

Hubungan Kebisingan Kamar Mesin dengan Stres Kerja Teknisi: Dasar Penyusunan Program Kesehatan Kerja PT X

Nur Alfaiz¹, Gabriel Yesa Agustin Napitupulu², Nico Linggi Pongmasangka^{3*}

^{1,2,3} Program Studi D-IV Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Ketenagakerjaan, Indonesia

Open Access Freely Available Online

Dikirim: 18 Juni 2026

Direvisi: 13 Agustus 2026

Diterima: 13 Agustus 2026

*Penulis Korespondensi:

E-mail:

nicolinggi@polteknaker.ac.id

ABSTRAK

Kamar mesin kapal kargo merupakan lingkungan kerja dengan risiko paparan kebisingan tinggi yang berpotensi menimbulkan stres kerja pada teknisi. Penelitian ini bertujuan menganalisis keterkaitan paparan kebisingan di kamar mesin kapal kargo PT X dengan indikator stres kerja teknisi serta menyusun program kesehatan kerja berbasis HIRADC. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan lima informan yang dipilih secara *purposive*, meliputi *Chief Engineer*, teknisi kamar mesin, dan petugas QSHE (*Quality, Safety, Health, and Environment*). Data diperoleh melalui wawancara mendalam dan observasi pada tahun 2026 serta telaah pengukuran kebisingan sekunder tahun 2020 yang diposisikan sebagai baseline teknis historis, bukan estimasi pajanan personal terkini. Hasil pengukuran historis menunjukkan seluruh titik yang diukur di area kamar mesin melampaui NAB 85 dBA, dengan nilai tertinggi 100,5 dBA. Analisis HIRADC mengidentifikasi dua proses kerja berkategori *Extreme Risk* dan dua proses berkategori *High Risk*. Triangulasi data mengindikasikan keterkaitan kontekstual antara kebisingan dan keluhan kelelahan, gangguan tidur, tinnitus, gangguan komunikasi, serta potensi penurunan konsentrasi; namun kesenjangan waktu data dan ketiadaan dosimetri personal terkini membatasi penarikan kesimpulan kausal. Berdasarkan temuan tersebut, disusun *Hearing Conservation Program* dan *Program Medical Surveillance* yang terintegrasi dalam lima pilar upaya kesehatan kerja sesuai PP No. 28 Tahun 2024 guna mendukung penurunan risiko secara berkelanjutan.

Kata kunci: Kebisingan, Stres Kerja, Kamar Mesin Kapal, HIRADC, Program Kesehatan Kerja

ABSTRACT

Cargo ship engine rooms are occupational environments with high noise-exposure risk and potential consequences for technicians' occupational stress. This study aimed to analyze the contextual association between noise exposure in the engine room of PT X cargo vessels and technicians' occupational-stress indicators, and to develop an occupational health program based on *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC). A descriptive qualitative approach was employed involving five purposively selected informants comprising a *Chief Engineer*, engine-room technicians, and a QSHE officer. Data were collected through in-depth interviews and direct observation in 2026, together with a review of secondary noise measurements from 2020 that were treated as a historical technical baseline rather than a current estimate of personal exposure. The historical measurements showed that all monitored engine-room points exceeded the threshold limit value of 85 dBA, with a maximum value of 100.5 dBA. HIRADC analysis identified two work processes classified as *Extreme Risk* and two as *High Risk*. Data triangulation indicated a contextual association between noise and fatigue, sleep disturbance, tinnitus, communication difficulties, and potential concentration impairment; however, the temporal gap and absence of current personal dosimetry limit causal inference. Based on these findings, a *Hearing Conservation Program* and *Medical Surveillance Program* were developed within the five pillars of occupational health under Government Regulation No. 28 of 2024 to support sustainable risk reduction.

Keywords: Noise, Occupational Stress, Ship Engine Room, HIRADC, Occupational Health Program

PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan aspek fundamental dalam perlindungan tenaga kerja dari risiko bahaya di lingkungan kerja. Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) memperkirakan sekitar 2,93 juta pekerja meninggal setiap tahun akibat faktor terkait pekerjaan, sementara sekitar 395 juta pekerja mengalami cedera kerja non-fatal setiap tahun (International Labour Organization, 2023). Industri pelayaran memegang peranan strategis dalam perekonomian global, mengingat lebih dari 80% perdagangan dunia dilakukan melalui jalur laut (UNCTAD, 2023). Sektor maritim dikenal sebagai lingkungan kerja dengan paparan fisik dan psikososial yang terjadi bersamaan, termasuk kebisingan, getaran, panas, tuntutan kerja, serta pola kerja-istirahat yang tidak teratur (Jonglertmontree et al., 2022; Oldenburg et al., 2020).

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki ketergantungan yang sangat tinggi terhadap transportasi laut. Data Badan Pusat Statistik tahun 2023 menunjukkan bahwa Indonesia mengoperasikan lebih dari 30.000 unit kapal berbendera nasional yang menyerap ratusan ribu tenaga kerja di sektor pelayaran (Badan Pusat Statistik, 2024). Besarnya jumlah tenaga kerja menjadikan persoalan kesehatan kerja di lingkungan kapal sebagai isu yang tidak dapat diabaikan, khususnya bagi pekerja di kamar mesin yang menghadapi kondisi kerja paling ekstrem di dalam kapal. Kamar mesin merupakan jantung operasional kapal yang menampung mesin induk, mesin bantu, generator, pompa, serta sistem pendingin dan bahan bakar dalam ruang tertutup, sempit, dan minim ventilasi (Chowdhury et al., 2024). Teknisi kamar mesin menjalankan tugas dalam sistem *shift*, meliputi pemeriksaan oli, sistem pendingin, tekanan bahan bakar, deteksi kebocoran, pemeliharaan peralatan, hingga pencatatan *engine log book*, di bawah paparan fisik yang dapat berlangsung berulang selama pelayaran (Oldenburg et al., 2020).

Kebisingan merupakan *hazard* fisik yang dominan di lingkungan kamar mesin kapal. Sebagai acuan proteksi pendengaran, NIOSH menetapkan *recommended exposure limit* (REL) sebesar 85 dBA sebagai rata-rata selama 8 jam kerja (National Institute for Occupational Safety & Health, 2024). Studi lapangan pada kapal menunjukkan tingkat kebisingan area kamar mesin dapat mencapai 104 dB(A), sedangkan pengukuran personal pada personel kamar mesin mencapai rata-rata 96 dB(A) (Oldenburg et al., 2020). Tinjauan sistematis terbaru juga menempatkan

kamar mesin sebagai area kapal dengan kebisingan tertinggi dan mengaitkan paparan tersebut dengan gangguan pendengaran, tinnitus, gangguan tidur, kesulitan komunikasi, kelelahan, serta stres (Febriyanto et al., 2024).

Penelitian terkini semakin menyoroti bahwa dampak kebisingan kerja tidak terbatas pada sistem pendengaran. Secara biologis, kebisingan dapat bertindak sebagai stresor yang memicu respons otonom dan perubahan parameter kardiovaskular, walaupun kepastian bukti dan besarnya efek dapat berbeda antarjenis sumber, populasi, serta metode penilaian paparan (Sivakumaran et al., 2022). Pada pelaut, stres kerja bersifat multidimensional karena dipengaruhi oleh kebisingan dan getaran, jam kerja, departemen kerja, jabatan, lama pelayaran, kualitas tidur, dukungan sosial, serta keterpisahan dari keluarga (Ali et al., 2023; Jonglertmontree et al., 2022). Tinjauan sistematis khusus pelaut menemukan bahwa paparan kebisingan berasosiasi dengan kelelahan, stres, gangguan tidur, tinnitus, hambatan komunikasi, dan konsentrasi yang buruk, sehingga interpretasi hubungan kebisingan dan stres perlu mempertimbangkan faktor kerja lain sebagai perancu (Febriyanto et al., 2024).

PT X sebagai salah satu perusahaan pelayaran besar di Indonesia mengoperasikan armada kapal kargo dengan teknisi kamar mesin yang terpapar kebisingan secara rutin dalam durasi kerja yang panjang. Meskipun persoalan kebisingan dan stres kerja di kapal telah mendapat perhatian, penelitian yang secara spesifik mengkaji keterkaitan keduanya pada teknisi kamar mesin kapal kargo di perusahaan pelayaran nasional Indonesia masih terbatas. Upaya pengendalian risiko kebisingan di lingkungan kapal juga perlu diintegrasikan dalam program kesehatan kerja yang sistematis sesuai regulasi yang berlaku di Indonesia (Pemerintah Republik Indonesia, 2024). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis keterkaitan kontekstual antara paparan kebisingan di kamar mesin kapal kargo PT X dan indikator stres kerja teknisi melalui pendekatan kualitatif deskriptif berbasis *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC), serta menyusun program kesehatan kerja yang mencakup upaya promotif, preventif, kuratif, rehabilitatif, dan paliatif sebagai rekomendasi pengendalian risiko yang komprehensif dan berkelanjutan.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan desain deskriptif (*descriptive*

qualitative design) yang bertujuan menggambarkan secara mendalam kondisi paparan kebisingan, persepsi pekerja, dan keluhan yang relevan dengan stres kerja teknisi kamar mesin kapal kargo. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pemahaman fenomena secara deskriptif dalam konteks alamiahnya tanpa manipulasi variabel (Doyle et al., 2020).

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di atas kapal kargo milik PT X. Pengambilan data primer berupa wawancara mendalam dan observasi dilakukan pada bulan April-Mei 2026. Data sekunder berupa hasil pengukuran kebisingan (*airborne noise emission*) diperoleh dari laporan pengukuran kapal MV Segara Mas milik PT X yang dilaksanakan oleh LSP Consultants Pte Ltd pada 13 November 2020 di Anchorage Timur Singapura (LSP Consultants Pte Ltd., 2020). Data tersebut digunakan sebagai baseline teknis historis untuk menggambarkan profil sumber kebisingan pada kapal yang sama dalam lingkup operasional PT X, bukan sebagai pengukuran pajanan personal teknisi pada tahun 2026.

Penggunaan data tahun 2020 dilakukan karena belum tersedia pengukuran area maupun dosimetri personal yang lebih mutakhir pada saat penelitian. Peneliti menyadari bahwa perawatan atau penggantian mesin, perubahan insulasi, kondisi ventilasi, beban generator, kondisi pelayaran, dan perubahan prosedur kerja selama periode 2020-2026 dapat meningkatkan atau menurunkan tingkat kebisingan. Oleh karena itu, nilai LAeq dan LWA tahun 2020 tidak diekstrapolasikan sebagai nilai pasti pajanan tahun 2026.

Dampak kesenjangan waktu tersebut terhadap validitas temuan dikendalikan melalui triangulasi dengan observasi kondisi kamar mesin dan wawancara tahun 2026 mengenai sumber kebisingan, frekuensi masuk area, durasi kerja, penggunaan APD, dan keluhan kesehatan. Meskipun demikian, triangulasi tidak menggantikan pengukuran kontemporer; hasil penelitian ditafsirkan sebagai indikasi kontekstual dan dasar penyusunan program, bukan bukti dosis-respons, estimasi pajanan personal terkini, atau hubungan sebab-akibat. Pengukuran ulang berbasis *full-shift personal dosimetry* direkomendasikan sebagai langkah awal implementasi program (Makaruse et al., 2024).

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh awak kamar mesin kapal kargo yang dioperasikan PT X.

Sampel berjumlah 5 orang informan, terdiri dari satu *Chief Engineer* sebagai informan kunci, satu *Third Engineer* sebagai informan utama 1, dua *Fourth Engineer* sebagai informan utama 2 dan 3, serta satu petugas *Quality, Safety, Health, and Environment* (QSHE) kapal sebagai informan pendukung yang bertanggung jawab atas pelaksanaan audit K3 dan pengawasan program kesehatan kerja.

Teknik Pengambilan Sampel

Sampel ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan informan secara sengaja berdasarkan karakteristik dan pengetahuan yang relevan dengan tujuan penelitian (Campbell et al., 2020). Kriteria informan meliputi keterlibatan langsung dalam aktivitas kerja di kamar mesin, masa kerja aktif di area berisiko tinggi kebisingan, serta keterwakilan jenjang jabatan (dari perwira mesin senior hingga junior) dan fungsi pengawasan K3. Jumlah informan dipandang memadai untuk tujuan deskriptif penelitian karena wawancara pada topik utama tidak lagi menghasilkan informasi baru yang substantif; keputusan ini diperlakukan sebagai *data saturation* yang bersifat kontekstual dan tetap mempertimbangkan keterbatasan ukuran sampel (Rahimi & Khatooni, 2024).

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui tiga metode. Pertama, wawancara mendalam (*in-depth interview*) kepada seluruh informan menggunakan pedoman wawancara terstruktur dengan dimensi persepsi terhadap kebisingan, keluhan kesehatan, gambaran stres kerja, kepatuhan penggunaan APD, dan kebiasaan kerja. Kedua, observasi langsung terhadap kondisi lingkungan fisik kamar mesin, meliputi karakteristik ruangan, identifikasi sumber kebisingan, sistem ventilasi, dan praktik kerja harian teknisi. Ketiga, telaah dokumen sekunder berupa hasil pengukuran *airborne noise emission* yang dilakukan LSP Consultants Pte Ltd pada MV Segara Mas. Karena sumber data akustik dan data primer berasal dari waktu yang berbeda, integrasi dilakukan secara kontekstual dengan menyandingkan area atau sumber kebisingan, pola kerja yang dilaporkan, dan keluhan kesehatan, tanpa menganggap bahwa setiap informan telah diukur secara personal pada titik tersebut.

Analisis Data

Analisis data kualitatif dilakukan melalui tiga tahap, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan atau verifikasi kesimpulan, mengikuti model analisis interaktif Miles et al. (2020). Data

yang telah dianalisis kemudian diintegrasikan dalam metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC) menggunakan matriks risiko 5×5 dengan penilaian berbasis kombinasi *Likelihood* dan *Consequence*, sejalan dengan penerapan HIRADC kontemporer dalam manajemen risiko K3 (Markus & Djunaidi, 2024). Nilai risiko (NR) dihitung dengan rumus $NR = Likelihood (L) \times Consequence (C)$. Rekomendasi pengendalian disusun berdasarkan hierarki pengendalian, mulai dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, hingga penggunaan alat pelindung diri (APD).

Skor *Likelihood* ditetapkan dari gabungan frekuensi memasuki area, durasi paparan per *shift*, dan kedekatan dengan sumber berdasarkan wawancara serta observasi: skor 5 apabila paparan terjadi setiap hari atau setiap *shift* dengan durasi dominan ≥ 4 jam; skor 4 apabila terjadi hampir setiap hari atau 2- <4 jam per *shift*; skor 3 apabila terjadi berkala pada pekerjaan tertentu atau 1- <2 jam; skor 2 apabila jarang dan <1 jam; serta skor 1 apabila sangat jarang atau secara praktis dapat dihindari. Apabila durasi per titik tidak tersedia, skor ditentukan secara konservatif dari frekuensi aktivitas dan durasi kerja di zona yang relevan, kemudian diberi catatan keterbatasan.

Skor *Consequence* ditetapkan dari intensitas kebisingan relatif terhadap NAB, sifat dampak kesehatan, dan bukti keluhan atau pemeriksaan kesehatan: skor 5 untuk kematian atau disabilitas permanen sangat berat; skor 4 untuk gangguan permanen atau pembatasan kerja jangka panjang, termasuk potensi NIHL; skor 3 untuk gangguan yang membutuhkan penanganan medis namun masih reversibel; skor 2 untuk keluhan sementara tanpa penurunan kapasitas kerja bermakna; dan skor 1 apabila tidak ditemukan dampak kesehatan. Informasi MCU dalam penelitian hanya tersedia dalam bentuk pernyataan kualitatif tanpa nilai ambang audiometri, sehingga digunakan sebagai bukti pendukung dan tidak sebagai *threshold* numerik. Contoh penerapan: aktivitas *main engine* diberi L = 5 karena dilakukan setiap *shift* dalam zona bising dan C = 4 karena baseline historis 93,1-100,5 dBA menunjukkan potensi gangguan permanen; $NR = 5 \times 4 = 20$ (*Extreme*).

Penyajian Data

Hasil analisis disajikan dalam bentuk naratif deskriptif yang dilengkapi kutipan langsung dari informan (verbatim) untuk memperkuat interpretasi, serta tabel ringkasan (uraian proses kerja, hasil pengukuran kebisingan, dan matriks

HIRADC) untuk memudahkan pembacaan data penunjang. Penyajian data dirancang agar pembaca dapat menelusuri alur logis dari temuan lapangan hingga rekomendasi program kesehatan kerja.

Keabsahan Data

Keabsahan data dijamin melalui triangulasi sumber dan triangulasi teknik. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi dari berbagai posisi informan (*Chief Engineer, Third Engineer, Fourth Engineer*, dan petugas QSHE), sedangkan triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan hasil wawancara, observasi lapangan, dan data sekunder pengukuran kebisingan. Pendekatan ini merujuk pada kriteria *trustworthiness* yang mencakup kredibilitas, transferabilitas, dependabilitas, dan konfirmabilitas sebagai kerangka untuk memperkuat mutu penelitian kualitatif (Amin et al., 2020).

HASIL

Gambaran Paparan Kebisingan di Kamar Mesin

Pengukuran kebisingan dilakukan di kapal MV Segara Mas milik PT X oleh LSP Consultants Pte Ltd pada 13 November 2020 di Anchorage Timur Singapura. Dalam penelitian ini, hasil tersebut diperlakukan sebagai baseline teknis historis untuk mengidentifikasi profil sumber kebisingan, bukan sebagai pengukuran pajanan personal tahun 2026. Pengukuran menggunakan *Sound Level Meter NTi Audio XL2 TA Class 1* yang telah terkalibrasi dengan parameter *A-weighted equivalent continuous sound pressure level* (LAeq). LAeq merangkum energi bunyi terbobot-A selama periode pengukuran, tetapi pengukuran titik berdurasi 30 detik tidak setara dengan dosimetri personal sepanjang *shift* (Makaruse et al., 2024).

Penting untuk dicatat bahwa pengukuran dilaksanakan saat kapal berlabuh jangkar, *main engine* tidak aktif, dan hanya generator DG3 yang beroperasi pada beban 540 kW atau 31% kapasitas. Ketika kapal berlayar dengan *main engine* aktif, profil kebisingan dapat berbeda dan secara masuk akal berpotensi lebih tinggi; namun besarnya perubahan tidak dapat dihitung dari data yang tersedia. Wawancara tahun 2026 yang menyatakan kebisingan tertinggi terjadi saat *main engine* aktif digunakan sebagai triangulasi persepsi, bukan sebagai pengganti pengukuran kuantitatif terkini.

Hasil pengukuran tingkat tekanan suara (*Sound Pressure Level*, LAeq) pada sumber-sumber kebisingan di area kamar mesin disajikan

pada Tabel 1. Dalam penilaian kebisingan kerja, LAeq digunakan untuk merangkul tingkat kebisingan ekuivalen selama interval pengukuran, sedangkan estimasi pajanan personal sepanjang

shift memerlukan strategi pengukuran yang sesuai, termasuk dosimetri personal (Makaruse et al., 2024).

Tabel 1

Hasil Pengukuran Tingkat Tekanan Suara (LAeq) Sumber Kebisingan Area Kamar Mesin MV Segara Mas

Sumber Kebisingan	Laeq Tertinggi (dBA)	Hasil
Engine Room Starboard Vent (Small Vent 2)	100,5	Melebihi NAB
Engine Room Starboard Vent (Small Vent 1)	95,9	Melebihi NAB
Engine Room Starboard Large Vents	93,1-95,1	Melebihi NAB
Engine Room Port Vents	91,5-92,5	Melebihi NAB
Generator Exhaust (Funnel)	95,9-96,6	Melebihi NAB

Sebagai acuan evaluasi dalam penelitian ini, batas 85 dBA untuk rata-rata 8 jam kerja digunakan sesuai *recommended exposure limit* NIOSH (National Institute for Occupational Safety & Health, 2024). Seluruh titik yang diukur pada tahun 2020 menunjukkan LAeq di atas 85 dBA, dengan nilai tertinggi 100,5 dBA pada *starboard small vent* 2. Nilai tersebut menunjukkan potensi *overexposure* apabila pekerja berada di titik atau zona setara melebihi durasi yang diperkenankan. Namun, karena penelitian tidak memiliki catatan waktu per titik dan dosimetri personal tahun 2026, dosis pajanan setiap teknisi tidak dapat ditetapkan secara pasti. Temuan ini menjadi dasar prioritas

pengukuran ulang dan pengendalian, bukan dasar untuk menyatakan bahwa seluruh teknisi memiliki dosis pajanan yang sama.

Selanjutnya, hasil perhitungan tingkat daya suara (*Sound Power Level*, LWA) untuk masing-masing sumber kebisingan di kapal disajikan pada Tabel 2. LWA menggambarkan energi akustik total yang dipancarkan sumber bunyi dan berbeda dari LAeq yang diterima pada titik atau posisi pekerja; karena itu, LWA digunakan untuk membandingkan kekuatan sumber, bukan sebagai nilai dosis pajanan personal (International Organization for Standardization, 2025).

Tabel 2

Tingkat Daya Suara (LWA) Per Sumber Kebisingan MV Segara Mas

Sumber Kebisingan	Total LWA dB(A)	LWA Frekuensi Rendah dB(A)
Generator Exhaust	109,1	106,9
Engine Room Vent STBD	105,2	90,0
Engine Room Vent PORT	101,1	89,7
Cargo Hold Fan	108,1	87,5
Galley Exhaust	103,4	87,6
Cargo Tunnel Vent Fan	97,6	76,5
Accommodation HVAC	96,3	86,3
Total	113,7	107,2

Total tingkat daya suara kapal (*broadband sound power level*) tercatat sebesar 113,7 dB(A) re 1 pW, dengan komponen frekuensi rendah 107,2 dB(A) re 1 pW. LWA menggambarkan daya akustik sumber dan tidak boleh ditafsirkan sebagai tingkat tekanan suara yang diterima langsung oleh pekerja atau sebagai LAeq di ECR. Komponen frekuensi rendah tetap relevan untuk perencanaan pengendalian karena dapat merambat melalui struktur, tetapi pajanan aktual di tiap ruang harus dikonfirmasi melalui pengukuran LAeq atau dosimetri personal. Tinjauan sistematis terbaru menunjukkan bahwa kebisingan frekuensi rendah berpotensi mengganggu fungsi kognitif tingkat tinggi, termasuk penalaran dan pemrosesan data,

meskipun besarnya efek dipengaruhi karakteristik pajanan dan kualitas studi (Liang et al., 2024).

Karakteristik Informan

Informan dalam penelitian ini berjumlah 5 orang yang seluruhnya berjenis kelamin laki-laki dengan latar belakang pendidikan Diploma (D1/D2/D3/D4). Informan ini terdiri dari satu orang *Chief Engineer* (informan kunci), satu orang *Third Engineer* (informan utama 1), dua orang *Fourth Engineer* (informan utama 2 dan 3), serta satu orang petugas QSHE (informan pendukung). Usia seluruh informan berada pada rentang 24–25 tahun. Area kerja utama informan tersebar di berbagai zona kamar mesin, meliputi *Main Engine Area*, *Auxiliary Engine Area*, *Pump Room*, dan

Engine Control Room (ECR). Durasi kerja operasional harian di kamar mesin bervariasi antara 4 jam hingga 10 jam, dengan sistem pergantian *shift* setiap 4 jam. Masa kerja di kamar mesin sebagian besar informan berada di bawah 1 tahun, dengan satu informan memiliki masa kerja 1–3

tahun. Masa kontrak berlayar saat ini bervariasi mulai dari kurang dari 3 bulan hingga lebih dari 9 bulan.

Gambaran Paparan Kebisingan di Kamar Mesin Kapal Berdasarkan Hasil Wawancara

Tabel 3
Integrasi Baseline Kebisingan Tahun 2020 dengan Pola Kerja, Durasi, dan Keluhan Tahun 2026

Area atau sumber yang dipetakan	Indikator akustik historis (2020)	Pola durasi atau frekuensi kerja (2026)	Keluhan atau persepsi terkait (2026)
<i>Main Engine Area</i> dan ventilasi <i>starboard</i>	L _{Aeq} 93,1-100,5 dBA; L _{WA} ventilasi <i>starboard</i> 105,2 dB(A).	Masuk area setiap <i>shift</i> ; satu <i>shift</i> ±4 jam dan total kerja kamar mesin 4-10 jam/hari. Waktu tepat pada setiap titik tidak tercatat.	Kebisingan dinilai sangat tinggi; komunikasi harus berteriak. Informan kunci melaporkan kelelahan dan tidur dapat terganggu, tetapi juga mengaitkannya dengan <i>shift</i> dan beban kerja.
<i>Auxiliary Engine Area</i> dan <i>generator exhaust</i>	L _{Aeq} <i>generator exhaust</i> 95,9-96,6 dBA; L _{WA} 109,1 dB(A).	Pemantauan mesin dilakukan sepanjang <i>shift</i> ; durasi dekat <i>generator exhaust</i> tidak dicatat secara terpisah.	Satu informan melaporkan hasil MCU pendengaran kurang baik dan kesulitan komunikasi di area mesin.
<i>Pump Room</i> dan ventilasi <i>port</i>	L _{Aeq} ventilasi <i>port</i> 91,5-92,5 dBA; L _{WA} 101,1 dB(A).	Pemeliharaan pompa dilakukan berkala, tidak setiap hari; durasi aktual per kegiatan tidak tersedia.	Area dipersepsikan lebih rendah bising dibanding <i>main engine</i> , tetapi informan melaporkan tinnitus sementara setelah keluar dari ruang mesin.
<i>Engine Control Room</i> (ECR)	Tidak tersedia L _{Aeq} ECR. L _{WA} frekuensi rendah kapal 107,2 dB(A) adalah parameter daya sumber, bukan pajanan ECR.	Monitoring dan pencatatan dilakukan setiap <i>shift</i> ; durasi paparan kebisingan di ECR tidak diukur.	Suara mesin masih dirasakan saat istirahat. Potensi gangguan konsentrasi perlu diverifikasi dengan pengukuran ECR dan penilaian objektif.

Catatan: Pemetaan ini merupakan triangulasi kontekstual antara data akustik tahun 2020 dan data primer tahun 2026. Tabel tidak menunjukkan bahwa keluhan tiap informan diukur bersamaan dengan L_{Aeq} pada titik yang sama dan tidak dapat digunakan untuk menghitung dosis pajanan individual.

Integrasi baseline akustik dan temuan wawancara disajikan pada Tabel 3. Baseline menunjukkan nilai L_{Aeq} tertinggi pada ventilasi *starboard* sebesar 100,5 dBA, ventilasi *port* sampai 92,5 dBA, dan *generator exhaust* sampai 96,6 dBA. Wawancara tahun 2026 mengonfirmasi bahwa kebisingan dipersepsikan konsisten selama mesin beroperasi dan paling tinggi ketika *main engine* aktif. Keselarasan arah temuan tersebut memperkuat identifikasi bahaya, tetapi tidak menghapus keterbatasan kesenjangan waktu maupun ketiadaan dosimetri personal.

"...untuk kebisingan rata-rata berada pada 90 dBA dan tidak sesuai NAB, kebisingan konsisten

selama mesin menyala, paling tinggi saat *main engine* aktif waktu kapal jalan" (IP).

Seluruh informan yang bertugas di *Main Engine Area*, *Auxiliary Engine Area*, dan ECR menyatakan bahwa lingkungan kamar mesin sangat bising hingga mengharuskan mereka berteriak saat berkomunikasi.

"...bising sekali di dalam, kalau mau ngomong sama teman harus teriak, apalagi kalau mesin utama lagi jalan *full*" (IU 1 dan IU 3).

Satu informan yang bertugas di *Pump Room* menyatakan tidak merasa terganggu oleh kebisingan pada area kerjanya.

"...di *pump room* saya rasa tidak terlalu bising dibanding area mesin utama" (IU 2).

Persepsi Pekerja terhadap Kebisingan dan Kelelahan Kerja

Dari keseluruhan informan, tiga dari empat teknisi menyatakan bahwa lingkungan kamar mesin sangat bising hingga komunikasi hanya bisa

dilakukan dengan cara berteriak. Meskipun demikian, seluruh informan menyatakan bahwa kebisingan tidak membuat mereka lebih cepat lelah secara langsung. Namun demikian, terdapat informan yang mengakui kebisingan memberikan dampak lain seperti telinga berdenging sementara setelah selesai bertugas.

"...telinga kadang masih berdenging setelah keluar dari ruang mesin, tapi hilang sendiri setelah beberapa saat" (IU 2).

Informan kunci yang bertugas di *Main Engine Area* menyatakan mengalami keluhan mudah lelah selama berlayar, meskipun tidak secara langsung mengaitkannya dengan kebisingan.

"...kalau capek sih iya, tapi mungkin karena kerja terus, *shift* malam juga ada pengaruhnya" (IK).

Keluhan Kesehatan Selama Berlayar

Keluhan kesehatan yang dilaporkan informan selama menjalankan tugas di kamar mesin bervariasi. Berdasarkan hasil wawancara, keluhan yang paling sering disampaikan adalah telinga berdenging (*tinnitus*), mudah lelah, pusing, pegal, dan dehidrasi. Terdapat pula laporan kasus ISPA di lingkungan kamar mesin. Informan pertama yang bertugas di *Auxiliary Engine Area* menyatakan pernah diperiksa dan ditemukan adanya gangguan pendengaran.

"...waktu MCU kemarin memang ada hasil yang kurang bagus di pendengaran, tapi tidak terlalu parah katanya dokternya" (IU 1).

Informan lainnya menyatakan tidak memiliki keluhan berarti, namun mengakui kondisi kamar mesin yang panas dan bising berpotensi menimbulkan gangguan jika terus-menerus terpapar.

"...sampai sekarang sih tidak ada keluhan yang serius, tapi kamar mesin memang panas dan bising, lama-lama pasti ada dampaknya" (IU 3).

Terkait riwayat kesehatan, seluruh informan menyatakan tidak memiliki riwayat tekanan darah tinggi dan tidak mengonsumsi obat-obatan secara rutin. Satu informan diketahui masih aktif merokok hingga saat ini.

Penggunaan Alat Pelindung Diri Pendengaran

Tiga dari empat informan teknisi menyatakan selalu menggunakan APD pelindung pendengaran setiap kali masuk ke ruang mesin, sedangkan satu informan mengakui hanya menggunakannya kadang-kadang dengan alasan ketidaknyamanan saat dipakai. Jenis APD yang

digunakan terdiri dari *earplug* (2 informan) dan *earmuff* (2 informan). Seluruh informan menilai ketersediaan APD di kapal sudah sangat memadai.

"...saya selalu pakai *earplug* setiap masuk ke ruang mesin, sudah jadi kebiasaan" (IU 1 dan IK).

"...kadang-kadang saja pakai, kalau sudah terasa sangat bising baru pakai, karena kurang nyaman kalau dipakai terlalu lama" (IU 2).

Informan pendukung selaku petugas QSHE menyatakan bahwa meskipun APD telah tersedia dan diwajibkan, kepatuhan penggunaan masih belum sepenuhnya konsisten dan masih ditemukan pekerja yang tidak menggunakannya saat dilakukan audit.

"...APD sudah disediakan, sudah ada SOP-nya juga, tapi pada saat audit masih ada yang tidak patuh, alasannya macam-macam, ada yang bilang tidak nyaman, ada yang sudah terbiasa tanpa APD" (IP).

Kualitas Tidur Selama Berlayar

Dua informan menyatakan kualitas tidur mereka sangat baik atau tidur nyenyak selama berlayar, sedangkan dua informan lainnya menyatakan kualitas tidur cukup baik. Tidak ada informan yang melaporkan gangguan tidur yang signifikan. Namun demikian, informan mengakui bahwa sistem *shift* malam secara tidak langsung memengaruhi pola istirahat mereka.

"...tidur sih bisa, tapi kalau *shift* malam ya otomatis tidurnya siang, kadang tidak bisa tidur nyenyak karena suara mesin masih terasa" (IK).

Sistem Kerja dan Pengawasan K3

Sistem kerja di kamar mesin menerapkan pembagian *shift* setiap 4 jam, dengan KKM bertugas pada pukul 04.00–08.00, Masinis II pada pukul 00.00–04.00, dan Masinis III pada pukul 08.00–12.00. Pengawasan K3 dilakukan melalui audit ISM Code yang dilaksanakan setiap 6 bulan sekali, serta MCU rutin yang diselenggarakan oleh perusahaan. Di atas kapal tersedia klinik atau fasilitas medis untuk penanganan pekerja yang sakit. Informan pendukung menyatakan bahwa regulasi yang diterapkan di kapal mengacu pada standar internasional, meliputi MLC, ISM Code, GMP, dan MARPOL.

"...audit dilakukan setiap 6 bulan, ada ISM Code, MCU rutin juga ada, kalau sakit ada klinik di kapal, tapi untuk data penyakit yang terdokumentasi memang belum ada" (IP).

Analisis HIRADC Paparan Kebisingan terhadap Stres Kerja Teknisi Kamar Mesin Metode dan Dasar Penetapan Nilai Risiko

Analisis risiko menggunakan matriks 5×5 sebagaimana dijelaskan pada bagian metode, dengan $NR = L \times C$. Skor L ditetapkan dari frekuensi memasuki zona, durasi per *shift*, dan kedekatan terhadap sumber; skor C ditetapkan dari intensitas relatif terhadap NAB, potensi reversibilitas dampak, keluhan, dan informasi MCU. Kategori risiko digunakan sebagai berikut: NR 1-6 = *Low*, NR 7-12 = *Medium*, NR 13-19 = *High*, dan NR 20-25 = *Extreme*. Karena durasi per titik, dosimetri personal, dan nilai audiometri numerik tidak tersedia, penilaian bersifat semi-kuantitatif dan konservatif, serta harus divalidasi kembali setelah pengukuran kontemporer.

Contoh transparansi perhitungan: pemeriksaan *main engine* memperoleh $L = 5$ karena dilakukan setiap *shift* dalam zona bising dengan durasi kerja kamar mesin yang dapat mencapai ≥ 4 jam. $C = 4$ diberikan karena baseline LAeq 93,1-100,5 dBA menunjukkan potensi gangguan permanen dan terdapat informasi kualitatif mengenai penurunan fungsi pendengaran pada MCU; nilai audiometri tidak tersedia sehingga C tidak dinaikkan menjadi 5. Dengan demikian, $NR = 5 \times 4 = 20$ (*Extreme*). Untuk monitoring ECR, $L = 3$ dan $C = 2$ digunakan secara

konservatif karena tidak tersedia LAeq ECR dan keluhan langsung yang berat; $NR = 6$ (*Low*) dan wajib diverifikasi melalui pengukuran ECR.

Penentuan rekomendasi pengendalian mengacu pada hierarki pengendalian yang memprioritaskan rekayasa teknik dan pengendalian administratif sebelum APD. Nilai risiko residual (NR') hanya merupakan proyeksi dan harus dihitung ulang setelah pengendalian diterapkan menggunakan data frekuensi, durasi, LAeq atau dosis personal, kepatuhan APD, serta hasil surveilans kesehatan yang aktual.

Uraian Proses Kerja Kamar Mesin

Proses kerja yang dimasukkan dalam analisis HIRADC dipilih berdasarkan hasil wawancara dengan seluruh informan dan mencakup aktivitas rutin teknisi kamar mesin. Keenam proses diprioritaskan berdasarkan intensitas kebisingan, durasi paparan, dan kedekatan fisik pekerja dengan sumber kebisingan utama. Proses pencatatan *engine log book* dan *monitoring* ditempatkan pada urutan terakhir karena umumnya dilakukan di *Engine Control Room* (ECR) yang memiliki pemisahan fisik dan insulasi lebih baik dibandingkan area mesin secara langsung. Urutan proses kerja kamar mesin diuraikan dalam tabel 4.

Tabel 4
Uraian Proses Kerja

Proses Kerja	Uraian
Pemeriksaan dan pemeliharaan komponen <i>Main Engine</i>	Pengecekan oli, sistem pendingin, tekanan bahan bakar, pencabutan piston, pelepasan <i>cylinder liner</i> , pemasangan <i>rocker arm</i> , serta pemasangan <i>turbocharger</i> menggunakan peralatan hidrolik dan <i>chain block</i> . Pekerja berada di dekat blok mesin utama selama mesin beroperasi atau bahkan saat <i>stand-by</i> .
Pemantauan operasional mesin & penggantian suku cadang <i>Auxiliary Engine</i>	Pemantauan <i>main bearing</i> , pemasangan <i>bearing rotor</i> , penggantian <i>filter turbocharger</i> , pemasangan <i>cylinder head</i> , dan pemasangan <i>injector</i> pada mesin bantu. Aktivitas dilakukan saat generator berbeban, baik di pelabuhan maupun saat berlayar.
Pemeliharaan pompa, sistem hidrolik, dan <i>cooler</i>	Pengecekan tekanan hidrolik, pembersihan <i>bilge pump</i> , penggantian plat <i>heat exchanger/cooler</i> , <i>scrub</i> dan pemolesan permukaan <i>cooler</i> , serta perbaikan sistem pelumasan. Teknisi bekerja pada jarak sangat dekat dengan pompa dan pipa bertekanan.
Pengelolaan kebersihan kamar mesin (<i>housekeeping</i>)	Membersihkan tumpahan oli, menjaga area ventilasi, membuang <i>waste</i> logam, dan pencegahan bahaya kebakaran. Aktivitas menyapu seluruh area lantai kamar mesin yang luas dengan mesin dan ventilasi beroperasi di sekelilingnya.
Pekerjaan mekanik dengan alat bantu (<i>mechanical works</i>)	Pembongkaran baut dudukan pompa dengan gerinda, pelepasan-pasangan <i>main bearing</i> , pengangkatan komponen berat dengan <i>sling</i> , dan perbaikan struktural. Menghasilkan kebisingan tambahan dari alat di atas kebisingan <i>background</i> mesin.
Pencatatan <i>engine log book</i> dan <i>monitoring</i> di ECR	Pencatatan parameter mesin, pelaporan operasional, dan pengawasan dari <i>Engine Control Room</i> . Aktivitas tidak dilakukan di area mesin secara langsung. Komponen kebisingan frekuensi rendah dapat berpotensi merambat melalui struktur kapal, tetapi tingkat pajanan di ECR belum diukur dan perlu dikonfirmasi menggunakan LAeq area atau dosimetri personal.

Hasil HIRADC Paparan Kebisingan dan Risiko Stres Kerja pada Teknisi Kamar Mesin

Tabel 5
Hasil Analisis HIRADC

Proses Kerja	Sumber Bahaya	Risiko Kesehatan	L	C	NR	Tingkat
Pemeriksaan dan pemeliharaan komponen <i>Main Engine</i>	Kebisingan <i>main engine</i> aktif dan ventilasi <i>starboard</i> ; baseline LAeq 93,1-100,5 dBA (2020), dikonfirmasi secara kualitatif sebagai zona sangat bising pada 2026.	Potensi stres kerja kronis, NIHL, tinnitus, dan gangguan kardiovaskular.	5	4	20	<i>Extreme</i>
Pemantauan operasional mesin & penggantian suku cadang <i>Auxiliary Engine</i>	Baseline LAeq <i>generator exhaust</i> 95,9-96,6 dBA (2020) dan kebisingan simultan mesin atau pompa menurut observasi-wawancara 2026; durasi aktual per titik tidak tersedia.	Potensi stres kerja, kelelahan mental, gangguan konsentrasi, dan tinnitus.	5	4	20	<i>Extreme</i>
Pemeliharaan pompa, sistem hidrolik, dan <i>cooler</i>	Baseline LAeq ventilasi <i>port</i> 91,5-92,5 dBA (2020); teknisi bekerja dekat pompa dan sistem hidrolik saat pemeliharaan, tetapi durasi aktual tidak tersedia.	Potensi stres kerja, NIHL, kelelahan fisik dan mental.	4	4	16	<i>High</i>
Pengelolaan kebersihan kamar mesin (<i>housekeeping</i>)	<i>Background noise</i> kamar mesin; baseline LAeq 90-100,5 dBA pada titik yang diukur (2020). Aktivitas menyebar dan waktu pada tiap titik tidak tercatat.	Potensi stres ringan-sedang, kelelahan, dan gangguan pendengaran.	4	3	12	<i>Medium</i>
Pekerjaan mekanik dengan alat bantu (<i>mechanical works</i>)	<i>Background noise</i> mesin ditambah kebisingan alat kerja seperti gerinda dan palu yang tidak diukur secara terpisah; intensitas aktual perlu dikonfirmasi dengan dosimetri.	Potensi stres kerja, NIHL, kelelahan fisik, dan gangguan konsentrasi.	4	4	16	<i>High</i>
Pencatatan <i>engine log book</i> dan <i>monitoring</i> di <i>Engine Control Room</i> (ECR)	Tidak tersedia LAeq ECR. LWA frekuensi rendah 107,2 dB(A) adalah parameter daya sumber kapal, bukan pajanan personal di ECR.	Potensi stres ringan, kesalahan pencatatan, dan kelelahan mental; perlu verifikasi pajanan ECR.	3	2	6	<i>Low</i>

Pembahasan Penilaian *Likelihood* dan *Consequence*

Proses 1 dan 2 memperoleh *Likelihood* = 5 karena teknisi wajib memasuki area *main engine* dan *auxiliary engine* setiap *shift*, sementara kebisingan dilaporkan berlangsung selama mesin beroperasi. Durasi tepat di setiap titik tidak tercatat; penilaian menggunakan durasi kerja zona kamar mesin yang dapat mencapai ≥ 4 jam. *Consequence* = 4 diberikan karena baseline LAeq 90-100,5 dBA menunjukkan potensi gangguan permanen apabila paparan berulang tanpa pengendalian memadai. Pernyataan satu informan mengenai hasil MCU pendengaran yang kurang baik memperkuat kewaspadaan, tetapi tidak digunakan sebagai diagnosis NIHL karena nilai audiometri tidak tersedia.

Proses 3 memperoleh *Likelihood* = 4 karena pemeliharaan pompa, hidrolik, dan *cooler*

dilakukan rutin tetapi tidak setiap hari. *Consequence* = 4 dipertahankan secara konservatif karena pekerja berada dekat sumber di zona yang baseline LAeq-nya melampaui NAB. Skor harus ditinjau ulang setelah durasi kegiatan dan dosis personal tersedia.

Proses 5 memperoleh *Likelihood* = 4 dan *Consequence* = 4 karena pekerjaan mekanik dilakukan berkala pada jarak dekat dengan mesin serta menghasilkan kebisingan tambahan dari alat bantu. Karena *peak noise* alat tidak diukur secara terpisah, penilaian ini merupakan estimasi konservatif dan tidak boleh dibaca sebagai nilai paparan terukur di atas 100 dBA.

Proses 6 memperoleh nilai *Low* ($3 \times 2 = 6$) karena aktivitas dilakukan di ECR yang memiliki pemisahan fisik dari area mesin. Tidak tersedia LAeq ECR; oleh sebab itu, LWA frekuensi rendah kapal tidak digunakan sebagai substitusi nilai

pajanan pekerja. Skor ini bersifat sementara dan perlu diverifikasi melalui pengukuran area ECR serta observasi kesalahan atau gangguan konsentrasi.

Selain dampak auditori, kebisingan dapat bertindak sebagai stresor fisiologis dan berhubungan dengan perubahan parameter kardiovaskular, tidur, kelelahan, serta fungsi kognitif. Namun, tinjauan mutakhir menekankan

variasi kualitas bukti dan perlunya penilaian pajanan yang lebih baik (Liang et al., 2024; Sivakumaran et al., 2022; Yazdanirad et al., 2023). Berdasarkan wawancara, indikator yang relevan dengan kebisingan dirangkum pada Tabel 6 dengan membedakan keluhan langsung, faktor perancu, dan potensi dampak yang masih memerlukan verifikasi objektif.

Tabel 6
Indikator dan Keluhan yang Relevan dengan Paparan Kebisingan di Kamar Mesin

Indikator atau faktor terkait	Temuan dan batas interpretasi
Kelelahan kerja (<i>work fatigue</i>)	Satu informan melaporkan mudah lelah, tetapi juga mengaitkannya dengan beban kerja dan <i>shift</i> malam. Kebisingan diperlakukan sebagai salah satu stresor potensial, bukan penyebab tunggal.
Gangguan tidur (<i>sleep disturbance</i>)	Dua informan menilai tidur “cukup baik”; informan kunci menyatakan suara mesin dan <i>shift</i> malam dapat mengganggu tidur. Hubungan spesifik dengan dosis kebisingan belum diukur.
Tinnitus sementara	Satu informan melaporkan telinga berdenging sementara setelah keluar dari ruang mesin; keluhan ini konsisten dengan kelelahan auditori, tetapi belum dikonfirmasi melalui audiometri.
Gangguan komunikasi kerja	Tiga dari empat teknisi menyatakan komunikasi di area mesin memerlukan suara keras atau berteriak.
Potensi penurunan konsentrasi	Tidak ada pengukuran objektif konsentrasi atau laporan kesalahan yang terdokumentasi. Potensi ini diinferensikan dari kebisingan tinggi dan gangguan komunikasi sehingga memerlukan verifikasi.
Ketidakpatuhan APD sebagai faktor peningkat pajanan	Satu informan hanya kadang-kadang menggunakan APD karena tidak nyaman. Hal ini merupakan faktor peningkat pajanan, bukan indikator stres kerja.
Paparan kumulatif selama kontrak panjang	Informan dengan kontrak >9 bulan melaporkan kelelahan, tetapi kontribusi kebisingan tidak dapat dipisahkan dari jam kerja, panas, <i>shift</i> , dan faktor pelayaran lain.

Berdasarkan Tabel 6, keluhan teknisi tidak membentuk satu gejala stres yang berdiri sendiri, melainkan kombinasi kelelahan, gangguan tidur, tinnitus, dan hambatan komunikasi. Temuan tersebut sejalan dengan tinjauan sistematis pada pelaut, tetapi faktor *shift*, panas, beban kerja, masa kontrak, dan karakteristik individu juga dapat berkontribusi (Febriyanto et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan istilah “keterkaitan kontekstual” dan tidak menyimpulkan bahwa seluruh keluhan disebabkan oleh kebisingan.

Tidak adanya laporan stres kerja secara eksplisit perlu ditafsirkan secara hati-hati. Kondisi tersebut dapat mencerminkan adaptasi atau normalisasi bahaya, tetapi juga dapat berarti tingkat stres tidak terukur karena penelitian tidak menggunakan instrumen psikometrik tervalidasi. Penelitian lanjutan perlu menggabungkan wawancara dengan instrumen stres kerja khusus pelaut dan pengukuran pajanan personal (Ali et al., 2023; Makaruse et al., 2024).

“...sudah biasa saja sih, memang dari dulu kamar mesin begitu, bising dan panas” (IP, QSHE Kapal).

Kemungkinan normalisasi bahaya tetap menjadi alasan praktis untuk memperkuat komunikasi risiko, kepatuhan APD, pengukuran berkala, serta mekanisme pelaporan keluhan yang tidak menyalahkan pekerja (Chowdhury et al., 2024).

PEMBAHASAN

Program Kesehatan Kerja Berdasarkan Hasil HIRADC

Berdasarkan observasi dan wawancara, keluhan kesehatan pekerja kamar mesin meliputi pusing, tinnitus, mudah lelah, pegal, dan dehidrasi, serta terdapat laporan ISPA. Keluhan tinnitus, gangguan komunikasi, kelelahan, dan gangguan tidur sesuai dengan pola dampak auditori maupun psikologis yang dilaporkan dalam tinjauan sistematis pada pelaut (Febriyanto et al., 2024). Namun, penelitian ini tidak dapat mengatribusikan

setiap keluhan hanya pada kebisingan karena terdapat paparan panas, *shift* malam, beban kerja, serta faktor individual. Ketidakpatuhan penggunaan *earplug* pada satu informan meningkatkan potensi dosis kebisingan dan menjadi target intervensi perilaku serta evaluasi kenyamanan APD.

Hasil analisis HIRADC mengidentifikasi dua aktivitas berkategori *Extreme Risk* dengan NR 20, dua aktivitas berkategori *High Risk* dengan NR 16, satu aktivitas berkategori *Medium Risk* dengan NR 12, dan satu aktivitas berkategori *Low Risk* dengan NR 6. Penilaian tersebut bersifat semi-kuantitatif dan konservatif karena menggunakan baseline kebisingan historis serta informasi durasi zona, bukan dosimetri personal per tugas. Karena itu, *noise mapping* kontemporer, pengukuran LAeq di ECR, dan dosimetri sepanjang *shift* diperlukan untuk mengonfirmasi prioritas serta menghitung risiko residual.

Dalam konteks regulasi kesehatan kerja di Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2024 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan menetapkan bahwa setiap pengusaha wajib menyelenggarakan upaya kesehatan di lingkungan kerja yang mencakup lima pilar utama: promotif, preventif, kuratif, paliatif, dan rehabilitatif (Pemerintah Republik Indonesia, 2024). Kelima pilar ini bukan berdiri sendiri, melainkan saling berkesinambungan dan terintegrasi dalam satu sistem kesehatan kerja yang komprehensif. Pilar promotif menekankan pada peningkatan kesadaran dan perilaku sehat, preventif pada pencegahan timbulnya penyakit akibat kerja (PAK), kuratif pada penanganan medis yang cepat dan tepat, serta rehabilitatif pada pemulihan fungsi pekerja agar dapat kembali bekerja dengan aman dan produktif (Pemerintah Republik Indonesia, 2024). Berdasarkan kerangka regulasi tersebut dan temuan risiko dari analisis HIRADC, disusunlah dua program kesehatan kerja yang menjadi rekomendasi utama, yaitu *Hearing Conservation Program* (HCP) dan *Program Medical Surveillance* Awak Kamar Mesin. Kedua program ini dirancang untuk menjawab kelemahan pengendalian *existing* dan secara simultan menurunkan nilai risiko pada seluruh proses kerja kamar mesin.

Hearing Conservation Program (HCP): Program Konservasi Pendengaran

Hearing Conservation Program merupakan intervensi terstruktur untuk mencegah gangguan pendengaran akibat kerja melalui pengendalian

sumber, pemantauan pajanan, audiometri, pemilihan APD, pelatihan, dan evaluasi program. Bukti mutakhir menunjukkan bahwa pelatihan pemasangan *earplug* dapat memperbaiki perlindungan, sedangkan efektivitas APD dipengaruhi pemilihan jenis, kecocokan, cara pemakaian, komunikasi, dan konsistensi penggunaan; APD tidak boleh menggantikan rekayasa teknik dan pengendalian administratif (Kwak & Han, 2021; Tikka et al., 2020). Pada PT X, HCP perlu dimulai dengan pengukuran ulang dan dosimetri personal, penyusunan *noise map*, evaluasi kebocoran atau insulasi, pembatasan waktu di zona risiko, *fit testing* APD, serta audiometri dasar dan berkala.

Hasil wawancara mengonfirmasi bahwa APD tersedia, tetapi kepatuhan belum konsisten. Tiga dari empat teknisi menyatakan selalu menggunakan pelindung pendengaran, sedangkan satu informan hanya kadang-kadang menggunakannya karena tidak nyaman. Baseline 2020 menunjukkan titik LAeq sampai 100,5 dBA, tetapi kondisi *overexposure* personal tahun 2026 tidak dapat dipastikan tanpa durasi per titik dan dosimetri. Oleh sebab itu, perusahaan perlu menilai kesesuaian *earplug* atau *earmuff*, mempertimbangkan perlindungan ganda pada zona yang terbukti memerlukan, melakukan *fit testing*, serta memastikan komunikasi dan alarm keselamatan tetap dapat dipahami (Kwak & Han, 2021). Komponen LWA frekuensi rendah tidak digunakan sebagai nilai pajanan pekerja; efektivitas pengendalian harus dievaluasi menggunakan LAeq atau dosis personal setelah intervensi.

Pelatihan APD dan edukasi bahaya kebisingan termasuk pilar promotif. Pengukuran lingkungan, dosimetri personal, audiometri berkala, rekayasa teknik, rotasi, dan penyediaan APD termasuk pilar preventif. Deteksi dini perubahan ambang dengar dan tindak lanjut medis termasuk pilar kuratif; rehabilitasi pendengaran, penyesuaian tugas, dan *return to work* termasuk pilar rehabilitatif; sedangkan dukungan psikososial, alat bantu dengar, dan penyesuaian kerja bagi gangguan permanen termasuk pilar paliatif (Pemerintah Republik Indonesia, 2024). Indikator keberhasilan perlu ditetapkan secara operasional, misalnya cakupan dosimetri, persentase pekerja yang menjalani audiometri, hasil *fit testing*, kepatuhan APD, tindak lanjut kasus, dan tren perubahan ambang dengar. Target angka tidak boleh diasumsikan efektif sebelum diukur dan diaudit.

Program Medical Surveillance Awak Kamar Mesin

Program *Medical Surveillance* Awak Kamar Mesin merupakan pemantauan kesehatan yang mencakup fungsi pendengaran, tekanan darah, tidur, kelelahan, stres kerja, dan keluhan fisik secara berkala. Program perlu menggunakan audiometri dengan pencatatan nilai ambang, instrumen stres kerja yang tervalidasi untuk konteks pelaut, riwayat paparan dan penggunaan APD, serta mekanisme tindak lanjut yang terdokumentasi. Data tersebut dapat mendukung keputusan rotasi, penyesuaian jadwal, rujukan medis, dan rehabilitasi. Literatur terbaru menegaskan bahwa kesehatan mental pelaut dipengaruhi faktor individu dan lingkungan kerja, termasuk kebisingan, jam kerja, kualitas tidur, lama pelayaran, dan dukungan organisasi (Jonglertmontree et al., 2022).

Hasil wawancara mengungkapkan bahwa MCU rutin telah dilaksanakan oleh perusahaan, namun dokumentasi dan tindak lanjutnya masih terbatas. Informan utama 1 yang bertugas di *Auxiliary Engine Area* menyatakan pernah diperiksa dan ditemukan adanya gangguan pendengaran: "...waktu MCU kemarin memang ada hasil yang kurang bagus di pendengaran, tapi tidak terlalu parah katanya dokternya..." (Data Wawancara, 2026). Informan kunci yang bertugas di *Main Engine Area* menyatakan mengalami keluhan mudah lelah selama berlayar: "...kalau capek sih iya, tapi mungkin karena kerja terus, *shift* malam juga ada pengaruhnya..." (Data Wawancara, 2026). Dua informan lainnya mengakui bahwa sistem *shift* malam secara tidak langsung memengaruhi pola istirahat: "...tidur sih bisa, tapi kalau *shift* malam ya otomatis tidurnya siang, kadang tidak bisa tidur nyenyak karena suara mesin masih terasa..." (Data Wawancara, 2026).

Data pengukuran MV Segara Mas diperoleh saat kapal berlabuh, *main engine* tidak aktif, dan generator DG3 beroperasi pada beban 31%. Kondisi kebisingan pada operasi penuh dapat berbeda, tetapi arah dan besar perbedaannya tidak dapat dipastikan tanpa pengukuran ulang. Karena itu, baseline 2020 digunakan untuk memilih area prioritas dan tidak untuk menghitung dosis tahun 2026. Pengukuran kontemporer perlu mencakup kondisi pelabuhan, manuver, dan pelayaran, serta dosimetri personal sepanjang *shift* agar variasi tugas dan waktu paparan dapat tertangkap (Makaruse et al., 2024; Oldenburg et al., 2020).

Temuan penelitian ini didukung oleh literatur mutakhir. Studi lapangan pada enam pelayaran mencatat kebisingan tertinggi di kamar

mesin hingga 104 dB(A) dan rata-rata pengukuran personal 96 dB(A) pada personel kamar mesin (Oldenburg et al., 2020). Tinjauan sistematis pelaut mengaitkan kebisingan dengan gangguan pendengaran, tinnitus, kesulitan komunikasi, tidur, kelelahan, konsentrasi buruk, dan stres (Febriyanto et al., 2024). Tinjauan sistematis mengenai tidur menemukan bahwa sebagian besar studi melaporkan dampak negatif kebisingan kerja pada karakteristik tidur (Yazdanirad et al., 2023), sedangkan meta-analisis kebisingan frekuensi rendah menunjukkan potensi gangguan fungsi kognitif tingkat tinggi (Liang et al., 2024). Untuk dampak kardiovaskular terkait stres, bukti menunjukkan sinyal peningkatan risiko pada paparan lebih tinggi, tetapi kepastian bukti masih rendah karena heterogenitas metode dan sumber paparan (Sivakumaran et al., 2022). Temuan-temuan tersebut mendukung tindakan pencegahan sekaligus menegaskan perlunya pengukuran objektif dan interpretasi yang tidak berlebihan.

Monitoring keluhan fisik dan skrining kesehatan mental memungkinkan edukasi serta manajemen stres sejak dini sebagai upaya promotif. MCU berkala, audiometri, pemeriksaan tekanan darah, penilaian tidur dan kelelahan, serta dokumentasi paparan termasuk upaya preventif dan deteksi dini. Temuan abnormal perlu ditindaklanjuti melalui rujukan medis atau psikologis, evaluasi kesesuaian kerja, rotasi, dan rehabilitasi. Bagi pekerja dengan gangguan permanen atau kondisi kronis, penyesuaian tugas dan dukungan berkelanjutan mendukung aspek paliatif dan kualitas hidup (Pemerintah Republik Indonesia, 2024).

Secara keseluruhan, HCP dan *Medical Surveillance* dirancang untuk menurunkan risiko, tetapi efektivitas dan level risiko residual belum dapat dinyatakan sebelum program diterapkan dan dievaluasi. HCP diharapkan menurunkan frekuensi serta intensitas paparan tidak terkontrol melalui rekayasa, administrasi, APD, dan pelatihan, sedangkan *Medical Surveillance* menyediakan data medis objektif untuk intervensi dini dan keputusan penempatan. Setelah implementasi, NR' harus dihitung ulang menggunakan hasil dosimetri, LAeq area, kepatuhan dan *fit testing* APD, hasil audiometri, serta indikator stres atau kelelahan. Dengan pendekatan tersebut, integrasi lima pilar PP No. 28 Tahun 2024 dapat dinilai berdasarkan bukti, bukan hanya proyeksi.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan baseline kebisingan tahun 2020 yang diukur pada kondisi

operasional terbatas dan tidak memiliki dosimetri personal, pengukuran LAeq ECR, waktu paparan per titik, nilai audiometri numerik, maupun instrumen stres kerja tervalidasi pada tahun 2026. Jumlah informan juga terbatas pada lima orang. Oleh sebab itu, hasil tidak dapat digeneralisasi sebagai dosis paparan seluruh teknisi atau hubungan sebab-akibat. Penelitian berikutnya perlu melakukan pengukuran multiskenario operasi, dosimetri sepanjang *shift*, audiometri kuantitatif, serta penilaian stres dan tidur dengan instrumen tervalidasi (Ali et al., 2023; Makaruse et al., 2024).

SIMPULAN

Baseline pengukuran tahun 2020 menunjukkan bahwa seluruh titik yang diukur di kamar mesin MV Segara Mas melampaui NAB 85 dBA, dengan nilai tertinggi 100,5 dBA. Triangulasi dengan wawancara dan observasi tahun 2026 mengindikasikan keterkaitan kontekstual antara lingkungan bising dan keluhan kelelahan, gangguan tidur, tinnitus, serta hambatan komunikasi, sementara penurunan konsentrasi masih memerlukan verifikasi objektif. Analisis HIRADC semi-kuantitatif mengidentifikasi dua proses *Extreme Risk*, dua *High Risk*, satu *Medium Risk*, dan satu *Low Risk*. Karena data akustik bersifat historis dan dosimetri personal terkini tidak tersedia, penelitian tidak menyimpulkan bahwa seluruh teknisi mengalami dosis *overexposure* yang sama atau bahwa kebisingan menjadi penyebab tunggal stres. Rekomendasi utama adalah pelaksanaan *Hearing Conservation Program* dan *Medical Surveillance* terintegrasi dengan pengukuran ulang, dosimetri personal, audiometri, pengendalian teknik-administratif, serta evaluasi risiko residual sesuai lima pilar PP No. 28 Tahun 2024.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Nico Linggi Pongmasangka, S.Farm., M.M. dan Ibu Natasya Salsabilla, S.KM., M.K.K.K. selaku dosen pembimbing mata kuliah Kesehatan Kerja atas arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi yang diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Politeknik Ketenagakerjaan atas fasilitas dan lingkungan akademik yang telah mendukung proses pembelajaran dan penyelesaian artikel ini. Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung melalui

dukungan, kerja sama, dan kontribusi pemikiran sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- Ali, S. N. M., Cioca, L.-I., Kayati, R. S., Saputra, J., Adam, M., Plesa, R., & Raja Ibrahim, R. Z. A. (2023). A study of psychometric instruments and constructs of work-related stress among seafarers: A qualitative approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 2866. <https://doi.org/10.3390/ijerph20042866>
- Amin, M. E. K., Nørgaard, L. S., Cavaco, A. M., Witry, M. J., Hillman, L., Cernasev, A., & Desselle, S. P. (2020). Establishing trustworthiness and authenticity in qualitative pharmacy research. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 16(10), 1472–1482. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.02.005>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik transportasi laut* 2023. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/1/25/3fcd0493a7b0a2de5a18004b/statistik-transportasi-laut-2023.html>
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., Bywaters, D., & Walker, K. (2020). Purposive sampling: Complex or simple? Research case examples. *Journal of Research in Nursing*, 25(8), 652–661. <https://doi.org/10.1177/1744987120927206>
- Chowdhury, M. N., Shafi, S., Mohd Arzaman, A. F., Teoh, B. A., Kadhim, K. A., Salamun, H., Abdul Kadir, F. K., Said, S., Abd Kadir, K., Embong, A. M., Abdul Aziz, N. A., Jusoh, M. H., Pham, L. H. H. P., & Xuan, A. N. S. (2024). Navigating human factors in maritime safety: A review of risks and improvements in engine rooms of ocean-going vessels. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 14(1), 1–14. <https://doi.org/10.18280/ijss.140101>
- Doyle, L., McCabe, C., Keogh, B., Brady, A., & McCann, M. (2020). An overview of the qualitative descriptive design within nursing research. *Journal of Research in Nursing*, 25(5), 443–455. <https://doi.org/10.1177/1744987119880234>
- Febriyanto, K., Rahman, F. F., & Guedes, J. C. C. (2024). The physical and psychological effects of occupational noise among

- seafarers: A systematic review. *International Journal of Environmental Health Research*, 34(7), 2674–2686. <https://doi.org/10.1080/09603123.2023.2266703>
- International Labour Organization. (2023). *A call for safer and healthier working environments*. <https://doi.org/10.54394/HQBQ8592>
- International Organization for Standardization. (2025). *ISO 3744:2025 Acoustics—Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure—Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*. <https://www.iso.org/standard/80866.html>
- Jonglertmontree, W., Kaewboonchoo, O., Morioka, I., & Boonyamalik, P. (2022). Mental health problems and their related factors among seafarers: A scoping review. *BMC Public Health*, 22, 282. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-12713-z>
- Kwak, C., & Han, W. (2021). The effectiveness of hearing protection devices: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11693. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111693>
- Liang, P., Li, J., Li, Z., Wei, J., Li, J., Zhang, S., Xu, S., Liu, Z., & Wang, J. (2024). Effect of low-frequency noise exposure on cognitive function: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 24, 125. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17593-5>
- LSP Consultants Pte Ltd. (2020). *Airborne noise emission measurement report: MV Segara Mas*.
- Makaruse, N., Maslin, M. R. D., & Shai-Campbell, Z. (2024). Comparison of occupational noise exposure assessment methods: A systematic review. *Ear and Hearing*, 45(4), 808–815. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001479>
- Markus, A. Y., & Djunaidi, Z. (2024). Hazard identification, risk assessment and determining control (HIRADC) pada kegiatan perawatan rolling stock equipment di tambang bawah tanah PT. X. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 8(2), 479–497. <https://doi.org/10.31955/mea.v8i2.4002>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2020). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (4th ed.). SAGE Publications.
- National Institute for Occupational Safety, & Health. (2024). *Noise-induced hearing loss*. <https://www.cdc.gov/niosh/noise/about/noise.html>
- Oldenburg, M., Felten, C., Hedtmann, J., & Jensen, H.-J. (2020). Physical influences on seafarers are different during their voyage episodes of port stay, river passage and sea passage: A maritime field study. *PLOS ONE*, 15(4), e0231309. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231309>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2024). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2024 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan*. <https://peraturan.bpk.go.id>
- Rahimi, S., & Khatooni, M. (2024). Saturation in qualitative research: An evolutionary concept analysis. *International Journal of Nursing Studies Advances*, 6, 100174. <https://doi.org/10.1016/j.ijnsa.2024.100174>
- Sivakumaran, K., Ritonja, J. A., Waseem, H., AlShenaibar, L., Morgan, E., Ahmadi, S. A., Denning, A., Michaud, D. S., & Morgan, R. L. (2022). Impact of noise exposure on risk of developing stress-related health effects related to the cardiovascular system: A systematic review and meta-analysis. *Noise & Health*, 24(114), 107–129. https://doi.org/10.4103/nah.nah_83_21
- Tikka, C., Verbeek, J., Kateman, E., Morata, T. C., Dreschler, W., & Ferrite, S. (2020). Cochrane method for systematic review and meta-analysis of interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss—Abridged. *CoDAS*, 32(2), e20190127. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20192019127>
- UNCTAD. (2023). *Review of maritime transport 2023*. <https://unctad.org/rmt2023>
- Yazdanirad, S., Khoshakhlagh, A. H., Al Sulaie, S., Drake, C. L., & Wickwire, E. M. (2023). The effects of occupational noise on sleep: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 72, 101846. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2023.101846>