

**ANALISIS INTENSITAS KEBISINGAN DAN PEMETAAN KEBISINGAN
DI LINGKUNGAN KERJA DI PT PLN NUSANTARA POWER UNIT
PEMBANGKIT SEBALANG**

(Skripsi)

Oleh

**ALDI NAUFANDI
NPM 2117041075**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

ANALISIS INTENSITAS KEBISINGAN DAN PEMETAAN KEBISINGAN DI LINGKUNGAN KERJA DI PT PLN NUSANTARA POWER UNIT PEMBANGKIT SEBALANG

Oleh

Aldi Naufandi

Kebisingan merupakan semua bunyi yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat proses produksi dan alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan pada para pekerja terutama gangguan terhadap pendengaran. Penelitian ini dilakukan di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat intensitas kebisingan di PLTU Sebalang, Kontur kebisingan di lingkungan kerja PLTU Sebalang dan untuk mengetahui waktu paparan maksimum yang bisa diterima para pekerja. Peralatan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah *Sound Level meter*, *Tripod*, Meteran, Alat tulis dan *Software Golden Surfer*. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pada titik (3,7) pada pengukuran merupakan tingkat intensitas kebisingan tertinggi dengan 89 decibel (dB) dengan waktu paparan maksimum sebesar 3 jam/hari, dan untuk tingkat kebisingan terendah berada pada titik (2,1) dengan intensitas kebisingan sebesar 52 (dB) tanpa Alat Pelindung Diri (APD), setelah menggunakan APD maka pada tingkat kebisingan tertinggi dengan dikurangi reduksi dari *earmuff* jenis *MCA 1272*, dengan tingkat reduksi dari *earmuff* sebesar 25 dB menjadi 64 (dB). Dan pemetaan sebaran kebisingan menggunakan *Software Golden Surfer* agar dapat diketahui dimana titik-titik intensitas kebisingan tertinggi dan terendah. Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi tentang peta sebaran kebisingan pada area kerja di lingkungan kerja PLTU Sebalang, Sebagai upaya mengantisipasi kebisingan terhadap kesehatan para pekerja.

Kata kunci: PLTU, Kebisingan, Kontur dan K3

ABSTRACT

ANALYSIS OF NOISE INTENSITY AND NOISE MAPPING IN THE WORKING ENVIRONMENT OF PT PLN NUSANTARA POWER SEBALANG POWER PLANT UNIT

By

ALDI NAUFANDI

Noise is defined as any unwanted sound originating from production process equipment and work tools which, at certain levels, can cause adverse effects on workers' health, particularly hearing impairment. This study was conducted at PT PLN Nusantara Power, Sebalang Power Plant Unit. The objectives of this study are to determine the noise intensity levels at the Sebalang Power Plant, to analyzing the noise contour distribution within the working environment, and to identify the maximum allowable noise exposure time for workers. The equipment used in this study consisted of a sound level meter, tripod, measuring tape, stationery, and Golden Surfer software. The results of the study indicate that the highest noise intensity level was recorded at point (3,7), with a value of 89 decibels (dB), corresponding to a maximum allowable exposure time of 3 hours per day. Meanwhile, the lowest noise intensity level was observed at point (2,1), with a value of 52 dB without the use of personal protective equipment (PPE). After the application of PPE, specifically MCA 1272 earmuffs with a noise reduction rating of 25 dB, the highest noise level was reduced to 64 dB. Noise distribution mapping was conducted using Golden Surfer software to identify locations with the highest and lowest noise intensity levels. The results of this study provide recommendations in the form of a noise contour map for the working areas at the Sebalang Power Plant as an effort to anticipate and mitigate the impact of noise on workers' health.

Keywords: PLTU, Noise, Mapping, Occupational Health and Safety (OHS).

**ANALISIS INTENSITAS KEBISINGAN DAN PEMETAAN KEBISINGAN
DI LINGKUNGAN KERJA DI PT PLN NUSANTARA POWER UNIT
PEMBANGKIT SEBALANG**

Oleh

ALDI NAUFANDI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

SARJANA SAINS

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

Judul Penelitian : Analisis Intensitas Kebisingan Dan Pemetaan
Kebisingan Di Lingkungan Kerja PT PLN Nusantara
Power Unit Pembangkit Sebalang

Nama Mahasiswa : Aldi Naufandi

NPM : 2117041075

Jurusan : Fisika

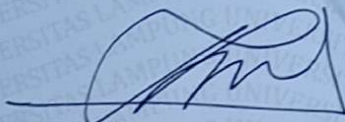
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



Drs. Amir Supriyanto, M.Si.

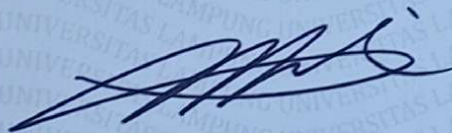
NIP. 19650407199111101



Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si

NIP. 197512192000122003

2. Plt. Ketua Jurusan Fisika FMIPA



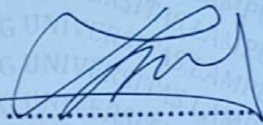
Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc.

NIP. 198206182008121001

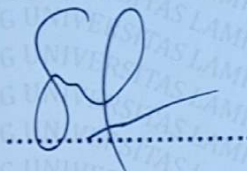
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

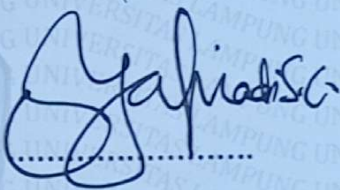
Ketua : Drs. Amir Supriyanto, M.Si.



Sekretaris : Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si



Penguji Bukan Pembimbing : Drs. Syafriadi, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 03 Februari 2026

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis mengacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi dan bertanggung jawab sebatas dengan pemaparan dari skripsi ini.

Bandar Lampung, 10 Februari 2026

Yang Menyatakan



Aldi Naufandi
NPM. 2117041075

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Aldi Naufandi, lahir di Desa Way Sindi, Kec. Karya Penggawa, Kab. Pesisir Barat pada tanggal 27 Juni 2003. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Yanuar Efendi dan Ibu Sumyati. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 1 Way Sindi pada tahun 2015, Untuk Jenjang Sekolah Menengah Pertama penulis menempuh pendidikan di SMPN 2 Pesisir Tengah pada tahun 2018 dan untuk jenjang Sekolah Menengah Atas penulis menempuh pendidikan di SMAN 1 Pesisir Tengah pada tahun 2021.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Lampung melalui SBMPTN tahun 2021. Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis sempat aktif tergabung pada organisasi kemahasiswaan. Pada tahun 2021. penulis menjadi anggota pengurus bidang Dana dan usaha (Danus), Himpunan Mahasiswa Fisika FMIPA Unila. Selain itu, diluar kampus penulis juga sempat mengikuti diberbagai komunitas dan organisasi seperti Ikatan Pelajar Nahdlatul Ulama (IPNU) menjadi anggota kepengurusan pada tahun 2022. Penulis juga memiliki berbagai pengalaman kerja, antara lain Praktik Kerja Lapangan di PLN Nusantara Power Unit Pelaksana Pembangkitan Sebalang, Lampung Selatan, Lampung, dari 3 Januari hingga 3 Februari 2024. Penulis melakukan pengabdian terhadap masyarakat dengan mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode II tahun 2024 di Desa Tanjung Harapan, Kecamatan Marga Tiga, Kabupaten Lampung Timur.

MOTTO

*“La tahzan innallaha ma'ana, Janganlah engkau bersedih,
sesungguhnya Allah bersama kita”*
(Q.S. At-Taubah: 40)

*“Keberhasilan bukan milik orang pintar, tetapi milik mereka
yang tidak pernah menyerah”*
(Albert Einstein)

*“Idealisme adalah kemewahan terakhir yang hanya dimiliki
oleh pemuda”*
(Tan Malaka)

“Berdirilah Di Atas Kakimu Sendiri”
(Aldi Naufandi)

You'II Never Walk Alone
(Liverpool FC)

*“Perbanyak bersyukur dengan apa yang kita punya
sekarang, karena dengan kita bersyukur insyaallah
Allah SWT. akan menambahkan kenikmatan dan rezeki-
Nya buat kita”*



PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur kepada Allah SWT dan syafaat dari baginda Nabi Muhammad SAW, karya ini kupersembahkan untuk.

Orangtuaku Tercinta

Bapak Yanuar Efendi dan Ibu Sumyati

Terimakasih atas segala kasih dan sayang serta dukungan baik materi atau non materi yang telah diberikan kepada anakmu ini. Dan terimakasih telah membesarkan, mendidik dan menguatkan aku sampai detik ini semoga anakmu ini bisa membanggakan kalian berdua Terimakasih mak bak.

KATA PENGANTAR

Segala puji atas rasa syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, sehat dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis. Sehingga, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Analisis Intensitas Kebisingan dan Pemetaan Kebisingan di Lingkungan Kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang**”. Shalawat serta salam penulis hanturkan kepada suri tauladan Nabiyyina Wahabibina Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya. Semoga kita semua dapat memperoleh syafaat beliau di hari akhir kelak. Tujuan dari penulis skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyajian skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak untuk perbaikan dari skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat menjadi penambah referensi dan rujukan terhadap pengembangan riset dalam intensitas kebisingan serta pemetaan kebisingan di PLTU Sebalang.

Bandar Lampung, 10 Februari 2026

Penulis

Aldi Naufandi
NPM. 2117041075

SANWACANA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbilalamin. Segala puji kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayat serta karunia-Nya dan tak lupa iringan sholawat senantiasa kita sanjung agungkan kepada Rasulullah Muhammad SAW., yang insya Allah kita akan mendapatkan syafaatnya diyaumul akhir kelak. Sehingga dalam pengerjaan, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan yang judul **“Analisis Intensitas Kebisingan dan Pemetaan Kebisingan dilingkungan Kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang”**. Penulis menyadari penulisan skripsi ini dapat tersusun dan terselesaikan dengan adanya bantuan, motivasi dan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan saran, masukan, bimbingan, motivasi, semangat dan dukungan selama pengerjaan skripsi kepada penulis.
2. Ibu Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberikan saran, masukan, bimbingan, motivasi, semangat dan dukungan penuh dari awal perkuliahan hingga pengerjaan skripsi kepada penulis.
3. Bapak Drs. Syafriadi, M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan arahan, kritik dan saran yang membangun selama pengerjaan skripsi kepada penulis.
4. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng., (Alm) selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.

5. Ibu Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan saran, arahan dan masukan kepada penulis selama perkuliahan.
6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta staf Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman dan motivasi kepada penulis selama perkuliahan.
8. Karyawan PLTU Sebalang Lampung, Bapak Akbar, Bapak Pras, Mas Aji, Ibu Rifka, ibu Dinda, Bapak Rido, Bapak Yudi, Bapak Rahmat, dan seluruh staf karyawan PLTU Tarahan Lampung yang telah membantu dan memberikan dukungan penuh selama pengerjaan skripsi kepada penulis.
9. Bapak Yanuar Efendi dan Ibu Sumyati. Terimakasih banyak bapak ibu yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan penuh kepada anakmu tercinta ini dari kecil hingga saat ini.
10. Kakek-Nenek penulis, Kakek Alm Yurdo, Nenek Almh Sapinawati yang telah memberikan kasih sayang yang melimpah, dukungan, semangat dan doa yang tulus bagi penulis dari kecil hingga saat ini.
11. Kakakku Anisa Fitri, Dan Adek-adekku Farma Dinata dan Gita Efrian yang telah memberikan semangat, doa, dukungan dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan sampai pengerjaan skripsi aku sayang kalian I Love You Saudara-Saudaraku.
12. Teman sekaligus partner penulis, yaitu Annisa Dwi Utama yang telah memberikan semangat, motivasi, dan dukungan penuh selama pengerjaan skripsi kepada penulis.
13. Teman-Teman Seperjuangan Tata, Agung, Akbar J, Akbar R, Bagas, Jul, Noval, Adit, Vino, Ela, Nisa, serta teman teman lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu terimakasih telah memberikan saran dan semangat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
14. Teman-teman Arwana 32 dan Seluruh teman-teman Jurusan Fisika Angkatan 2021 yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih selalu memberikan semangat dan dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini mampu dijadikan sebagai referensi yang bermanfaat. Semoga Allah SWT. selalu memberikan rezeki serta karunia-Nya. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bandar Lampung, 10 Februari 2026

Penulis

Aldi Naufandi
NPM. 2117041075

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	7
2.2 Bunyi.....	10
2.3 Intensitas Kebisingan.....	11
2.4 Jenis-jenis Kebisingan	12
2.5 Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan	13
2.6 Pengaruh Intensitas Kebisingan.....	15
2.7 Pengukuran Intensitas Kebisingan.....	18
2.8 Pengendalian Kebisingan	21
2.9 Pengaruh Paparan Kebisingan Terhadap Stres Kerja	22
2.10 Pemetaan Kebisingan Dengan <i>Software Golden Surfer</i>	23
2.11 Pengendalian Kebisingan Dengan <i>Software Golden Surfer</i>	24
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	26
3.2 Instrumen Penelitian	26
3.3 Diagram Alir Penelitian	28
3.4 Pengumpulan Data.....	29
3.4.1 Survei Pendahuluan.....	29
3.4.2 Penentuan Titik Pengukuran	30
3.4.3 Pengukuran Tingkat Intensitas Kebisingan.....	31

3.5 Teknik Analisis Data	31
3.5.1 Perhitungan Hasil Pengukuran	32
3.5.2 Pemetaan Kebisingan Dengan <i>Software Golden Surfer</i>	32
3.5.3 Perhitungan Waktu Maksimum Paparan Kebisingan	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Tingkat Kebisingan Di PT PLN NP UP Sebalang	39
4.2 Pemetaan Kebisingan dengan <i>software Golden Surfer</i> Di PT PLN NP UP Sebalang	45
4.3 Perhitungan Waktu Maksimum Paparan Kebisingan	48
4.4 Upaya Meminimalisir Kebisingan	54
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	57
5.2 Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Prinsip Kerja PLTU	7
2. Diagram T-s Siklus <i>Rankine</i> Ideal.....	8
3. <i>Sound Level Meter</i>	26
4. <i>Tripod</i>	26
5. <i>Stopwatch</i>	26
6. <i>Software Golden Surfer</i>	26
7. Meteran	26
8. Alat Tulis.....	26
9. Diagram Alir Penelitian	27
10. Titik-titik Lokasi Pengukuran	30
11. Tampilan Awal <i>Software Golden Surfer</i>	32
12. Langkah Kedua Mengoperasikan <i>Software Golden Surfer</i>	32
13. Langkah Ketiga Mengoperasikan <i>Software Golden Surfer</i>	32
14. Langkah keempat Mengoperasikan <i>Software Golden Surfer</i>	33
15. Langkah kelima Mengoperasikan <i>Software Golden Surfer</i>	33
16. Langkah Keenam Mengoperasikan <i>Software Golden Surfer</i>	34
17. Langkah Ketujuh Mengoperasikan <i>Software Golden Surfer</i>	34
18. Grafik Intensitas kebisingan Dan NAB Titik (0,0) – (0,15)	39
19. Grafik Intensitas kebisingan Dan NAB Titik (1,0) – (1,15)	40
20. Grafik Intensitas kebisingan Dan NAB Titik (2,0) – (2,15)	41
21. Grafik Intensitas kebisingan Dan NAB Titik (3,0) – (3,15)	42
22. Grafik Intensitas kebisingan Dan NAB Titik (4,0) – (4,15)	43
23. Grafik Intensitas kebisingan Dan NAB Titik (5,0) – (5,15)	44
24. Grafik Intensitas kebisingan Dan NAB Titik (6,0) – (6,15)	45
25. Peta Sebaran Kebisingan.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan Menurut <i>National for Occupational Safety and Health</i> (NIOSH Tahun 1998)	13
2. Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018.....	14
3. t_{maks} Untuk Berbagai-bagai Tingkat Kebisingan	15
4. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	25
5. Alat Penelitian.....	26
6. Perhitungann Data pada Titik (0,0).....	38
7. Waktu Maksimum Paparan Tanpa APD dibawah 24 jam/hari.....	53
8. Waktu Paparan Maksimum Kebisingan Menggunakan APD	54

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini sektor industri mengalami kemajuan yang sangat pesat, Hal ini dapat kita lihat semakin banyaknya industri yang didirikan peningkatan jumlah tenaga kerja dan juga penerapan teknologi yang, semakin canggih. Tetapi sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang diterapkan pada sektor industri masih lemah dan berpengaruh pada kesehatan tenaga kerja. Keselamatan dan kesehatan kerja adalah suatu ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam usaha mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Keselamatan dan kesehatan Kerja (K3) tidak dapat dipisahkan dengan proses produksi baik jasa maupun industri. Kesehatan kerja adalah kesehatan dan penerapannya yang bertujuan mewujudkan tenaga kerja sehat, produktif dalam bekerja, berada dalam keseimbangan yang mantap antara kapasitas kerja, beban kerja dan keadaan lingkungan kerja, serta terlindung dari penyakit yang disebabkan oleh faktor-faktor pekerjaan dan lingkungan kerja. (Mur, 2009).

PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Sebalang adalah salah satu Unit (Unit Pelaksana) sebagai hasil reorganisasi Unit Pelaksana Pembangkitan Tarahan pada tahun 2015 dalam rangka meningkatkan kinerja dan keandalan pengoperasian dan pemeliharaan pembangkitan serta mulai beroperasinya PLTU Sebalang 2x100 MW di wilayah operasi PT PLN Nusantara Power Unit Pelaksana Pembangkitan Tarahan. Pembentukan PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Sebalang berdasarkan Peraturan Direksi PT PLN Nomor 0234.K/DIR/2015 tanggal 08 Desember 2015 merupakan langkah penataan kembali PT PLN Nusantara Power untuk meningkatkan efektivitas organisasi dalam upaya peningkatan kinerja dan pelayanan kepada pelanggan.

PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Sebalang memiliki PLTU dengan kapasitas daya terpasang sebesar 2x100 MW yang berlokasi di Jl. Lintas Sumatera KM 22, Dusun Sebalang, Desa Tarahan, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan. Pembangunan PLTU ini merupakan pelaksanaan dari Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2006 tentang penugasan kepada PT PLN Nusantara Power untuk melakukan percepatan pembangunan proyek pembangkit listrik yang menggunakan batubara. PLTU Sebalang memanfaatkan batubara berkalori rendah (*Low Rank Coal*) dengan nilai kalor sebesar 3700-4300 kcal/kg dan bahan tambahan menggunakan batu kapur (*limestone*) yang berfungsi untuk mengontrol emisi gas buang sehingga udara pembakaran PLTU ramah lingkungan. Energi listrik yang dihasilkan dari PLTU Sebalang disalurkan melalui jaringan transmisi T/L 150 kV Gardu Induk (GI) Kalianda dan GI New Tarahan.

Berkembangnya industrialisasi pada berbagai sektor menuntut adanya penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang mendukung proses produksi. Pada sektor industri, mesin yang sangat sederhana sampai berbasis teknologi tinggi mulai digunakan untuk mempermudah pekerjaan (Tarwaka, 2015). Penggunaan mesin yang semakin intensif dapat menimbulkan efek samping berupa faktor fisik seperti kebisingan, getaran, radiasi, penerangan, suhu, dan tekanan udara ekstrem. Hal ini berakibat buruk pada pekerjaan dan lingkungan kerja karena tidak lagi memenuhi syarat kesehatan (Soeripto, 2008). Standar dan persyaratan kesehatan lingkungan kerja industri yang terdiri atas nilai ambang batas, indikator pajanan biologi dan persyaratan lain harus dipenuhi karena lingkungan kerja industri yang tidak sehat dapat menurunkan kinerja dan produksi yang secara bersamaan meningkatkan risiko gangguan kesehatan maupun penyakit akibat kerja terhadap pekerja (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2016). Salah satu potensi bahaya dari faktor fisik di lingkungan kerja yang kemungkinan terjadi akibat adanya proses produksi dan alat kerja pada industri adalah kebisingan. Kebisingan merupakan semua bunyi yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat proses produksi dan alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran menurut (Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia, 2018). Batasan pajanan terhadap kebisingan ditetapkan nilai ambang batas sebesar 85 dB selama 8 jam/hari (*International Labour Organization*, 2013).

Faktor-faktor yang mempengaruhi lingkungan kerja seperti faktor fisik, faktor kimia, faktor biologi, dan faktor psikologis. Semua faktor tersebut dapat menimbulkan gangguan terhadap suasana kerja dan berpengaruh terhadap kesehatan dan keselamatan tenaga kerja.

Menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 faktor fisik adalah faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas tenaga kerja yang bersifat fisika, disebabkan oleh penggunaan mesin, peralatan, bahan, kondisi lingkungan di sekitar. Faktor fisik di tempat kerja yang dapat menyebabkan gangguan dan penyakit akibat kerja pada tenaga kerja, meliputi iklim kerja, kebisingan, getaran, radiasi gelombang mikro, radiasi ultra ungu (*ultra violet*) radiasi medan magnet statis, tekanan, udara dan pencahayaan. Diantara beberapa faktor fisik yang salah satunya adalah kebisingan.

Tingginya tingkat kebisingan, tentunya akan meningkatkan risiko paparan suara terhadap pekerja sehingga juga akan meningkatkan risiko bahaya bising terhadap keselamatan dan kesehatan para pekerja. Menurut penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nofirza dan Sepriantoni (2015) yang berjudul “Analisa Intensitas Kebisingan dengan Pendekatan Pola Sebaran Pemetaan Kebisingan di PT Ricry Pekanbaru”, didapatkan hasil bahwa suara bising yang ditimbulkan dari kegiatan produksi crumb rubber di PT Ricry Pekanbaru yang ditimbulkan dari mesin-mesin produksi berkisar antara 83 dBA – 100 dBA sehingga berpotensi menimbulkan gangguan terhadap pekerja dalam bekerja. Gangguan yang timbul seperti rasa pusing, cepat lelah saat bekerja, dan gangguan komunikasi. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Chusna *et al.*, 2017) salah satu gangguan yang diakibatkan oleh kebisingan yaitu gangguan pendengaran. Intensitas kebisingan yang berkisar antara 76,3 – 98,1 dBA (>85 dBA) dengan waktu paparan yang diterima pekerja di PT Pura Barutama Kudus dapat mengakibatkan terjadinya penurunan daya pendengaran seperti mengakibatkan ketulian.

Kebisingan yang dihasilkan dari proses produksi PT PLN NP UP Sebalang juga akan menimbulkan potensi bahaya bising sehingga berdampak terhadap kesehatan pekerja apabila terpapar kebisingan secara terus-menerus sehingga mendorong dilakukannya upaya pengendalian kebisingan oleh PT PLN NP UP Sebalang. Upaya

Pengendalian yang dilakukan PT PLN NP UP Sebalang berupa penanaman pohon di halaman kantor, isolasi kamar mesin dan penggunaan wajib *earplug* atau *earmuff* terhadap pekerja. Namun hal ini dapat mengurangi paparan kebisingan di lingkungan kerja dan masih banyaknya pekerja yang belum memiliki kesadaran terhadap pentingnya penggunaan *earplug* dan *earmuff* pada saat bekerja.

Paparan akibat bising akan semakin berbahaya untuk para pekerja dikarenakan belum tersedianya informasi mengenai tingkat kebisingan di PT PLN NP UP Sebalang sehingga akan menyebabkan pekerja kesulitan untuk mengetahui tingkat kebisingan di lingkungan kerja PT PLN NP UP Sebalang. Supaya mempermudah pekerja mengetahui informasi tingkat kebisingan di lingkungan kerja maka perlu dilakukan pembuatan peta kebisingan. *Noise mapping* atau peta bising merupakan suatu sketsa yang sangat rinci yang mampu memberikan gambaran terhadap letak sebenarnya dari semua titik sampling kebisingan yang dilakukan (Rizannur *et al.*, 2016). Pembuatan peta nilai kebisingan di area kerja berguna untuk memberikan informasi secara visual terkait area-area lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan risiko kebisingan yang tinggi sehingga mampu melindungi pekerja dari bahaya kebisingan (Anggraini *et al.*, 2019).

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui intensitas bising dan membuat Kontur nilai kebisingan di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang dengan bantuan *Software Golden Surfer*. Pengukuran intensitas bising yang dilakukan di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang ini tidak hanya pada area produksi yang menghasilkan kebisingan yang tinggi, namun dilakukan juga pengukuran tingkat kebisingan seperti di area halaman kantor dan pintu masuk pabrik sehingga dapat diketahui tingkat kebisingan di setiap lokasi PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang. Dalam penelitian ini, peta kebisingan diharapkan dapat memberikan gambaran sebaran tingkat kebisingan di lingkungan kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang. Oleh sebab itu berdasarkan uraian latar belakang, maka penelitian ini berjudul “Intensitas Kebisingan dan Pemetaan Kebisingan di Lingkungan Kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana intensitas kebisingan yang ada dilingkungan kerja di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang?
2. Bagaimana kontur kebisingan di PT. PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang?
3. Bagaimana waktu maksimum paparan kebisingan yang bisa diterima oleh pekerja dilingkungan kerja di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui intensitas kebisingan yang ada dilingkungan kerja di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang.
2. Mengetahui Kontur kebisingan dilingkungan kerja di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang.
3. Mengetahui waktu maksimum paparan kebisingan yang bisa diterima pekerja dilingkungan kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang berdasarkan SNI dan NIOSH.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang keselamatan dan kesehatan kerja (K3), khususnya terkait kajian kebisingan lingkungan kerja industri pembangkit listrik. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengukuran, pemetaan, dan mengantisipasi kebisingan di lingkungan industri.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Perusahaan
 Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi kondisi

kebisingan di lingkungan kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang, sehingga dapat menjadi dasar dalam perencanaan upaya mengantisipasi kebisingan guna memenuhi standar kesehatan dan keselamatann kerja (K3).

b. Bagi Pekerja

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tingkat kebisingan yang terjadi di area kerja, sehingga dapat meningkatkan kesadaran manajemen perusahaan terhadap potensi risiko kebisingan dan pentingnya penggunaan alat pelindung diri (APD) dan jam kerja sesuai dengan standar SNI dan NIOSH.

c. Bagi Akademis dan Peneliti

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran dan referensi bagi peneliti selanjutnya, maupun peneliti dalam melakukan studi serupa, khususnya terkait metode pengukuran dan pemetaan kebisingan lingkungan kerja industri.

1.5 Batasan Masalah

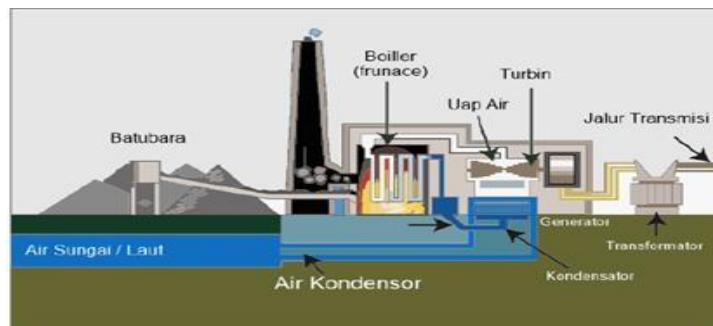
Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran kebisingan hanya dilakukan pada siang hari dan Pengukuran intensitas bising hanya dilakukan satu kali pengukuran selama 30 detik dengan pembacaan per 1 detik pada setiap titik sampling.
2. Pengukuran intensitas kebisingan ini hanya dilakukan di area lingkungan kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang.
3. Pemetaan kebisingan menggunakan *sound level meter* dan *software Golden surfer*.
4. Pada penelitian ini hanya menggunakan meteran, alat tulis, tripod, dan *handphone* sebagai alat pendukung pada saat pengukuran.
5. Penelitian ini hanya menggunakan metode Survei lapangan atau observasi
5. dan study literatur sebelum melakukan peroses pengambilan data guna
5. mengetahui letak dan kondisi lapangan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

PLTU adalah jenis pembangkit listrik yang menggunakan uap kering untuk memutar sudu-sudu turbin sebagai alat penggerakannya. Pembangkit listrik semacam ini pada dasarnya berfungsi sebagai pembangkit listrik yang sejajar dengan turbin yang digerakkan oleh energi kinetik dari uap panas dan kering. Pembangkit listrik tenaga uap membakar sejumlah bahan bakar, termasuk batubara, bahan bakar minyak, bahan bakar utama (MFO), solar, dan diesel kecepatan tinggi (HSD), awalnya dimulai dengan udara panas terkompresi (Syahputra, 2020). Adapun prinsip kerja PLTU dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Prinsip Kerja PLTU (Yuniarti & Aji, 2019)

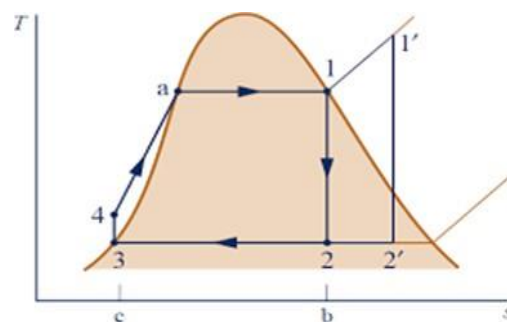
PLTU merupakan pembangkit listrik yang menggunakan energi kinetik dari uap air untuk menghasilkan energi listrik. PLTU menggunakan siklus *rankine* yaitu siklus termodinamika yang mengubah panas menjadi kerja dalam proses operasinya. Siklus konversi energi dalam operasi PLTU, yaitu (Yuniarti & Aji, 2019):

1. Konversi energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas dalam bentuk uap bertemperatur dan bertekanan tinggi terjadi pada boiler.
2. Konversi energi panas menjadi energi mekanik untuk memutar generator terjadi pada turbin.

3. Konversi energi mekanik menjadi energi listrik terjadi pada generator.

Berdasarkan **Gambar 1** menunjukkan bahwa PLTU bekerja dengan siklus air tertutup atau biasa disebut dengan siklus *rankine*. Siklus *rankine* merupakan siklus air yang digunakan secara berulang-ulang. Siklus kerja dari PLTU jika dideskripsikan adalah sebagai berikut (Yuniarti & Aji, 2019):

1. Air dimasukkan ke dalam boiler.
2. Campuran antara bahan bakar dan udara akan memanaskan air di dalam boiler hingga menjadi uap.
3. Uap yang dihasilkan oleh boiler masuk ke dalam sudut-sudut turbin kemudian memutar turbin. Turbin memiliki satu poros dengan generator, sehingga dengan berputarnya turbin maka generator sudah menghasilkan energi listrik.
4. Uap yang telah melewati turbin kemudian di dinginkan di dalam kondensator, tujuan untuk mendinginkan uap adalah agar uap berubah wujud kembali menjadi air. Proses kondensasi dibantu oleh aliran air baik dari *cooling tower* maupun air yang bisa didapatkan secara langsung dari lingkungan seperti laut.
5. Setelah uap air berubah menjadi cair, air akan di sirkulasi kembali kedalam boiler dengan bantuan pompa air.



Gambar 2. Diagram T-s Siklus *Rankine* (Saidah & Sinaga, 2023)

Siklus *rankine* merupakan siklus teoritis yang paling sederhana pada siklus ini menggunakan fluida kerja yaitu air dengan prinsip kerja mengubah panas uap menjadi kerja mekanik. Berdasarkan **Gambar 2** diketahui bahwa fluida kerja mengalami serangkaian perubahan internal yang meliputi perubahan tekanan maupun perubahan wujud yaitu (Saidah & Sinaga, 2023):

- a. Proses 1-2 adalah ekspansi reversibel adiabatik yang melalui turbin. Uap keluar dari turbin pada kondisi 2 biasanya memiliki dua fase. Proses ini adalah proses ekstraksi turbin menuju kondensor.
- b. Proses 2-3 adalah pembuangan panas didalam kondensor pada temperatur dan tekanan yang konstan, selama proses ini fluida kerja dalam keadaan campuran dua fase.
- c. Proses 3-4 adalah proses reversibel adiabatik pada pompa. Fluida kerja di pompa dari tekanan kondensat pada kondisi 3 ke cairan sub dingin pada tekanan pembangkit uap hingga mencapai kondisi 4. Garis 3-4 vertikal dalam diagram T-s dikarenakan fluida secara esensial adalah tidak mampat dan pemompaan dilakukan secara reversibel adiabatik. Proses ini adalah proses pemompaan fluida kondensat menuju boiler untuk kemudian dipanaskan.
- d. Proses 4-1 adalah pemasukan panas pada tekanan yang konstan dalam pembangkit uap, pemasukan panas terjadi sebelum masuk ke dalam boiler. Garis 4-A-1 adalah garis tekanan konstan.
- e. Proses 4-A menunjukkan perubahan cairan sub dingin pada kondisi 4 menjadi uap jenuh pada kondisi A. Proses 4-A dalam pembangkit uap disebut dengan ekonomiser.
- f. Proses A-1 adalah pemanasan fase cair jenuh ke fase uap jenuh pada tekanan dan temperatur yang konstan dimana pada proses ini fluida kerja masih berada dalam keadaan campuran dua fase, dan proses A-1 dalam pembangkit uap disebut dengan boiler.
- g. Proses 1-1 dalam siklus *superheat*, menunjukkan pemanasan uap jenuh pada kondisi 1 ke kondisi . Pada kondisi 1 dalam pembangkit uap disebut dengan *superheater* atau pemanas lanjut.

Batubara digunakan sebagai sumber energi utama atau bahan bakar utama pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), yang memanaskan air dan menghasilkan uap, yang kemudian digunakan untuk memutar sudu-sudu turbin. Seperti bahan bakar fosil lainnya, ketika batubara dibakar, abu dan asap tercipta selain energi yang dilepaskan sebagai panas. Polutan dari pembangkit listrik tenaga batubara adalah sumber debu dan asap ini. Kontaminan utama yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga batubara diantaranya yaitu hujan asam, efek rumah kaca, radon dan uranium

233. Selain itu, debu hasil pembakaran batubara mengandung zat berbahaya seperti logam berat seperti Pb, Hg, Ar, Ni, Se, dan lain-lain (Syahputra, 2020).

2.2 Bunyi

Bunyi dalam kehidupan sehari-hari sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Setiap hari, manusia dikelilingi oleh bunyi. Bunyi yang terdengar memberikan informasi tentang suatu kejadian terutama lokasinya tanpa manusia harus melihat. Terdapat berbagai bentuk dan intensitas bunyi yang bersifat menenangkan, mengganggu atau merusak. Bunyi muncul akibat adanya getaran pada suatu permukaan yang merambat ke media di sekitarnya seperti udara (Vridian, 2018). Bunyi merupakan serangkaian gelombang yang merambat dari suatu sumber getar sebagai akibat dari perubahan kerapatan dan tekanan. Selain itu, bunyi didefinisikan sebagai rangsangan yang diterima oleh telinga karena getaran melalui media elastis. Bunyi terjadi apabila bergerak merambat menjauhi sumber bunyi. Bunyi bergerak di udara dengan kecepatan ± 340 m/detik. Sedangkan di dalam baja, kecepatan bunyi 5000 m/detik. Sifat bunyi ditentukan oleh frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi adalah jumlah gelombang lengkap yang merambat per satuan waktu yang dinyatakan dalam getaran per detik (cps) atau dalam Hertz (Hz). Besarnya frekuensi akan menentukan nada suara.

Bunyi yang dapat didengar oleh manusia sangat terbatas yaitu terletak pada kisaran frekuensi antara 20–20.000 Hz. Frekuensi yang paling penting adalah center band frequency yaitu 250, 500, 1000, 2000, 4000, dan 5000 Hz (naik 1 oktaf) karena frekuensi 250–3000 Hz adalah frekuensi untuk percakapan dan frekuensi 4000 Hz adalah frekuensi yang paling peka ditangkap telinga. Ketulian akibat bising adalah terjadinya penurunan pendengaran pada frekuensi ini (Soeripto, 2008).

Bunyi menurut frekuensinya dapat dikategorikan menjadi dalam tiga rentang frekuensi sebagai berikut:

- a. *Infra sound*, bunyi dengan frekuensi < 20 Hz. Bunyi ini tidak dapat didengar oleh manusia karena frekuensi yang ada kurang dari ambang dengar manusia. Biasanya *infra sound* dapat didengar oleh lumba-lumba.
- b. *Audio sound*, bunyi dengan frekuensi antara 20–20.000 Hz. Bunyi ini dapat

didengar oleh manusia.

- c. *Ultra sound*, bunyi dengan frekuensi > 20.000 Hz. Bunyi ini tidak dapat didengar manusia karena frekuensi yang ada lebih dari ambang dengar manusia. Biasanya *ultra sound* dapat didengar oleh kelelawar.

Sedangkan, intensitas adalah besarnya tekanan (energi) yang dipancarkan oleh suatu sumber bunyi. Bunyi mengakibatkan perubahan kerapatan dan tekanan udara. Perbedaan tekanan udara sebelum dan sesudah dipengaruhi oleh bunyi disebut tekanan suara. Tingkat tekanan suara yaitu intensitas bunyi dinyatakan dengan satuan desibel (dB). Terdapat banyak sumber bunyi di tempat kerja seperti berbagai mesin pada proses produksi. Bergabungnya alat dan objek kerja pada proses produksi juga merupakan salah satu sumber bunyi (Vridian, 2018).

2.3 Intensitas Kebisingan

Suara ditempat kerja berubah menjadi salah satu bahaya kerja (*occupational hazard*) saat keberadaannya dirasakan mengganggu atau tidak diinginkan secara fisik (menyakitkan telinga pekerja) dan psikis (mengganggu konsentrasi dan kelancaran komunikasi) yang akan menjadi polutan bagi lingkungan, sehingga kebisingan didefinisikan sebagai polusi lingkungan yang disebabkan oleh suara (Sihar, 2005). Intensitas kebisingan diartikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia (Ridley, 2008). Intensitas kebisingan juga merupakan bunyi yang tidak dikehendaki yang merupakan aktivitas alam (bicara, pidato) dan buatan manusia atau bunyi mesin.

Kualitas suatu bunyi ditentukan oleh dua hal yaitu frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran perdetik (Hertz), telinga manusia mampu mendengar frekuensi antara 16-20.000 Hz. Intensitas atau arus energi persatuan luas biasanya dinyatakan dalam suatu logaritma yang disebut desibel, ditulis dBA atau dB(A) (Budiono, 2003). Menurut Tarwaka, dkk (2004), sumber kebisingan di perusahaan umumnya berasal dari mesin untuk proses dan alat lain yang digunakan untuk melakukan pekerjaan. Contoh beberapa sumber kebisingan di perusahaan baik dari dalam maupun dari luar perusahaan seperti:

1. Generator, mesin diesel untuk pembangkit listrik
2. Mesin produksi
3. Mesin potong, gergaji, serut di perusahaan-perusahaan kayu
4. Ketel uap dan boiler untuk pemanas air
5. Alat yang menimbulkan suara dan getaran seperti alat pertukangan
6. Kendaraan bermotor di jalan

2.4 Jenis-Jenis Kebisingan

Menurut (Mur, 2009) jenis kebisingan yang sering di temukan adalah:

1. Kebisingan menetap berkelanjutan tanpa putus-putus dengan spektrum frekuensi yang lebar (*steady state, wide band noise*), misalnya bising mesin, kipas angin, dan lain-lain.
2. Kebisingan menetap berkelanjutan dengan spektrum frekuensi yang tipis (*steady state, narrow band noise*), misal bising gergaji sirkuler, katup gas, dan lain-lain.
3. Kebisingan terputus-putus (*intermittent noise*), misalnya bising lalu lintas, suara kapal, pesawat terbang di bandara.
4. Kebisingan impulsif (*impact or impulsive noise*), misalnya bising pukulan palu, tembakan pistol atau meriam, dan ledakan.
5. Kebisingan impulsif berulang, misalnya bising mesin tempa di perusahaan

Di tempat kerja, kebisingan diklasifikasikan ke dalam dua jenis golongan besar, yaitu kebisingan tetap dan kebisingan tidak tetap (Sihar, 2005).

1. Kebisingan tetap terbagi menjadi dua jenis yaitu :
 - a. Kebisingan dengan frekuensi terputus Kebisingan ini berupa nada murni pada frekuensi yang beragam, contohnya, suara kipas, suara mesin.
 - b. *Broad band noise* Kebisingan dengan frekuensi terputus dan *broad band noise* sama-sama digolongkan sebagai kebisingan tetap (*steady noise*). Perbedaanannya adalah *broad band noise* terjadi pada frekuensi yang lebih bervariasi (bukan nada murni), misalnya gergaji sirkuler, katub gas, dan lain-lain.
2. Kebisingan tidak tetap terbagi menjadi tiga jenis yaitu :
 - a. Kebisingan fluktuatif (*fluctuating noise*) Kebisingan yang selalu berubah-

ubah selama rentang waktu tertentu, misalnya mesin tempa di perusahaan.

b. *Intermittent noise*

Intermittent noise adalah kebisingan yang terputus-putus dan besarnya dapat berubah-ubah, contohnya kebisingan pada mesin di perusahaan

c. *Impulsive noise*

Kebisingan impulsif dihasilkan oleh suara berintensitas tinggi (memekakan telinga) dalam waktu relatif singkat, misalnya suara ledakan senjata api dan alat sejenisnya.

2.5 Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan

National institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) menyatakan bahwa nilai paparan kebisingan yang direkomendasikan adalah 85 dB pada 8 jam waktu kerja. Intensitas kebisingan yang melampaui nilai tersebut dianggap sebagai suatu hal yang membahayakan bagi kesehatan pekerja. Rekomendasi durasi aman bagi pekerja yang terpapar kebisingan di tempat kerja adalah sebagai berikut (Soepardi *et al.*,2007).

Tabel 1. Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan Menurut *National institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH Tahun 1998)

Nilai Kebisingan (dalam dB)	Waktu Pemaparan		
	Jam	Menit	Detik
80	25	24	-
85	8	-	-
90	2	31	-
95	-	47	37
100	-	15	-
105	-	4	43
110	-	1	29
115	-	-	28
120	-	-	9
125	-	-	3
130-140	-	-	<1

Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan tersebut diadopsi yang terbaru dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja yang menyatakan bahwa Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan bernilai 85 dB untuk waktu pemaparan 8

jam. Pekerja tidak boleh terpapar kebisingan bernilai 140 (dBA) walau hanya dalam waktu pemaparan singkat. Berikut dalam lampiran peraturan ini Menambahkan waktu pemaparan yang diperbolehkan pekerja pada lingkungan yang bising.

Tabel 2. Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018.

Waktu Pemaparan/ Hari	Intensitas Kebisingan (dB)
8 Jam	85
4 Jam	88
2 Jam	91
1 Jam	94
30 Menit	97
15 Menit	100
7,5 Menit	103
3,75 Menit	106
1,88 Menit	109
0,94 Menit	112
28,12 Detik	115
14,06 Detik	118
7,03 Detik	211
3,52 Detik	214
1,76 Detik	217
0,88 Detik	220
0,44 Detik	223
0,22 Detik	226
0,11 Detik	229

Terlihat dari beberapa referensi di atas, disarankan bahwa dalam intensitas bising 85 dB, pekerja lebih baik tidak terpapar bising lebih dari waktu pemaparan 8 jam. Apabila paparan kebisingan terhadap pekerja melebihi nilai ambang batas (NAB) maka perlu dilakukan pengurangan jam kerja atau dianjurkan untuk berhenti beberapa saat, kemudian bisa melanjutkan pekerjaannya kembali (Gunara, 2011). Umumnya tingkat kebisingan di suatu tempat dapat berubah-ubah, jarang sekali kebisingan di suatu tempat memiliki keadaan yang konstan sehingga besarnya paparan bising terhadap pekerja juga berbeda-beda. Waktu maksimum (t) yang diperkenankan untuk karyawan bekerja harus sesuai dengan standar yang berlaku sesuai ketentuan Selain itu, Antara waktu papara maksimum kebisingan harian (D) dan *Time Weighted Average* (TWA) juga harus setara untuk setiap kondisi.

Tabel 3. t_{maks} Untuk Berbagai macam Tingkat Kebisingan (Tambunan, 2005).

<i>I</i> (dBA)	<i>t</i>			<i>I</i> (dBA)	<i>t</i>		
	Jam	Menit	Detik		Jam	Menit	Detik
80	25	24	-	106	-	3	45
81	20	10	-	107	-	2	59
82	16	-	-	108	-	2	22
83	12	42	-	109	-	1	53
84	10	5	-	110	-	1	29
85*	8	-	-	111	-	1	11
86	6	21	-	112	-	-	56
87	5	2	-	113	-	-	45
88	4	-	-	114	-	-	35
89	3	10	-	115	-	-	28
90	2	31	-	116	-	-	22
91	2	-	-	117	-	-	18
92	1	35	-	118	-	-	14
93	1	16	-	119	-	-	11
94	1	-	-	120	-	-	9
95	-	47	47	121	-	-	7
96	-	37	48	122	-	-	6
97	-	30	-	123	-	-	4
98	-	23	49	124	-	-	3
99	-	18	59	125	-	-	3
100	-	15	-	126	-	-	2
101	-	11	54	127	-	-	1
102	-	9	27	128	-	-	1
103	-	7	30	129	-	-	1
104	-	5	37	130 - 140	-	-	<1
105	-	4	43				

Keterangan:

85* = Nilai Ambang Batas (NAB) dari ketetapan NIOSH

2.6 Pengaruh Intensitas Kebisingan

Menurut Depkes RI (2003), pengaruh intensitas kebisingan terhadap manusia tergantung pada karakteristik fisis, waktu berlangsung, dan waktu kejadiannya. Pengaruh tersebut berbentuk gangguan yang dapat menurunkan kesehatan, kenyamanan dan rasa aman manusia. Beberapa bentuk gangguan yang diakibatkan oleh kebisingan adalah sebagai berikut:

1. Gangguan Fisiologis

Pada umumnya kebisingan bernada tinggi sangat mengganggu, lebih-lebih yang terputus-putus atau yang datangnya secara tiba-tiba dan tak terduga. Gangguan dapat terjadi seperti peningkatan tekanan darah.

2. Gangguan Psikologis

Intensitas kebisingan adalah suara yang tidak diinginkan, akan merupakan stres tambahan dari pekerjaan yang sedang dilakukan. Gangguan psikologis dapat berupa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, emosi, dan stres. Pemaparan dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan penyakit psikosomatik seperti gastritis, penyakit jantung koroner.

3. Gangguan Patologis Organik

Gangguan intensitas kebisingan yang paling menonjol adalah pengaruhnya terhadap alat pendengaran atau telinga, yang dapat menimbulkan ketulian.

Paparan kebisingan yang diterima oleh pekerja secara terus-menerus akan berpengaruh terhadap kesehatan pekerja apabila dibiarkan tanpa dilakukan pengendalian maupun penggunaan Alat Pelindung Telinga (APT). Gangguan kesehatan yang ditimbulkan adalah sebagai berikut:

1. Gangguan Pendengaran

a. Ketulian Sementara (*Temporary Threshold Shift*)

Pada kondisi ini bisa dijelaskan bahwa pada saat awal seseorang masuk ke suatu tempat kerja yang bising, semula orang tersebut akan merasa terganggu dengan kebisingan tadi. Namun, setelah beberapa jam berada di tempat kerja tersebut, orang yang bersangkutan merasa tidak begitu terganggu lagi sedikit demi sedikit akan pulih kembali seperti semula. Hal ini dikarenakan adanya proses adaptasi dari telinga, gangguan pendengaran yang dialami oleh orang tersebut sifatnya sementara (*Temporary Threshold Shift*). Waktu yang diperlukan untuk pemulihan kembali adalah berkisar dari beberapa menit sampai 3-7 hari, namun paling lama tidak lebih dari 10 hari. Faktor yang menentukan besarnya TTS adalah sebagai berikut (Soeripto, 2008):

1. Tingkat intensitas suara
2. Lamanya pemaparan

3. Frekuensi kebisingan
4. *Temporal pattern* dari pemaparan (*continuous* atau *intermittent*)
5. Kerentanan individu (*individual susceptibility*)
6. Waktu pemeriksaan pendengaran dilakukan

b. Ketulian Permanen (*Permanent Threshold Shift*)

Apabila seseorang mengalami TTS kemudian terpapar bising kembali sebelum pemulihan secara lengkap terjadi maka akan terjadi akumulasi sisa ketulian (TTS), apabila hal ini berlangsung secara berulang atau menahun, sifat ketulian akan berubah menjadi menetap (permanen). PTS sering juga disebut NIHL (*Noise Induced Hearing Loss*). NIHL pada umumnya terjadi setelah pemaparan 10 tahun atau lebih, terjadi secara perlahan, sehingga biasanya penderita tidak akan menyadari bahwa dirinya telah menderita ketulian. Pada stadium dini, ketulian akibat kebisingan (*Noise Induced Hearing Loss*) biasanya terjadi pada frekuensi 3-6 kHz (1 kHz = 1000 Hz), dan kenaikan ambang pendengaran (*Hearing Threshold Shift*) paling besar terjadi pada frekuensi 4000 Hz. Bilamana ketulian menjadi lebih parah karena pemaparan yang berulang dan menahun, maka *Hearing Loss* atau kehilangan pendengaran tidak saja akan terjadi pada frekuensi 4000 Hz, tetapi juga terjadi pada frekuensi dibawah dan diatas 4000 Hz. Bilamana kenaikan ambang pendengaran terjadi pada frekuensi pembicaraan (*Speech Frequencies*) yakni 500, 1000, dan 2000 Hz, maka komunikasi pada stadium ini akan menjadi sulit. Derajat ketulian menurut ISO R389 dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Soepardi *et al.*, 2007).

- a. Normal (10–25 dB)
 - b. Tuli ringan (26–40 dB)
 - c. Tuli sedang (41–60 dB)
 - d. Tuli berat (61–90 dB)
 - e. Tuli sangat berat (>90 dB)
- c. Trauma Akustik

Trauma akustik adalah gangguan pendengaran yang disebabkan oleh pemaparan tunggal terhadap intensitas kebisingan yang sangat tinggi dan terjadi secara tiba-tiba. Sebagai contoh gangguan pendengaran atau ketulian yang disebabkan oleh suara ledakan bom. Pada trauma akustik terjadi robekan pada

membran timpani, dislokasi tulang pendengaran dan sel sensoris organ korti. Gangguan Non Pendengaran

- a. Gangguan fungsi kardiovaskular
- b. Perubahan pernapasan
- c. *Annoyance*
- d. Gangguan tidur
- e. Pengaruh terhadap kesehatan fisik dan mental (Soedirman and mur, 2014).

2.7 Pengukuran Intensitas Kebisingan

Pengukuran kebisingan bertujuan untuk memperoleh data intensitas kebisingan di Perusahaan atau dimana saja, mengurangi tingkat kebisingan tersebut sehingga tidak menimbulkan gangguan. Satuan yang digunakan dalam pengukuran intensitas kebisingan adalah dBA. Desibel (dBA) adalah satuan dari tingkat tekanan suara (*sound pressure level*). Alat utama yang digunakan dalam pengukuran intensitas kebisingan adalah "*Sound Level Meter*". Alat ini mengukur intensitas kebisingan di antara 30-130 dB dan dari frekuensi antara 20-20.000 Hz. Alat intensitas kebisingan yang lain adalah yang dilengkapi dengan *Octave Band Analyzer* dan *Noise Dose Meter* (Budiono, 2003).

Pengukuran intensitas kebisingan impulsif digunakan "*Impact Noise Analyzer*", bagi survei pendahuluan masalah kebisingan *continue*, sekarang biasanya diukur intensitas menyeluruh yang dinyatakan dengan dBA, menggunakan jaringan A. Kebanyakan alat-alat pengukur kebisingan, hanya mengukur intensitas pada suatu waktu dan suatu tempat tidak menunjukkan dosis kumulatif kepada seorang tenaga kerja meliputi waktu-waktu kerjanya (mur, 2009). Intensitas kebisingan dapat diukur menggunakan *sound level meter*. *Sound level meter* merupakan alat untuk mengukur suara, dimana cara kerja dari *sound level meter* yaitu apabila terdapat sebuah benda yang bergetar maka akan mengakibatkan udara yang ditangkap mengalami perubahan tekanan dan kemudian akan menggerakkan meter petunjuk (Oktorina, 2011). Menurut Tambunan (2005) umumnya terdapat 2 alat yang biasa digunakan sebagai alat ukur kebisingan di lingkungan kerja yaitu *Sound Level Meter* dan *Noise Dosimeter*. Ada dua spesifikasi penting yang perlu diperhatikan

pada saat melakukan sampling kebisingan dengan *Sound Level Meter* dan *Noise Dosimeter*, diantaranya:

1. Rentang Frekuensi (*Frequency range*)

Rentang frekuensi merupakan batas-batas frekuensi dimana *sound level meter* dan *noise dosimeter* mempunyai tingkat sensitivitas yang bersifat stabil pada saat dilakukan pengukuran.

2. Rentang Level Suara

Rentang level suara yaitu batas tekanan suara minimum dan maksimum, dimana rentang level suara ini dapat diketahui oleh kedua alat tersebut. Data intensitas kebisingan di suatu lokasi dapat diperoleh dengan melakukan pengukuran kebisingan secara langsung, data tersebut diolah dan dijadikan acuan sehingga dapat diketahui intensitas kebisingannya. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan, dijelaskan bahwa terdapat dua metode pengukuran kebisingan yaitu:

1. Cara Sederhana

Alat yang digunakan dalam pengukuran kebisingan dengan cara sederhana *Sound Level Meter* yang sederhana atau masih manual, dimana dilakukan pengukuran selama 10 menit dan dilakukan pembacaan setiap 5 detik.

2. Cara Langsung

Cara langsung dilakukan dengan alat *Sound Level Meter* terintegrasi yang dilengkapi dengan fungsi LTMS yaitu pengukuran dilakukan dalam waktu 10 menit dengan pembacaan setiap 5 detik menggunakan Leq.

Pengukuran kebisingan yang dilakukan harus dapat mewakili rentang waktu dengan cara ditetapkannya 4 waktu pengukuran yaitu waktu siang dan malam hari, artinya pengukuran kebisingan dapat mewakili setidaknya tiga kali pengukuran pada siang dan malam hari.

Agar dapat diketahui apakah tingkat kebisingan di suatu lokasi telah melebihi nilai ambang batas (NAB), maka perlu dilakukan perhitungan tingkat kebisingan yang telah dilakukan pengukuran sebelumnya. Rumus perhitungan kebisingan dapat dilihat pada persamaan berikut, mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 tahun 1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan.

Menurut Ahmad (2018) terdapat 3 metode untuk mengukur tingkat kebisingan di area kerja yaitu:

1. Pengukuran dengan Titik Sampling

Pengukuran dengan titik sampling merupakan pengukuran kebisingan yang dilakukan pada area yang diperkirakan menghasilkan intensitas kebisingan yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) sehingga hanya dilakukan di satu titik atau beberapa titik pengukuran. Selain itu hal ini juga dikarenakan alat yang digunakan pada pengukuran ini masih alat yang sederhana. Metode pengukuran titik sampling ini harus mencantumkan jarak pengukuran dari sumber.

2. Pengukuran dengan Peta Kontur

Pengukuran dengan peta kontur merupakan pengukuran yang dilakukan dengan diawali pembuatan peta kontur, hal ini dapat bermanfaat saat proses pengukuran karena dengan membuat peta kontur maka akan didapatkan gambaran terkait kondisi kebisingan di suatu lokasi. Pengukuran dengan metode peta kontur mampu menggambarkan kondisi kebisingan di suatu area, dimana diberi kode pewarnaan pada peta seperti kebisingan kurang dari 85 dBA diberi kode warna hijau, kebisingan lebih dari 90 dBA diberi kode warna orange dan kebisingan dengan rentang 85 – 90 dBA diberikan kode warna kuning.

3. Pengukuran dengan *Grid*

Pengukuran dengan metode *grid* merupakan metode pengukuran kebisingan yang dilakukan dengan mengambil sampel kebisingan yang diinginkan di lokasi pengukuran, membuat titik-titik pengukuran dan membuat jarak interval yang seragam pada setiap lokasi pengukuran. pada penelitian ini diperoleh luas total area 100.800 m² dan hospot area 1350 m². Sasmita, Muhammad, & Rodesia (2021) menyatakan bahwa jarak titik pengukuran dapat ditentukan apabila jumlah titik pengukuran kebisingan di lapangan telah ditentukan. Untuk menentukan jumlah dan jarak titik pengukuran kebisingan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$N = \frac{KA}{a} \quad (2.1)$$

Keterangan:

N = Jumlah titik sampling

A = Luas total area (m²)

a = Hotspot area (m²)

K = Konstanta (1,50)

$$d = \frac{\sqrt{A}}{N} \quad (2.2)$$

Keterangan:

N = Jumlah titik sampling

A = Luas total area (m²)

d = Jarak tiap titik pengukuran di lapangan (m)

2.8 Pengendalian Kebisingan

Menurut mur (2009) kebisingan dapat dikendalikan dengan:

1. Mengurangi kebisingan dari sumbernya dapat dilakukan dengan cara menempatkan peredam pada sumbernya, akan tetapi umumnya hal tersebut dilakukan dengan melakukan riset dan membuat perencanaan mesin atau peralatan kerja yang baru.
2. Penempatan penghalang pada jalan transmisi isolasi tenaga kerja atau mesin adalah upaya baik mengurangi kebisingan. Untuk itu perencanaan harus matang dan material harus mampu menyerap suara.
3. Proteksi dengan tutup telinga (*earmuff*) biasanya lebih efektif dari sumber telinga (*ear plug*) dan dapat lebih besar menurunkan intensitas kebisingan yang sampai ke saraf pendengaran.
4. Pelaksanaan waktu paparan bagi intensitas di atas NAB untuk intensitas kebisingan yang melebihi NAB nya telah ada standarnya waktu paparan yang diperkenankan sehingga memenuhi ketentuan tersebut dan menjadi langkah awal untuk meminimalisir akan bahaya tentang kebisingan terhadap keselamatan para pekerja.

2.9 Pengaruh Paparan Kebisingan Terhadap Stres Kerja

Kebisingan mempunyai pengaruh terhadap tenaga kerja, mulai gangguan ringan berupa gangguan terhadap konsentrasi kerja, pengaruh dalam komunikasi dan kenikmatan kerja sampai pada cacat yang berat karena kehilangan daya pendengaran (Anizar, 2009):

- a. Gangguan terhadap konsentrasi kerja dapat mengakibatkan menurunnya kuantitas dan kualitas kerja. Hal ini pernah dibuktikan pada sebuah perusahaan film di mana penurunan intensitas kebisingan berhasil mengurangi jumlah film yang rusak, sehingga dapat menghemat bahan baku.
- b. Gangguan dalam kenikmatan kerja berbeda-beda untuk tiap orang. Untuk beberapa orang yang rentan, kebisingan dapat menyebabkan rasa pusing, kantuk, sakit, tekanan darah tinggi, tegang dan stres yang diikuti dengan sakit maag, kesulitan tidur. Gangguan konsentrasi dan kehilangan semangat kerja.
- c. Gangguan terhadap komunikasi akan mengganggu kerjasama antara pekerja dan kadang-kadang mengakibatkan salah pengertian yang secara tidak langsung menurunkan kuantitas dan kualitas kerja. Kebisingan mempengaruhi daya kerja seseorang dan efek tersebut merugikan baik ditinjau dari pelaksanaan kerja maupun dari hasil kerja boleh dikatakan telah merupakan pendapat masyarakat pada umumnya.

Pengaruh negatif demikian adalah sebagai berikut:

- a. Gangguan secara umum
Selain gangguan terhadap kemampuan memusatkan perhatian atau mengalihkan perhatian atau melemahkan motivasi, kebisingan dapat menyebabkan rasa terganggu yang merupakan reaksi psikologis seseorang; perasaan terganggu demikian bervariasi dalam besar dan coraknya atas dasar sifat-sifat suatu kebisingan yang ditentukan oleh jenis kebisingan itu sendiri, frekuensi dan intensitasnya.
- b. Gangguan komunikasi dengan pembicaraan Sebagai pegangan, gangguan komunikasi oleh kebisingan telah terjadi, apabila komunikasi pembicaraan dalam pekerjaan harus dijalankan dengan suara yang kekuatannya tinggi dan lebih nyata lagi apabila dilakukan dengan cara berteriak. Gangguan komunikasi

seperti itu menyebabkan terganggunya pekerjaan, bahkan mungkin mengakibatkan kesalahan atau kecelakaan, terutama pada penggunaan tenaga kerja baru oleh karena timbulnya salah faham dan salah pengertian.

Intensitas kebisingan yang masih dibawah NAB secara fisiologis tidak menyebabkan kerusakan pendengaran. Namun demikian, kehadirannya sering dapat menyebabkan penurunan performansi kerja, sebagai salah satu penyebab stres dan gangguan kesehatan lainnya. Stres yang disebabkan karena paparan kebisingan dapat menyebabkan terjadinya kelelahan dini, kegelisahan dan depresi. Secara spesifik stres karena kebisingan tersebut dapat menyebabkan antara lain:

- a. Stres menuju keadaan cepat marah, sakit kepala, dan gangguan tidur
- b. Gangguan reaksi psikomotor
- c. Kehilangan konsentrasi
- d. Gangguan komunikasi antara lawan bicara
- e. Penurunan performansi kerja yang kesemuanya itu akan bermuara pada kehilangan efisiensi dan produktivitas kerja

Kebisingan yang diterima manusia dan berlangsung dalam waktu lama harus dilakukan pengendalian atau pencegahan. Kebisingan dengan level yang cukup tinggi di atas 70 dB dapat menimbulkan kegelisahan, kurang enak badan, masalah pendengaran dan penyempitan pembuluh darah. Setiap aspek dari lingkungan kerja dapat dirasakan sebagai stres oleh tenaga kerja. Tergantung dari persepsi tenaga kerja terhadap lingkungannya, apakah ia merasakan adanya stres ataukah tidak. Hal ini berarti bahwa pada situasi kerja yang sama, seorang tenaga kerja dapat mengalami stres sedangkan lainnya tidak (Anies, 2014).

2.10 Pemetaan Kebisingan dengan *Software golden Surfer*

Surfer merupakan suatu *software* yang mampu digunakan dalam pembuatan peta kontur dan model 3D (3 dimensi) berbasis *grid*. *Surfer* melakukan penggambaran (*plotting*) terhadap data tabel XYZ secara tidak beraturan menjadi lembar titik-titik berbentuk segi empat yang beraturan (Ahmad *et al.*, 2018). *Gridding* adalah suatu proses terbentuknya urutan nilai Z yang teratur dari data XYZ. Hasil dari proses *gridding* adalah *file grid* yang disimpan dalam *file.grd*. tetapi dalam permasalahan kebisingan menggunakan *Software golden Surfer*, digunakan untuk nilai Z yaitu

sebagai data hasil pengukuran kebisingan (Aini., 2017). Menurut Sartika (2011) selain *Software Surfer*, masih ada beberapa *software* yang dapat digunakan untuk pembuatan peta *kontur* seperti *Autocad*, *Global Mapper* dan *ArcMap*. *Software Golden Surfer* sendiri memiliki kelebihan diantaranya:

1. *Software Golden Surfer 13* memiliki fitur *worksheet* yang dapat memudahkan dalam penggambaran *kontur*.
2. *Software Golden Surfer 13* juga mendukung *file excel* dalam melakukan pemetaan.
3. Pembuatan peta *kontur* lebih banyak menggunakan *software Golden Surfer*
4. *Software Golden Surfer* memiliki *grading method* yang lebih banyak, kegunaan *gridding method* yang ada pada *surfer* berguna untuk menghasilkan peta *kontur* yang lebih akurat.
5. Penggunaan *software Golden Surfer* yang lebih mudah dipahami.

2.11 Pengendalian Kebisingan dengan *Software golden Surfer*

Salah satu metode yang umum digunakan di industri untuk melakukan pengukuran kebisingan di setiap titik yaitu dengan *noise mapping* (Rifani *et al.*, 2017). Pemetaan kebisingan dengan *Surfer* berguna dalam melihat pola sebaran kebisingan di lingkungan kerja. Hasil akhir dari program *Surfer* berupa peta kebisingan yang menggambarkan tingkat kebisingan di titik-titik yang telah dilakukan pengukuran di lingkungan kerja, sehingga peta kebisingan ini dapat menjadi acuan atau informasi untuk melihat tingkat kebisingan di beberapa titik di lingkungan kerja dan akan mempermudah pekerja mengetahui titik-titik yang berpotensi menimbulkan bahaya bising. Selain itu peta kebisingan dapat dijadikan acuan dalam mengambil langkah-langkah yang perlu dilakukan sebagai upaya pengendalian kebisingan seperti melakukan isolasi mesin, mengurangi kapasitas produksi dan menggunakan alat pelindung diri (Hasibuan *et al.*, 2020).

Tujuan dari pemetaan kebisingan ini yaitu untuk mengetahui sebaran tingkat kebisingan di area kerja yang telah dilakukan pengukuran bising, dimana tingkat kebisingan di zona-zona lingkungan kerja diketahui dengan melihat kode warna yang terdapat pada peta kebisingan sehingga pekerja dapat mengetahui kondisi kebisingan di lingkungan tersebut (Buchari, 2017). Menurut Ahmed & Gadelmoula

(2020) pemetaan kebisingan adalah suatu teknik yang berguna untuk melakukan pemantauan kebisingan di industri. Peta kebisingan dapat menjadi acuan dalam melakukan pengendalian kebisingan di lingkungan kerja dengan melihat tingkat kebisingan pada titik lokasi yang ada di peta bising.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Kegiatan Penelitian ini dilaksanakan di PT. PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang yang beralamat di desa Sebalang Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung dan terletak di tepi teluk Lampung yang berjarak ± 17 km dari pusat kota Bandar Lampung ke arah timur.

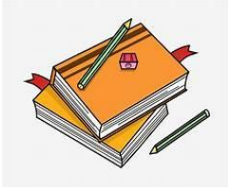
Tabel 4. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan		
		Oktober	November	Desember
1.	Melakukan Study Literatur			
2.	Observasi dan Pengambilan Data			
3.	Melakukan Analisa Data			
4.	Pembuatan Laporan Akhir			

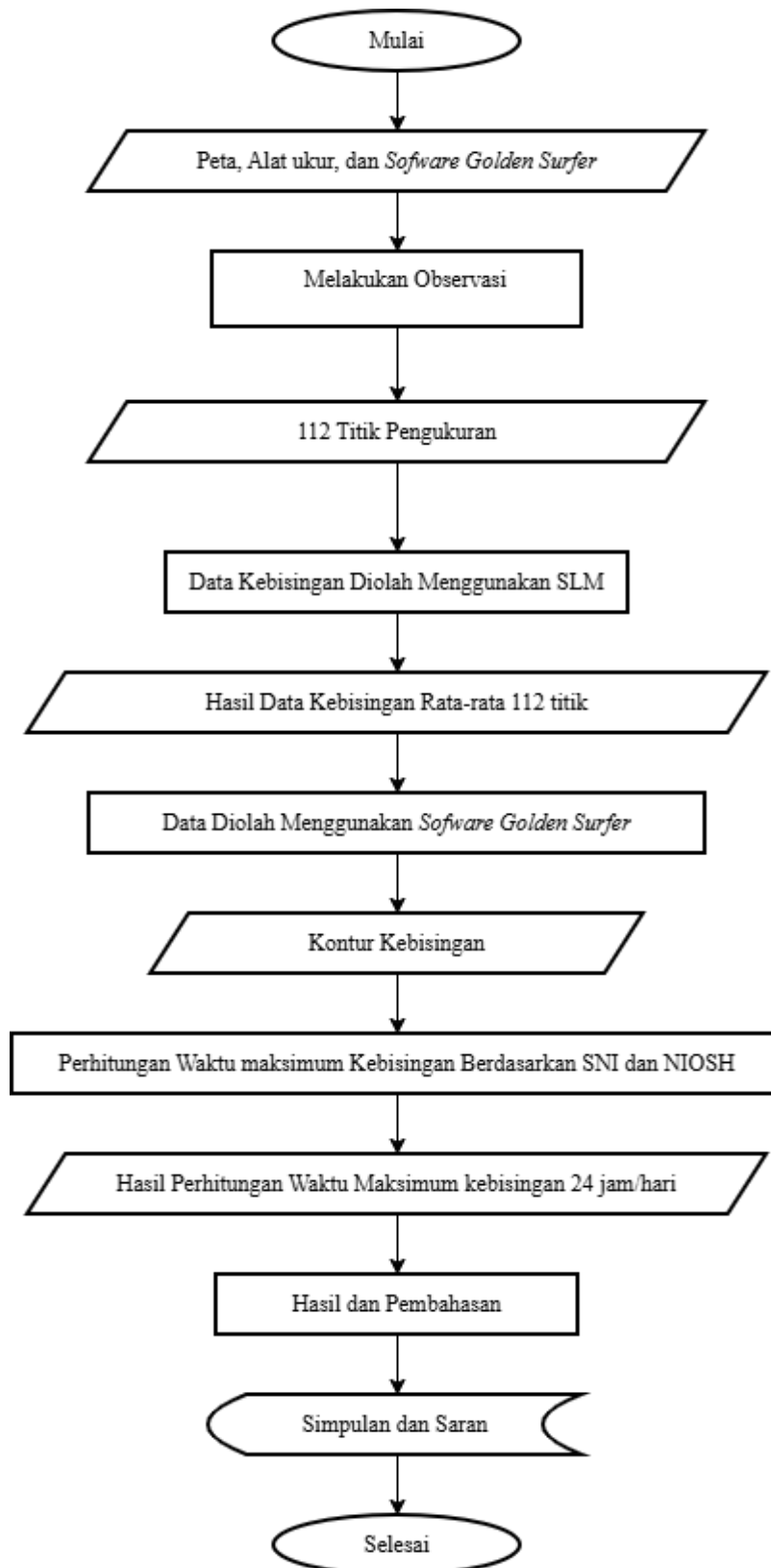
3.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah peralatan yang berguna dalam membantu pelaksanaan penelitian dalam memperoleh data. Terdiri dari beberapa peralatan yakni *Sound level meter*, *tripod*, *Stopwatch*, *Software Golden Surfer*, Meteran, dan alat tulis. dan ada beberapa peralatan penunjang seperti alat pengukur kelembapan atau suhu dan Alat pengukur kecepatan angin anemometer tetapi pada penelitian ini keterbatasan alat jadi untuk kelembapan diperoleh dari aplikasi *handphone* dan untuk kecepatan angin diperoleh dari aplikasi di *handphone* Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Alat Penelitian

No	Alat Penelitian	Fungsi	Gambar
1.	<i>Sound Level Meter</i>	Berfungsi sebagai alat untuk mengukur intensitas bising.	
2.	Tripod	untuk meletakkan sound level meter sehingga mudah melakukan pembacaan.	
3.	<i>Stopwatch</i>	untuk mengukur waktu durasi saat pengukuran tingkat kebisingan.	
4.	<i>Software Golden Surfer</i>	Untuk membuat sebaran kontur Kebisingan.	
5.	Meteran	untuk mengukur jarak pengukuran antar titik.	
6.	Alat Tulis	Untuk mencatat hasil pengukuran.	

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian

Skema penelitian **Gambar 9** merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian. Langkah-langkah dalam penelitian ini dimulai dengan Study literatur untuk mencari informasi tentang pemetaan, alat ukur dan *software*, selanjutnya survei pendahuluan yaitu observasi awal dan wawancara pendahuluan guna memperoleh informasi kondisi lapangan, Penentuan titik pengukuran dan *lay out* PLTU Sebalang, kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data intensitas kebisingan. Setelah data terkumpul, maka dilanjutkan dengan menghitung hasil rata-rata intensitas kebisingan 112 titik pengukuran. Pada tahap selanjutnya dari data intensitas kebisingan di *input* kedalam *software golden surfer* guna membuat kontur sebaran kebisingan, selanjutnya waktu maksimum paparan kebisingan dan diperoleh hasil perhitungan waktu maksimum paparan kebisingan pada pekerja 24 jam/hari. dan waktu paparan kebisingan yang diterima pekerja agar resiko bahaya bising terhadap pekerja dapat diminimalisir selanjutnya memperoleh hasil dan pembahasan selanjutnya simpulan dan saran pada penelitian.

3.4 Pengumpulan Data

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu observasi awal, identifikasi masalah dan pengumpulan data *primer* dan data *sekunder*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif yang berguna untuk memberikan gambaran pola sebaran kebisingan dan menguraikan fakta-fakta terkait waktu paparan kebisingan yang diterima oleh pekerja di lingkungan kerja PT PLN NP UP Sebalang.

3.4.1 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan ini diawali dengan pertemuan terlebih dahulu dengan staff EHS (*Environment Health and Safety*) dan Unit Lingkungan di PT PLN NP UP Sebalang, dimana dalam pertemuan ini dijelaskan mengenai langkah-langkah pengambilan data yang akan dilakukan selama penelitian. Ada tiga pokok tujuan dilakukannya survei pendahuluan yaitu:

1. Pengumpulan Data *Sekunder*

Data *sekunder* yang diperlukan dalam kegiatan pendahuluan ini yaitu berupa gambaran umum perusahaan PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang dan *layout area* lingkungan kerja PT PLN

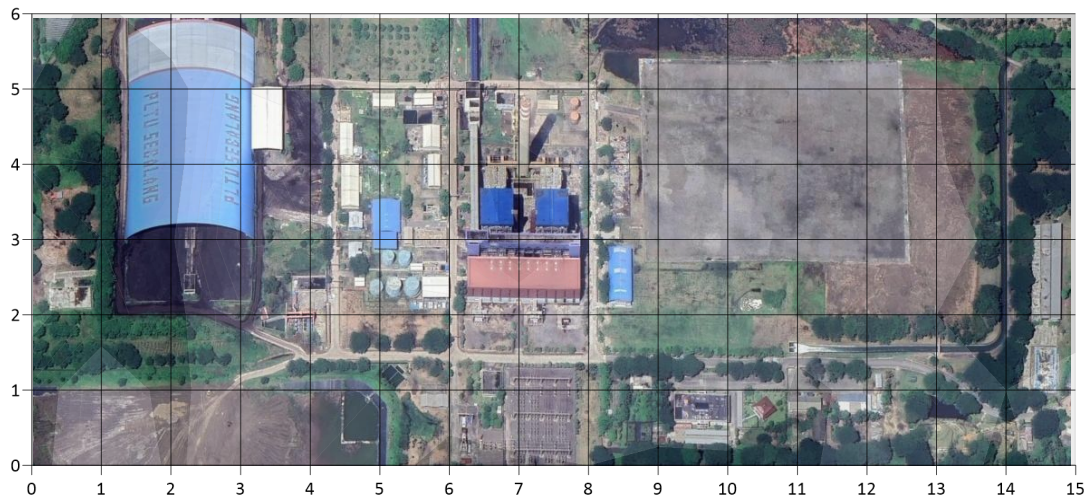
Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang yang berguna untuk membantu menentukan titik pengukuran kebisingan.

2. Kegiatan Observasi

Kegiatan observasi dilakukan agar dapat diketahui kondisi di area lingkungan kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang, sehingga nantinya dapat ditentukan titik-titik lokasi yang akan dilakukan pengukuran tingkat kebisingan.

3.4.2 Penentuan Titik Pengukuran

Penentuan titik-titik pengukuran tingkat kebisingan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode titik sampling. Pengukuran dengan metode titik sampling dilakukan dimana kebisingan diperkirakan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB), pengukuran kebisingan dengan metode titik sampling hanya dilakukan pada satu atau beberapa lokasi saja. Peralatan yang digunakan merupakan peralatan yang sederhana atau manual (Ahmad *et al.*, 2018). Jumlah dan jarak pengukuran antar titik sampling dapat ditentukan menggunakan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2. Selain itu, penentuan titik pengukuran kebisingan pada penelitian ini juga mengikuti kaidah koordinat x, y, z, dimana x dan y merupakan titik koordinat posisi saat dilakukan pengukuran dan z merupakan tingkat kebisingan pada titik lokasi pengukuran (Anggraini *et al.*, 2019). Pada penelitian ini diperoleh luas total area 100.800 m² dan hotspot area 1350 m². Terdapat 112 titik pengukuran yang dilakukan di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang dengan jarak antar titik 30 m² dapat dilihat pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Titik-titik Lokasi Pengukuran

3.4.3 Pengukuran Tingkat Intensitas Kebisingan di PT PLN Nusantara Power UP Sebalang

Pengukuran tingkat kebisingan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memperoleh data *primer* yaitu intensitas kebisingan. Alat yang digunakan untuk pengukuran kebisingan adalah alat manual *Sound Level Meter*. Waktu pengukuran kebisingan dilakukan dengan metode sederhana, dimana dilakukan pengukuran selama 30 detik dengan pembacaan tiap 1 detik yang berpedoman pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan hanya satu kali untuk satu titik lokasi pengukuran, hal ini dikarenakan intensitas kebisingan yang konstan dan kegiatan yang dilakukan di PT PLN NP UP Sebalang sama setiap waktunya sehingga dapat diasumsikan bahwa tingkat kebisingan di lingkungan kerja PT PLN NP UP Sebalang tidak jauh berbeda setiap waktunya. Selain itu, untuk tahapan pengukuran kebisingan berpedoman pada SNI 7231:2009 tentang metode pengukuran intensitas kebisingan di tempat kerja.

3.5 Teknik Analisis Data

Setelah data *primer* dan *sekunder* didapatkan, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan data seperti melakukan perhitungan hasil pengukuran tingkat kebisingan, pembuatan peta tingkat kebisingan dan menghitung waktu

papara maksimum kebisingan di lingkungan kerja berdasarkan rumus dari NIOSH yang didapatkan dari referensi. Kemudian dilakukan perhitungan intensitas kebisingan, analisis sebaran tingkat kebisingan dan perhitungan Waktu maksimum paparan kebisingan di lingkungan kerja sehingga dapat dilakukan upaya mengantisipasi untuk meminimalisir paparan kebisingan terhadap pekerja.

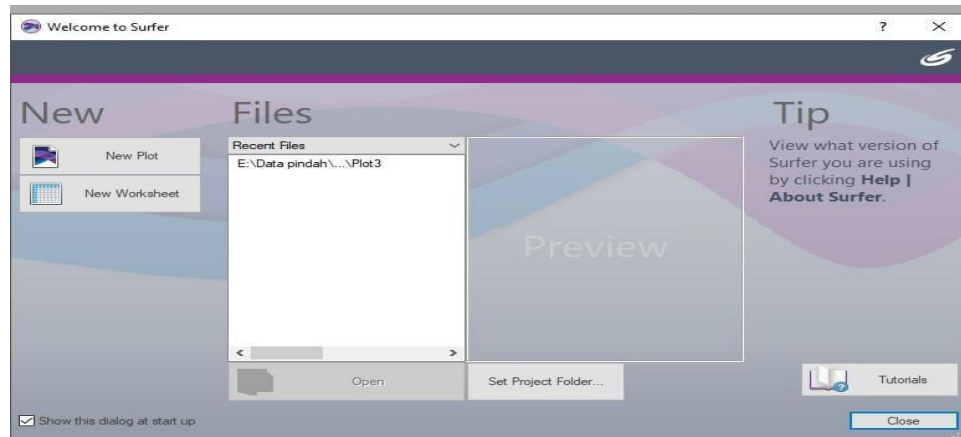
3.5.1 Perhitungan Hasil Pengukuran Kebisingan

Setelah dilakukan pengukuran kebisingan dilapangan, maka langkah selanjutnya melakukan perhitungan tingkat kebisingan, dimana tingkat kebisingan yang digunakan untuk data pemetaan kebisingan yaitu tingkat kebisingan pada siang hari. Pada penelitian ini untuk menghitung intensitas kebisingan peneliti melakukan pengukuran selama 30 detik dengan pengukuran tersebut peneliti mendapatkan data kebisingan sebanyak 30 dengan pembacaan data per detik dan setelah didapatkan data tersebut, dimana *Sound level Meter* sudah dalam satuan desibel (dB) maka peneliti melakukan dengan mendapatkan data per detik, maka peneliti hanya merata-ratakan nilai dari tiap data titik yang didapatkan.

3.5.2 Pemetaan Kebisingan Menggunakan *Software Golden Surfer*

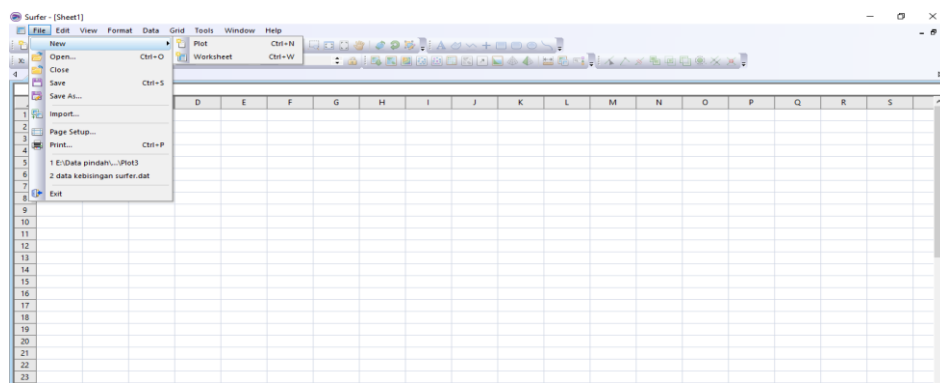
Hasil perhitungan intensitas kebisingan kemudian digunakan sebagai *input* data kedalam *Software Golden Surfer*. Kemudian dilakukan pemetaan terkait sebaran kebisingan di lingkungan kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang. Data-data yang dibutuhkan saat melakukan pemetaan menggunakan *Software Golden Surfer* meliputi data titik koordinat (x dan y) dan data intensitas kebisingan (z) yang telah dilakukan perhitungan sebelumnya. Langkah-langkah dalam membuat peta kontur kebisingan menggunakan *Software Golden Surfer* dapat dilihat sebagai berikut:

1. Membuka program *Software Golden Surfer*, klik file kemudian pilih *New Worksheet* dapat dilihat pada **Gambar 11**.



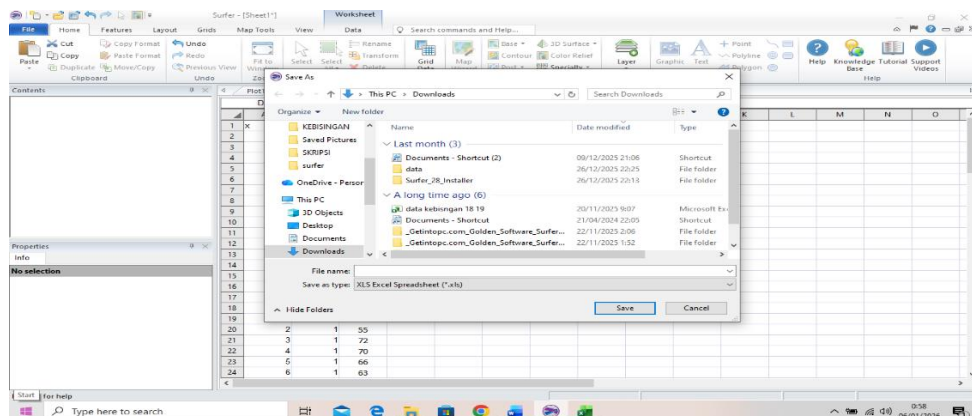
Gambar 11. Tampilan Awal *Software Golden Surfer*

2. Input data-data koordinat dan hasil pengukuran kebisingan ke dalam format *worksheet* pada *Software Golden Surfer* dengan cara: Klik *file* → pilih *new* → pilih *worksheet* → OK dapat dilihat pada **Gambar 12**.



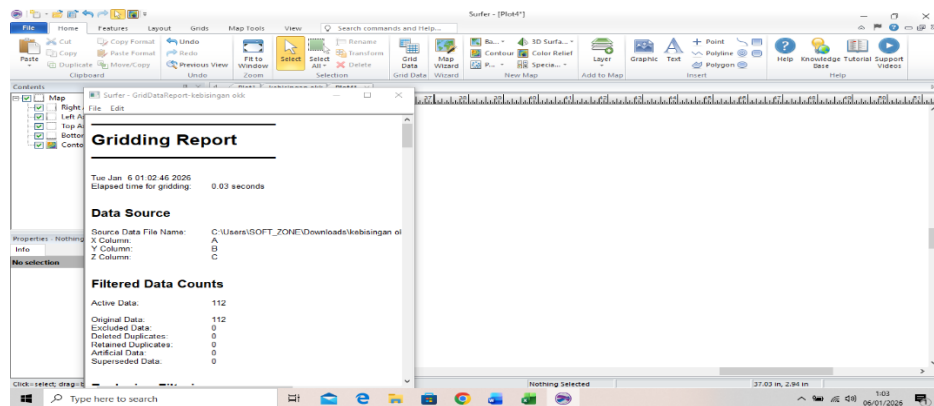
Gambar 12. Langkah Kedua Mengoperasikan *Software Golden Surfer*

3. Setelah data titik penomoran dan hasil pengukuran kebisingan dimasukkan, lalu disimpan dalam bentuk *excel spreadsheet (*.xls)* dapat dilihat pada **Gambar 13**.



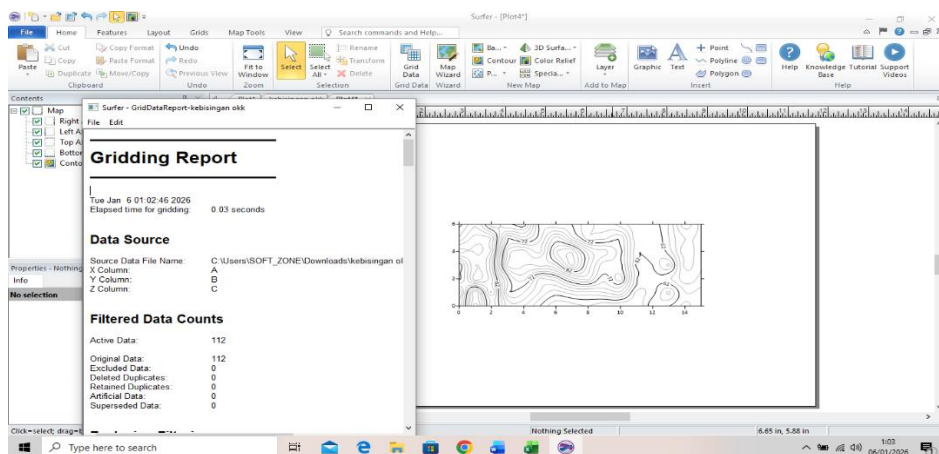
Gambar 13. Langkah Ketiga Mengoperasikan *Software Golden Surfer*

4. Kemudian untuk mengolah data yang telah diinput maka dibuka lembar kerja baru dengan cara: klik *File*→ lalu pilih *New* → pilih *Plot*→ *Grid*→ *Data*→ buka *file* yang disimpan dalam bentuk *excel* dan kemudian klik OK sehingga akan muncul tampilan *Grid Report* dapat dilihat pada **Gambar 14**.



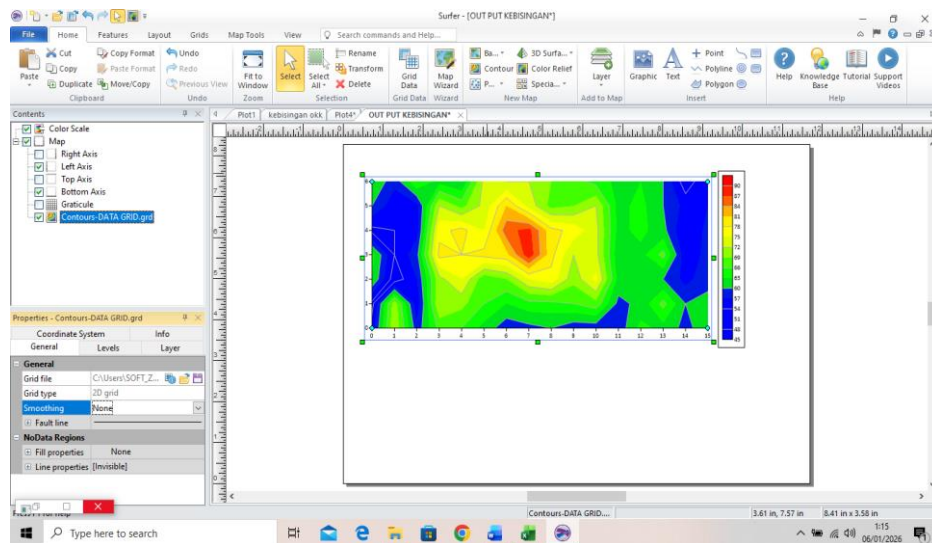
Gambar 14. Langkah keempat Mengoperasikan *Software Golden Surfer*

5. Agar dapat menampilkan peta kebisingan maka dilakukan dengan cara: Klik *Map* → *Contour Map* sehingga akan muncul peta *kontur* dapat dilihat pada **Gambar 15**.



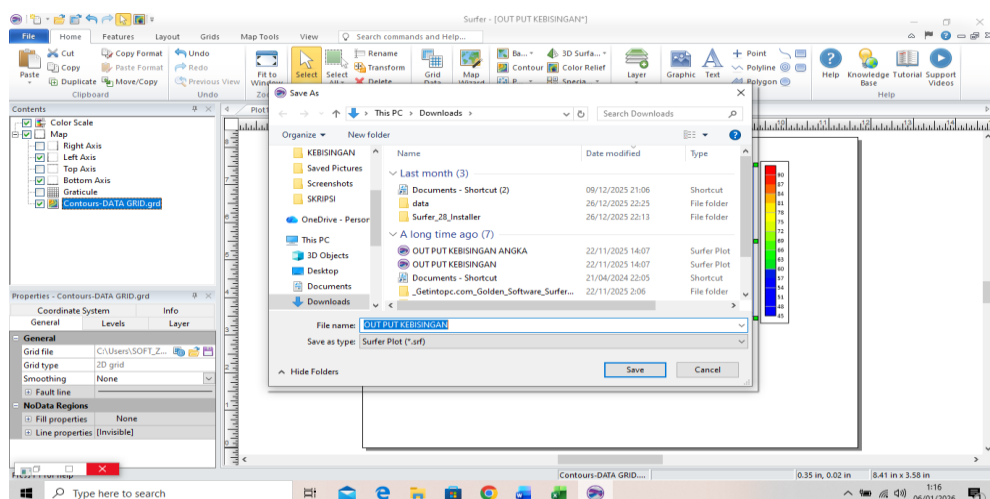
Gambar 15. Langkah kelima Mengoperasikan *Software Golden Surfer*

6. Supaya dapat memasukkan warna Nilai Ambang Batas (NAB) maka klik peta. Kemudian centang *Fill Contours* dan *Colors Scale*, lalu pilih *Fill Colors*. Peta kontur kebisingan akan terlihat dapat dilihat seperti **Gambar 16**.



Gambar 16. Langkah Keenam Mengoperasikan *Software Golden Surfer*

7. Simpan file *kontur* dapat dilihat pada **Gambar 17.**



Gambar 17. Langkah Ketujuh Mengoperasikan *Software Golden Surfer*

3.5.3 Perhitungan Waktu Paparan Kebisingan di Lingkungan Kerja

Perhitungan waktu maksimum paparan kebisingan di lingkungan kerja dilakukan untuk mengetahui persentase dosis kebisingan yang diterima pekerja di lingkungan kerja setiap harinya. Pengukuran ini dilakukan agar dapat memberikan informasi kepada pekerja terkait dosis kebisingan yang seharusnya diterima di lingkungan kerja dan hal ini sebagai upaya pengendalian kebisingan. Perhitungan dosis kebisingan di lingkungan kerja dapat dilakukan dengan beberapa rumus (NIOSH, 1998). Rumus perhitungan paparan maksimum kebisingan di lingkungan kerja

dapat dilihat pada persamaan 3.1:

$$t_{\text{maks}} = \frac{480}{2^{(L-85)/3}} \quad (3.1)$$

Keterangan:

- t_{maks} = Waktu kontak acuan maksimum yang menunjukkan mulai berbahaya sebuah tingkat kebisingan (Jam/hari)
- I = Intensitas kebisingan di lokasi pengukuran (dB)
- 480 = 8 jam kerja/hari, dimana 1 jam = 60 menit
- 85 = *Recommended Exposure Limit* (REL) atau Nilai Ambang Batas (NAB)
- 3 = *Exchange rate*, disebut juga sebagai *doubling rate/trading ratio*. *Doubling rate* merupakan angka yang dapat menunjukkan keterkaitan antara intensitas bising dengan tingkat kebisingan. dimana untuk angka 3 tersebut artinya untuk setiap penambahan sebuah sumber bising yang intensitasnya sama, akan ada penambahan tingkat kebisingan sebesar 3 (dB).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran kebisingan di lingkungan kerja PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang menunjukkan bahwa tingkat intensitas kebisingan berada pada rentang 52–89 (dB). Nilai kebisingan tertinggi sebesar 89 (dB) terdapat pada titik (3,7) di area boiler, turbin, dan generator, sedangkan nilai terendah sebesar 52 dB terdapat pada titik (2,1) di area samping *coal yard*, yang diduga karena adanya penghalang fisik sehingga kebisingan teredam.
2. Kontur kebisingan hasil dari pengolahan data menggunakan *software Golden Surfer* menunjukkan pembagian zona kebisingan, yaitu zona merah dan orange (81–90 dB), zona kuning (71–80 dB), zona hijau (61–70 dB), dan zona biru (45–60 dB). Zona kebisingan tertinggi berada di area pada titik (3,7), sedangkan zona terendah berada di area pinggiran PLTU atau di sekitar *coal yard* pada titik (2,1).
3. Berdasarkan perhitungan waktu maksimum paparan kebisingan dengan sistem kerja 3 shift dan waktu kerja 8 jam per hari, dengan tingkat kebisingan tertinggi sebesar 89 (dB) memiliki waktu maksimum paparan 3 jam/hari tanpa (APD), sedangkan di area titik (2,1) yang tidak dikategorikan bising dikarenakan dibawah nilai ambang batas (NAB) berdasarkan SNI dan NIOSH.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Sebalang diperoleh saran dari peneliti sebagai berikut:

1. Melakukan *Maintance* secara rutin pada mesin

Salah satu cara yang dapat dilakukan sebagai upaya pengendalian kebisingan yaitu dengan melakukan *maintance* secara rutin pada mesin. Perawatan mesin dapat dilakukan dengan mengganti komponen pada mesin yang sudah aus dan memberikan pelumas pada mesin.

2. Penerapan *Enclosure*

Enclosure merupakan suatu material yang dapat mengisolasi suara yang berguna untuk mengurangi suara mesin di lingkungan kerja. *Enclosure* yang dapat digunakan pada lingkungan kerja PT PLN NP UP Sebalang dan disarankan peneliti diletakkan diatas *whare house* atau dekat sumber bising di turbin dan generator.

3. Pemasangan peredam suara (*Silencer* atau *muffler*)

Silencer atau *muffler* yakni peredam khusus yang dipasangkan pada saluran masuk udara, knalpot mesin, atau pipa uap bertekanan tinggi untuk mengurangi kebisingan aerodinamis.

4. Peredam Getaran (*Damping*)

Material peredam getaran pada panel mesin yang bersonansi atau menggunakan dudukan anti getar untuk mengisolasi mesin dari struktur bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., Handayani, I. D., & Margiantono, A. (2018). Analisis tingkat kebisingan di Universitas Semarang dengan peta kontur menggunakan software Golden Surfer 14. *Elektrikal: Jurnal Teknik Elektro*, 14(1), pp 22–27.
- Ahmed, S. S., & Gadelmoula, A. M. (2020). Industrial Noise Monitoring Using Noise Mapping Technique: A Case Study On A Concrete Block Making Factory. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 19(2), pp. 851–862.
- Aini, A. N., Anwar, I. F., Sufanir, A. M. S., & Astor, Y. (2017). Survei dan pemetaan zona kebisingan arus lalu lintas pada kawasan RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. *Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung*, 1(1), pp. 2–6.
- Ali, H., & Mulyati, S. (2020). Analisis tingkat kebisingan mesin stone crusher dan keluhan stres kerja pada pekerja di PT Roda Teknindo Purajaya Bengkulu Utara tahun 2018. *Journal of Nursing and Public Health*, 8(1), pp. 37–42.
- Anggraini, F. J., Rizki, A. H., & Rahayu, A. (2019). Pemetaan kebisingan di area gas plant PT. X Jambi dalam rangka perlindungan terhadap pekerja. *Jurnal Engineering*, 1(2), pp. 1–7.
- Anies. (2015). *Penyakit akibat kerja: Berbagai penyakit akibat lingkungan kerja dan upaya penanggulangannya*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Anizar. (2009). *Teknik keselamatan dan kesehatan kerja di industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Aspian Nur, A., Al Amrie, M., Kaltara, U., & Fakultas Ekonomi dan Ilmu Ekonomi Pembangunan. (2024). Peranan ampas kopi sebagai energi alternatif. *Jurnal Ekonomi Pembangunan dan Manajemen (EKMAN)*, 3(1), pp. 13–15.
- Budiono, A. S. (2003). *Bunga rampai hiperkes dan kesehatan kerja*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Buchari & Matondang, N. (2017). *The Impact of Noise Level on Students' Learning Performance at State Elementary School in Medan*: AIP Publishing.

- Casas, W. J. P., Cordeiro, E.P., Mello, T.C., & Zannin, P. H. T. (2014). Noise Mapping As A Tool For Controlling Industrial Noise Pollution. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 74(2),pp. 114–116.
- Chusna, N. A., Huboyo, H. S., & Andarani, P. (2017). Analisis kebisingan peralatan pabrik terhadap daya pendengaran pekerja di PT Pura Barutama Unit PM 569 Kudus. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1),pp. 1–10.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2003). *Modul pelatihan bagi fasilitator kesehatan kerja*. Jakarta: Depkes RI.
- Gabriel, J. F. (1996). *Fisika kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Gunara, M. (2011). Bahaya kebisingan di lingkungan kerja pada industri penarikan kawat dan metode pengendaliannya. *Jurnal Rekayasa Teknologi*, 2(2), pp. 57–64.
- Hasibuan, C. F., Sutrisno & Pranatal, B. (2020). The Intensity Measurement and Noise Mapping in Fatty Acid Plant Area at PT XYZ. *Simetrikal Journal of Engineering and Technology*, 02(01), pp. 20–27.
- Hendrawan, A. (2020). *Analisa tingkat kebisingan kamar mesin pada kapal. Dalam Prosiding Seminar Nasional Wijayakusuma: Jaringan Penelitian (JARLIT) Cilacap “Menuju Cilacap 4.C (Creativity, Critical Thinking, Communication, and Collaboration)”* (hlm. 10–15). Cilacap.
- International Labour Organization. (2013). *Keselamatan dan kesehatan kerja: Sarana untuk produktivitas*. Jakarta: ILO.
- Kemala. (2013). *Potensi vegetasi sebagai peredam ingar bunyi kendaraan*. Bogor: Departemen Biologi, Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 tentang standar dan persyaratan kesehatan lingkungan kerja industri*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan kerja*. Jakarta: Kemnaker RI.
- Mikulski, W. (2020). Reducing the harmful effects of noise on the human environment: Sound insulation of industrial skeleton enclosures in the 10–40 kHz frequency range. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 18(2), pp. 1451–1463.
- M., Yulisa, F., & Kiki, P. U. (2016). Analisis persebaran kebisingan di area PT PLN (Persero) wilayah Kalimantan Barat Kabupaten Kubu Raya dengan metode noise mapping. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 13(2), pp. 45–54.
- National Institute for Occupational Safety and Health. (1998). *Stress at work*.

Washington DC: Department of Health and Human Services.

- Nofirza, & Sepriantoni. (2015). *Analisa intensitas kebisingan dengan pendekatan pola sebaran pemetaan kebisingan di PT Ricry Pekanbaru*. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 7, 490–498.
- Oktorina, S., Aprilia, B. S., & Anjarsari, I. (2011). Analisis intensitas kebisingan lingkungan kerja pada pembangunan Twin Tower UIN Sunan Ampel Surabaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), pp. 62–67.
- Ridley, J. (2008). *Ikhtisar kesehatan dan keselamatan kerja*. Jakarta: Erlangga.
- Rifani, U., Sasmita, A., & Edward. (2017). Pemetaan kebisingan di PKS Terantam PT Perkebunan Nusantara V dengan metode noise mapping. *JOM FTEKNIK*, 4(2), pp. 1–5.
- Rizannur, S. M., Yulisa, F., & Kiki, P. U. (2016). Analisis persebaran kebisingan di area PT. PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat Kabupaten Kubu Raya dengan metode *noise mapping*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 10(2), pp. 45–53.
- Sartika, D. (2011). *Analisis kebisingan pada proses pengolahan teh di PTPN VIII Perkebunan Gunung Mas, Cisarua, Jawa Barat*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Saidah, A., & Sinaga, M. (2023). *Power plant dan aplikasinya*. Yogyakarta: CV Bintang Semesta Media.
- Sasmita, A., & Osmeiri, B. (2021). Noise mapping and analysis of maximum exposure time. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), pp. 35–48.
- Sasmita, A., Muhammad, R., & Rodesia, M. R. (2021). Pemetaan dan perhitungan pemaparan tingkat kebisingan pada industri pengolahan kayu di Kecamatan Siak, Riau. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), pp. 68–76.
- Sasmita, A., Elystia, S., & Asmura, J. (2016). Evaluasi tingkat kebisingan sebagai upaya pengelolaan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di Unit PLTD/G Teluk Lembu PT PLN Pekanbaru dengan metode NIOSH. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 15(2), pp. 34–42.
- Sihar, T. B. T. (2005). *Kebisingan di tempat kerja (occupational noise)*. Yogyakarta: Andi.
- Soedirman, & Suma, mur. (2014). *Kesehatan kerja dalam perspektif hiperkes dan keselamatan kerja*. Jakarta: Erlangga.
- Soepardi, E. A., et al. (2007). *Buku ajar ilmu kesehatan telinga hidung tenggorok kepala dan leher*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.

- Soeripto. (2008). *Higiene industri*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Suma, mur. (2009). *Higiene perusahaan dan keselamatan kerja*. Jakarta: Sagung Seto.
- Syahputra, R. (2020). *Teknologi pembangkit tenaga listrik*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Tambunan, S. T. B. (2005). *Kebisingan di tempat kerja (occupational noise)*. Yogyakarta: Andi.
- Tarwaka. (2015). *Ergonomi industri: Dasar-dasar pengetahuan ergonomi dan aplikasi di tempat kerja* (Edisi Revisi). Surakarta: Harapan Press.
- Vridian. (2018). Sound and noise attenuation with glass. *TechDirect*, pp. 1–5.
- Yuniarti, N., & Aji, I. W. (2019). *Pembangkit tenaga listrik*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.