian, penelitian ini memiliki urgensi dalam mendukung perlindungan tenaga kerja sekaligus menjaga keberlangsungan operasional transformator, mencegah kerusakan aset, serta meminimalkan potensi kerugian finansial dan operasional perusahaan.

KAJIAN PUSTAKA

Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)

Manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan suatu pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja. Dalam konteks industri energi listrik, penerapan manajemen

risiko K3 menjadi sangat penting karena aktivitas operasionalnya memiliki tingkat bahaya yang tinggi.

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan sebuah cara untuk menjamin keselamatan baik fisik maupun jiwa terhadap para pekerja. K3 juga bisa diartikan sebagai ilmu pengetahuan untuk mencegah terjadinya kecelakaan didalam kegiatan kerja (Ririh & Surya, 2021).

Menurut standar internasional ISO 45001:2018, manajemen K3 adalah bagian dari sistem manajemen organisasi yang digunakan untuk mengembangkan dan menerapkan kebijakan K3 serta mengelola risiko dan peluang yang berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja. Sistem ini bertujuan untuk menciptakan tempat kerja yang aman, mencegah cedera, serta meningkatkan kinerja keselamatan kerja secara berkelanjutan.

Di Indonesia, penerapan manajemen K3 diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Dalam regulasi tersebut dijelaskan bahwa setiap perusahaan wajib melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendalian risiko secara terstruktur.

Manajemen risiko K3 memiliki beberapa tahapan utama, yaitu:

1. Identifikasi bahaya (hazard identification)
2. Penilaian risiko (risk assessment)
3. Pengendalian risiko (risk control)

Ketiga tahapan tersebut merupakan dasar dalam penerapan metode HIRARC yang digunakan dalam penelitian ini

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

Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam manajemen risiko K3. Menurut (Ramli, 2010) HIRARC adalah serangkaian proses yang mengidentifikasi bahaya yang dapat terjadi dalam aktifitas rutin atau non-rutin perusahaan, melakukan penilaian risiko, dan kemudian membuat program pengendalian bahaya. Metode ini memberikan pendekatan sistematis dalam mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan langkah pengendalian yang tepat.

1. Hazard Identification

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi seluruh potensi bahaya yang terdapat dalam suatu aktivitas kerja. Identifikasi dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, serta studi dokumen.

Dalam penelitian ini, identifikasi bahaya dilakukan pada setiap tahapan pemeliharaan transformator, mulai dari persiapan hingga penyelesaian.

2. Risk Assessment

Penilaian risiko dilakukan dengan menggunakan matriks risiko yang menggabungkan dua parameter utama, yaitu likelihood (kemungkinan) yg menilai

seberapa sering risiko terjadi dan severity (tingkat keparahan) yang menilai seberapa besar dampak yang ditimbulkan.

Hasil penilaian risiko biasanya dikategorikan menjadi low risk, medium risk, high risk. Pendekatan ini juga digunakan dalam penelitian, di mana ditemukan distribusi tingkat risiko pada aktivitas pemeliharaan transformator

3. Risk Control

Setelah risiko diidentifikasi dan dinilai, langkah selanjutnya adalah menentukan pengendalian risiko. Pengendalian dilakukan berdasarkan tingkat risiko yang telah ditentukan.

Dalam praktiknya, pengendalian risiko tidak hanya berfokus pada penggunaan APD, tetapi juga mencakup rekayasa teknik dan pengendalian administratif untuk meningkatkan efektivitas perlindungan terhadap pekerja.

Pemeliharaan Transformator

Transformator tenaga adalah peralatan listrik statis yang berfungsi untuk mentransformasikan energi listrik dari satu tingkat tegangan ke tingkat tegangan lainnya melalui prinsip induksi elektromagnetik. Transformator memainkan peran penting dalam sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik.

Transformator memiliki fungsi untuk menaikkan tegangan (step-up transformer), menurunkan tegangan (step-down transformer) dan menjaga efisiensi distribusi energi listrik. Transformator memiliki berbagai potensi bahaya, antara lain:

1. Bahaya listrik tegangan tinggi
2. Ledakan akibat kegagalan isolasi
3. Paparan minyak isolasi
4. Induksi elektromagnetik
5. Risiko kebakaran

Pemeliharaan transformator bertujuan untuk menjaga keandalan dan memperpanjang umur operasional peralatan. Pemeliharaan dapat dibagi menjadi:

1. Pemeliharaan Preventif, yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara rutin untuk mencegah kerusakan, seperti pemeriksaan minyak isolasi, pengujian tahanan isolasi, dan pembersihan komponen.
2. Pemeliharaan Korektif yaitu kegiatan yang dilakukan setelah terjadi gangguan atau kerusakan, seperti penggantian komponen dan perbaikan sistem isolasi.

METODOLOGI

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan metode studi kasus. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fenomena yang terjadi di lapangan, khususnya terkait penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada kegiatan pemeliharaan transformator.

Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan studi dokumen, kemudian dianalisis menggunakan metode HIRARC dengan matriks risiko AS/NZS 4360 yang menerapkan penilaian risiko secara semi-kuantitatif melalui pemberian skor Likelihood dan Severity. Sementara itu, metode studi kasus dipilih karena penelitian difokuskan pada satu objek tertentu sehingga memungkinkan analisis yang komprehensif dan kontekstual (Yin, 2018).

Lokasi & Objek

Penelitian ini dilaksanakan di PT PLN (Persero) pada Unit Pelaksana Transmisi. Objek penelitian difokuskan pada transformator daya berkapasitas 30 MVA dengan tegangan 70 kV.

Pemilihan lokasi dan objek penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa transformator merupakan peralatan vital dalam sistem transmisi tenaga listrik yang memiliki tingkat risiko kerja tinggi, baik dari aspek kelistrikan, mekanik, maupun lingkungan kerja. Oleh karena itu, diperlukan analisis risiko K3 yang komprehensif untuk meminimalkan potensi kecelakaan kerja.

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data kualitatif, berupa hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi terkait aktivitas pemeliharaan transformator. Sedangkan sumber data dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Data Primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung dari hasil observasi dan wawancara dengan pihak terkait.
2. Data Sekunder, yaitu data yang diperoleh dari dokumen perusahaan seperti Job Safety Analysis (JSA), Standar Operasional Prosedur (SOP), serta laporan kecelakaan kerja.

Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi: Observasi ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung terhadap kegiatan overhaul dan pemeliharaan rutin transformator. Observasi bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta kondisi kerja aktual di lapangan.
 2. Wawancara: Wawancara bertujuan untuk memperoleh informasi terkait prosedur kerja, potensi bahaya, serta upaya pengendalian risiko yang telah dilakukan. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan:
 - a. Pengawas K3
 - b. Tim pemeliharaan jaringan/transmisi
 3. Studi Dokumen: Teknik ini digunakan untuk mendukung validitas data melalui triangulasi sumber (Creswell, 2014). Studi dokumentasi dilakukan dengan menganalisis dokumen perusahaan, antara lain:
 - a. Job Safety Analysis (JSA)
 - b. Standar Operasional Prosedur (SOP)
-

c. Laporan kecelakaan kerja

Analisis Data

Penilaian risiko menggunakan matriks AS/NZS 4360 (Likelihood x Severity) dengan kategori risiko yang dihasilkan meliputi:

Tabel 1 Matriks Severity

Severity	Keterangan
1	Tidak Signifikan
2	Cedera Ringan
3	Cedera Sedang
4	Cedera Berat
5	Fatalitas

Sumber : Diolah Penulis (2026)

Tabel matriks severity menyajikan tingkat keparahan dari suatu risiko atau kejadian, yang diklasifikasikan ke dalam skala 1 sampai 5.

Tabel 2 Matriks Likelihood

Likelihood	Keterangan
1	Sangat Jarang
2	Jarang
3	Kadang-kadang
4	Sering
5	Sangat Sering

Sumber : Diolah Penulis (2026)

Tabel matriks likelihood ini mengukur seberapa sering suatu potensi bahaya atau kecelakaan kerja dapat terjadi selama proses pemeliharaan transformator bertegangan tinggi (70kV).

Tabel 3 Nilai Risiko

Likelihood x Severity	Keterangan
1-4	Low Risk
5-14	Medium Risk
15-25	High Risk

Sumber : Diolah Penulis (2026)

Tabel 3 mengenai Nilai Risiko merupakan instrumen krusial dalam penelitian Transformasi Manajemen Risiko K3 pada pemeliharaan transformator 30 MVA 70kV, yang berfungsi sebagai acuan untuk mengkategorikan tingkat bahaya berdasarkan perkalian antara likelihood (kemungkinan terjadi) dan severity (keparahan dampak). Dalam konteks implementasi metode HIRARC, klasifikasi ini membagi risiko ke dalam tiga tingkatan utama: Low Risk (skor 1-4) yang menunjukkan risiko terkendali, Medium Risk (skor 5-14) yang memerlukan perhatian dan tindakan pencegahan tambahan, serta High Risk (skor 15-25) yang mengindikasikan tingkat bahaya kritis sehingga memerlukan kontrol teknis maupun administratif yang segera dan ketat

untuk mencegah kecelakaan kerja fatal pada sistem kelistrikan tegangan tinggi. Dengan menggunakan pemetaan ini, tim pemeliharaan dapat menetapkan prioritas penanganan risiko secara sistematis, memastikan bahwa setiap aktivitas pemeliharaan transformator dilakukan dengan standar keamanan yang optimal dan responsif terhadap potensi bahaya yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Ditemukan beberapa temuan kunci dalam proses pemeliharaan:

1. Tahap Persiapan: Risiko rendah (administrasi/persiapan alat).
2. Tahap Pelaksanaan: Risiko tinggi pada pengujian tahanan isolasi (bahaya induksi) dan pengujian oil sampling (bekerja di ketinggian).
3. Tahap Penyelesaian: Risiko sedang pada pembersihan area dan energizing.

Pembahasan

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC), diketahui bahwa kegiatan pemeliharaan transformator 30 MVA 70 kV di PT PLN (Persero) memiliki berbagai potensi bahaya dengan tingkat risiko yang berbeda pada setiap tahapan pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 15 potensi bahaya utama yang teridentifikasi, dengan distribusi tingkat risiko sebesar 13% kategori risiko tinggi (high risk), 60% kategori risiko sedang (medium risk), dan 27% kategori risiko rendah (low risk). Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas pemeliharaan masih memerlukan pengendalian risiko yang konsisten untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

Pada tahap persiapan, tingkat risiko yang ditemukan berada pada kategori rendah. Hal ini disebabkan karena aktivitas yang dilakukan masih berupa pemeriksaan administrasi, persiapan alat kerja, pengecekan alat pelindung diri (APD), serta pelaksanaan toolbox meeting sebelum pekerjaan dimulai. Meskipun memiliki tingkat risiko yang relatif kecil, tahap persiapan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung keberhasilan penerapan keselamatan kerja. Kesalahan dalam pemeriksaan alat atau kurangnya pemahaman terhadap prosedur kerja dapat meningkatkan risiko kecelakaan pada tahap berikutnya. Oleh karena itu, perusahaan perlu memastikan bahwa seluruh pekerja telah memahami prosedur kerja, kondisi alat yang digunakan, serta potensi bahaya yang mungkin terjadi selama proses pemeliharaan.

Tahap pelaksanaan merupakan tahap yang memiliki tingkat risiko paling tinggi dibandingkan tahapan lainnya. Hal ini disebabkan karena pekerja melakukan interaksi langsung dengan peralatan listrik tegangan tinggi dan berada pada lingkungan kerja yang memiliki berbagai potensi bahaya. Berdasarkan hasil penelitian, aktivitas pengujian tahanan isolasi (insulation resistance test) dan pengambilan sampel minyak isolasi (oil sampling) menjadi aktivitas dengan tingkat risiko tertinggi.

Pada kegiatan pengujian tahanan isolasi, pekerja berhadapan langsung dengan kemungkinan adanya tegangan sisa (residual voltage) dan induksi elektromagnetik yang dapat menyebabkan sengatan listrik. Risiko ini dapat meningkat apabila

prosedur pengamanan tidak dilakukan dengan baik, seperti tidak diterapkannya sistem Lock Out Tag Out (LOTO) atau kurang optimalnya sistem pembumian (grounding). Oleh karena itu, penerapan prosedur kerja yang sesuai standar, penggunaan alat ukur yang telah dikalibrasi, serta pengawasan yang ketat selama proses pengujian menjadi faktor penting dalam upaya menurunkan tingkat risiko.

Selain itu, aktivitas oil sampling juga memiliki tingkat risiko yang tinggi. Risiko yang muncul tidak hanya berasal dari paparan minyak isolasi yang dapat mengganggu kesehatan pekerja, tetapi juga berasal dari aktivitas bekerja pada ketinggian. Pekerja yang melakukan pengambilan sampel minyak harus mengakses bagian tertentu pada transformator yang berada pada posisi lebih tinggi sehingga berpotensi mengalami kecelakaan akibat terjatuh. Untuk mengurangi risiko tersebut, perusahaan perlu memastikan penggunaan safety harness, tangga kerja yang memenuhi standar keselamatan, serta melakukan pengawasan secara berkala selama pekerjaan berlangsung.

Pada tahap penyelesaian pekerjaan, tingkat risiko yang ditemukan berada pada kategori sedang. Aktivitas seperti pembersihan area kerja dan proses energizing transformator tetap memiliki potensi bahaya yang perlu diwaspadai. Proses energizing khususnya memerlukan perhatian yang lebih besar karena berkaitan dengan pengoperasian kembali transformator setelah dilakukan pemeliharaan. Kesalahan prosedur pada tahap ini dapat menyebabkan terjadinya gangguan sistem maupun kecelakaan kerja. Oleh karena itu, verifikasi hasil pekerjaan dan pemeriksaan ulang seluruh peralatan menjadi langkah penting sebelum transformator dioperasikan kembali.

Berdasarkan uraian pembahasan di atas, penerapan metode HIRARC dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam tabel berikut:

Tabel 4 HIRARC Pemeliharaan Transformator 30 MVA 70 kV

No	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak Risiko	L	S	Nilai Risiko	Kategori	Pengendalian Risiko
1	Toolbox Meeting	Kurangnya pemahaman instruksi kerja	Kesalahan kerja	1	2	2	Low	Briefing K3 dan verifikasi pemahaman pekerja
2	Pemeriksaan APD	APD tidak sesuai standar	Cedera saat bekerja	1	3	3	Low	Inspeksi APD sebelum digunakan
3	Persiapan alat kerja	Peralatan rusak/tidak layak	Kecelakaan kerja	2	2	4	Low	Checklist dan kalibrasi alat
4	Isolasi sumber listrik	Kesalahan prosedur LOTO	Tersengat listrik	2	4	8	Medium	Penerapan Lock Out Tag Out (LOTO)
5	Pemasangan grounding	Grounding tidak efektif	Sengatan listrik	2	4	8	Medium	Pengujian grounding dan inspeksi berkala
6	Pemeriksaan visual transformator	Terpeleset atau tersandung	Cedera ringan	2	3	6	Medium	Housekeeping area kerja
7	Pengukuran temperatur	Kontak dengan permukaan panas	Luka bakar ringan	2	3	6	Medium	Sarung tangan tahan panas

No	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak Risiko	L	S	Nilai Risiko	Kategori	Pengendalian Risiko
8	Pengujian tahanan isolasi	Tegangan sisa (Residual Voltage)	Sengatan listrik serius	4	5	20	High	LOTO, grounding, SOP pengujian
9	Pengujian tahanan isolasi	Induksi elektromagnetik	Cedera serius/fatal	4	5	20	High	Pengawasan ketat dan alat ukur terkalibrasi
10	Oil Sampling	Paparan minyak isolasi	Iritasi kulit/pernapasan	3	3	9	Medium	Sarung tangan, masker, face shield
11	Oil Sampling	Bekerja di ketinggian	Jatuh dari ketinggian	3	4	12	Medium	Safety harness dan tangga standar
12	Pembersihan komponen	Kontak bahan kimia pembersih	Iritasi kulit	2	3	6	Medium	APD dan prosedur penanganan bahan kimia
13	Penggantian komponen	Terjepit atau tertimpa komponen	Cedera fisik	2	4	8	Medium	Teknik pengangkatan aman
14	Pembersihan area kerja	Sisa material berserakan	Tersandung	2	2	4	Low	Housekeeping dan inspeksi akhir
15	Energizing Transformator	Kesalahan prosedur energizing	Gangguan sistem/fatalitas	3	4	12	Medium	Verifikasi pekerjaan dan izin operasi

Sumber : Diolah Penulis (2026)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode HIRARC mampu memberikan gambaran yang sistematis mengenai potensi bahaya pada setiap aktivitas pemeliharaan transformator. Melalui identifikasi bahaya yang dilakukan secara menyeluruh, perusahaan dapat menentukan prioritas pengendalian berdasarkan tingkat risiko yang dimiliki oleh setiap aktivitas kerja. Dengan demikian, sumber daya perusahaan dapat difokuskan pada aktivitas yang memiliki tingkat risiko paling tinggi sehingga upaya pencegahan kecelakaan kerja dapat dilakukan secara lebih efektif.

Transformasi manajemen risiko yang diterapkan melalui metode HIRARC juga menunjukkan perubahan pendekatan dari sistem yang bersifat reaktif menjadi lebih proaktif. Sebelumnya, pengendalian risiko lebih banyak dilakukan setelah terjadi kecelakaan atau insiden kerja. Namun, melalui penerapan HIRARC, identifikasi bahaya dan penilaian risiko dilakukan sebelum pekerjaan dimulai sehingga tindakan pengendalian dapat direncanakan sejak awal. Pendekatan ini memberikan manfaat yang lebih besar karena mampu mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja sekaligus meningkatkan kesadaran pekerja terhadap pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja.

Pengendalian risiko yang diterapkan tidak hanya berfokus pada penggunaan alat pelindung diri (APD), tetapi juga melalui rekayasa teknik (engineering control) dan pengendalian administratif. Pengendalian secara rekayasa teknik dilakukan melalui pemasangan sistem grounding yang lebih baik, penerapan sistem Lock Out Tag Out (LOTO), penggunaan alat ukur yang telah dikalibrasi, serta pemeliharaan berkala terhadap peralatan kerja. Sementara itu, pengendalian administratif dilakukan

melalui penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP), pelaksanaan pelatihan K3 secara rutin, toolbox meeting, pengawasan pekerjaan, serta evaluasi berkala terhadap potensi bahaya yang ada.

Temuan penelitian ini sejalan dengan standar ISO 45001:2018 dan Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang menekankan pentingnya identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko secara sistematis. Dengan penerapan metode HIRARC, tingkat risiko sisa (residual risk) dapat ditekan hingga berada pada kategori risiko yang dapat diterima (acceptable risk). Oleh karena itu, metode HIRARC dapat dijadikan sebagai salah satu pendekatan yang efektif dalam pengelolaan risiko K3 pada kegiatan pemeliharaan transformator tenaga, khususnya pada lingkungan kerja dengan tingkat bahaya tinggi seperti sektor energi listrik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) pada kegiatan pemeliharaan transformator 30 MVA 70 kV di PT PLN (Persero) mampu mengidentifikasi berbagai potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan langkah pengendalian risiko secara sistematis dan komprehensif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 15 potensi bahaya utama yang teridentifikasi pada seluruh tahapan pemeliharaan transformator. Berdasarkan hasil penilaian risiko, diperoleh distribusi tingkat risiko sebesar 13% kategori risiko tinggi (high risk), 60% kategori risiko sedang (medium risk), dan 27% kategori risiko rendah (low risk). Risiko tertinggi ditemukan pada tahap pelaksanaan pekerjaan, khususnya pada kegiatan pengujian tahanan isolasi (insulation resistance test) dan pengambilan sampel minyak isolasi (oil sampling), karena aktivitas tersebut memiliki potensi bahaya berupa sengatan listrik, induksi elektromagnetik, serta risiko bekerja pada ketinggian.

Tabel 5 Rekapitulasi Tingkat Risiko

Kategori Risiko	Jumlah	Persentase
High Risk	2	13%
Medium Risk	9	60%
Low Risk	4	27%

Sumber : Diolah Penulis (2026)

Penerapan pengendalian risiko melalui eliminasi, rekayasa teknik (engineering control), pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang sesuai berpotensi menurunkan tingkat risiko sisa (residual risk) hingga berada pada kategori risiko yang dapat diterima (acceptable risk). Selain itu, penerapan metode HIRARC juga mampu mendorong transformasi manajemen risiko dari pendekatan yang bersifat reaktif menjadi lebih proaktif melalui identifikasi bahaya dan pengendalian risiko sejak tahap perencanaan pekerjaan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa metode HIRARC merupakan pendekatan yang efektif dalam pengelolaan risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada kegiatan pemeliharaan transformator tenaga. Penerapan metode ini tidak hanya meningkatkan keselamatan pekerja dan menurunkan potensi

kecelakaan kerja, tetapi juga mendukung peningkatan keandalan transformator serta menjaga kontinuitas penyaluran energi listrik. Dengan demikian, HIRARC dapat dijadikan sebagai salah satu strategi utama dalam transformasi manajemen risiko K3 di sektor energi, khususnya pada kegiatan pemeliharaan peralatan tegangan tinggi.

Rekomendasi

1. Rekomendasi Praktis

PT PLN (Persero) disarankan memprioritaskan pengendalian pada aktivitas pengujian tahanan isolasi dan oil sampling karena kedua aktivitas tersebut memiliki tingkat risiko tertinggi. Pengendalian dapat dilakukan melalui penerapan Lock Out Tag Out (LOTO) secara konsisten, peningkatan kualitas sistem grounding, penggunaan alat ukur yang terkalibrasi, serta pengawasan terhadap pekerjaan di ketinggian melalui penggunaan safety harness sesuai standar K3.

Selain itu, PT PLN (Persero) dirasa perlu untuk meningkatkan penerapan manajemen risiko berbasis digital melalui sistem pelaporan potensi bahaya secara real-time selama kegiatan pemeliharaan berlangsung, dengan mengintegrasikan aplikasi pelaporan potensi bahaya berbasis mobile yang dapat diakses langsung oleh tim di lapangan. Sistem ini memungkinkan pekerja untuk melaporkan kondisi tidak aman (unsafe condition) atau perilaku tidak aman (unsafe act) secara real-time, sehingga manajemen dapat melakukan tindakan mitigasi segera sebelum potensi bahaya tersebut berkembang menjadi insiden kerja. Selain itu, perlu dilakukan pelatihan K3 secara berkala, peningkatan pengawasan terhadap penerapan SOP, serta evaluasi rutin terhadap efektivitas pengendalian risiko yang telah diterapkan.

Manajemen perusahaan harus memastikan ketersediaan dan standar kelayakan alat bantu kerja, terutama tangga kerja dan safety harness yang tersertifikasi untuk pekerjaan di ketinggian. Perusahaan perlu menerapkan program inspeksi alat secara rutin (harian/mingguan) yang didokumentasikan dalam checklist digital, guna memastikan bahwa setiap peralatan pendukung dalam kondisi prima dan layak pakai, sehingga meminimalisir kemungkinan kegagalan alat yang dapat menyebabkan kecelakaan fatal, perlu melakukan evaluasi HIRARC secara berkala, terutama setelah adanya perubahan metode kerja, penggantian peralatan, maupun insiden keselamatan, sehingga dokumen HIRARC selalu mencerminkan kondisi aktual di lapangan.

2. Rekomendasi Akademis

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengombinasikan metode HIRARC dengan metode lain seperti Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) atau Fault Tree Analysis (FTA) agar diperoleh analisis risiko yang lebih mendalam, terutama terkait aspek teknis kegagalan peralatan dan pengaruhnya terhadap keandalan sistem tenaga listrik.

Disarankan pula adanya penelitian yang melakukan studi komparatif mengenai efektivitas penerapan HIRARC pada berbagai level tegangan transformator atau jenis infrastruktur transmisi lainnya. Studi komparatif ini akan memperkaya khazanah keilmuan K3 dengan memberikan gambaran apakah profil risiko dan kebutuhan pengendalian pada transformator 30 MVA 70 kV memiliki karakteristik yang sama atau berbeda signifikan jika dibandingkan dengan sistem distribusi tegangan yang lebih rendah maupun transmisi tegangan tinggi (extra high voltage).

Pengembangan penelitian ini juga dapat mencakup analisis efisiensi biaya (cost-benefit analysis) dari berbagai opsi pengendalian risiko yang diusulkan, seperti perbandingan efektivitas biaya antara investasi pada rekayasa teknik (engineering control) dibandingkan dengan penguatan pengendalian administratif. Hasil penelitian tersebut akan sangat berharga bagi akademisi dan praktisi dalam merumuskan strategi investasi K3 yang tidak hanya menjamin keselamatan jiwa, namun juga memberikan nilai ekonomis yang optimal bagi keberlangsungan operasional perusahaan energi.

Referensi

- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- International Organization for Standardization. (2018). *Occupational health and safety management systems (ISO 45001:2018)*.
- ISO. (2018). *ISO 31000: Risk Management – Guidelines*.
- PT PLN (Persero). (2020). *Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga*.
- Ramli, S. (2010). *Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Ramli, S. (2010). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001, Seri Manajemen K3 001*. Dian Rakyat. Jakarta.
- Ririh, K. R., & Surya, N. L. (2021). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRARC dan Diagram Fishbone pada Lantai Produksi PT DRA Component Persada. *Go-Integratif : Jurnal Teknik Sistem Dan Industri*, 2(2), 135–152. <https://doi.org/10.35261/gijtsi.v2i2.5658>
- Standards Australia. (2004). *AS/NZS 4360: Risk Management*.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Tarwaka. (2014). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- Widana, A. K. (2024). Identifikasi bahaya dan penilaian risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode HIRARC pada Gardu Induk Ampenan. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1), 4129–4136. <https://doi.org/10.54082/jupin.idpaper>
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Sage Publications.