

## VISUALISASI NOISE MAPPING BERBASIS GOLDEN SURFER 23 SEBAGAI LANGKAH PENGENDALIAN AREA RUMAH POMPA PT.XYZ

Putri Ayu Tiara<sup>1</sup>, Poppy Fujianti<sup>2\*</sup>, Irine Yulianingsih<sup>3</sup>

Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya,  
Sumatera Selatan<sup>1,2</sup>

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi, Kementerian Energi dan Sumber  
Daya Mineral, Indonesia<sup>3</sup>

\*Corresponding Author : [poppyfujianti@fkm.unsri.ac.id](mailto:poppyfujianti@fkm.unsri.ac.id)

### ABSTRAK

Area rumah pompa PT.XYZ merupakan area utama pengolahan dan distribusi air menggunakan pompa jenis Sentrifugal *Multistage* yang berpotensi menghasilkan kebisingan. Peneliti melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengukur dan memetakan tingkat kebisingan menggunakan *Software Golden Surfer 23* sehingga mendapatkan gambaran komprehensif terkait langkah pengendalian di area pompa PT.XYZ. Penelitian yang dilakukan yaitu penelitian deskriptif kuantitatif yang menerapkan metode *Noise Mapping* dengan teknik *Grid 3x3 m*, didukung pengukuran NIOSH, dan analisis diagram *Fishbone* serta instrumen berupa *Sound Level Meter PCE-322A*. Pengukuran dilakukan pada 20 titik sampling di area seluas 194,285 m<sup>2</sup> selama bulan Agustus tahun 2024. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kebisingan titik tertinggi mencapai 86,56 dB, masih melampaui batas aman yang diatur dalam Permenaker RI No.5 Tahun 2018. *Noise Mapping* yang dihasilkan memvisualisasikan distribusi kebisingan dan mengidentifikasi titik pengukuran kebisingan yang memerlukan perhatian khusus. Analisis menunjukkan bahwa sumber utama kebisingan berasal dari operasi pompa Sentrifugal *Multistage*, dengan tingkat kebisingan menurun seiring bertambah jauhnya jarak dari sumber. Berdasarkan temuan ini, direkomendasikan strategi pengendalian kebisingan yang komprehensif, meliputi perawatan mesin berkala, penggunaan wajib Alat Pelindung Diri (APD), peningkatan penghalang kebisingan alami, serta evaluasi dan pemantauan kebisingan secara berkala. Implementasi rekomendasi ini diharapkan dapat secara signifikan meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di area Rumah Pompa PT. XYZ.

**Kata kunci** : diagram *fishbone*, *golden surfer 23*, metode *grid*, NIOSH, peta bisung

### ABSTRACT

*Pump station area PT.XYZ is the main area for water processing and distribution using Multistage centrifugal pumps which has the potential to produce noise. This research aims to measure noise levels and map it using Software Golden Surfer 23 so as to get a comprehensive picture regarding control measures in the PT.XYZ pump area. The research carried out was quantitative descriptive research that applies methods Noise Mapping with technique Grid 3x3 m, supported by NIOSH measurements, and diagram analysis Fishbone as well as instruments in the form of Sound Level Meter PCE-322A. Measurements were carried out at 20 sampling points in an area of 194,285 m<sup>2</sup> during August 2024. The research results show that the highest point noise level reached 86.56 dB, still exceeding the safe limit regulated in the Republic of Indonesia Minister of Manpower Regulation No.5 of 2018. Noise Mapping The resulting data visualizes the noise distribution and identifies noise measurement points that require special attention. The analysis results show that the main noise is generated by the operation of the Multistage Centrifugal pump, and the noise level will decrease with increasing distance from the source. Based on these findings, a comprehensive noise control strategy is recommended, including periodic machine maintenance, mandatory use of Personal Protective Equipment (PPE), increased natural noise barriers, and regular noise evaluation and monitoring. Implementation of these recommendations is expected to significantly improve occupational safety and health in pump station area PT. XYZ.*

**Keywords** : noise mapping, golden surfer 23, grid method, fishbone chart, NIOSH

## PENDAHULUAN

Kebisingan menjadi permasalahan utama yang sering terjadi di sektor industri (Anggraini et al., 2020). Dalam sektor industri, penggunaan berbagai peralatan seperti mesin, pompa, dan instrumen pendukung proses produksi dapat menghasilkan tingkat kebisingan cenderung tinggi, yang bersumber dari aktivitas operasional mesin, peralatan usang, getaran mesin pada frekuensi tertentu, serta sistem pembuangan pada mesin-mesin tersebut (Silviana et al., 2021). Paparan kebisingan di sektor industri memiliki dampak signifikan terhadap produktivitas pekerja, dengan frekuensi rendah berpotensi menghambat kinerja dan komunikasi, sementara frekuensi tinggi dapat mengakibatkan penurunan sistem pendengaran dan tekanan psikologis (Aliyah & Cahyadi, 2022)

PT. XYZ dikenal sebagai perusahaan terkemuka di Indonesia yang bergerak dalam industri perminyakan. Dalam operasinya yang kompleks, perusahaan ini mengandalkan berbagai fasilitas penting, salah satunya adalah Rumah Pompa (*Pump Station*). Area ini berperan penting dalam pengolahan air yang digunakan untuk berbagai keperluan seperti pengisian *boiler*, sistem pendinginan kilang dan *generator set*, operasional unit pemadam kebakaran, serta kebutuhan air minum bagi pegawai dan masyarakat umum. Rumah pompa juga berfungsi untuk mengatur aliran atau distribusi air dalam berbagai tahapan produksi, dan menjaga efisiensi dan keamanan operasional keseluruhan fasilitas PT. XYZ dengan cara memastikan tekanan air secara akurat, mencegah terjadinya kebocoran, serta mendukung berbagai proses lainnya dalam kegiatan produksi perusahaan.

Pada Area Rumah Pompa milik PT. XYZ, berlangsung aktivitas pengolahan dan penyaluran air yang memanfaatkan pompa berjenis *Sentrifugal Multistage*. Penelitian yang dilakukan oleh Vergiansyah & Siregar (2019) mengungkapkan tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh pompa *Sentrifugal* memiliki korelasi langsung dengan kecepatan rotasi mesin atau motor putarnya; semakin tinggi kecepatan putaran, semakin intens pula suara bising yang ditimbulkan. Penyebab hal ini oleh peningkatan vibrasi yang terjadi seiring dengan bertambahnya kecepatan, yang pada akhirnya mengakibatkan kenaikan tingkat kebisingan dari pompa tersebut. Pengoperasian pompa ini menghasilkan tingkat kebisingan cukup tinggi, yang dapat menjadi perhatian khusus terutama bagi para pekerja yang bertugas di dekat unit mesin tersebut. Selain itu juga, tingkat kesadaran setiap pekerja terhadap pemakaian alat pelindung diri yang disediakan perusahaan masih rendah sehingga masih berpotensi terjadinya kecelakaan kerja.

Para pekerja juga mengalami kendala dalam memahami tingkat kebisingan di lingkungan kerja mereka karena kurangnya informasi yang memadai. Mereka belum bisa membedakan dengan jelas dimana intensitas kebisingan berada pada frekuensi rendah atau tinggi. Tanpa adanya data sebaran tingkat kebisingan yang akurat, pekerja menjadi tidak menyadari seberapa besar paparan bising yang mereka terima sehari-hari. Kondisi ini tentunya meningkatkan risiko kesehatan bagi para pekerja karena mereka tidak dapat mengantisipasi dan mengetahui seberapa besar paparan kebisingan yang mereka terima di area kerja (Afrizal & Anggraini, 2022)

Penelitian ini dimaksudkan untuk memetakan dan menganalisis tingkat kebisingan area Rumah Pompa PT.XYZ serta menentukan batas intensitas yang aman bagi pekerja. Pengukuran dengan titik sampling menggunakan *Sound Level Meter* ditemukan bahwa tingkat kebisingan yang cukup tinggi mencapai 86,56 dB, masih melampaui batas aman yang mengacu pada Permenaker No.5 Tahun 2018. Berdasarkan data tersebut, peta kontur kebisingan (*Noise Mapping*) akan dibuat menggunakan *Software Golden Surfer 23* untuk memvisualisasikan distribusi kebisingan di area pompa. Selanjutnya, tingkat kebisingan akan dibandingkan dengan baku mutu kebisingan, dan pengukuran metode NIOSH akan digunakan Untuk menetapkan durasi paparan maksimum serta dikaitkan dengan analisis sebab akibat

menggunakan *Fishbone Diagram*. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk merekomendasikan tindakan pengendalian yang tepat, membantu pekerja mengidentifikasi area kerja yang aman, dan menerapkan hirarki pengendalian kebisingan demi peningkatan K3 di area tersebut (Mahardika et al., 2024; Sasmita et al., 2021)

## METODE

Penelitian ini menerapkan penelitian kuantitatif pendekatan analisis deskriptif dengan metode *Noise Mapping* menggunakan *Golden Surfer 23* dengan teknik *Grid*, didukung pengukuran NIOSH dan analisis diagram *Fishbone* dan instrumen berupa *Sound Level Meter PCE – 322A*. Teknik Pengambilan sampel penelitian bersifat primer dan sekunder. Penelitian dilaksanakan di Area Rumah Pompa (*Pump Station*) PT.XYZ, Provinsi Jawa Tengah selama bulan Agustus tahun 2024. Lokasi penelitian memiliki panjang 15,86 meter dan lebar 12,25 meter, dan memiliki luas sebesar 194,285 m<sup>2</sup>. Mesin pompa yang ada di area PT. XYZ menjadi sumber kebisingan yang akan di ukur dalam penelitian ini. Metode penelitian ini diawali dengan pengukuran intensitas kebisingan menggunakan instrumen *Sound Level Meter (SLM)*. Pengukuran intensitas kebisingan dilakukan menggunakan alat ukur intensitas suara berupa *Sound Level Meter* yang ditempatkan di titik tengah setiap area pengukuran, dengan posisi sekitar 1 meter di atas tanah dan diarahkan ke sumber suara. Ketinggian dipilih karena dianggap mewakili rata-rata posisi telinga manusia saat duduk, sehingga memberikan hasil pengukuran yang relevan dengan persepsi pendengaran manusia dalam kondisi normal (Hartati et al., 2021).

Pada Area Rumah Pompa (*Pump Station*) milik PT.XYZ terdapat instalasi lima unit pompa sentrifugal *multistage* yang dioperasikan secara bergantian. Dalam penelitian ini, analisis tingkat kebisingan difokuskan pada pompa yang terletak di posisi tengah, yaitu unit pompa ketiga. Pengambilan data kebisingan dilaksanakan dengan menerapkan metode *Grid* berukuran 3x3 meter, dimana pengukuran dilakukan pada 20 titik sampling yang telah ditentukan. Pembuatan peta kebisingan melibatkan perhitungan tingkat kebisingan dari sumber ke titik penerima dan menekankan bahwa semakin kecil jarak grid dalam pemodelan, semakin detail dan akurat peta kebisingan yang dihasilkan, menunjukkan pentingnya resolusi *Grid* dalam proses ini (Murphy et al., 2020).

Pengukuran kebisingan cukup dilakukan satu kali di siang hari, dengan asumsi tingkat kebisingan yang relatif konsisten, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Afrizal & Anggraini (2022) dan mempertimbangkan kondisi operasional mesin pompa yang berjalan selama  $\pm 16$  jam setiap harinya. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan di area lokasi pekerja terutama berdekatan dengan sumber bising dan berlangsung 1 menit (60 detik) (Amnur, 2020). Mengacu pada (SNI 8427:2017) data yang diperoleh dari pengukuran dianalisis untuk menentukan distribusi frekuensi. Proses ini melibatkan pengambilan nilai minimum dan maksimum untuk menghitung *Range*, *kelas*, dan *Interval*. Selanjutnya, mencari nilai rata-rata, frekuensi *interval* kebisingan, serta nilai tengah titik pengukuran, sebelum akhirnya menentukan nilai *Leq* untuk mendapatkan tingkat kebisingan di setiap area yang diukur (Nareswari et al., 2023).

Hasil pengukuran tingkat kebisingan di input dalam bentuk format *Microsoft Excel* untuk dijadikan *database* dalam *Software Golden Surfer*, yang akan menghasilkan garis kontur. Peta kontur tingkat kebisingan kemudian digabungkan dengan *layout* Rumah Pompa PT. XYZ untuk menghasilkan peta kebisingan. Selanjutnya, tingkat kebisingan tersebut dibandingkan dengan Permenaker No. 5 Tahun 2018, dan pengukuran metode NIOSH digunakan untuk menentukan waktu paparan maksimum yang aman bagi pekerja dan melindungi kesehatan pendengaran mereka (Sasmita & Osmeiri, 2021). Berdasarkan standar yang dilandasi oleh (NIOSH) *National Institute of Occupational Safety* tahun 1998, sebagaimana dikutip dalam penelitian Ramadhani & Widyaningrum (2023) bahwa rumus untuk menghitung batas waktu maksimal paparan kebisingan dengan memasukkan hasil nilai *Leq* ke dalam rumus persamaan NIOSH yang

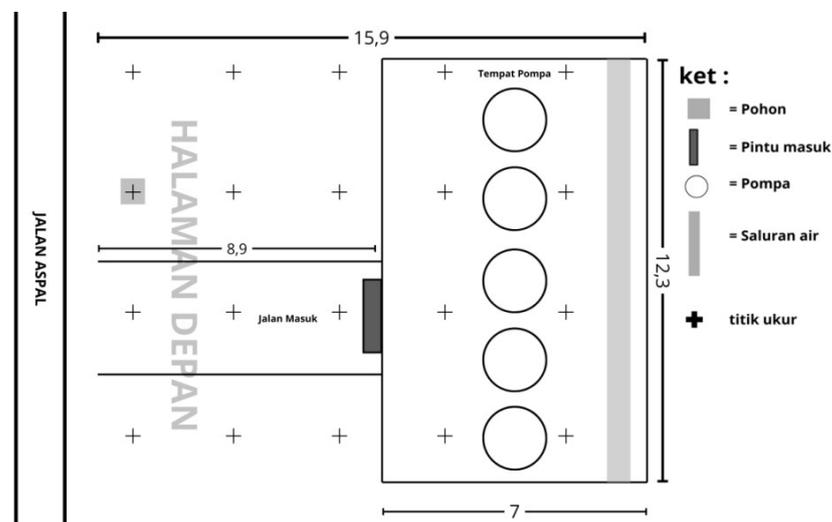
berlaku.

Setelah melakukan pengukuran durasi paparan kebisingan pada pekerja di area kerja, langkah berikutnya adalah melakukan analisis mendalam menggunakan *Fishbone* Diagram untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat dari intensitas kebisingan yang terjadi. Analisis ini sangat penting mengingat kebisingan merupakan *Hazard* fisik yang sering ditemukan di area kerja. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk menentukan cara pengendalian kebisingan yang tepat guna melindungi pekerja dari bahaya kesehatan (Hidayat et al., 2024).

## HASIL

### Penentuan Titik Sampling dan *Layout Area*

Penelitian ini dilakukan di area pompa PT.XYZ dengan luas area 194,285 m<sup>2</sup> (dimensi 15,86 x 12,25 meter). Pengambilan sampel menggunakan metode (persegi) *Grid* dengan membagi area menjadi petak-petak berukuran 3 x 3 meter. Setelah menentukan titik sampling pada *layout*, pengukuran jarak antar titik dilakukan di lapangan menggunakan meteran. Pengambilan data kebisingan dilakukan menggunakan alat ukur intensitas suara berupa *Sound Level Meter* yang memiliki akurasi yang tinggi. Visualisasi penempatan titik sampling dipaparkan dalam gambar 1.



Gambar 1. *Layout dan Titik Sampling Rumah Pompa*

Dari data pengukuran, diperoleh 20 titik sampling dan satu diantaranya tereliminasi karena berada tepat ditengah pohon di lokasi penelitian yang menjadi *barrier* sehingga pengukuran menjadi tidak akurat.

### Pengukuran Intensitas Kebisingan Ekuivalen (*Leq*)

Hasil pengukuran titik sampling yang telah dilakukan menggunakan *Sound Level meter*, kemudian diolah untuk mendapatkan nilai *Leq* (*Equivalent Continuous Sound Level*) yang menggambarkan tingkat kebisingan rata-rata selama interval waktu pengukuran. Mengingat kebisingan di Area Rumah Pompa (*Pump Station*) relatif stabil dan konsisten, maka pengukuran satu menit dalam sekali pengambilan data sudah dapat dianggap mewakili kondisi kebisingan di area tersebut. Hasil pengukuran ditinjau seperti tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kebisingan Ekuivalen Area Rumah Pompa (*Pump Station*) PT.XYZ

Titik	Leq(dBA)	Titik	Leq(dBA)	Titik	Leq(dBA)	Titik	Leq(dBA)
1	83,27	6	80,93	11	76,55	16	70,45
2	81,82	7	86,56	12	75,53	17	62,6
3	83,19	8	82,01	13	65,13	18	65
4	80,58	9	68,9	14	68,11	19	67,57
5	78,69	10	70,29	15	70,32	20	65,17

### Pemetaan Kebisingan (*Noise Mapping*) berbasis *Software Golden Surfer 23*

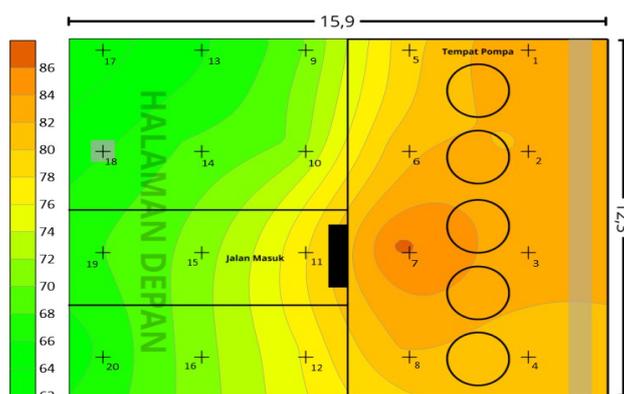
Tingkat kebisingan dianalisis dengan memvisualisasikan data hasil perhitungan menggunakan perangkat lunak *Golden Surfer* untuk menghasilkan *Noise Mapping*. Proses ini membutuhkan *input* berupa nilai *Leq* yang telah dihitung sebelumnya. Pada peta yang dihasilkan, distribusi tingkat kebisingan ditampilkan dalam bentuk gradasi warna, dimana warna yang semakin gelap menandakan intensitas kebisingan lebih tinggi di area tersebut (Nareswari et al., 2023).

Distribusi tingkat kebisingan pada peta kontur dikategorikan dalam empat kelompok berdasarkan gradasi warna. Tingkat kebisingan di bawah 71,9 dB direpresentasikan dengan warna hijau, sedangkan rentang 72-76,9 dB ditunjukkan dengan warna kuning. Untuk intensitas kebisingan yang lebih tinggi, warna oranye mewakili rentang 77-85,9 dB, dan warna coklat mengindikasikan area dengan tingkat kebisingan melebihi 86 dB. Berikut tabel 2 terkait pola distribusi tingkat kebisingan.

Tabel 2. Pola Distribusi Tingkat Kebisingan Area Rumah Pompa (*Pump Station*) PT.XYZ

Titik Kebisingan	Titik Pengukuran	Keterangan
-	18	Pada titik ini pengukuran tepat berada ditengah pohon di area lokasi penelitian. Sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran pada titik tersebut. Namun, pohon menjadi salah satu peredam kebisingan alami.
< 71,9 dB	9,10,13,14,15,16,17,19,20	Pada saat ini, lokasi tersebut adalah titik dengan tingkat kebisingan terendah di area penelitian. Hal ini disebabkan oleh posisi titik yang berada di jalur terluar dan dekat dengan aspal, sehingga jauh dari sumber suara.
72 – 76,9 dB	11,12	Pada titik 11 dan 12 berada pada pintu masuk area lokasi penelitian sebagai penghubung tempat pompa dan halaman depan
77 – 85,9 dB	1,2,3,4,5,6,8	Pada titik ini berada diantara pompa tengah yang menyala. (pompa hanya satu yang menyala yang lainnya tidak dihidupkan)
> 86 dB	7	Hasil pengukuran menunjukkan bahwa titik 7 mencatat tingkat kebisingan tertinggi, hal ini disebabkan oleh lokasinya yang berdekatan dengan mesin pompa air yang sedang beroperasi di area penelitian.

Pengolahan data hasil pengukuran kebisingan dilakukan menggunakan *Golden Surfer 23*. Data yang diperlukan meliputi koordinat x, y dan nilai z yang merepresentasikan tingkat kebisingan Ekuivalen. Pembuatan *Noise Mapping* dilaksanakan dengan mentransfer data ke dalam tabel *spreadsheet Golden Surfer 23* yang memuat informasi koordinat dan nilai kebisingan Ekuivalen (Sasmita et al., 2021). Penetapan titik koordinat mengacu pada luas lokasi penelitian, dimana koordinat X menunjukkan panjang bangunan dan koordinat Y menunjukkan lebar bangunan (Marfuah & Handayani, 2022). Berikut Gambar 2 terkait Visualisasi *Noise Mapping Area Rumah Pompa PT.XYZ*



Gambar 2. *Noise Mapping Area Rumah Pompa PT.XYZ*

### Analisis Durasi Paparan Menggunakan Metode NIOSH

Pengukuran intensitas kebisingan dilaksanakan pada titik-titik yang telah ditentukan dengan mengategorikan hasilnya berdasarkan Permenaker No. 13 tahun 2011. Klasifikasi dilakukan menjadi dua kategori: area intensitas melebihi NAB (> 85 dB) dan area intensitas di bawah NAB (< 85 dB). Durasi paparan kebisingan aman bagi pekerja selanjutnya dihitung menggunakan metode NIOSH. Penentuan titik untuk pengukuran NIOSH difokuskan pada zona kerja di area pompa, dimana pekerja terpapar kebisingan secara terus menerus selama melaksanakan tugasnya.

Tabel 3. Durasi Paparan Perhitungan Metode NIOSH

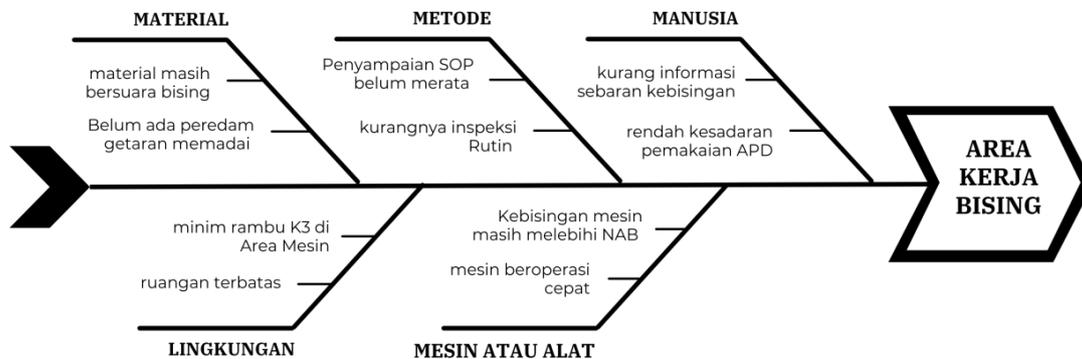
Titik Pengukuran	Leq(dBA)	Paparan (Jam)	Kategori	Keterangan
Titik 1	83,27	11,93	< 85 dB	Masih sesuai NAB NIOSH
Titik 2	81,82	16,68	< 85 dB	Masih sesuai NAB NIOSH
Titik 3	83,19	12,15	< 85 dB	Masih sesuai NAB NIOSH
Titik 4	80,58	22,21	< 85 dB	Masih sesuai NAB NIOSH
Titik 5	78,69	34,38	< 85 dB	Masih sesuai NAB NIOSH
Titik 6	80,93	20,49	< 85 dB	Masih sesuai NAB NIOSH
Titik 8	82,01	15,96	< 85 dB	Masih sesuai NAB NIOSH
Titik 7	86,56	5,58	> 85 dB	Melebihi NAB NIOSH

Durasi paparan kebisingan yang dialami pekerja bervariasi seperti yang diuraikan pada tabel 3. Untuk menghindari penyakit akibat kerja, terutama gangguan pendengaran yang disebabkan oleh paparan kebisingan di atas nilai ambang batas, diperlukan pengendalian tambahan di area tertentu (Azis et al., 2023).

### Analisa Sebab Akibat Menggunakan Diagram Fishbone

*Fishbone Chart* atau Diagram sebab-akibat adalah sebuah gambar yang menunjukkan hubungan antara permasalahan dan faktor-faktor penyebabnya. Penelitian ini menggunakan diagram *Fishbone* untuk menganalisis sumber-sumber kebisingan pada proses pengolahan dan distribusi air yang ada di Area Rumah Pompa. Berdasarkan hasil pengolahan data, ditemukan

lima faktor utama yang menyebabkan kebisingan, yaitu faktor manusia, mesin, peralatan, lingkungan, dan metode. Hasil analisis tersebut kemudian digambarkan dalam bentuk diagram *Fishbone* berdasarkan pengamatan di area kerja (Pahlevi & Emra, 2020), seperti yang dipaparkan dalam gambar 3.



Gambar 3. Diagram *Fishbone* Area Rumah Pompa

## PEMBAHASAN

### Hasil Penilaian *Noise Mapping* Area Rumah Pompa PT.XYZ

Menurut standar WHO, klasifikasi tingkat kebisingan dibagi tiga kategori berdasarkan intensitas desibel (dB). Kategori pertama adalah zona 'Aman' dengan rentang 0-75dB yang tidak membahayakan kesehatan manusia. Kategori kedua merupakan 'Ambang Batas Bahaya' dengan rentang 75-85 dB yang mulai menimbulkan risiko kesehatan. Sementara kategori ketiga adalah zona 'Bahaya' dengan intensitas di atas 85 dB yang dapat mengakibatkan kerusakan serius pada sistem pendengaran dan kesehatan manusia (Abdulrazzak, 2017).

Berdasarkan data tabel pola distribusi dan peta kebisingan, pada kategori < 71,9 dB ada 9 titik (9,10,13,14,15,16,17,19,20). Areaini diasumsikan sebagai zona hijau (aman) mengingat lokasinya yang terjauh dari sumber bising. Pada kategori kebisingan 72-76,9 dB yang mencakup titik 11 dan 12, intensitas kebisingan berada di pintu masuk penghubung pompa dan diasumsikan sebagai zona kuning (zona aman), meski letaknya relatif dekat sumber bising dan menjadi akses keluar-masuk pekerja.

Kategori kebisingan 77-85,9 dB meliputi titik 1,2,3,4,5,6,8. Titik pengukuran berada di sekitar pompa tengah yang beroperasi, dimana hanya satu unit pompa yang aktif sementara unit lainnya tidak dioperasikan. Tingginya tingkat kebisingan di area ini disebabkan oleh paparan bunyi dari operasional mesin pompa yang menyebar ke semua sudut area rumah pompa. Meski hanya satu unit pompa yang beroperasi, namun paparan kebisingan yang dihasilkan cukup signifikan sehingga diasumsikan sebagai zona oranye (ambang batas bahaya) dan membutuhkan upaya pengendalian kebisingan efektif untuk meminimalisir dampak kebisingan. Hal ini sejalan dengan penelitian Sihombing (2021) bahwa perambatan gelombang bunyi dalam ruang tertutup menunjukkan pola yang berbeda dari ruang terbuka karena adanya batasan fisik berupa dinding, lantai, dan plafon yang menyebabkan gelombang bunyi tidak dapat merambat bebas ke segala arah, sehingga menghasilkan beberapa fenomena akustik seperti refleksi, difusi, absorpsi, difraksi, dan refraksi yang dipengaruhi oleh karakteristik bidang pembatas dan frekuensi bunyi.

Titik 7 termasuk kategori >86 dB dan menjadi titik pengukuran kebisingan tertinggi, karena lokasinya berdekatan dengan mesin pompa air yang beroperasi dan diasumsikan sebagai zona coklat (bahaya). Hal ini sejalan dengan penelitian Ula et al. (2023) yang menyebutkan level kebisingan yang melebihi batas sudah masuk dalam kategori membahayakan pendengaran jika terpapar terlalu lama tanpa perlindungan memadai atau tanpa menggunakan APD.

Pengukuran pada titik 18 tidak dapat dilakukan secara langsung karena terhalang pohon. Sebagai alternatif, pengambilan data dilakukan pada titik terdekat yang masih berada dalam

*grid* yang sama dan tidak terhalang *barrier* untuk memastikan data tingkat kebisingan yang diperoleh tetap akurat dan representatif sehingga diperoleh hasil pada titik 18 termasuk kategori < 71,9 dB. Meski mengganggu pengukuran, pohon tersebut tetap harus dipertahankan karena berfungsi sebagai vegetasi alami yang efektif untuk meredam kebisingan. Hal ini sejalan dengan penelitian Hamidun et al. (2021) yang menunjukkan bahwa efektivitas jenis pohon dalam menyerap kebisingan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kerapatan jarak tanam, luas tajuk, tinggi pohon, dan diameter batang, dimana pohon Trembesi terbukti lebih efektif dalam menyerap kebisingan dibandingkan dengan jenis pohon Angsana, Mahoni, atau Kalijawa, karena memiliki luas kanopi yang besar dan susunan daun yang rapat.

Pola distribusi kebisingan dari data tersebut menunjukkan gradien yang jelas, dengan tingkat kebisingan tertinggi berada di sekitar sumber utama (pompa air) dan menurun secara bertahap menuju batas lokasi penelitian (halaman depan area pompa). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Syahputra et al. (2022) dan Defrianto & Emrinaldi (2015) yang menyebutkan Jarak memiliki pengaruh langsung terhadap intensitas kebisingan yang terdengar. Saat kita berada dekat dengan sumber bunyi, telinga akan menangkap getaran suara yang lebih kuat. Ketika jarak semakin jauh, getaran suara yang sampai ke telinga akan semakin melemah.

### **Hasil Pengukuran Metode NIOSH Area Dalam Rumah Pompa PT.XYZ**

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada titik 1 hingga 8 (kecuali titik 7), intensitas paparan kebisingan masih berada di bawah NAB NIOSH tanpa penggunaan APD atau upaya reduksi kebisingan. Kondisi ini dikategorikan aman mengingat durasi kerja normal adalah 8 jam per hari. Sementara pada titik 7, durasi paparan kebisingan maksimum yang diperbolehkan adalah 5,58 jam tanpa penggunaan APD atau upaya pengurangan kebisingan. Titik 7 teridentifikasi sebagai area dengan tingkat kebisingan tertinggi karena lokasinya yang berdekatan dengan mesin Pompa. Pada titik dengan intensitas kebisingan melebihi NAB NIOSH, durasi paparan yang diizinkan kurang dari 8 jam kerja. Hasil penelitian ini mendukung temuan penelitian sebelumnya yang dilakukan Mahardika et al. (2024) bahwa rekomendasi durasi paparan kebisingan dari NIOSH dapat bervariasi berdasarkan hasil pengukuran tingkat kebisingan di masing-masing titik. Meskipun durasi paparan tidak terlalu tinggi, namun masih diperlukan penanganan khusus di area tersebut untuk mencegah timbulnya penyakit akibat kerja, khususnya gangguan pendengaran yang dapat muncul akibat paparan kebisingan di atas ambang batas yang ditentukan.

### **Hasil Analisis Diagram *Fishbone* Area Dalam Rumah Pompa PT.XYZ**

Hasil Berdasarkan hasil diagram, terdapat lima faktor utama yang menyebabkan kebisingan di Area Rumah Pompa (*Pump Station*) milik PT.XYZ. Kebisingan ini dipengaruhi oleh berbagai aspek yang saling berkaitan. Dari sisi manusia, pekerja di area mesin sering mengabaikan prosedur kerja dan tidak menggunakan alat pelindung diri (*hearing protection*) berbahan *foam* atau busa sesuai ketentuan. Kondisi ini diperburuk karena para pekerja belum bisa membedakan dengan jelas dimana intensitas kebisingan berada pada frekuensi rendah atau tinggi akibat belum adanya penerapan peta bising di area tersebut. Dalam hal metode, ditemukan kurangnya inspeksi rutin pada mesin dan penggunaan wajib APD, serta belum tersedianya *Standar Operasional Prosedur* (SOP) yang baku dan tegas. Terkait faktor material, pompa yang digunakan masih menimbulkan suara bising dan belum dilengkapi dengan peredam getaran yang memadai. Aspek lingkungan menunjukkan minimnya rambu peringatan K3 di sekitar area mesin dan keterbatasan ruang kerja yang berkontribusi pada tingginya tingkat kebisingan. Sementara itu, dari faktor mesin, tingkat kebisingan telah mencapai nilai ambang batas, yang semakin diperparah dengan pengoperasian mesin yang cepat dan berkelanjutan selama kurang lebih 16 jam setiap jam kerja. Penelitian ini memperkuat hasil studi yang telah dilakukan oleh

Ishak & Syah (2019), dimana identifikasi faktor penyebab gangguan pendengaran pekerja menggunakan metode *Diagram Fishbone* dan ada empat aspek yang dievaluasi yaitu faktor manusia, metode, mesin, material.

### Langkah Pengendalian Area Dalam Rumah Pompa PT.XYZ

Strategi pengendalian kebisingan yang disarankan terdiri dari beberapa langkah. Pertama, pengendalian terhadap sumber kebisingan meliputi perawatan mesin secara berkala, seperti pemberian pelumas pada setiap mesin, penggantian komponen penting secara rutin, dan modifikasi alat-alat mesin. Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2023) mengungkapkan Siklus perawatan ini meliputi 9 kali inspeksi, 6 kali perbaikan kecil (*Small Repair*), 2 kali perbaikan sedang (*Medium Repair*), dan 1 kali *Overhaul*. Perawatan dilakukan setiap dua bulan selama tiga tahun. Dengan adanya penjadwalan perawatan yang terencana, proses perawatan komponen pada pompa feed sentrifugal *multistage* menjadi lebih teratur, sehingga dapat mengurangi risiko kerusakan saat pompa beroperasi.

Kedua, pengendalian kebisingan yang diterima dapat dilakukan dengan memanfaatkan APD seperti *ear muff* dan *ear plug* atau alternatif pengganti seperti *earphone handytalk*. Alat-alat ini dirancang untuk mereduksi tingkat kebisingan dengan efektif. Penelitian yang dilakukan oleh Sasmita & Osmeiri (2021) dan Haryandi & Setiawati (2021) menyebutkan pemakaian *ear plug* mampu meredam kebisingan hingga mencapai 26-27 dBA, sementara *ear muff* memiliki kemampuan reduksi kebisingan yang lebih tinggi hingga sebesar 30 dBA

Ketiga, Dalam upaya mengatasi permasalahan kebisingan pada mesin pompa, langkah yang dapat diambil adalah mengganti mesin pompa yang ada dengan mesin pompa baru yang memiliki tingkat kebisingan lebih rendah. Selain itu, untuk mesin yang belum memiliki sistem peredam getaran yang baik dan masih menggunakan alas padat atau berbahan batu, dapat dilakukan modifikasi dengan mengganti alas mesin menggunakan bahan karet. Penggunaan alas berbahan karet ini efektif untuk mengurangi getaran yang merambat ke lantai. Penelitian Mahadar & Razali (2020) membuktikan keunggulan peredam berbahan karet dalam meminimalisir getaran. Dengan nilai getaran  $8,63 \text{ m/s}^2$ , material karet terbukti memiliki performa yang lebih optimal dibandingkan material kayu. Kesimpulan penelitian mengindikasikan bahwa penggunaan karet sebagai peredam memberikan efektivitas lebih tinggi dalam mengurangi getaran mesin.

Pengendalian kebisingan menggunakan vegetasi alami dapat dilakukan dengan menanam lebih banyak pohon yang berfungsi mereduksi suara di sekitar area pompa. Tingkat reduksi kebisingan ini berkisar antara 5 dB hingga 16 dB, tergantung pada jenis pohon yang ditanam. Sebuah pohon dianggap efektif dalam menyerap suara jika dapat menurunkan angka kebisingan antara 10 dB sampai 15 dB. Di antara berbagai jenis pohon, Trembesi memiliki kemampuan penyerapan kebisingan terbaik, dengan rata-rata antara 7,3 dB hingga 16 dB. Sedangkan, pohon Mahoni, Kalijawa dan Angsana hanya mampu menyerap kebisingan di bawah 10 dB (Hamidun et al., 2021).

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa adanya satu tingkat kebisingan masih melebihi Batasan yang ditentukan dalam Permenaker RI No. 5 Tahun 2018. mencapai 86,56 dBA. Pengukuran dilakukan di area mesin yang aktif, sehingga sangat penting untuk menerapkan strategi pengendalian kebisingan yang telah direkomendasikan, termasuk perawatan mesin, penggunaan APD, dan penerapan penghalang (*Barrier*) alami untuk melindungi kesehatan pekerja. Perusahaan juga harus menyediakan dan mewajibkan penggunaan pelindung pendengaran atau APD yang sesuai untuk pekerja yang berada di zona coklat dan oranye serta memastikan pemilihan APD yang tepat berdasarkan tingkat kebisingan di setiap zona. NIOSH (1999) menekankan pentingnya pengawasan berkala terhadap APD.

Melakukan *fit test* dan *hearing safety*, sosialisasi pengendalian kebisingan, serta pelatihan kewajiban pemakaian APD kepada pekerja merupakan langkah yang krusial untuk menjaga keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Menurut Haryandi & Setiawati (2021) menjelaskan

kesadaran pekerja dapat ditingkatkan melalui pengendalian administratif berupa pelatihan yang diselenggarakan secara berkala dan pemeriksaan kesehatan wajib setiap enam bulan sekali.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kebisingan di area Rumah Pompa PT. XYZ sangat bervariasi, dengan tingkat kebisingan antara 62,6 dB hingga 86,56 dB. Dengan menggunakan perangkat lunak *Golden Surfer 23*, penulis berhasil memetakan empat zona kebisingan yang berbeda. Titik dengan kebisingan tertinggi, yaitu 86,56 dB, ditemukan dekat dengan pompa yang sedang beroperasi. Analisis NIOSH menunjukkan bahwa durasi paparan aman di titik tersebut terbatas hanya 5,58 jam, jauh di bawah *shift* kerja normal 8 jam, sehingga perlu ada tindakan untuk mengurangi kebisingan. Penelitian ini juga mengidentifikasi Diagram *Fishbone* dengan lima faktor utama yang mempengaruhi tingkat kebisingan, yaitu manusia, mesin, peralatan, lingkungan, dan metode. Rekomendasi dari penelitian ini mencakup perawatan mesin secara rutin, pemakaian wajib APD atau alat pelindung diri, dan pemanfaatan vegetasi alami untuk mewujudkan lingkungan kerja lebih aman dan sehat sesuai dengan standar Permenaker No.5 Tahun 2018.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menghaturkan rasa terimakasih kepada civitas akademika Universitas Sriwijaya dan pihak perusahaan atas segala dukungan, dedikasi, dan sinergi yang telah terjalin selama ini sehingga artikel ini bisa diselesaikan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, R., & Anggraini, F. J. (2022). Intensitas Bising dan Pemetaan Kebisingan dengan Surfer 13 di Lingkungan Kerja PT Hok Tong Jambi. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 6(3), 197–207.
- Aliyah, Q. R., & Cahyadi, B. (2022). Pemetaan Tingkat Kebisingan Pada Bengkel Pipa Dan Mess Karyawan I Dengan Metode Peta Kontur. *Prosiding Semnastek*.
- Amnur, M. A. (2020). *Pengukuran dan Analisis Intensitas Kebisingan di Area Produksi PT. Sinar Sanata Electronic Industry Medan*. Universitas Medan Area.
- Anggraini, D. R., Fitrianiingsih, Y., & Akbar, A. A. (2020). Analisis Tingkat Kebisingan dan Persebarannya Menggunakan Metode Noise Mapping Pada PLTD Siantan, Kalimantan Barat. *JURLIS: Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura*, 2(2), 11–20.
- Hamidun, M. S., Baderan, D. W. K., & Malle, M. (2021). Efektivitas Penyerapan Kebisingan oleh Jenis Pohon Pelindung Jalan di Provinsi Gorontalo. *JURNAL ILMU LINGKUNGAN*, 19 (3), 661–669.
- Hartati, R., Marlinda, M., & Abdillah, P. (2021). Pengukuran Tingkat Kebisingan Laboratorium pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Daroy Kota Banda Aceh. *Jurnal Optimalisasi*, 7(1), 84–91.
- Hidayat, S., Aswin, B., & Syukri, M. (2024). Analisis Upaya Pengendalian Bahaya Kebisingan Kerja dengan Pendekatan Hirarki Pengendalian di Area Produksi Basah PT. Hok Tong Jambi Tahun 2023. *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 9(1), 118–130.
- Isliko, V., Budiharti, N., & Adriantantri, E. (2022). Analisa Kebisingan Peralatan Pabrik Dalam Upaya Meningkatkan Kesehatan Keselamatan Kerja Dan Meningkatkan Kinerja Karyawan. *Jurnal Valtech*, 5(1), 101–106.
- Mahadar, A. S., & Razali, R. (2020). Pengaruh Variasi Material Peredam Terhadap Getaran yang dihasilkan Genset 27 Kva di Galangan Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis. *INOVTEK-SERI MESIN*, 1(1).
- Mahardika, S. C., Hidayat, H., & Rizqi, A. W. (2024). Analisis Kebisingan Unit Urea Plant I

- (A) PT Petrokimia Gresik Menggunakan Metode Noise Mapping Dan Niosh. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(3), 774–782.
- Mahadar, A. S., & Razali, R. (2020). Pengaruh Variasi Material Peredam Terhadap Getaran yang dihasilkan Genset 27 Kva di Galangan Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis. *INOVTEK-SERI MESIN*, 1(1).
- Marfuah, R., & Handayani, E. D. (2022). Noise Risk Assessment Using Noise Mapping Analysis Method and Noise Control at a Steel Company in Cilegon. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 11(1), 103–114.
- Nugroho, G. A. (2023). Perawatan Pompa Feed Sentrifugal Multi Stage Di Unit Boiler: Maintenance Of Multi Stage Centrifugal Feed Pumps In The Boiler Unit. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi Migaszoom*, 5(2), 109–118.
- Pahlevi, A., & Emra, D. (2020). Perbaikan Tingkat Kebisingan Kerja Pada Area Produksi Pt. Bumi Karya Saranamas. *Jurnal Baut Dan Manufaktur: Jurnal Keilmuan Teknik Mesin Dan Teknik Industri*, 2(02), 1–7.
- Ramadhani, S. R., & Widyaningrum, D. (2023). Noise Level of Factory Area Department IB PT Petrokimia Gresik Using Noise Mapping Method and Niosh. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4).
- Sasmita, A., & Osmeiri, B. (2021). Pemetaan Tingkat Kebisingan Dan Analisis Waktu Pemaparan Maksimum Pada Industri Pengolahan Karet. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 6(1), 35–48.
- Sasmita, A., Reza, M., & Rozi, R. M. (2021). Pemetaan dan Perhitungan Pemaparan Tingkat Kebisingan pada Industri Pengolahan Kayu di Kecamatan Siak, Provinsi Riau. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 68–76.
- Silviana, N. A., Siregar, N., Banjarnahor, M., & Munte, S. (2021). Pengukuran dan pemetaan tingkat kebisingan pada area produksi. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 5(2), 161–166.
- SNI 8427: 2017 Tentang Pengukuran Tingkat Kebisingan Lingkungan. (2017). *Standar Nasional Indonesia*, 1–15.
- Tarwaka, S., & Sudiajeng, L. (2016). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta: Uniba Press.
- Vergiansyah, R. C., & Siregar, I. H. (2019). Karakteristik Pompa Sentrifugal Dengan Bilah Beralur Dalam Tipe Semi Tertutup. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(3).