

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DAN PENGENDALIAN RISIKO
KEBISINGAN BERDASARKAN METODE NOISE MAPPING DAN NIOSH**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri Program Sarjana - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Aghniya Salsabila
No. Mahasiswa : 20522351

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 27 – Mei - 2024



(Aghniya Salsabila)
20522351

SURAT BUKTI PENELITIAN



UBP SEMARANG

Nomor : 0147/STH.01.04/PLNIP070000/2024 18 Maret 2024
Lampiran : -
Sifat : Biasa
Hal : Permohonan Penelitian Kepada

Yth. UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA
PRODI TEKNIK INDUSTRI
Jl. Kallurang Km 14.5 Yogyakarta
55584

Menunjuk surat Saudara :

Nomor : 20/Penelitian TA/Sek.Prodi.S1/20/TI/III/2023
Perihal : Permohonan Izin Penelitian Tugas Akhir

Dengan ini disampaikan bahwa kami dapat menerima Permohonan Penelitian Mahasiswi Saudara, atas nama :

NO	NAMA	NIM	PRODI
1	Aghniya Salsabila	20522351	Teknik Industri

Yang dilaksanakan pada:

Tanggal : 01 s.d 05 April 2024
Tempat : PT PLN Indonesia Power UBP Semarang
Judul TA : Analisis Tingkat Kebisingan dan Pengendalian Kebisingan Menggunakan Metode Noise Mapping, NIOSH dan Hierarchy Control

Perlu kami sampaikan bahwa Penerimaan siswa / Mahasiswa Penelitian atau Observasi merupakan salah satu Program Community Development (PLN PEDULI) bentuk kepedulian PT PLN Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Semarang pada dunia pendidikan.

Demikian disampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

SENIOR MANAGER,



FLAVIANUS ERWIN PUTRANTO

-
T -
F - W -

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DAN PENGENDALIAN RISIKO
KEBISINGAN BERDASARKAN METODE NOISE MAPPING DAN NIOSH

TUGAS AKHIR



Dosen Pembimbing


(Amarria Dila Sari, S.T., M.Sc)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN DAN PENGENDALIAN RISIKO KEBISINGAN BERDASARKAN METODE NOISE MAPPING DAN NIOSH

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Aghniya Salsabila

No. Mahasiswa : 20522351

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-I Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 - Mei - 2024

Tim Penguji

Amarria Dila Sari, S.T., M.Sc

Ketua

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc

Anggota I

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Nur Fauzan, S.T., M.Sc, Ph.D., IPM,

NIP. 01120101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin. Dengan mengucap rasa syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta pertolongan dalam menjalani berbagai rintangan pada proses Penelitian Tugas Akhir ini. Penelitian Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada keluarga saya, terutama Ibu, Papah, Mba. Sinta, Mas. Adi dan Mas Agun. Semua sahabat saya yang selalu ada untuk berbagi suka dan duka serta selalu mendukung saya selama perjalanan kuliah ini. Skripsi ini juga tidak mungkin terselesaikan tanpa bimbingan dan arahan yang berharga dari pembimbing saya, Ibu Amarria Dila Sari, S.T., M.Sc.

MOTTO

"Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan salat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar."

(Q.S Al-Baqarah: 153)

"Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah sekian banyak kesabaran (yang kau jalani), yang akan membuatmu terpana hingga lupa betapa pedihnya rasa sakit"

(Ali bin Abi Thalib)

"Dan ketahuilah, sesungguhnya kemenangan itu beriringan dengan kesabaran. Jalan keluar beriringan dengan kesukaran. Dan sesudah kesulitan, pasti akan datang kemudahan."

(HR. Tirmidzi)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sholawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman sehingga penulis dapat menyelesaikan semua tahapan laporan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Tingkat Kebisingan dan Pengendalian Risiko Kebisingan Berdasarkan Metode Noise Mapping dan NIOSH**”.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan, dukungan dan kesempatan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung, sehingga dapat memperlancar pembuatan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Amarria Dila Sari, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang tidak hanya meluangkan waktu dan tenaga, tetapi juga memberikan bimbingan berharga dalam setiap tahap pengerjaan tugas akhir ini.
4. Keluarga penulis terutama kedua orang tua yaitu Bapak Muhadi dan Ibu Juhaeriyah, Adi Heriyanto, S.T., apt. Sinta Silviani Dwi Lestari, S.Farm. selaku kedua kakak penulis.
5. PT PLN Indonesia Power UBP Semarang yang telah memberikan peluang, kemudahan dan fasilitas kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir.
6. Dwi Agun Wibowo, A.Md. selaku Kaka Ipar dan mentor serta karyawan-karyawan yang telah membimbing penulis dalam pengambilan data di PT PLN Indonesia Power UBP Semarang.
7. Sahabat penulis sejak SMA yaitu Rizqi Khalda Suryanto yang selalu memberikan dukungan, semangat serta masukan-masukan yang bermanfaat selama masa perkuliahan hingga Tugas Akhir ini.
8. Sahabat penulis selama studi sejak semester 1 yaitu Aura Afika Ghayatri, S.T. yang selalu memberikan arahan, dukungan, bantuan, semangat dan menemani penulis kemanapun dalam keadaan senang dan sedih selama masa perkuliahan.
9. Seluruh teman-teman yang telah memberikan dukungan dan menemani perjalanan penulis semasa perkuliahan yang berwarna. Khususnya grup peduli kasih, kos asri jaya dan teman-teman di Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
10. Sahabat Yayasan Seribu Satu Cita yang telah menemani perjalanan perkuliahan penulis dengan penuh pembelajaran hingga dapat menebarkan kebaikan kepada sesama.

11. Semua orang yang membantu dalam penulisan karya ini hingga akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
12. Terakhir penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada diri saya sendiri yang telah mampu menjalani semua proses dan tahapan penyelesaian Tugas Akhir serta perkuliahan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan pembaca memberikan kritik dan saran guna penyempurnaan dimasa mendatang. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

ABSTRAK

Permenaker No. 5 tahun 2018 tentang keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan adalah pedoman utama dalam mengatur lingkungan kerja, salah satunya aspek kebisingan yang menetapkan standar kebisingan di tempat kerja, dengan NAB (Nilai Ambang Batas) 85 dB untuk 8 jam kerja. Kebisingan berlebih dapat menyebabkan gangguan pendengaran dan risiko kerusakan telinga. Pemeriksaan dan pengujian kebisingan harus dilakukan secara berkala sesuai ketentuan peraturan. PLTGU PT PLN Indonesia Power UBP Semarang adalah pembangkit listrik yang mengintegrasikan PLTG dan PLTU, beroperasi 24 jam setiap hari dengan peralatan menghasilkan kebisingan tinggi. Tim audit eksternal menekankan perlunya sertifikasi sistem K3L setiap tahun, termasuk pengendalian kebisingan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kebisingan dan waktu paparan maksimum menggunakan metode perhitungan NIOSH, serta menyesuaikan pengendalian dengan pendekatan *hierarchy of control* dan merekomendasikan penggunaan *noise mapping*. Tujuannya adalah mengidentifikasi tingkat kebisingan dan persebaran kebisingan dari pemetaan yang telah dibuat di area *Plant* PLTGU, mengetahui waktu maksimal paparan kebisingan dan pengendalian kebisingan. Dalam hasil nilai L_{Aeq} diukur pada berbagai titik dan unit di *Plant* PLTGU menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan. Unit GTG (1.1-2.3) memiliki nilai tertinggi, mencapai 97,74 dBA (GTG 1.1). Hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran di unit GTG dan STG menunjukkan bahwa area turbin memiliki intensitas kebisingan tertinggi, berkisar antara 86,51 - 97,02 dBA. Setiap unit memiliki perbedaan intensitas yang dipengaruhi oleh beban listrik yang diolah. Pemetaan kebisingan menunjukkan intensitas berwarna merah melebihi 90 dBA, orange 70 – 90 dBA, kuning 55 – 70 dBA, dan hijau kurang dari 55 dBA. Upaya pengendalian kebisingan dilakukan dengan pengendalian administratif seperti pelatihan dan pemeriksaan kesehatan, serta pemetaan kebisingan untuk mengetahui persebaran intensitasnya. Waktu paparan kebisingan tertinggi terjadi pada area turbin, di titik 23, dengan durasi maksimal 30 menit. Penetapan waktu maksimal paparan kebisingan digunakan sebagai acuan untuk menetapkan jam kerja dan istirahat.

Kata Kunci: Kebisingan, *Noise Mapping*, Perhitungan NIOSH

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kajian Literatur	8
2.2 Landasan Teori.....	12
2.2.1 Kebisingan	12
2.2.2 Sumber Kebisingan	12
2.2.3 Jenis Kebisingan.....	13
2.2.4 Nilai Ambang Batas	14
2.2.5 <i>Noise Mapping</i>	15
2.2.6 Dampak Kebisingan	15
2.2.7 Pengukuran Kebisingan	16
2.2.8 Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan	18
2.2.9 Pengendalian Kebisingan.....	18

BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Kerangka Rencana Penelitian.....	21
3.2 Objek Penelitian	22
3.3 Subjek Penelitian.....	22
3.4 Jenis Data Penelitian	22
3.5 Metode Pengumpulan Data	23
3.6 Instrumen Penelitian	24
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	25
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	28
4.1 Pengumpulan Data	28
4.2 Pengolahan Data	31
4.2.1 Perhitungan Intensitas kebisingan LAeq (Tingkat Kebisingan Sinambung) dan Ls (Kebisingan Siang Hari).....	31
4.2.3 <i>Noise Mapping</i>	54
4.2.2 Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan sumber kebisingan dan unit kerja.....	57
4.2.4 Pengendalian Kebisingan (<i>Hierarchy of Control</i>).....	61
BAB V PEMBAHASAN.....	63
5.1 Hasil Perhitungan Nilai LAeq (Tingkat Kebisingan Sinambung) dan <i>LS</i> (Kebisingan Siang Hari)	63
5.1.1 Hasil Perhitungan nilai LAeq (Tingkat Kebisingan Sinambung)	63
5.1.2 Hasil Perhitungan Nilai <i>LS</i> (Kebisingan Siang Hari).....	67
5.2 <i>Noise Mapping</i> (Pemetaan Kebisingan).....	70
5.3 Hasil Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan	71
5.4 Pengendalian Kebisingan	74
BAB VI PENUTUP	77
6.1 Kesimpulan.....	77
6.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Induktif.....	8
Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas Kebisingan	14
Tabel 3.1 Kerangka renaca penelitian.....	21
Tabel 4.1 Titik Koordinat X dan Y	29
Tabel 4.2 (a) Tabel Deskripsi Statistik Distribusi Frekuensi dari sumber kebisingan HRSG; (b) Tabel Deskripsi Interval Distribusi blablabla.....	32
Tabel 4.3 hasil dari perhitungan LAeq pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 1.1.....	33
Tabel 4.4 hasil perhitungan nilai LS pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 1.1.....	34
Tabel 4.5 hasil perhitungan nilai LAeq pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 1.2.....	34
Tabel 4.6 hasil perhitungan nilai LS pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 1.2.....	36
Tabel 4.7 hasil perhitungan nilai LAeq pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 1.3.....	36
Tabel 4.8 hasil perhitungan nilai LS pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 1.3.....	37
Tabel 4.9 hasil perhitungan nilai LAeq pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 2.1.....	37
Tabel 4.10 hasil perhitungan nilai LS pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 2.1.....	38
Tabel 4.11 Hasil perhitungan nilai LAeq pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 2.2.....	39
Tabel 4.12 hasil perhitungan nilai LS pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 2.2.....	39
Tabel 4.13 Hasil perhitungan nilai LAeq pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 2.3.....	40
Tabel 4.14 hasil perhitungan nilai LS pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 2.3.....	41
Tabel 4.15 hasil perhitungan nilai LAeq pada titik pengukuran kebisingan STG (Steam Turbine Generator) 1.....	41
Tabel 4.16 hasil perhitungan nilai LS pada titik pengukuran kebisingan STG (Steam Turbine Generator) 1.....	42
Tabel 4.17 hasil perhitungan nilai LAeq pada titik pengukuran kebisingan STG (Steam Turbine Generator) 2.....	43
Tabel 4.18 hasil perhitungan nilai LS pada titik pengukuran kebisingan STG (Steam Turbine Generator) 2.....	44
Tabel 4.19 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada titik pengukuran GTG (<i>Gas Turbine Generator</i>) 1.1	57
Tabel 4.20 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (<i>Gas Turbine Generator</i>) 1.2.....	58
Tabel 4.21 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (<i>Gas Turbine Generator</i>) 1.3.....	58

Tabel 4.22 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (<i>Gas Turbine Generator</i>) 2.1	59
Tabel 4.23 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (<i>Gas Turbine Generator</i>) 2.2	59
Tabel 4.24 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (<i>Gas Turbine Generator</i>) 2.3	60
Tabel 4.25 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan STG (<i>Steam Turbine Generator</i>) 1	60
Tabel 4.26 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan STG (<i>Steam Turbine Generator</i>) 2	61
Tabel 5. 1 Hasil Perhitungan Nilai LAeq (Tingkat Kebisingan Sinambung) pada seluruh lokasi pengukuran pada <i>plant</i> PLTGU	63
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Nilai LS (Kebisingan Siang Hari) pada keseluruhan titik pengukuran kebisingan	67
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan sesuai titik pengukuran	72

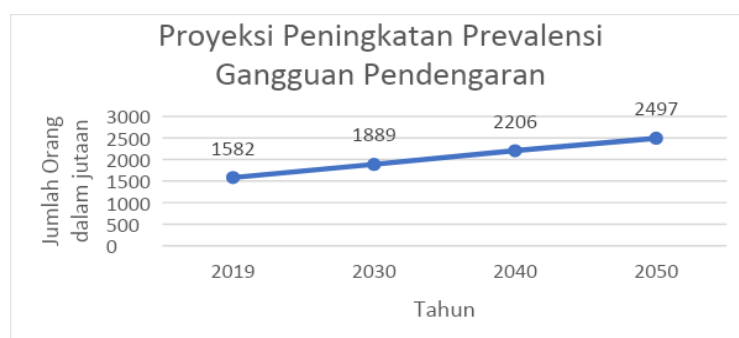
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peningkatan prevalensi gangguan pendengaran tahun 2019-2050.....	1
Gambar 3.1 Alur Penelitian	25
Gambar 4.1 Peta atau <i>layout</i> perusahaan.....	28
Gambar 4.2 Grafik perbandingan nilai LAeq pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 1.1.....	45
Gambar 4.3 Grafik perbandingan nilai LS pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 1.1.....	45
Gambar 4.4 Grafik perbandingan nilai LAeq pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 1.2.....	46
Gambar 4.5 Grafik perbandingan nilai LS pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 1.2.....	47
Gambar 4.6 Grafik perbandingan nilai LAeq titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 1.3.....	47
Gambar 4.7 Grafik perbandingan nilai LS pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 1.3.....	48
Gambar 4.8 Grafik perbandingan nilai LAeq pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 2.1.....	48
Gambar 4.9 Grafik perbandingan nilai LS pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 2.1.....	49
Gambar 4.10 Grafik perbandingan nilai LAeq pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 2.2.....	50
Gambar 4.11 Grafik perbandingan nilai LS pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 2.2.....	50
Gambar 4.12 Grafik perbandingan nilai LAeq pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 2.3.....	51
Gambar 4.13 Grafik perbandingan nilai LS pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 2.3.....	51
Gambar 4.14 Grafik perbandingan nilai LAeq pada titik pengukuran STG (Steam Turbine Generator) 1.....	52
Gambar 4.15 Grafik perbandingan nilai LS pada titik pengukuran STG (Steam Turbine Generator) 1.....	53
Gambar 4.16 Grafik perbandingan nilai LAeq pada titik pengukuran STG (Steam Turbine Generator) 2.....	53
Gambar 4.17 Grafik perbandingan nilai LS pada titik pengukuran STG (Steam Turbine Generator) 2.....	54
Gambar 4.18 <i>Noise Mapping</i> GTG (<i>Gas Turbine Generator</i>) dan STG (<i>Steam Turbin Generator</i>)	55
Gambar 4.19 <i>Noise Mapping</i> GTG (<i>Gas Turbine Generator</i>).....	56
Gambar 4. 20 <i>Noise Mapping</i> STG (<i>Steam Turbin Generator</i>).....	57
Gambar 5.1 Grafik Nilai LAeq pertitik pengukuran kebisingan.....	67
Gambar 5.2 Grafik Nilai LS pertitik pengukuran kebisingan	69
Gambar 5.3 Hasil <i>Noise Mapping</i> Unit STG (<i>Steam Turbine Generator</i>)	70
Gambar 5.4 <i>Noise mapping</i> unit GTG (<i>Gas Turbine Generator</i>).....	71
Gambar 5.5 Turbin pada Unit STG (<i>Steam Turbin Generator</i>)	75

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 tahun 2018 tentang keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan merupakan pedoman utama dalam mengatur lingkungan kerja, salah satunya aspek kebisingan (Permenaker, 2018). Peraturan ini memberikan landasan hukum yang kuat terkait standar kebisingan di tempat kerja. Oleh karena itu pengujian kebisingan harus dilakukan sesuai dengan pedoman yang termuat di dalamnya. Perusahaan besar, baik manufaktur maupun jasa, sering mengalami kebisingan. Kebisingan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan lingkungan kerja tidak kondusif (Rahayu & Cahyadi, 2020). Kebisingan sangat sulit dihindari karena setiap perusahaan memiliki alat kerja atau mesin yang dapat berpotensi menimbulkan suara bising (Isliko et al., 2022). WHO memperkirakan pada tahun 2050 hampir 2,5 miliar orang akan menderita gangguan pendengaran pada tingkat tertentu (WHO, 2021). Berikut merupakan gambar proyeksi peningkatan prevalensi gangguan pendengaran tahun 2019-2050.



Gambar 1.1 Peningkatan prevalensi gangguan pendengaran tahun 2019-2050

Sumber: (WHO, 2021)

Menurut Permenaker No. 5 Tahun 2018 tentang keselamatan kesehatan kerja lingkungan kerja menyatakan bahwa NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan adalah 85 dB untuk 8 jam kerja (Permenaker No 5, 2018). Tingkat kebisingan yang melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) dapat menyebabkan gangguan pendengaran dan kerusakan telinga, baik sementara maupun permanen, jika terpapar selama waktu tertentu tanpa menggunakan alat perlindungan (Silviana et al., 2021). Apabila pekerja terpapar kebisingan melebihi NAB (Nilai Ambang Batas), maka akan berdampak pada gangguan kesehatan pekerja

seperti ketulian. kesalahan menerjemahkan suatu informasi dan stres kerja mengakibatkan kinerja pekerja buruk dan akan mempengaruhi aktivitas kerja yang akan berpotensi mengalami kecelakaan kerja (Isliko et al., 2022). Pemeriksaan dan pengujian kebisingan penting untuk dilakukan sebagaimana yang telah dinyatakan oleh Permenaker No. 5 Tahun 2018 bahwa pemeriksaan dan pengujian berkala dilakukan secara eksternal paling sedikit 1 (satu) tahun sekali atau sesuai dengan penilaian risiko atau ketentuan peraturan perundang-undangan (Permenaker, 2018).

Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) PT PLN Indonesia Power UBP Semarang merupakan salah satu pembangkit Listrik yang menggabungkan dua prinsip kerja pembangkit listrik yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). PLTGU adalah instalasi peralatan yang dapat mengubah energi panas (hasil pembakaran bahan bakar dan udara) menjadi energi listrik. Adapun peralatan utama sistem PLTG termasuk kompresor, ruang bakar, turbin gas dan generator, HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), turbin uap, kondensor, pemanas air (*water heater*), pipa-pipa, dan pompa pengisi HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*). Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) beroperasi secara terus menerus (kontinyu) selama 24 jam setiap harinya. Peralatan atau mesin unit pembangkitan, baik mesin utama maupun penunjang ini menghasilkan suara yang sangat bising. Selama proses produksi listrik, *Operator central control room* (CCR) bertanggung jawab untuk memonitor, mengontrol, dan mengoperasikan seluruh peralatan pembangkit serta bertanggung jawab untuk memeriksa kondisi mesin atau peralatan dan memperbaiki gangguan pada peralatan atau system. Pekerjaan tersebut dilakukan berdekatan langsung dengan unit yang menjadi sumber kebisingan setiap harinya. Dari data satu tahun yang lalu didapatkan tingkat kebisingan pada beberapa sumber kebisingan diantaranya HRSG (*Heat recovery Steam Generator*), *Accessories Compartment*, turbin dan generator yang memiliki nilai berkisar antara 65 dBA- 100,3 dBA dengan beban berkisar antara 70-93 MW. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa nilai tersebut sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Sehingga perlu dilakukannya pengendalian. Tim audit eksternal memberi perusahaan tanggung jawab untuk memastikan bahwa sistem manajemen Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan (K3L) di lokasi pembangkit listrik tenaga gas (PLTGU) telah disertifikasi. Untuk mencapai hal ini, perusahaan harus melakukan evaluasi sistem manajemen K3L sekali setahun. Oleh karena itu, sebagai bagian dari persiapan untuk penilaian sistem manajemen K3L pada tahun 2024,

perusahaan harus menyiapkan dokumen yang berkaitan dengan pengujian tingkat kebisingan. Dari hasil penelitian oleh (Darmawati & Handayani, 2021) yang dilakukan di PLTGU didapatkan hasil bahwa pada 42 karyawan yang bekerja di bidang pemeliharaan PLTGU menunjukkan bahwa 13 karyawan (31,0%) mengalami gangguan fisiologis, 31 karyawan (73,8%) mengalami gangguan psikologis, dan 15 karyawan (35,7%) mengalami gangguan komunikasi. Berdasarkan penelitian (Septiana & Widowati, 2017) yang dilakukan di PT Indonesia Power UBP Semarang bahwa intensitas kebisingan yang terjadi ada hubungannya dengan gangguan pendengaran akibat bising pada pekerja yang terpapar kebisingan, hal ini dilihat hasil observasi menunjukkan bahwa 79 orang (71,8%) dari responden yang bekerja di area dengan intensitas kebisingan lebih dari 85 dBA memiliki resiko 2,779 kali lebih besar untuk mengalami gangguan pendengaran akibat bising daripada mereka yang bekerja di area dengan intensitas kebisingan di bawah 85 dBA. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa peta kebisingan, atau peta kebisingan, harus dibuat dengan memberi warna pada daerah yang digambar sesuai dengan intensitas kebisingan. Ini akan memungkinkan pekerja waspada dengan intensitas kebisingan dan lama paparan yang disarankan di setiap area kerja, sehingga mereka dapat lebih konsisten menggunakan APT.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan berdasarkan rekomendasi penelitian (Septiana & Widowati, 2017) pada PT Indonesia Power UBP Semarang. Adapun hasil observasi yang telah dilakukan pada PT PLN Indonesia Power UBP Semarang didapatkan bahwa dari 21 pekerja terpapar kebisingan setiap harinya. Dari responden yang diteliti sebanyak 4 orang (19%) mengalami keluhan terkait kebisingan yang menunjukkan bahwa kebisingan di tempat kerja telah berdampak langsung pada sebagian pekerja seperti sakit pada telinga ketika unit kerja mengalami kebocoran. Sebanyak 13 orang (62%) pernah mengalami keluhan pada gangguan psikologis seperti rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, dan meningkatnya emosional dan terdapat 7 pekerja (33%) memiliki atau mengetahui dampak kebisingan pada kesehatan diri sendiri ataupun pekerja lain. Dari keseluruhan pekerja juga tidak mengetahui intensitas kebisingan yang diterima pekerja di lingkungan kerja dan tidak dapat menggambarkan secara pasti bagaimana intensitas kebisingan saat rendah maupun tinggi, karena tidak ada informasi tentang sebaran tingkat kebisingan, paparan akibat bising akan meningkatkan risiko bagi pekerja, mereka akan kesulitan untuk mengetahui sebaran tingkat kebisingan di tempat kerja mereka (Afrizal et al., 2023). Penelitian ini dilakukan untuk mengukur tingkat kebisingan

dan waktu maksimal paparan kebisingan menggunakan metode perhitungan NIOSH. Perhitungan NIOSH dilakukan untuk mengetahui durasi maksimum seorang pekerja yang terpapar kebisingan (Sasmita & Osmeiri, 2021). Perhitungan ini dilakukan kembali untuk memastikan bahwa sistem manajemen lingkungan (SML) terkait kebisingan telah sesuai dan pengujian kebisingan merupakan cara untuk memastikan bahwa perusahaan mematuhi persyaratan peraturan dan standar yang berlaku (Hakim et al., 2023). Selain itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan menyesuaikan pengendalian yang telah dilakukan dengan pendekatan *hierarchy of control* serta memberikan rekomendasi dengan pengendalian menggunakan *noise mapping*. *Noise Mapping* merupakan metode pemetaan kebisingan menggunakan pola tingkat kebisingan di suatu lokasi kerja (Afrizal et al., 2023). Metode *noise mapping* digunakan dalam penelitian Ramadhani & Widyaningrum, (2023) untuk menerapkan upaya pengendalian agar memudahkan pekerja dalam mengidentifikasi mesin dan titik-titik yang menimbulkan kebisingan. Selain itu peta kebisingan (*noise mapping*) dapat digunakan untuk memprediksi persebaran tingkat kebisingan untuk merancang langkah-langkah, mengontrol kebisingan, dan meminimalisir penyebaran kebisingan. Peta kebisingan (*noise mapping*) ini dapat membantu meningkatkan implementasi sistem manajemen lingkungan (SML).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis kebisingan yang terjadi pada area *Plant* PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) dan bagaimana hasil pemetaan kebisingan menggunakan *Noise Mapping*?
2. Bagaimana rekomendasi pengendalian menggunakan pendekatan *Hierarchy Control* dan bagaimana hasil perhitungan waktu maksimal paparan menggunakan metode perhitungan NIOSH (*National for Occupational Safety and Health*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari rumusan masalah yang telah dibuat yaitu:

1. Mengidentifikasi hasil analisis tingkat kebisingan yang terjadi pada area *Plant* PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) dan mengidentifikasi persebaran kebisingan dari pemetaan yang telah dibuat pada area *Plant* PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap).

2. Mengetahui rekomendasi pengendalian dengan pendekatan *Hierarchy of Control* dan waktu maksimal paparan kebisingan menggunakan metode perhitungan NIOSH (*National For Occupational Safety and Health*)

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian pada tugas akhir ini ialah:

1. Hasil pemetaan kebisingan diharapkan dapat menjadi pedoman kedepannya oleh *team* HSSE dalam mengambil langkah-langkah SMK3 berdasarkan peta kebisingan yang telah dibuat. Sehingga dapat mengetahui lokasi persebaran kebisingan pada area Plant PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap).
2. Memberikan data hasil pengukuran yang berguna untuk mengetahui tingkat kebisingan serta cara pengendalian kebisingan agar tidak adanya gangguan kesehatan bagi pekerja atau operator.
3. Menambah wawasan dan mendorong pengembangan penelitian mengenai pemetaan dan analisis tingkat kebisingan serta menjadi referensi bagi peneliti dengan tema serupa mendatang.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan pada penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Penelitian ini berfokus pada pengukuran kebisingan yang dilakukan secara langsung di area Plant PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap).
2. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan di area area Plant PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) mulai pukul 08.00 WIB – 17.00 WIB.
3. Objek penelitian ini hanya diambil dekat sumber kebisingan, khususnya pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3, STG (*Steam Turbine Generator*) 1 dan STG (*Steam Turbine Generator*) 2.
4. Perhitungan hanya mencari nilai LAeq dan Ls, kemudian dilakukan pembuatan pemetaan kebisingan dengan *software surfer* dan dilakukan perhitungan waktu paparan maksimal kebisingan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum yang akan dijelaskan. Adapun sistematika penulisan sebagai berikut:

a. BAB I: Pendahuluan

Fokus pendahuluan berisikan gambaran permasalahan yang ditemukan, pemaparan latar belakang mengenai kebisingan, dampak kebisingan dan pemetaan kebisingan serta waktu maksimal paparan. Selanjutnya, menjelaskan terkait tujuan yang menjawab rumusan masalah yang ada, manfaat penelitian yang akan dilakukan dan batasan penelitian untuk membatasi topik penelitian agar lebih fokus serta sistematika penulisan untuk memberikan gambaran umum yang akan dijelaskan.

b. BAB II: Kajian Literatur

Pada pemaparan bab II memuat uraian kajian induktif dan kajian deduktif. Pada kajian induktif berisikan uraian mengenai konsep dasar dan teori kebisingan, *noise mapping*, perhitungan *NIOS* dan *hierarchy of control* yang didapat dari jurnal, buku, *website* ataupun sumber lainnya yang valid. Sedangkan kajian deduktif berisikan uraian mengenai hasil penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan sebagai bahan acuan dasar penelitian ini.

c. BAB III: Metode Penelitian

Pada pemaparan bab III memuat kerangka rencana bagian ini mencakup objek penelitian, jenis data, metode pengumpulan data kebisingan, pengolahan dan analisis data kebisingan yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan sesuai dengan bagan alir yang telah dibuat.

d. BAB IV: Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada pemaparan bab IV memuat cara pengumpulan data kebisingan dan pengolahan data kebisingan. Bagian ini membahas pengumpulan data yang dilakukan dengan observasi langsung dilapangan dan wawancara terhadap pekerja dan team K3L serta asisten manager K3L. Kemudian data akan diolah menggunakan metode *noise mapping* untuk pembuatan sketsa atau pemetaan kebisingan dan memberikan berbagai warna sesuai dengan tingkat kebisingan, perhitungan *NIOS (National For Occupational Safety and Health)* untuk mengukur tingkat kebisingan di area *plant* PLTGU dan *hierarvhy of control* untuk mencari pengendalian kebisingan yang efektif, sehingga tujuan penelitian tugas akhir ini tercapai.

e. BAB V: Pembahasan

Pada pemaparan bab V memuat pembahasan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, Adapun pembahasan yang akan disampaikan yaitu mengenai pemetaan kebisingan, hasil pengukuran kebisingan dan pengendalian yang efektif untuk meminimalisir terjadinya kebisingan di area *plant* PLTGU.

f. BAB VI: Penutup

Bagian ini memuat kesimpulan penelitian terhadap analisis yang telah dibuat dan saran atas hasil yang telah didapat untuk direkomendasikan pada Perusahaan serta rekomendasi penelitian selanjutnya untuk mengembangkan penelitian yang telah dilakukan ini.

g. DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini memuat seluruh sumber data yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini.

h. LAMPIRAN

Bagian ini memuat dokumen tambahan hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur memuat ringkasan penelitian terdahulu dan memahami hasil penelitian terdahulu dengan topik dan metode yang serupa. Sehingga menjadi referensi dan sumber bagi penelitian tugas akhir ini. Tabel 2.1 merupakan ringkasan dari penelitian terdahulu.

Tabel 2.1 Kajian Induktif

NO.	Author	Judul	Metode
1.	(Ramadhani & Widyaningrum, 2023)	<i>Noise Level of Factory Area Department IB PT Petrokimia Gresik Using Noise Mapping Method and NIOSH</i>	<i>Noise Mapping and NIOSH methods</i>
2.	(Fajri Hasibuan & Pranatal, 2020)	<i>The Instensity Measurement and Noise Mapping in Fatty Acid Plant Area at PT. XYZ</i>	<i>Noise Mapping</i>
3.	(Fata & Putra, 2023)	<i>Analysis of Noise Levels in the Engine Room & St. Kernel Using the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Method in PT. Karya Tanah Subur</i>	<i>NIOSH Method</i>
4.	(Ula et al., 2023)	<i>Exposure Analysis of Noise Intensity in the Manufacturing Area at The Job Training and Development Center Serang</i>	<i>Noise Mapping</i>
5.	(Mauliya & Putra, 2022)	<i>Evaluasi Tingkat Kebisingan Ruang Operator di Unit Pelaksanaan Pembangkitan Nagan Raya (UPKNGR)</i>	<i>NIOSH</i>
6.	(Mulyono et al., 2021)	<i>Noise mapping in campus a Rawamangun-Jakarta State University environment and its effect on academic atmosphere</i>	<i>Noise Mapping</i>

NO.	Author	Judul	Metode
7.	(Ismara Nareswari et al., 2023)	<i>Noise Mapping In The Turbine Area at PT Pomi</i>	<i>Noise Mapping</i>
8.	(Marfuah & Handayani, 2022)	<i>Noise Risk Assessment Using Noise Mapping Analysis Method and Noise Control at a Steel Company in Cilegon</i>	<i>Noise Mapping</i>
9.	(Pratama & Hikmah, 2023)	Pemetaan Tingkat Kebisingan pada Fabrikasi Bollard Proyek BMPP 60 MW di Bengkel Konstruksi Plat 2	<i>Noise Mapping</i> dan perhitungan NIOSH.
10.	(Silviana et al., 2021)	Pengukuran dan Pemetaan Tingkat Kebisingan pada Area Produksi	<i>Noise mapping</i> dan NIOSH.
11.	(Sasmita et al., 2021)	Pemetaan dan Perhitungan Pemaparan Tingkat Kebisingan pada Industri Pengolahan Kayu di Kecamatan Siak, Provinsi Riau	<i>Noise mapping</i> dan perhitungan NIOSH
12.	(Andianingsari & Rahman, 2023)	Pemantauan Kebisingan Dengan Menggunakan Peta Kebisingan Program Suffer 15 Di Pt. F	<i>Noise Mapping</i>
13.	(Zulfadli et al., 2022)	Pemetaan Tingkat Kebisingan pada Lingkungan Universitas Syiah Kuala menggunakan Aplikasi ArcGIS	<i>Noise Mapping</i>
14.	(Sasmita & Osmeiri, 2021)	Pemetaan Tingkat Kebisingan Dan Analisis Waktu Pemaparan Maksimum Pada Industri Pengolahan Karet	<i>Noise Mapping</i> dan NIOSH.
15.	(Afrizal et al., 2023)	Intensitas Bising dan Pemetaan Kebisingan dengan Surfer 13 di Lingkungan Kerja PT Hok Tong Jambi	<i>Noise Mapping</i> dan perhitungan NIOSH.

Ismara Nareswari et al., (2023) melakukan penelitian kebisingan menggunakan metode *noise mapping* yang berfokus pada pemetaan kebisingan dengan *software golden surfer*. Adapun hasil pemetaan kebisingan menunjukkan pola persebaran kebisingan yang berbeda-beda pada tiap lantai area turbin. Pemetaan kebisingan dapat berfungsi sebagai upaya pengendalian

yang dapat membantu perusahaan dalam menentukan upaya pencegahan dan pengendalian berkelanjutan. Pemetaan yang dilakukan oleh Fajri Hasibuan & Pranatal (2020) yang memiliki fokus penelitian terkait tingkat kebisingan dan pemetaan kebisingan serta usulan pengendalian kebisingan yaitu dari hasil pemetaan dapat diketahui 14 titik kebisingan sudah melebihi nilai ambang batas sehingga diperlukannya tindakan lebih lanjut untuk mengurangi paparan kebisingan yang terjadi. Zulfadli et al (2022) juga melakukan penelitian yang berfokus pada peta informasi kebisingan serta pengaruh tingkat kebisingan terhadap kesehatan dengan metode *noise mapping*, hasil penelitian yang didapatkan setiap lokasi pengukurannya melebihi tingkat kebisingan yang ditetapkan KEP-48/MENLH/11/1996 yang arting lokasi-lokasi tersebut perlu mendapatkan perhatian khusus dalam menanggulangi kebisingan yang menyebabkan hilangnya konsentrasi dalam pembelajaran yang berlangsung. Fokus penelitian tingkat kebisingan berdasarkan PER.13/MEN/X/2011 yang dilakukan oleh Ula et. al. (2023) menghasilkan peta kebisingan dengan memvisualisasikan dalam tingkatan warna yaitu hitam, biru, hijau, orange, merah dan putih, dengan warna putih mewakili area yang melebihi nilai ambang batas kebisingan sedangkan pemetaan yang dilakukan Mulyono et. al. (2021) yang berfokus pada pemetaan kebisingan menghasilkan pemetaan dengan visualisasi dalam tingkatan warna merah (75-80 dBA), kuning (65-75 dBA), hijau (55-65 dBA), biru tua (50-55 dBA), biru muda hingga ungu (45-50 dBA). Penelitian oleh Andianingsari & Rahman (2023) juga menggunakan metode *noise mapping* dengan fokus pada pengukuran tingkat kebisingan dengan pembuatan pemetaan kebisingan, hasil yang diperoleh dari pembuatan *noise mapping* menggunakan software surfer 15 dapat menggambarkan sebaran kebisingan sesaat di area pabrik. Fokus pembahasan terkait risiko kebisingan berdasarkan pemetaan kebisingan dilakukan oleh Marfuah & Handayani, (2022) yang mana hasil penelitiannya berupa pemetaan kebisingan yang memiliki 64% titik dengan intensitas yang melebihi 85 adapun upaya pengendalian kebisingan seperti perawatan mesin, rambu-rambu keselamatan, pemeriksaan audiometri, rotasi pekerjaan, inspeksi K3LH dan APD (Alat Pelindung Diri).

Penelitian dengan metode *noise mapping* dan perhitungan NIOSH telah dilakukan oleh beberapa penelitian diantaranya penelitian oleh Silviana et al (2021) dan Sasmita et al (2021) yang berfokus pada tingkat kebisingan dan lama waktu paparan kebisingan dengan hasil penelitian yang menyesuaikan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. per13/Men/X/2011 bahwa terdapat titik-titik kebisingan tertinggi diatas baku mutu dengan waktu paparan kebisingan bervariasi dengan pengukuran pada setiap titik area.

Tingkat kebisingan terbagi menjadi tinggi, sedang, dan rendah. Upaya pengendalian kebisingan dilakukan dengan melibatkan tiga elemen: sumber kebisingan, lintasan rambatan kebisingan, dan penerima kebisingan. Didukung kembali dengan penelitian Sasmita & Osmeiri (2021) yang berfokus pada noise mapping dan lama waktu paparan yang menghasilkan bahwa tiap titik kebisingan memiliki waktu pemaparan yang berbeda yang mana dapat dihitung berdasarkan persamaan NIOSH. Hasil pemetaan dibedakan menjadi kebisingan tinggi yang ditandai warna kuning, orange, merah (>85 dB), kebisingan berada direntang 75-85 dB yang ditandai warna hijau dan kebisingan rendah <75 dB ditandai dengan warna biru dan ungu dan hasil penelitian Afrizal et. al. (2023) dengan fokus yang sama memberikan hasil pemetaan tingkat kebisingan yang menunjukkan pola berbeda untuk menandakan tingkat intensitas kebisingan yang beragam dengan kelompokan menurut pola sesuai dengan zona warna seperti zona merah, zona orange, zona hijau dan zona biru. Penelitian yang dilakukan Ramadhani & Widyaningrum (2023) dan Pratama & Hikmah (2023) berfokus pada tingkat kebisingan dan pemetaan dengan metode noise mapping dan NIOSH bahwa pembuatan pemetaan dapat mempermudah pekerja dalam mengidentifikasi mesin dan titik-titik yang menimbulkan kebisingan, kemudian waktu paparan yang direkomendasikan sangat bervariasi dan hasil penelitian Pratama & Hikmah (2023) menerapkan upaya pengendalian kebisingan dengan pembuatan peta area sumber kebisingan. Upaya yang dilakukan terhadap tingkat kebisingan adalah langkah yang baik untuk meningkatkan kesadaran akan bahaya kebisingan di area kebisingan yang mana dapat membantu melindungi tenaga kerja dari dampak negatif kebisingan terhadap pendengarannya.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Fata & Putra (2023) yang berfokus pada Tingkat kebisingan yang terjadi pada stasiun kerja operator dengan metode NIOSH, adapun hasil yang didapatkan yaitu waktu paparan maksimum kebisingan dengan menggunakan rumus NIOSH, bahwa pekerja dapat menerima paparan kebisingan selama 8 jam pada tingkat kebisingan 85 dB. Titik tertinggi terjadi pada titik 2 dengan durasi lama bekerja selama 540 menit atau 9 jam per hari, sementara titik terendah adalah titik 1 dengan durasi selama 72 menit atau 1,2 jam per hari. Semakin tinggi tingkat kebisingan, semakin pendek waktu pemaparan, dan semakin rendah tingkat kebisingan, semakin lama pemaparan. Penelitian dengan fokus mengukur kebisingan menggunakan metode NIOSH dilakukan oleh (Mauliya & Putra, 2022) hasil penelitian menunjukkan durasi waktu yang disarankan NIOSH untuk waktu maksimal paparan bervariasi, Semakin tinggi intensitas suara, semakin singkat waktu pemaparan yang diizinkan, dan sebaliknya, semakin rendah intensitas suara, semakin lama pemaparan yang diizinkan.

Penelitian ini berfokus pada tingkat kebisingan, pemetaan dan waktu lama paparan kebisingan dengan menggunakan metode noise mapping dan NIOSH. Adapun hasil yang didapatkan bahwa tingkat intensitas LAeq dan Ls sangat beragam. Pemetaan kebisingan diilustrasikan dengan berbagai warna, intensitas kebisingan melebihi 90 dBA ditandai dengan warna merah, intensitas sebesar 70-90 dBA ditandai dengan warna orange, intensitas sebesar 55-70 dBA ditandai dengan warna kuning, dan intensitas kurang dari 55 dBA ditandai dengan warna hijau. Waktu paparan yang dihitung menggunakan rumus NIOSH didapatkan hasil yang berbeda pada setiap titiknya, untuk mengatur waktu kerja dan istirahat pekerja PLTGU, waktu maksimal paparan kebisingan ini dapat digunakan sebagai acuan. Ini memastikan bahwa pekerja memiliki waktu kerja yang ideal.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Kebisingan

Menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan, kebisingan merupakan suara yang tidak diinginkan yang terjadi pada tingkat tertentu dari proses produksi atau peralatan kerja yang dapat menyebabkan gangguan pendengaran (Permenaker, 2018). Bunyi dengan intensitas yang melebihi batas normal yang dihasilkan oleh kegiatan pada tingkat dan waktu tertentu dikenal sebagai bising yang dapat menyebabkan gangguan komunikasi, masalah kesehatan, dan masalah kenyamanan lingkungan (Fata & Putra, 2023).

2.2.2 Sumber Kebisingan

Sumber kebisingan dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu sumber diam dan sumber bergerak (Sari et al., 2021). Sumber bising merupakan sumber bunyi yang hadirnya dapat mengganggu pendengaran baik berasal dari sumber bergerak maupun tidak bergerak. Sumber kebisingan biasanya berasal dari aktivitas industri, proses produksi, alat pembangkit tenaga, dan lain-lain. Sumber kebisingan industri dapat dibagi menjadi tiga kategori (Nasution, 2019) :

1. Mesin

Kebisingan yang ditimbulkan dari aktifitas berbagai mesin, seperti mesin generator, turbin, kondensor dan lain sebagainya.

2. Vibrasi

kebisingan yang disebabkan oleh getaran yang terjadi pada bagian mesin karena gesekan, benturan, atau ketidakseimbangan gerakan. Seperti yang terjadi pada roda gigi, batang torsi, fan, bearing dan lain-lain.

3. Pergerakan udara, gas dan cairan

Kebisingan yang terjadi karena pergerakan udara, gas dan cairan yang terjadi selama kegiatan proses kerja misalnya outlet pipa, gas buang, flare boom dan lain-lain.

2.2.3 Jenis Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang terdiri dari beberapa frekuensi dengan tingkat bunyi yang berbeda dalam satuan desibel (dBA) (Fithri & Annisa, 2015). Hubungan tingkat bunyi sebagai waktu maka kebisingan dapat dibedakan menjadi 5 (Tambunan et al., 2005) yaitu:

1. Kebisingan Kontinyu (*Steady State Wide Band Noise*)

Kebisingan dengan fluktuasi intensitas tidak putus-putus tidak lebih dari 6 dBA dan dengan spektrum frekuensi yang luas. Adapun contoh jenis kebisingan ini adalah bunyi yang disebabkan oleh mesin gergaji dan bunyi yang dihasilkan dari katub gas.

2. Kebisingan Terputus-putus (*Intermittent Noise*)

Kebisingan dengan bunyi tidak terus menerus serta akan melemah secara perlahan. Contohnya seperti kebisingan yang disebabkan oleh aktifitas lalu lintas di jalan raya dan bunyi yang dihasilkan dari lalu lintas kereta api.

3. Kebisingan Impulsif berulang (*Impulse Noise*)

Kebisingan dengan kecepatan maksimum 65 meter/second dan kecepatan penurunan 20 dBA di bawah puncaknya 500 meter/second. Kebisingan ini terjadi secara berulang-ulang. Contohnya seperti bunyi mesin tempa di pabrik-pabrik

4. *Steady-state Noise*

Kebisingan dengan tingkat tekanan bunyinya stabil terhadap perubahan waktu, tetapi terkadang kebisingan ini tidak stabil. Contohnya seperti kebisingan pada interior pesawat terbang saat berada diudara dan kebisingan sekitar air terjun.

5. *Fluctuating Noise*

Kebisingan yang dihasilkan kontinyu tetapi tekanan bunyinya berubah-ubah. Contohnya seperti kebisingan yang diakibatkan oleh lalu lintas di jalan raya.

Menurut (Moeljosoedarmo & Soeripto, 2008) berdasarkan pengaruh bunyi terhadap manusia, bising dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. Bising yang mengganggu (*Irritating Noise*)

Bising yang memiliki intensitas tidak keras, seperti orang mendekur

2. Bising yang menutup (*Masking Noise*)

Bising yang menutup merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Karena teriakan atau tanda bahaya tertutup oleh kebisingan dari sumber lain, bunyi ini dapat secara tidak langsung membahayakan kesehatan dan keselamatan karyawan.

3. Bising yang merusak (*Injurious Noise*)

Bunyi dengan intensitas yang melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) akan merusak atau mengganggu pendengaran.

2.2.4 Nilai Ambang Batas

Berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan, Nilai Ambang Batas didefinisikan sebagai standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai intensitas rata-rata tertimbang waktu (*Time Weighted Average*) yang dapat diterima di tempat kerja tanpa menyebabkan penyakit gangguan pendengaran dan tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam per minggu. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 juga menetapkan ambang batas (NAB) kebisingan maksimum 85 dB selama 8 jam paparan setiap hari. Nilai ambang batas digunakan untuk mengontrol kebisingan dan mengurangi risiko gangguan sistem pendengaran pekerja (Sasmita & Osmeiri, 2021). Adapun intensitas dan waktu paparan kebisingan maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Sumber: (Permenaker, 2018)

Waktu Paparan Per Hari		Intensitas Kebisingan (dBA)
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103

Waktu Pemaparan Per Hari		Intensitas Kebisingan (dBA)
3.75		106
1,88		109
0.94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

2.2.5 Noise Mapping

Noise Mapping merupakan pemetaan kebisingan untuk menggambarkan pola tingkat kebisingan di suatu tempat. Dalam menggambarkan tingkat kebisingan di tempat kerja, pemetaan kebisingan menggunakan perhitungan statistik untuk mewarnai peta kontur kebisingan. (Afrizal et al., 2023). *Noise mapping* digunakan untuk memprediksi persebaran tingkat kebisingan yang bertujuan untuk merancang langkah-langkah, mengontrol kebisingan dan meminimalisir penyebaran kebisingan. Berdasarkan hal tersebut dapat memenuhi undang-undang kebisingan yang berlaku (Casas et al., 2014). Selain itu, pemetaan juga bertujuan untuk meminimalisir dan sebagai upaya pengendalian kebisingan agar tingkat kebisingan yang diterima pekerja dapat berkurang (Afrizal et al., 2023).

2.2.6 Dampak Kebisingan

Kebisingan yang tinggi dapat berdampak negatif pada kesehatan dan psikologis manusia. Salah satu dampak negatif bagi kesehatan adalah kerusakan gendang telinga, sedangkan dampak psikologis dapat mencakup hilangnya konsentrasi, hingga dapat menyebabkan gangguan emosional yang berlebihan (Hendrawan & Hendrawan, 2020). Menurut Endrianto (2023), Kebisingan berdampak pada konsentrasi kerja, komunikasi dan

kenyamanan kerja, dan kehilangan pendengaran. Paparan bising yang berlebihan dapat menimbulkan stres dan gangguan fisik dan psikologis. Bunyi yang tidak teratur, keras dan monoton, atau bunyi yang tidak diinginkan atau disukai serta waktu yang tidak tepat dapat menyebabkannya (Yulianto, 2020). Kebisingan di bawah NAB (Nilai Ambang Batas) tidak menyebabkan kerusakan pendengaran secara fisiologis. Namun demikian, stres dan gangguan kesehatan lainnya, seperti marah yang cepat, sakit kepala, gangguan tidur, kehilangan konsentrasi, dan gangguan komunikasi lawan bicara, dapat mengurangi efisiensi kerja dan produktivitas (Hahury et al., 2019). Menurut Ella Anastasya Sinambela & Rahayu Mardikaningsih (2022) intensitas kebisingan yang melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang telah ditetapkan dalam jangka waktu yang lama berpotensi menurunkan kesehatan pendengaran pekerja. Dampak kebisingan dapat dibagi menjadi dua yaitu dampak paparan secara langsung dan tidak langsung (Hahad et al., 2019).

- a. Dampak secara langsung merupakan paparan kebisingan tingkat tinggi yang dapat terjadi pada sistem pendengaran, seperti gangguan pendengaran dan tinnitus.
- b. Dampak tidak langsung merupakan paparan kebisingan tingkat rendah yang dapat mengganggu melalui gejala depresi (gangguan aktivitas, tidur dan komunikasi) dan gangguan (respon kognitif dan emosional).

2.2.7 Pengukuran Kebisingan

Pengukuran kebisingan dilakukan untuk mendapatkan data tingkat kebisingan di perusahaan. Alat untuk mengukur kebisingan adalah *sound level meter* yang dapat mengukur kebisingan dengan intensitas antara 30-130 dB dan frekuensi berkisar antara 20-20.000 Hz (Syarifuddin & Muzir, 2015). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996 terdapat dua cara dalam pengukuran menggunakan *sound level meter* yaitu dengan cara sederhana dan cara langsung (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, 1996). Berikut penjelasan lebih lanjut:

1. Cara Sederhana

Cara sederhana dilakukan dengan mengukur tingkat bunyi selama 10 menit untuk setiap pengukuran dan pembacaan dilakukan setiap 5 detik.

2. Cara Langsung

Cara langsung diukur dengan alat integrating sound level meter yang memiliki pengukuran L_{TSM} yaitu L_{eq}/L_{Aeq} dengan waktu pengukuran setiap 5 detik yang dilakukan pengukuran selama 10 menit.

Waktu pengukuran dilakukan selama 16 jam (L_S) dalam waktu siang dengan selang waktu 06.00 – 22.00. Adapun contoh pengambilan waktu sebagai berikut:

- L1 diambil pada pukul 07.00 mewakili pukul 06.00 – 09.00.
- L2 diambil pada pukul 10.00 mewakili pukul 09.00 – 14.00.
- L3 diambil pada pukul 15.00 mewakili pukul 14.00 – 17.00.
- L4 diambil pada pukul 20.00 mewakili pukul 17.00 – 22.00.

Berikut merupakan rumus-rumus perhitungan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Rumus perhitungan kebisingan $L_{Aeq T}$ menurut SNI 8427:2017 (Standardisasi Nasional, 2017) sebagai berikut:

$$L_{Aeq T} = 10 \times \log\left(\frac{1}{n} \times \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i}\right)\right) \dots\dots\dots(1)$$

- Rumus perhitunga kebisingan siang hari (L_S) menurut SNI 8427:2017 (Standardisasi Nasional, 2017) yaitu:

$$L_S = 10 \times \log\left(\frac{1}{16} (T_1 \cdot 10^{0,1 L_1} + T_2 \cdot 10^{0,1 L_2} + T_3 \cdot 10^{0,1 L_3} + T_4 \cdot 10^{0,1 L_4})\right) \dots\dots(2)$$

Catatan:

$$T_1 = 3, T_2 = 5, T_3 = 3, T_4 = 5$$

Keterangan Perhitungan Kebisingan:

$L_{Aeq T}$ = *Equivalent Continuous Noise Level* atau Tingkat Kebisingan Sinambung

Setara merupakan nilai tingkat kebisingan yang berubah ubah (fluktuatif) selama waktu tertentu yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan stabil pada selang waktu yang sama.

L_S = L_{eq} selama siang hari.

T = Interval Waktu.

L_i = Nilai Tengah tingkat kebisingan pada waktu tertentu.

2.2.8 Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan

Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan berguna untuk mengetahui dan menentukan berapa lama pekerja dapat terpapar kebisingan dalam jangka waktu tertentu. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa kebisingan yang didengar pekerja tidak membahayakan system pendengaran mereka di lingkungan kerja (Sasmita & Osmeiri, 2021). Adapun rumus perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan menurut (National Institute of Occupational Safety (NIOSH), 1998) pada penelitian (Ramadhani & Widyaningrum, 2023) sebagai berikut :

$$T = \frac{480}{2^{\frac{(L-85)}{3}}}$$

Keterangan Perhitungan Paparan Maksimum Kebisingan:

T = Lama paparan maksimum yang diperbolehkan (menit).

L = Tingkat intensitas kebisingan berdasarkan pengukuran dilapangan.

480 = 8 jam kerja perhari, 1 jam = 60 menit.

85 = *Recommend Exporuse Limit* (REL) / Nilai Ambang Batas

3 = *Exchange Rate*

Exchange rate bisa disebut *doubling rate* atau *tranding ratio time – intensity trade off* yang merupakan intensitas kebisingan. *Exchange rate* sama dengan 3 artinya untuk setiap penambahan sumber kebisingan yang identik (intensitas kebisingan yang sama) akan terjadi penambahan tingkat kebisingan sebesar 3 dB.

2.2.9 Pengendalian Kebisingan

Kebisingan memberikan dampak yang sangat tinggi sehingga diperlukannya pengendalian sehingga dapat mengurangi dampak paparan kebisingan. pengendalian kebisingan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya potensi bahaya kerja terhadap pekerja. Dalam hal pengendalian risiko bahaya, hierarki pengendalian sangat penting. Beberapa kelompok kontrol dapat dibuat untuk menghilangkan atau mengurangi risiko bahaya, seperti eliminasi, substitusi, rekayasa *engineering*, *administrative* dan alat pelindung diri (*PPE / Personal Protective Equipment*) (Hidayat et al., 2024).

1. Metode Eliminasi

Metode eliminasi merupakan langkah pertama dalam melakukan pengendalian risiko bahaya. Pengendalian kebisingan secara eliminasi dapat dilakukan dengan menghilangkan alat kerja. Selain itu metode ini dapat dilakukan dengan memindahkan objek yang menjadi sumber bising.

2. Metode Substitusi

Pengendalian dengan metode substitusi dapat dilakukan dengan mengganti peralatan, proses, bahan atau mesin yang menghasilkan intensitas suara tinggi dengan yang lebih rendah kebisingannya.

3. Metode Rekayasa *Engineering*

Pengendalian dengan metode rekayasa engineering dapat dilakukan dengan membuat suatu inovasi atau perubahan pada peralatan kerja maupun mesin yang dapat mengurangi atau mencegah pekerja terpapar kebisingan yang tinggi. Contohnya pembuatan Enclosure yang terbuat dari polikarbonat, kaca, aluminium, baja, kayu lapis, atau bahan komposit dapat mengurangi kebisingan sebesar 19–25 dB pada frekuensi 10 kHz dan meningkat menjadi 40–48 dB pada frekuensi 40 Hz (Mikulski, 2020).

4. Metode Pengendalian Administratif

Pengendalian dengan metode administratif dapat dilakukan dengan menyelenggarakan pelatihan rutin kepada pekerja, pelatihan K3 juga diperlukan untuk meningkatkan kesadaran pekerja tentang potensi bahaya di tempat kerja, seperti kebisingan (Sasmita & Osmeiri, 2021) dan pemeriksaan kesehatan minimal enam bulan sekali untuk meningkatkan kesadaran bagi pekerja. Penangan kebisingan tanaman juga dapat membantu mengurangi kebisingan yang dihasilkan oleh kendaraan atau sumber kebisingan lainnya, seperti tanaman seba (*Heliconia Sp*) memiliki kemampuan untuk mengurangi suara sebesar 3,4 dB (Zulfadli et al., 2022).

5. Metode Alat Pelindung Diri (*PPE / Personal Protective Equipment*)

Pengendalian dengan metode alat pelindung diri merupakan upaya terakhir yang dilakukan untuk meminimalisir akibat dari bahaya kebisingan, pengendalian ini dapat dilakukan dengan penggunaan APD yang sesuai dengan standar keamanan dan keselamatan seperti penggunaan *ear plug* dan *ear muff* (Rori Setiawati & Haryandi, 2021). Penggunaan *ear plug* dapat mengurangi kebisingan hingga 27

dBa, sedangkan *ear muff* dapat mengurangi kebisingan hingga 30 dBA (Sasmita & Osmeiri, 2021).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Rencana Penelitian

Tabel 3.1 merupakan kerangka rencana pada penelitian ini.

Tabel 3.1 Kerangka rencana penelitian

Pertanyaan	Penjelasan
Apa	menganalisis tingkat kebisingan pada <i>plant</i> PLTGU dengan menggunakan metode <i>noise mapping</i> dan perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan dengan perhitungan NIOSH serta merekomendasikan pengendalian kebisingan dengan pendekatan <i>hierarchy of control</i> .
Siapa	Subjek penelitian ini adalah pekerja lapangan pada plant PLTGU yang mana pekerjaan tersebut berdekatan langsung dengan unit yang merupakan sumber kebisingan.
Kapan	Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan atau metode, tahapan pertama penelitian ini adalah mengukur tingkat kebisingan dengan menggunakan alat SLM (<i>Sound Level Meter</i>) yang kemudian akan diolah menggunakan rumus perhitungan kebisingan, kemudian pembuatan pemetaan dengan menggunakan metode <i>noise mapping</i> . Selanjutnya akan dilakukan perhitungan waktu maksimal paparan terhadap tingkat kebisingan yang ditimbulkan berdasarkan metode perhitungan NIOSH dan memberikan rekomendasi atau saran pengendalian aspek kebisingan berdasarkan peta persebaran kebisingan yang telah dibuat.
Dimana	Penelitian dilakukan secara langsung pada lokasi kerja sehingga dapat melihat keadaan yang sebenarnya.
Kenapa	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persebaran tingkat kebisingan yang ada pada lokasi kerja melalui pemetaan kebisingan, hasil pemetaan kebisingan nantinya dapat dijadikan sebagai acuan untuk melakukan pengontrolan atau pengendalian kebisingan dilokasi kerja.

Pertanyaan	Penjelasan
Bagaimana	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pengamatan pada lokasi kerja. 2. Penentuan permasalahan dan kebutuhan terkait penelitian dengan melakukan wawancara, diskusi dan observasi langsung. 3. Penentuan skenario untuk mengukur kebisingan pada lokasi penelitian. 4. Melakukan pengukuran kebisingan dan membuat pemetaan kebisingan menggunakan metode <i>noise mapping</i> dengan <i>software</i>. 5. Melakukan analisis dari peta kebisingan yang telah dibuat dan waktu maksimal paparan kebisingan dengan perhitungan NIOSH serta merekomendasikan pengendalian dengan pendekatan <i>hierarcy control</i>

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah tingkat kebisingan di area Plant PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap). Penelitian ini dilakukan pada area *Plant* PLTGU yang mana disekitarnya terdapat beberapa sumber kebisingan diantaranya mesin HRSG (*Heat recovery Steam Generator*), *Accessories Compartment*, turbin, generator, pompa CCW (*Closed Cooling Water*), kondensor dan *Switch Gear*.

3.3 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah pekerja lapangan yang bekerja langsung pada *plant* PLTGU yang terdapat sumber kebisingan.

3.4 Jenis Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa jenis sumber data. Jenis sumber data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut terkait sumber data yang digunakan

1. Data Primer

Data primer merupakan sumber data yang diperoleh secara langsung di lapangan dari objek yang diteliti (Nurjanah, 2021). Data primer dari penelitian ini adalah titik pengukuran pada area penelitian yang terdiri dari unit *GTG* (*Gas Turbine Generator*)

1.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3, STG (*Steam Turbin Generator*) 1 dan STG (*Steam Turbine Generator*) 2, data pengukuran kebisingan dan dokumentasi penelitian.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak diberikan secara langsung kepada peneliti seperti melalui orang lain atau dokumentasi yang telah disimpan (Sugiyono, 2013). Data sekunder dari penelitian ini berasal dari data perusahaan seperti gambaran umum perusahaan, layout atau denah perusahaan dan berbagai studi literatur lainnya terkait dengan penelitian.

3.5 Metode Pengumpulan Data

1. Kajian Literatur

Kajian literatur adalah suatu pencarian atau penelitian kepustakaan dengan cara membaca berbagai buku, jurnal dan terbitan lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian serupa (Marzali, 2016). Pada kajian literatur ini dilakukan dengan mencari berbagai referensi buku, jurnal dan penelitian terdahulu yang terkait dengan pemetaan kebisingan.

2. Wawancara

Wawancara dapat digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti akan melakukan studi pendahuluan untuk mendapatkan permasalahan yang akan diteliti (Sugiyono, 2013). Pada penelitian ini dilakukan wawancara *expert*. Wawancara *expert* adalah jenis wawancara individu yang merupakan responden atau seorang spesialis yang memiliki pengetahuan yang mendalam tentang objek penelitian. wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tambahan yang tidak diketahui atau informasi yang dapat dipercaya dan opini dengan penilaian serius dan profesional terhadap topik penelitian (Libakova & Sertakova, 2015) Pada penelitian ini wawancara dilakukan dengan seorang *expert* yaitu asisten manajer HSSE dan pada pekerja langsung pada area *plant* PLTGU, dengan melakukan tanya jawab secara langsung terkait masalah kebisingan yang ada pada lingkungan kerja dengan tujuan untuk mendapatkan dan mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

3. Observasi Lapangan

Studi lapangan atau observasi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan data dengan terjun langsung ke lapangan sehingga didapatkan hasil yang akurat

(Ahmad & Saleh Laha, 2020). Pada tahap ini dilakukan pengamatan secara langsung di lapangan terhadap objek penelitian yang dilakukan pekerja atau operator pada area Plant PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap).

3.6 Instrumen Penelitian

1. *Sound Level Meter*

Sound level meter (SLM) merupakan alat uji yang digunakan untuk mengukur intensitas kebisingan pada lokasi sumber kebisingan.

2. *Stopwatch*

Stopwatch merupakan alat yang digunakan untuk mengukur waktu dan kecepatan dalam proses pencatatan kebisingan.

3. Alat Tulis

Alat tulis digunakan untuk mencatat hasil pengukuran pada saat pengambilan data di lokasi sumber kebisingan.

4. *Microsoft Excel*

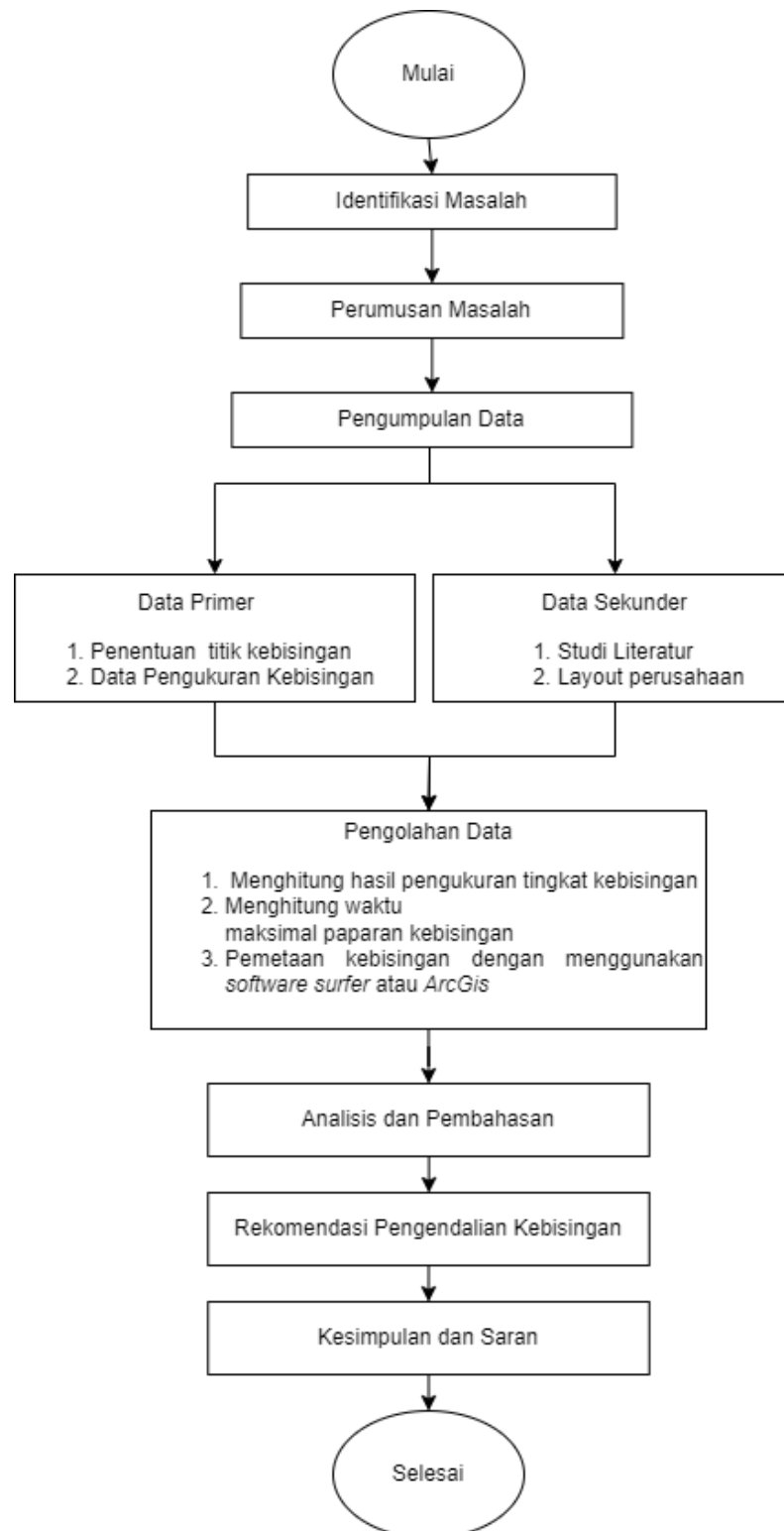
Microsoft excel digunakan untuk mengolah data hasil pengukuran yang dilakukan di lokasi sumber kebisingan.

5. *Software Surfer*

Software surfer merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta tingkat intensitas sebaran kebisingan pada *plant* PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) unit GTG (*Gas Turbine Generator*) dan STG (*Steam Turbine Generator*).

3.7 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir dari penelitian ini, yang terdapat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Adapun penjelasan dari alur penelitian yaitu:

1. Identifikasi Masalah

Pada tahapan identifikasi masalah, peneliti melakukan wawancara kepada pejabat dan staff HSSE (*Health, Safety, Security and Environment*) untuk mengetahui permasalahan yang ada dilingkungan kerja perusahaan. Pada penelitian ini *plant* PLTGU memiliki lingkungan kerja yang bising dan setiap pekerja pada *plant* PLTGU belum mengetahui intensitas kebisingannya..

2. Perumusan Masalah

Setelah mengidentifikasi masalah, maka dilakukan perumusan masalah yang akan diselesaikan pada penelitian ini. Permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini yaitu pemetaan tingkat kebisingan pada *plant* PLTGU diantaranya pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3, STG (*Steam Turbine Generator*) 1 dan STG (*Steam Turbine Generator*) 2.

3. Pengumpulan Data

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dibuat dan akan dibahas pada penelitian ini, kemudian dilakukan pengumpulan data, baik data primer yang didapatkan langsung melalui observasi langsung maupun data sekunder yang didapatkan dari perusahaan dan studi literatur berupa buku, jurnal atau penelitian terdahulu untuk mencari informasi yang relevan dengan penelitian ini.

4. Pengolahan Data

Setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul, maka selanjutnya akan dilakukan pengolahan data. Tahapan pertama dalam pengolahan data ini menggunakan microsoft excel untuk menghitung tingkat kebisingan pada pukul 07.00 – 22.00 WIB pada titik pengukuran kebisingan yang terdiri dari unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3, STG (*Steam Turbine Generator*) 1 dan STG (*Steam Turbine Generator*) 2. Kemudian dilakukan pemetaan dengan metode *noise mapping* menggunakan *software surfer* untuk mengetahui persebaran kebisingan yang ada dilokasi plant PLTGU. Setelah mengetahui persebaran dilakukan perhitungan NIOSH untuk mengetahui paparan maksimal kebisingan yang diperbolehkan.

5. Rekomendasi Kebisingan

Setelah pengolahan data selesai dilakukan, maka akan diketahui tingkat kebisingan dari yang terendah hingga tertinggi. Kemudian akan dilakukan rekomendasi pengendalian kebisingan menggunakan pendekatan *hierarchy of control* untuk mendapatkan pengendalian yang efektif.

6. Analisis dan Pembahasan

Pada tahapan ini peneliti akan melakukan analisis dan pembahsan sesuai dengan pengolahan data yang telah dilakukan serta merekomendasikan pengendalian kebisingan.

7. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari penelitian. Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah didapat dan pemberian saran dari pengalaman penelitian ini.

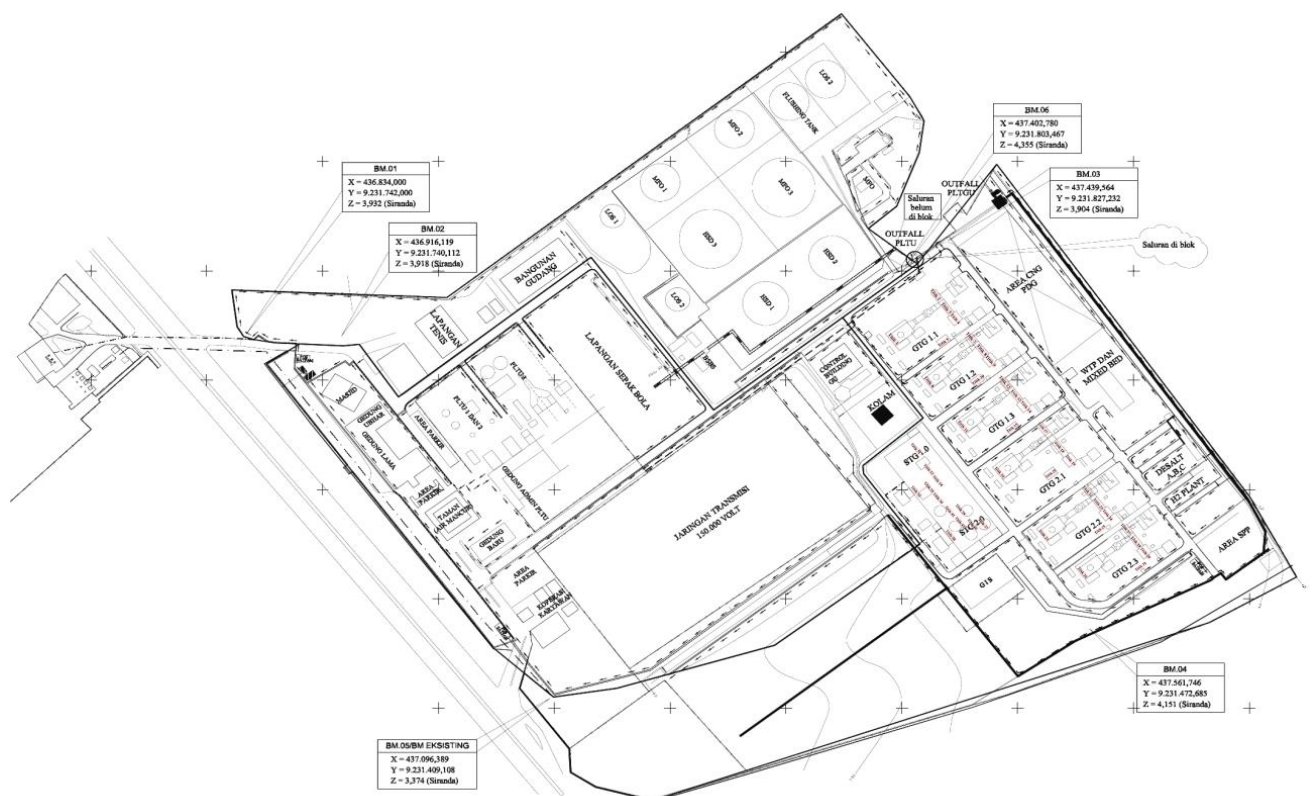
BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Peta atau *layout* perusahaan

Peta atau *layout* perusahaan digunakan untuk mengetahui lokasi yang terdapat sumber kebisingan atau titik yang akan dilakukan pengukuran tingkat kebisingan yang terjadi dalam waktu tertentu. Berikut merupakan peta atau *layout* perusahaan yang digunakan:



Gambar 4.1 Peta atau *layout* perusahaan

Lokasi penelitian ini dilakukan pada *Plant* PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) tepatnya pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2, GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3 dan STG (*Steam Turbin Generator*) 1 serta STG (*Steam Turbin Generator*) 2. Dimana pada setiap unit terdapat beberapa sumber kebisingan, Adapun titik pengukuran kebisingan yang dilakukan pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) dan STG (*Steam Turbin Generator*) sebagai berikut :

1. HRGS (*Heat recovery Steam Generator*)

2. *Accessories Compartment*
3. Turbin
4. Generator
5. *Panel Control room*
6. Area Depan Pompa CCCW
7. Belakang Kondensor
8. Depan *Switch Gear*

4.1.2 Titik koordinat X dan Y

Dalam proses pengambilan data diperlukan titik koordinat untuk mengetahui letak sumber kebisingan atau titik pengukuran kebisingan yang akan dilakukan. Berikut merupakan tabel titik koordinat X dan Y untuk unit GTG (*Gas Turbine Generator*) dan STG (*Steam Turbine Generator*):

Tabel 4.1 Titik Koordinat X dan Y

Titik	koordinat X	Koordinat Y
1	187	806
2	412	818
3	191	680
4	412	679
5	227	747
6	336	752
7	336	725
8	332	700
9	300	676
10	187	648
11	412	651
12	192	572
13	411	570
14	227	636
15	338	642
16	337	618
17	333	591

Titik	koordinat X	Koordinat Y
18	303	572
19	189	537
20	404	540
21	119	460
22	404	460
23	228	526
24	333	533
25	334	502
26	331	481
27	298	458
28	189	426
29	399	425
30	192	310
31	403	308
32	227	411
33	335	416
34	336	374
35	332	343
36	297	344
37	187	279
38	405	279
39	188	199
40	404	199
41	218	266
42	325	271
43	326	242
44	322	218
45	300	213
46	221	92
47	406	91
48	226	923

Titik	koordinat X	Koordinat Y
49	402	968
50	232	162
51	338	167
52	338	142
53	334	115
54	308	105
55	460	818
56	122	813
57	463	107
58	126	106
59	406	710
60	248	528
61	388	583
62	388	526
63	346	495
64	343	450
65	408	223
66	253	297
67	397	339
68	396	287
69	342	398
70	345	356

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Perhitungan Intensitas kebisingan L_{Aeq} (Tingkat Kebisingan Sinambung) dan L_s (Kebisingan Siang Hari)

Setelah dilakukan pengambilan data pada sumber kebisingan maka dilakukan perhitungan $L_{Aeq T}$ (Tekanan bunyi sinambung dalam waktu 10 menit/unit) dari beberapa titik kebisingan sesuai dengan periode waktu pengambilan data empat kali yaitu L1 diambil pada pukul 08.00 mewakili pukul 07.00 – 09.00, L2 diambil pada pukul 13.00 mewakili pukul 09.00 – 14.00, L3 diambil pada pukul 15.30 mewakili

pukul 14.00 – 17.00, dan L4 diambil pada pukul 17.00 mewakili pukul 17.00 – 22.00
Selanjutnya dilakukan perhitungan kebisingan siang hari (L_s) untuk mengetahui rata-rata intensitas kebisingan pada waktu siang hari.

4.2.1.1 Titik Pengukuran pada *GTG (Gas Turbine Generator)* *GTG (Gas Turbine Generator)* dan *STG (Steam Turbin Generator)*

a. Gas Turbine Generator 1.1

Berikut merupakan tabel distribusi frekuensi dari sumber kebisingan HRSG:

Adapun rumus yang digunakan yaitu:

$N = 24,00$ (diperoleh dari pengukuran selama 2 menit dan pembacaan setiap 5 detik)

$r = \text{nilai maximum} - \text{minimum}$

$$\begin{aligned} r &= 88,60 - 86,20 \\ &= 2,40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= 1 + \log n \\ &= 1 + 3,3 \log 24,00 \\ &= 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i &= \frac{r}{k} \\ &= \frac{2,40}{6} = 0,43 \approx 0,4 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 (a) Tabel Deskripsi Statistik Distribusi Frekuensi dari sumber kebisingan HRSG;
(b) Tabel Deskripsi Interval Distribusi blablabla

(a)		(b)		
L1		Interval	Nilai Tengah	Frekuensi
N	24,00	86,20 – 86,62	86,41	3,00
max	88,60	86,63 – 87,05	86,84	3,00
min	86,20	87,06 – 87,49	87,28	7,00
Range (r)	2,40	87,50 – 87,92	87,71	2,00
k	6	87,93 – 88,35	88,14	5,00
Panjang (i)	0,43	88,36 – 88,78	88,57	4,00

Jumlah	24,00
--------	-------

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai L_{Aeq} dengan rumus sebagai berikut:

$$L_{Aeq T} = 10 \times \log\left(\frac{1}{n} \times \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i}\right)\right)$$

$$L_{Aeq T} = 10 \times \log\left(\frac{1}{24} \times (3,00 \times 10^{0,1 \times 86,41} + 3,00 \times 10^{0,1 \times 86,84} + 7,00 \times 10^{0,1 \times 87,28} + 2,00 \times 10^{0,1 \times 87,71} + 5,00 \times 10^{0,1 \times 88,14} + 4,00 \times 10^{0,1 \times 88,57})\right)$$

$$L_{Aeq T} = 87,60 \text{ dBA}$$

Berikut merupakan hasil dari perhitungan L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 1.1 :

Tabel 4.3 hasil dari perhitungan L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 1.1

Titik Pengukuran	Nilai LAeq (dBA)				NAB (Nilai Ambang Batas)
	L1 (08.00 WIB)	L2 (13.00 WIB)	L3 (15.30 WIB)	L4 (17.00 WIB)	
HRSG	87,60	81,91	82,63	81,81	85,00
<i>ACC Compartment</i>	91,30	90,94	90,82	89,68	85,00
Turbin	97,74	95,61	90,19	95,24	85,00
Generator	84,85	87,81	85,54	86,65	85,00
<i>Panel Control Room</i>	76,11	76,35	76,91	75,49	85,00
Beban (MW)	75,00	80,00	83,00	75,00	-

Berdasarkan tabel 4.3 diatas bahwa diperoleh hasil nilai L_{Aeq} kebisingan pada HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) dan *Accessories Compartment* memiliki nilai kebisingan tertinggi pada waktu L1 (87,60 dBA dan 91,30 dBA). Hal ini menunjukkan bahwa kebisingan HRSG dan *ACC Compartment* pada waktu L1 melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Selanjutnya pada turbin memiliki nilai L_{Aeq} tertinggi pada waktu L1 (97,74 dBA) dari tabel 4.3 terlihat bahwa seluruh nilai L_{Aeq} turbin melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Pada titik Generator memiliki nilai kebisingan tertinggi pada waktu L2 (87,81) yang artinya

cenderung berada diatas nilai NAB (Nilai Ambang Batas). Pada titik *panel control room* memiliki nilai kebisingan tertinggi pada waktu L4 (75,49 dBA), pada titik inilah satu-satunya nilai kebisingan dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Setelah pengukuran nilai L_{Aeq} dengan waktu L1, L2, L3 dan L4 diketahui, maka selanjutnya dilakukan pengukuran nilai L_S dengan nilai ketetapan $T_1 = 3, T_2 = 5, T_3 = 3, T_4 = 5$ sebagai berikut:

$$L_S = 10 \times \log \frac{1}{16} (T_1 \cdot 10^{0,1 L_1} + T_2 \cdot 10^{0,1 L_2} + T_3 \cdot 10^{0,1 L_3} + T_4 \cdot 10^{0,1 L_4})$$

$$L_S = 10 \times \log \frac{1}{16} (3 \cdot 10^{0,1 \times 87,60} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 81,91} + 3 \cdot 10^{0,1 \times 82,36} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 81,81})$$

$$L_S = 83,77 \text{ dBA}$$

Adapun hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 1.1 sebagai berikut:

Tabel 4.4 hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 1.1

Titik Pengukuran	L_S	NAB (Nilai Ambang Batas)
HRSG	83,77	85,00
ACC Compartment	90,63	85,00
Turbin	95,43	85,00
Generator	86,60	85,00
Panel Control Room	76,17	85,00

Dari hasil perhitungan *nilai* L_S bahwa didapatkan nilai kebisingan siang hari tertinggi pada titik pengukuran turbin sebesar 95,43 dBA. Tetapi pada titik HRSG *dan panel control room* kedua titik tersebut memiliki nilai L_S dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan yaitu sebesar 83,77 dBA dan 76,16 dBA.

b. Gas Turbine Generator 1.2

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2 :

Tabel 4.5 hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2

Titik Pengukuran	Nilai LAeq (dBA)				NAB (Nilai Ambang Batas)
	L1 (08.10 WIB)	L2 (13.10 WIB)	L3 (15.40 WIB)	L4 (17.10 WIB)	
HRSG	83,76	82,92	84,78	82,76	85,00
ACC Compartment	90,18	90,89	89,89	88,85	85,00
Turbin	97,54	94,35	94,56	94,15	85,00
Generator	86,69	86,19	88,14	84,83	85,00
Panel Control Room	72,42	72,78	71,34	71,62	85,00
Beban (MW)	93,50	92,50	83,00	75,00	-

Pada tabel 4.5 diketahui bahwa nilai L_{Aeq} tertinggi pada titik HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) sebesar 83,76 dBA pada waktu L1 namun nilai tersebut masih dibawah NAB (Nilai Ambang Batas). Pada titik *Accessories Compartment* memiliki nilai L_{Aeq} tertinggi sebesar 90,89 dBA pada waktu L2 yang artinya sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Pada titik pengukuran turbin didapatkan nilai tertinggi sebesar 97,54 dBA pada waktu L1 yang sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas). Pada titik pengukuran generator nilai L_{Aeq} tertinggi sebesar 88,14 dBA pada waktu L3 yang cenderung melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Selanjutnya pada titik pengukuran panel control room diketahui nilai kebisingan tertinggi sebesar 72,78 dBA namun masih dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Setelah pengukuran nilai L_{Aeq} dengan waktu L1, L2, L3 dan L4 diketahui, maka selanjutnya dilakukan pengukuran nilai L_S dengan nilai ketetapan $T_1 = 3, T_2 = 5, T_3 = 3, T_4 = 5$ sebagai berikut:

$$L_S = 10 \times \log \frac{1}{16} (T_1 \cdot 10^{0,1 L_1} + T_2 \cdot 10^{0,1 L_2} + T_3 \cdot 10^{0,1 L_3} + T_4 \cdot 10^{0,1 L_4})$$

$$L_S = 10 \times \log \frac{1}{16} (3 \cdot 10^{0,1 \times 83,76} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 82,92} + 3 \cdot 10^{0,1 \times 84,78} + 5 \cdot 10^{0,1 \times 82,76})$$

$$L_S = 91,34 \text{ dBA}$$

Adapun hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2 sebagai berikut:

Tabel 4.6 hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2

Titik Pengukuran	L_S	NAB (Nilai Ambang Batas)
HRSG	83,45	85,00
ACC Compartment	90,01	85,00
Turbin	95,14	85,00
Generator	86,38	85,00
Panel Control Room	72,12	85,00

Tabel 4.6 diatas merupakan hasil perhitungan L_S (kebisingan siang hari) yang memiliki nilai kebisingan tertinggi pada titik turbin sebesar 95,14 dBA yang artinya sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Sedangkan nilai L_S terendah sebesar 83,43 dBA dan 72,12 dBA pada titik HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) dan *panel control room*.

c. Gas Turbine Generator 1.3

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 :

Tabel 4.7 hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3

Titik Pengukuran	Nilai L_{eq} (dBA)				NAB (Nilai Ambang Batas)
	L1 (08.20 WIB)	L2 (13.20 WIB)	L3 (15.50 WIB)	L4 (17.20 WIB)	
HRSG	78,58	77,73	77,34	76,85	85,00
ACC Compartment	75,01	74,05	75,65	75,34	85,00
Turbin	71,80	71,13	72,65	72,00	85,00
Generator	81,27	80,34	80,66	79,35	85,00
Panel Control Room	65,10	63,82	64,94	66,53	85,00
Beban (MW)	30,00	92,40	30,00	75,00	-

Dari tabel 4.7 diatas secara keseluruhan nilai L_{Aeq} kebisingan yang terjadi di sekitar mesin pembangkit seperti HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), *Accessories Compartment*, Turbin, dan Generator masih berada di batas yang diizinkan atau dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan yaitu berkisar 63,82 dBA – 81,27 dBA. Setelah pengukuran nilai L_{Aeq}

pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 dengan waktu L1, L2, L3 dan L4 diketahui, maka selanjutnya dilakukan pengukuran nilai L_S (Kebisingan Siang Hari). Adapun hasil perhitungan nilai L_S pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 sebagai berikut:

Tabel 4.8 hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3

Titik Pengukuran	L_S	NAB (Nilai Ambang Batas)
HRSG	77,58	85,00
ACC Compartment	74,98	85,00
Turbin	71,84	85,00
Generator	80,32	85,00
Panel Control Room	65,25	85,00

Pada keseluruhan nilai L_S yang ada dalam tabel 4.8 diatas diketahui bahwa seluruh nilai kebisingan siang hari pada sekitar mesin pembangkit seperti HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), *Accessories Compartment*, Turbin, dan Generator masih berada di batas yang diizinkan atau dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan yaitu berkisar antara 65,25 dBA – 80,32 dBA dengan NAB (Nilai Ambang Batas) sebesar 85,00 dBA.

d. Gas Turbine Generator 2.1

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1 :

Tabel 4.9 hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1

Titik Pengukuran	Nilai L_{eq} (dBA)				NAB (Nilai Ambang Batas)
	L1 (08.30 WIB)	L2 (13.30 WIB)	L3 (16.00 WIB)	L4 (17.30 WIB)	
HRSG	75,12	69,29	85,62	83,05	85,00
<i>ACC Compartment</i>	80,13	80,62	87,15	89,03	85,00
Turbin	74,16	71,76	96,40	94,93	85,00
Generator	74,64	67,07	83,07	80,64	85,00
<i>Panel Control Room</i>	69,24	67,57	71,59	71,31	85,00

Titik Pengukuran	Nilai Leq (dBA)				NAB (Nilai Ambang Batas)
	L1 (08.30 WIB)	L2 (13.30 WIB)	L3 (16.00 WIB)	L4 (17.30 WIB)	
Beban (MW)	80,00	80,00	92,00	92,80	-

Hasil pengukuran pada tabel 4.9 tercatat pada titik pengukuran HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), turbin dan generator memiliki nilai L_{Aeq} tertinggi pada waktu L3 yaitu sebesar 85,62 dBA, 96,40 dBA, 83,07 dBA serta pada titik pengukuran *Accessories Compartment* pada waktu L4 sebesar 89,03 dBA yang artinya nilai tersebut melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Sedangkan pada titik pengukuran panel control room nilai kebisingan terbesar ada pada waktu L3 sebesar 71,59 dBA tetapi masih berada dalam batas yang diizinkan atau NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Setelah pengukuran nilai L_{Aeq} pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 dengan waktu L1, L2, L3 dan L4 diketahui, maka selanjutnya dilakukan pengukuran nilai L_S (Kebisingan Siang Hari). Adapun hasil perhitungan nilai L_S pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1 sebagai berikut:

Tabel 4.10 hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1

Titik Pengukuran	L_S	NAB (Nilai Ambang Batas)
HRSG	81,47	85,00
<i>ACC Compartment</i>	86,05	85,00
Turbin	92,55	85,00
Generator	79,10	85,00
<i>Panel Control Room</i>	70,12	85,00

Pada hasil perhitungan nilai L_S (kebisingan siang hari) bahwa dapat dilihat pada tabel 4.10 nilai tertinggi kebisingan terdapat pada titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* yaitu sebesar 92,55 dBA dan 86,05 dBA yang memiliki kebisingan melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Sedangkan HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), Generator dan *panel control room* memiliki nilai L_S yang masih dalam batas yang diizinkan atau dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan yaitu berkisar antara 70,12 dBA - 81,45 dBA.

e. Gas Turbine Generator 2.2

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (Gas Turbine Generator) 2.2 :

Tabel 4.11 Hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2

Titik Pengukuran	Nilai Leq (dBA)				NAB (Nilai Ambang Batas)
	L1 (08.40 WIB)	L2 (13.40 WIB)	L3 (16.10 WIB)	L4 (17.40 WIB)	
HRSG	79,42	81,21	80,11	78,30	85,00
<i>ACC Compartment</i>	90,32	90,32	86,02	87,77	85,00
Turbin	96,50	97,55	97,16	96,64	85,00
Generator	83,16	82,95	82,79	83,13	85,00
<i>Panel Control Room</i>	72,45	72,99	70,34	70,78	85,00
Beban (MW)	94,00	95,00	80,00	80,00	-

Dari hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada tabel 4,11 diatas maka diketahui pada titik pengukuran HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) dan control panel pada waktu L2 memiliki nilai kebisingan tertinggi sebesar 81,21 dBA dan 72,99 dBA. Namun nilai ini masih dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan, sedangkan pada titik pengukuran *Accessories Compartment* terdapat nilai tertinggi yang sama pada waktu L1 Dan L2 yaitu sebesar 90,32 dBA, kemudian pada turbin memiliki nilai kebisingan tertinggi pada L2 sebesar 97,55 dBA yang artinya nilai tersebut sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Pada titik generator memiliki nilai kebisingan tertinggi pada waktu L1 sebesar 83,16 dBA tetapi nilai tersebut masih dalam batas yang diizinkan. Setelah pengukuran nilai L_{Aeq} pada unit GTG (Gas Turbine Generator) 1.3 dengan waktu L1, L2, L3 dan L4 diketahui, maka selanjutnya dilakukan pengukuran nilai L_S (Kebisingan Siang Hari). Adapun hasil perhitungan nilai L_S pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2 sebagai berikut:

Tabel 4.12 hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*)

2.2

Titik Pengukuran	Ls	NAB (Nilai Ambang Batas)
HRSG	79,91	85,00
ACC Compartment	89,03	85,00
Turbin	97,02	85,00
Generator	83,02	85,00
Panel Control Room	71,84	85,00

Dari tabel 4.12 diatas tercatat bahwa nilai L_S (kebisingan siang hari) tertinggi ada pada titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* sebesar 97,02 dBA dan 89,03 dBA yang telah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan sebesar 85,00 dBA. Sedangkan pada titik HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), generator dan *panel control room* memiliki nilai kebisingan siang hari sebesar 79,91 dBA, 83, 03 dBA dan 71,84 dBA yang masih dalam batas yang diizinkan.

f. *Gas Turbine Generator 2.3*

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3 :

Tabel 4.13 Hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3

Titik Pengukuran	Nilai Leq (dBA)				NAB (Nilai Ambang Batas)
	L1 (08.50 WIB)	L2 (13.50 WIB)	L3 (16.20 WIB)	L4 (17.50 WIB)	
HRSG	80,32	80,01	79,06	78,88	85,00
<i>ACC Compartment</i>	86,22	86,31	85,33	85,13	85,00
Turbin	91,98	91,42	93,62	93,81	85,00
Generator	83,83	83,41	82,17	82,08	85,00
<i>Panel Control Room</i>	68,29	67,87	68,52	68,44	85,00
Beban (MW)	72,51	73,00	79,00	79,51	-

Nilai L_{Aeq} yang terdapat dalam tabel 4.13 menunjukkan bahwa nilai kebisingan tertinggi pada titik turbin diwaktu L1 dan *Accessories Compartment* di waktu L2 sebesar 91,98 dBA dan 86,31 dBA yang sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Titik HRSG

(*Heat Recovery Steam Generator*) dan generator memiliki nilai kebisingan sebesar 80,32 dBA dan 83,83 dBA pada waktu L1 serta *panel control room* sebesar 68,52 dBA pada waktu L3 yang nilai itu semua masih dalam batas yang diizinkan atau dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Setelah pengukuran nilai L_{Aeq} pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 dengan waktu L1, L2, L3 dan L4 diketahui, maka selanjutnya dilakukan pengukuran nilai L_S (Kebisingan Siang Hari). Adapun hasil perhitungan nilai L_S pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3 sebagai berikut:

Tabel 4.14 hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3

Titik Pengukuran	L_s	NAB (Nilai Ambang Batas)
HRSG	79,58	85,00
<i>ACC Compartment</i>	85,77	85,00
Turbin	92,82	85,00
Generator	82,90	85,00
<i>Panel Control Room</i>	68,26	85,00

Pada hasil perhitungan nilai kebisingan siang hari didapatkan nilai tertinggi pada titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* yaitu sebesar 92,82 dBA dan 85,77 dBA yang artinya nilai tersebut sudah melebihi batas yang ditetapkan sebesar 85,00 dBA. Sedangkan pada titik HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), generator dan panel control room memiliki nilai yang masih dalam batas yang diizinkan yaitu sebesar 79,58 dBA, 82,90 dBA dan 68,26 dBA.

g. *Steam Turbine Generator* 1

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 1 :

Tabel 4.15 hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 1

Titik Pengukuran	Nilai Leq (dBA)				NAB (Nilai Ambang Batas)
	L1 (08.30 WIB)	L2 (13.00 WIB)	L3 (15.30 WIB)	L4 (17.00 WIB)	
Area Depan Pompa CCCW	84,64	85,12	84,89	83,66	85,00
Belakang Kondensor	80,28	82,90	81,21	80,65	85,00
Depan <i>Switch Gear</i>	88,30	85,28	81,36	84,34	85,00
Depan <i>Panel Control Room</i>	86,84	82,48	80,07	82,83	85,00
Turbin	85,64	89,62	83,16	82,35	85,00
Generator	84,97	84,15	81,76	83,65	85,00
Beban (MW)	82,00	82,00	79,00	87,60	-

Pengukuran nilai L_{Aeq} yang telah dilakukan pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) 1 tercatat dalam tabel 4.15 dapat diketahui bahwa nilai kebisingana tertinggi pada titik pengukuran turbin, depan *switch gear* dan depan *panel control room* sebesar 89,62 dBA pada waktu L2, sebesar 88,30 dBA pada waktu L1 dan sebesar 86,84 dBA pada waktu L1 yang artinya dari ketiga titik pengukuran tersebut sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Pada titik pengukuran belakang kondensor, area depan pompa CCW dan generator nilai kebisingan tertinggi yang didapat sebesar 82,90 dBA, 85,12 dBA dan 84,97 dBA yang cenderung masih dapat diizinkan atau masih dalam batas NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Setelah pengukuran nilai L_{Aeq} pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 dengan waktu L1, L2, L3 dan L4 diketahui, maka selanjutnya dilakukan pengukuran nilai L_S (Kebisingan Siang Hari). Hasil perhitungan nilai L_S pada sumber kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 1 dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 1

Titik Pengukuran STG (<i>Steam Turbine Generator</i>) 1	L_S	NAB (Nilai Ambang Batas)
Area Depan Pompa CCCW	84,57	85,00
Belakang Kondensor	81,52	85,00
Depan <i>Switch Gear</i>	85,35	85,00
Depan <i>Panel Control Room</i>	83,52	85,00
Turbin	86,51	85,00

Titik Pengukuran STG (Steam Turbine Generator) 1	Ls	NAB (Nilai Ambang Batas)
Generator	83,81	85,00

Pada tabel 4.16 terdapat hasil perhitungan nilai L_S (kebisingan siang hari) yang tertinggi pada turbin sebesar 86,51 dBA yang sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Sedangkan pada titik pengukuran belakang kondensor, depan *switch gear*, depan *panel control room* dan generator didapatkan nilai sebesar 81,52 dBA, 85,35 dBA, 83,52 dBA dan 83,81 dBA yang artinya cenderung masih dalam batas yang ditetapkan.

h. Steam Turbine Generator 2

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 2 :

Tabel 4.17 hasil perhitungan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 2

Titik Pengukuran	Nilai Leq (dBA)				NAB (Nilai Ambang Batas)
	L1 (09.00 WIB)	L2 (13.30 WIB)	L3 (16.00 WIB)	L4 (17.30 WIB)	
Area Depan Pompa CCW	91,02	86,69	85,10	85,06	85,00
Belakang Kondensor	86,95	84,26	82,33	83,16	85,00
Depan <i>Switch Gear</i>	83,94	86,26	82,28	85,18	85,00
Depan <i>Panel Control Room</i>	86,21	85,22	82,36	84,81	85,00
Turbin	85,86	90,55	83,91	85,68	85,00
Generator	84,47	89,02	83,60	85,04	85,00
Beban (MW)	32,00	120,00	113,88	119,00	-

Pada tabel 4.17 didapatkan hasil pengukuran nilai L_{Aeq} yang dapat dilihat bahwa nilai kebisingan tertinggi pada area depan pompa CCW, belakang kondensor dan panel control room pada waktu yang sama yaitu L1 sebesar 91,02 dBA, 86,95 dBA dan 86,21 dBA nilai tersebut sudah melebihi batas yang diizinkan. Pada titik pengukuran turbin, generator, depan switch gear dan panel control room memiliki nilai kebisingan terbesar sebesar 90,55 dBA, 89,02 dBA dan 86,26 dBA pada waktu L2 yang sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang

ditetapkan. Artinya keseluruhan titik pengukuran pada STG (Steam Turbine Generator) 2 memiliki nilai kebisingan yang melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan sebesar 85,00 dBA. Setelah pengukuran nilai L_{Aeq} pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 dengan waktu L1, L2, L3 dan L4 diketahui, maka selanjutnya dilakukan pengukuran nilai L_S (Kebisingan Siang Hari). Adapun hasil perhitungan nilai L_S pada sumber kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 2 sebagai berikut:

Tabel 4.18 hasil perhitungan nilai L_S pada titik pengukuran kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 2

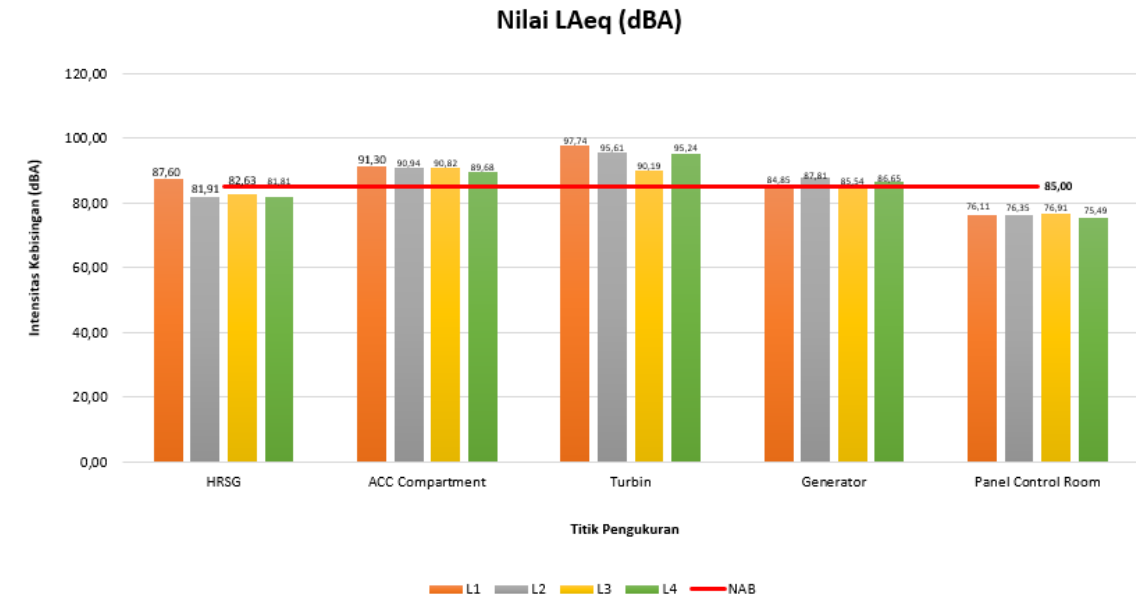
Titik Pengukuran STG (Steam Turbine Generator) 2	L_S	NAB (Nilai Ambang Batas)
Area Depan Pompa CCW	87,35	85,00
Belakang Kondensor	84,36	85,00
Depan <i>Switch Gear</i>	84,96	85,00
Depan <i>Panel Control Room</i>	84,90	85,00
Turbin	87,70	85,00
Generator	86,48	85,00

Adapun hasil perhitungan nilai L_S kebisingan siang hari pada tabel 4.18 menunjukkan nilai kebisingan tertinggi sebesar 87,70 dBA pada titik pengukuran turbin, sebesar 87,35 dBA pada area depan pompa CCW, sebesar 86,48 dBA pada titik generator yang artinya ketiga titik pengukuran ini memiliki nilai yang melebihi batas yang diizinkan atau melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Sedangkan pada titik pengukuran belakang kondensor, depan *switch gear* dan depan *panel control room* memiliki nilai kebisingan antara 84,36 – 84,96 dBA.

4.2.1.2 Grafik perbandingan hasil L_{Aeq} dan L_S titik pengukuran kebisingan

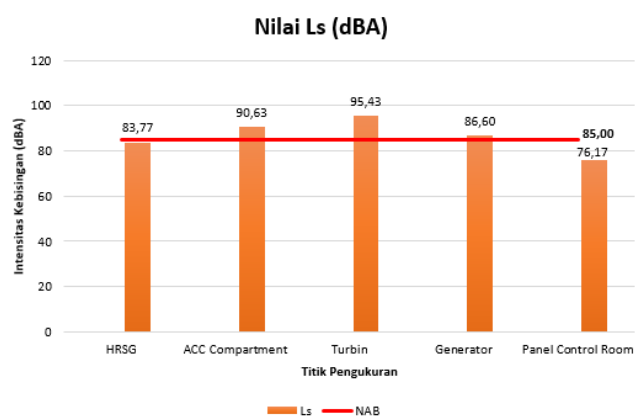
a. Gas Turbine Generator 1.1

Berikut merupakan grafik perbandingan nilai L_{Aeq} :



Gambar 4.2 Grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1

Dari Gambar 4.2 terlihat hasil grafik perbandingan nilai L_{Aeq} GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1 bahwa titik pengukuran dengan intensitas tertinggi cenderung terdapat pada titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* dimana kedua grafik tersebut sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Adapun grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1 sebagai berikut:

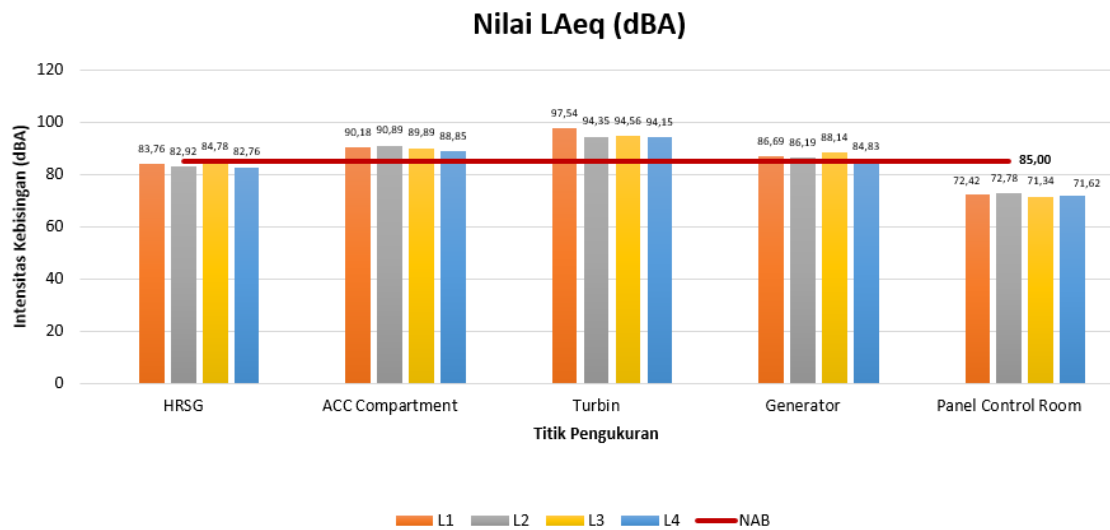


Gambar 4.3 Grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai L_S (kebisingan siang hari) pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 1.1 tertinggi terdapat pada titik pengukuran turbin, *Accessories Compartment* dan generator dimana intensitas tersebut telah melampaui batas yang diizinkan.

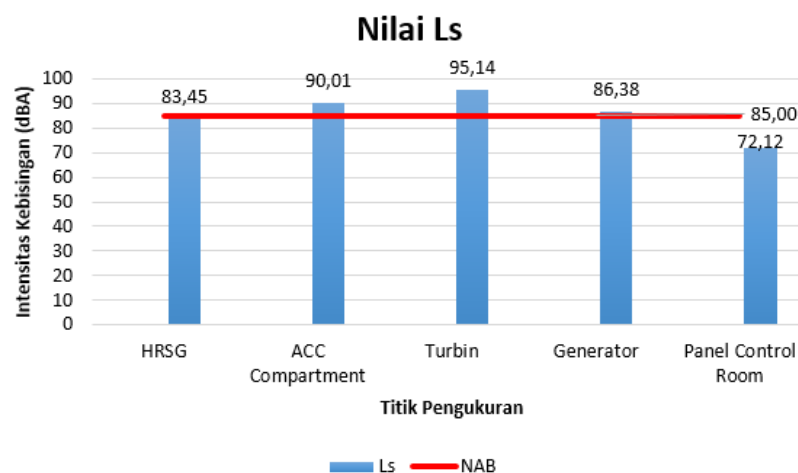
b. Gas Turbine Generator 1.2

Berikut merupakan grafik perbandingan nilai L_{Aeq} :



Gambar 4.4 Grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2

Pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2 didapatkan tiga titik pengukuran dengan nilai L_{Aeq} tertinggi yang dapat dilihat pada gambar 4.4 yaitu titik pengukuran turbin, *Accessories Compartment* dan generator yang mana grafik-grafik tersebut telah melebihi nilai batas yang diizinkan. Adapun grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2 sebagai berikut:

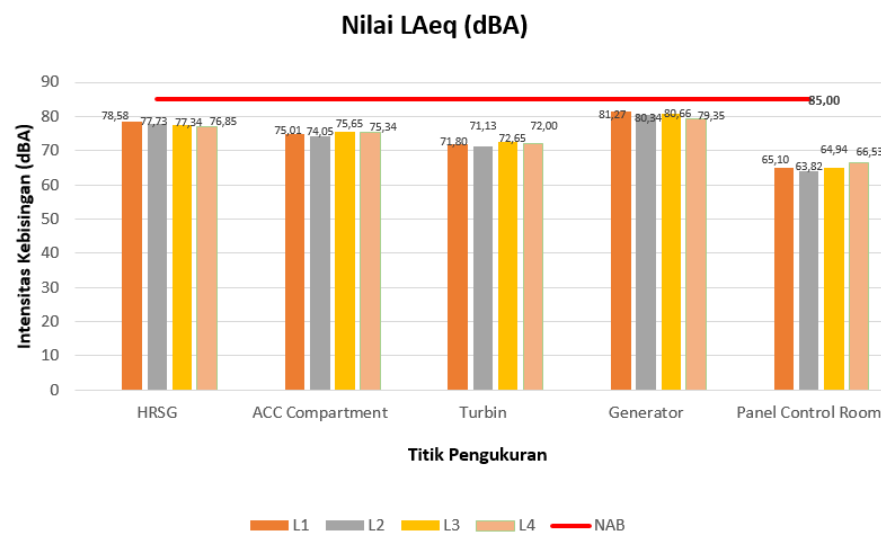


Gambar 4.5 Grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2

Gambar 4.5 diatas menunjukkan bahwa titik pengukuran turbin, *Accessories Compartment* dan generator merupakan titik pengukuran yang memiliki nilai L_S melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang telah ditetapkan.

c. Gas Turbine Generator 1.3

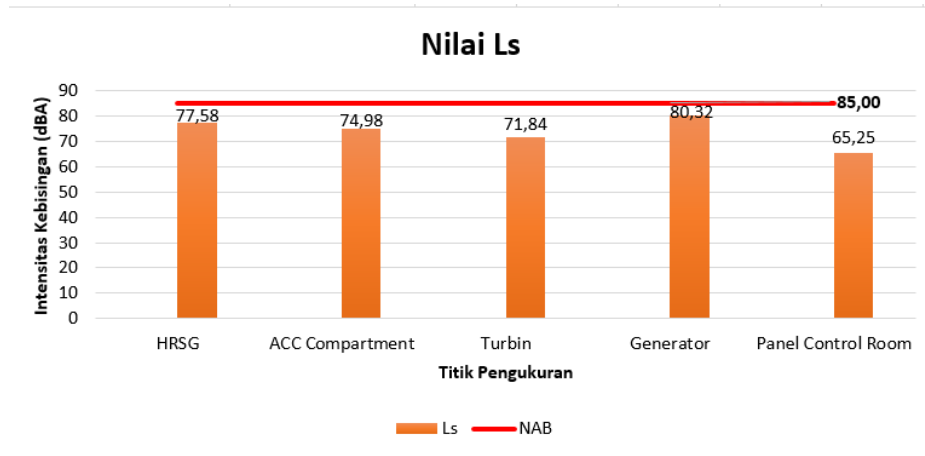
Berikut merupakan grafik perbandingan nilai L_{Aeq} :



Gambar 4.6 Grafik perbandingan nilai L_{Aeq} titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*)

1.3

Dalam gambar 4.6 terdapat grafik yang menunjukkan bahwa keseluruhan titik pengukuran (HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), *Accessories Compartment*, turbin, generator dan panel control room) pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 berada dalam batas yang diizinkan atau dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Adapun grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 sebagai berikut:

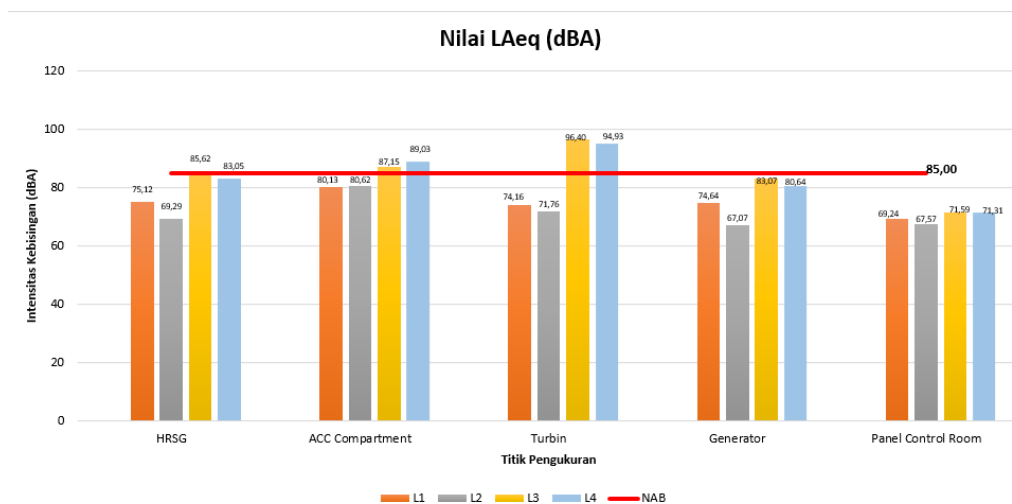


Gambar 4.7 Grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 1.3

Berdasarkan gambar 4.7 didapatkan nilai L_S (kebisingan siang hari) terbesar pada titik pengukuran generator namun nilai tersebut masih dalam batas yang diizinkan. Secara keseluruhan titik pengukuran pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang telah ditetapkan.

d. Gas Turbine Generator 2.1

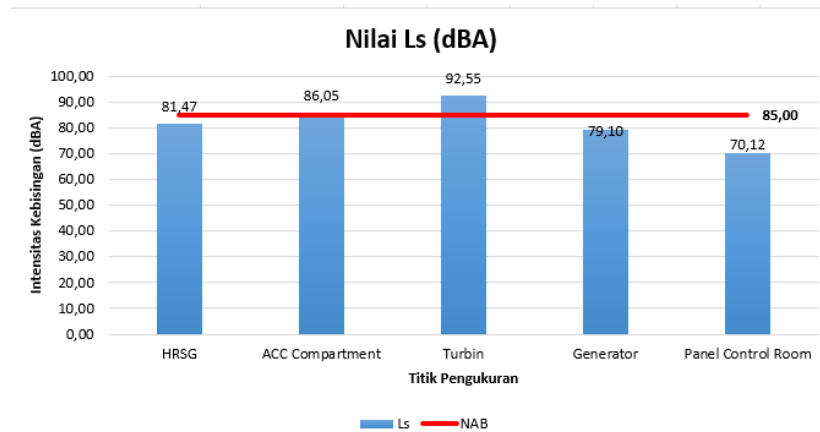
Berikut merupakan grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1



Gambar 4.8 Grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1

Pada titik pengukuran GTG (Gas Turbine Generator) 2.1 terlihat dalam gambar 4.8 bahwa nilai L_{Aeq} tertinggi berada pada titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* dalam waktu

L3 dan L4 serta titik pengukuran HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) pada waktu L3 yang artinya ketiga titik pengukuran tersebut telah melampaui batas yang diizinkan. Adapun grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1:

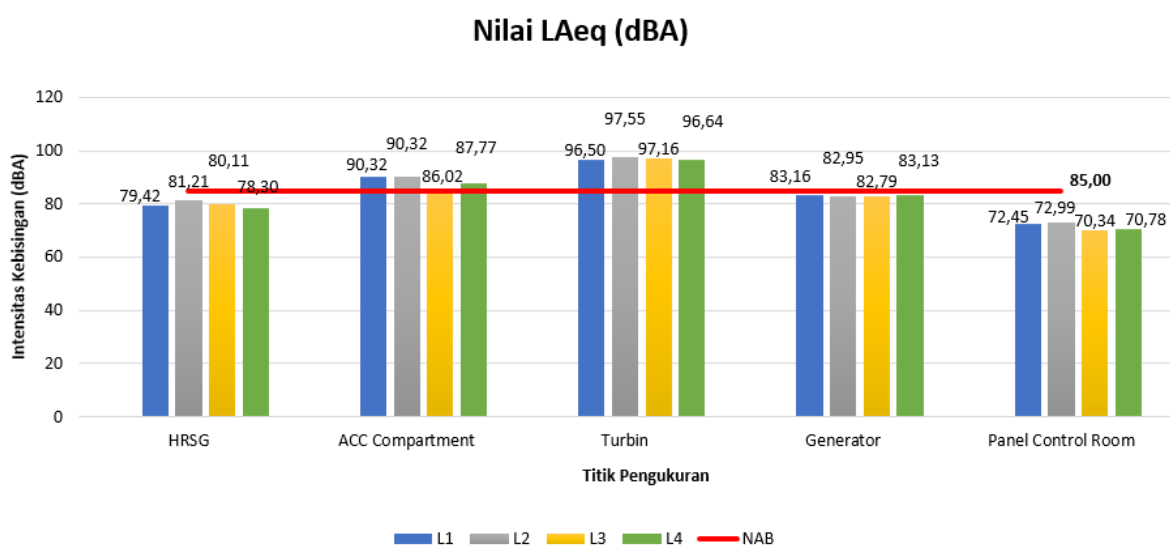


Gambar 4.9 Grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1

Dalam gambar 4.9 menunjukkan bahwa nilai L_S tertinggi terjadi pada titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* yang telah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan.

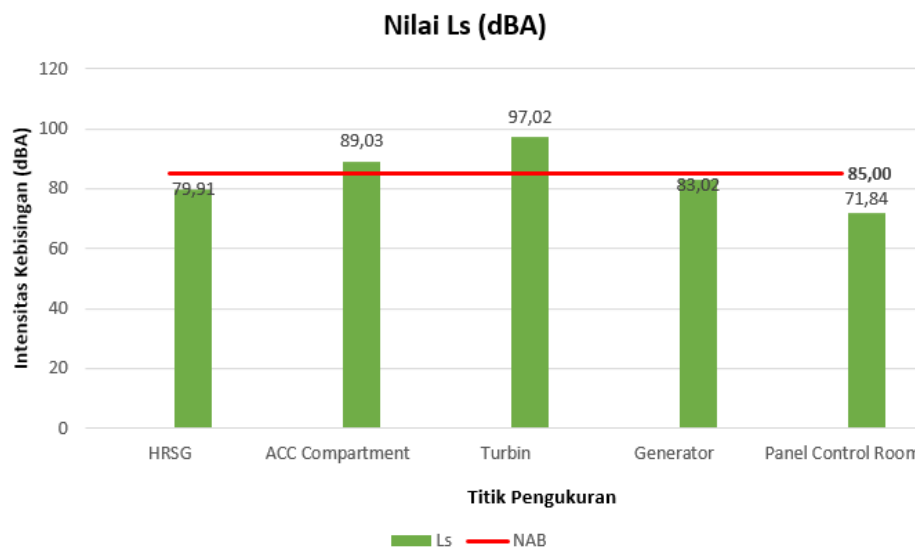
e. Gas Turbine Generator 2.2

Berikut merupakan grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2:



Gambar 4.10 Grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2

Berdasarkan grafik yang tergambar pada gambar 4.10 terlihat bahwa nilai L_{Aeq} tertinggi berada pada titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* yang telah melampaui batas yang diizinkan atau sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Adapun grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2:

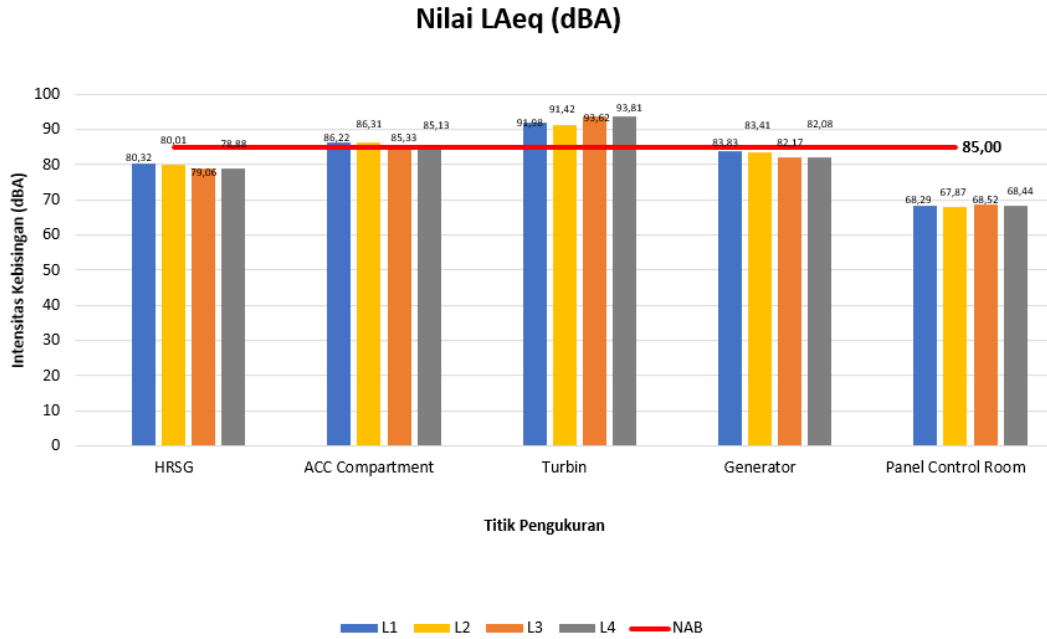


Gambar 4.11 Grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2

Grafik titik pengukuran kebisingan pada GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2 terlihat dalam gambar 4.11 yang menunjukkan bahwa titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* memiliki grafik dengan intensitas kebisingan siang hari tertinggi dan melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang telah ditetapkan.

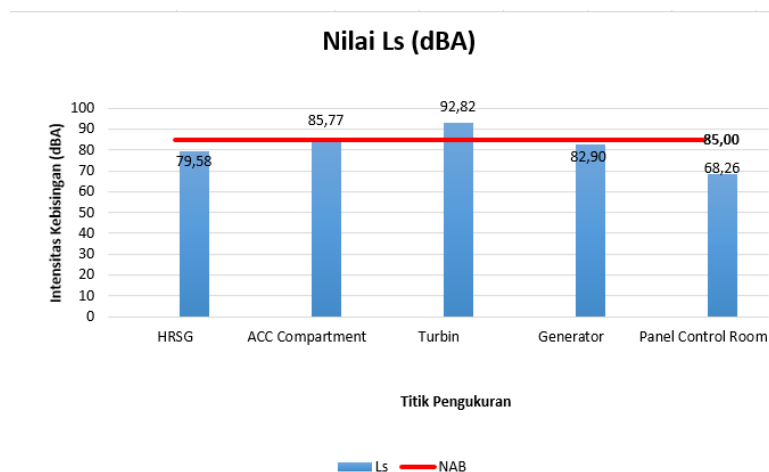
f. Gas Turbine Generator 2.3

Berikut merupakan grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran 2.3:



Gambar 4.12 Grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3

Berdasarkan grafik yang terlihat pada gambar 4.12 bahwa titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* (pada waktu L1) memiliki nilai L_{Aeq} yang tinggi dan telah melebihi batas yang diizinkan. Adapun grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3 sebagai berikut:

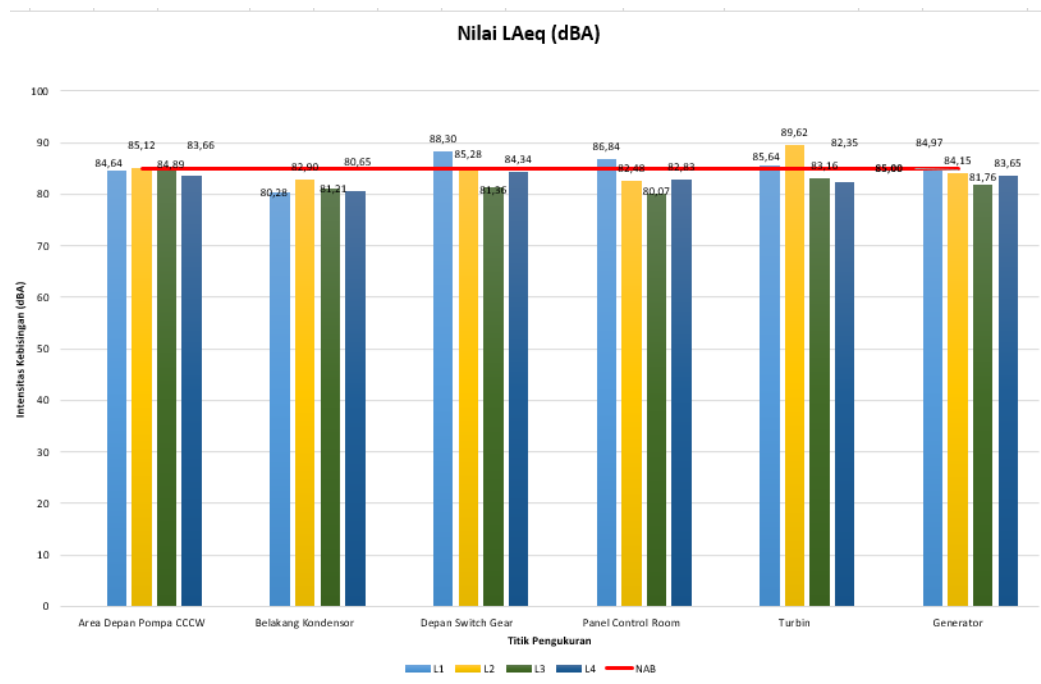


Gambar 4.13 Grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3

Pada gambar 4.13 menunjukkan bahwa nilai L_S tertinggi berada pada titik pengukuran turbin dan *Accessories Compartment* yang cenderung melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan.

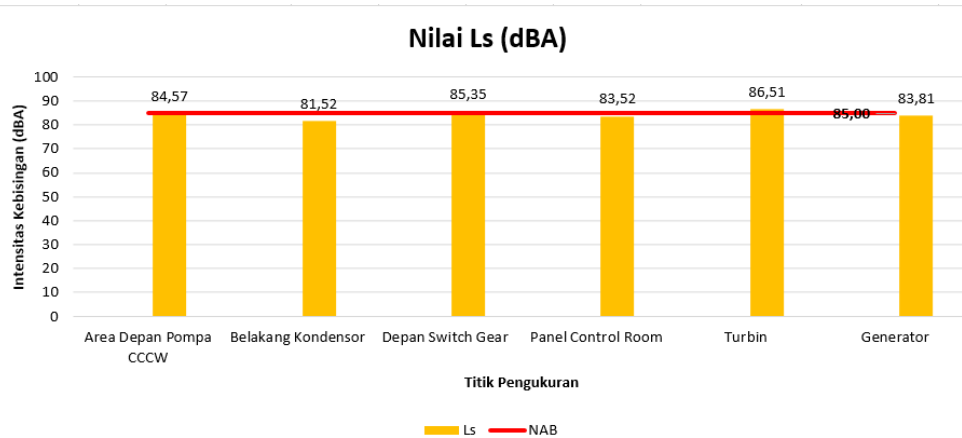
g. Steam Turbine Generator 1

Berikut merupakan grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) 1:



Gambar 4.14 Grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) 1

Grafik titik pengukuran kebisingan pada STG (*Steam Turbine Generator*) 1 dapat dilihat pada gambar 4.14 bahwa titik pengukuran kebisingan dengan nilai L_{Aeq} tertinggi berada pada titik pengukuran turbin (pada waktu L1 dan L2) serta titik pengukuran depan *switch gear* dan *panel control room* pada waktu L1. Titik- titik pengukuran tersebut juga telah melampaui batas yang ditentukan. Adapun grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) 1 sebagai berikut:

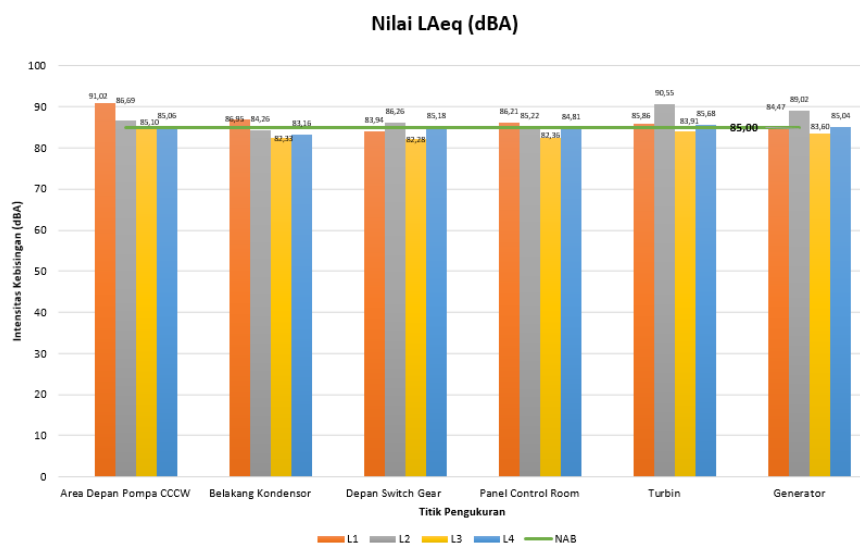


Gambar 4.15 Grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) 1

Dari gambar 4.15 diatas dapat dilihat bahwa nilai L_S tertinggi terjadi pada titik pengukuran turbin yang cenderung melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan.

h. Steam Turbine Generator 2

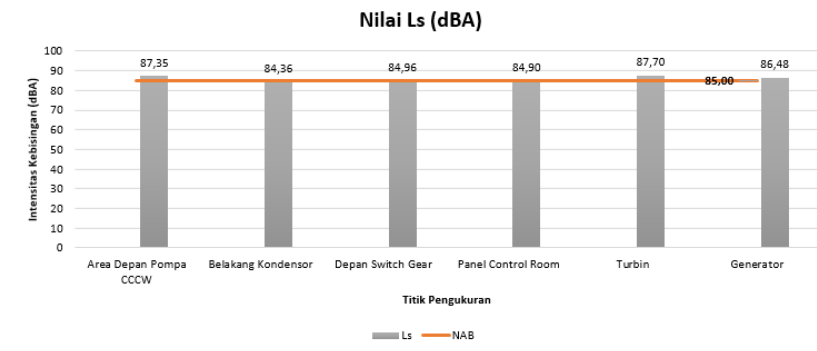
Berikut merupakan grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) 2:



Gambar 4.16 Grafik perbandingan nilai L_{Aeq} pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) 2

Pada gambar 4.16 menunjukkan bahwa nilai L_{Aeq} tertinggi berada pada waktu L1 di titik pengukuran area depan pompa CCCW, belakaang kondensor, depan *panel control room* dan turbin. Pada waktu L2 titik pengukuran intensitas kebisingan tertinggi terdapat pada area depan

pompa CCW, depan switch gear, turbin dan generator. Titik- titik tersebut sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan. Adapun grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran STG (Steam Turbine Generator) 2 sebagai berikut:



Gambar 4.17 Grafik perbandingan nilai L_S pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) 2

Dapat dilihat pada gambar 4.17 bahwa nilai L_S tertinggi berada pada titik pengukuran turbin, area depan pompa CCCW dan generator yang menunjukkan nilai tersebut melebihi batas yang diizinkan.

4.2.3 Noise Mapping

Setelah pengukuran kebisingan selesai, selanjutnya dilakukan pembuatan noise mapping menggunakan software *Surfer 16* untuk mengolah data yang dibutuhkan. Adapun data yang dibutuhkan yaitu layout perusahaan, titik koordinat (X dan Y) dan data intensitas kebisingan siang hari (L_S) dalam bentuk excel. Kemudian data tersebut dimasukkan dalam *worksheet surfer 16* dan dapat disajikan dalam peta kontur.

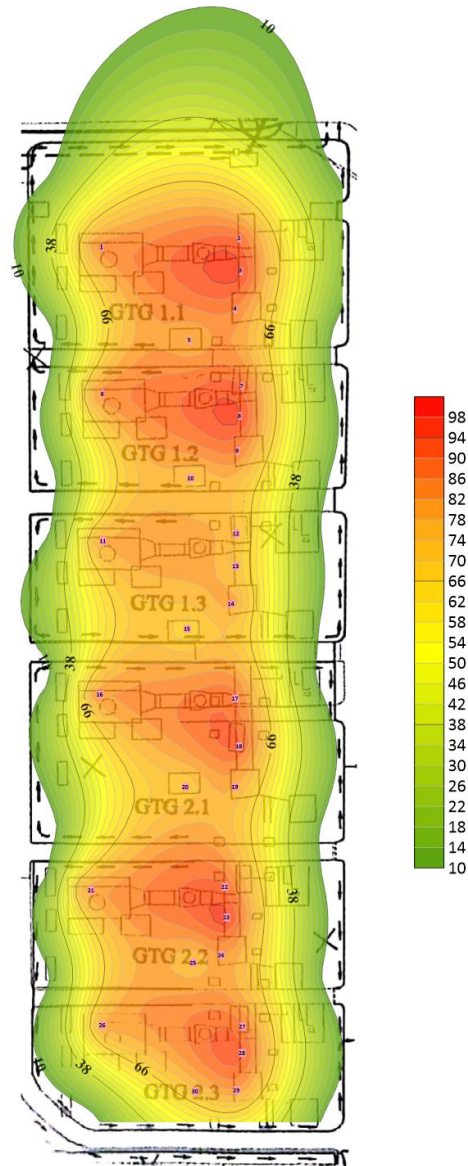
- a. *Noise Mapping* GTG (Gas Turbine Generator) *GTG* (*Gas Turbine Generator*) dan STG (*Steam Turbin Generator*)



Gambar 4.18 *Noise Mapping GTG (Gas Turbine Generator) dan STG (Steam Turbin Generator)*

Pada gambar 4.23 dapat dilihat hasil pemetaan kebisingan keseluruhan pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) dan STG (*Steam Turbin Generator*) yang memiliki intensitas kebisingan bervariasi dengan pewarnaan intensitas tertinggi berwarna merah hingga intensitas terendah berwarna hijau.

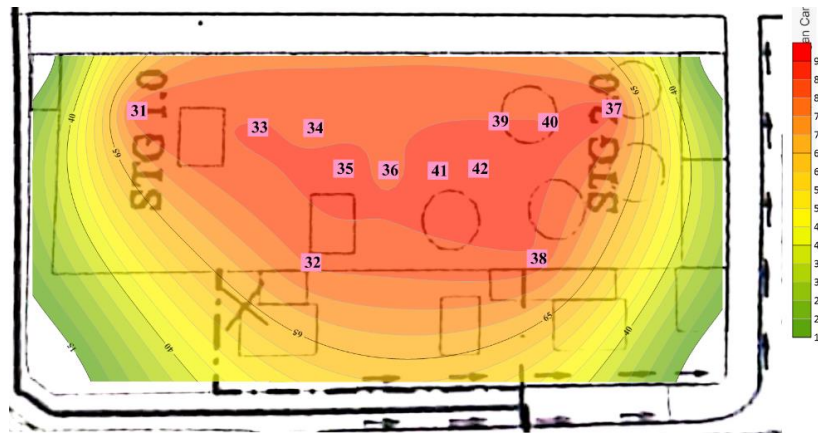
b. *Noise Mapping GTG (Gas Turbine Generator) GTG (Gas Turbine Generator)*



Gambar 4.19 *Noise Mapping* GTG (*Gas Turbine Generator*)

Berdasarkan hasil *noise mapping* atau pemetaan kebisingan pada gambar 4.24 dapat dilihat bahwa intensitas kebisingan pada unit GTG bervariasi dengan pewarnaan intensitas tertinggi berwarna merah hingga intensitas terendah berwarna hijau.

c. *Noise Mapping* STG (*Steam Turbin Generator*)



Gambar 4. 20 Noise Mapping STG (*Steam Turbin Generator*)

4.2.2 Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan sumber kebisingan dan unit kerja

a. *Gas Turbine Generator 1.1*

Berikut merupakan perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada HRSG :

$$T = \frac{480}{2^{\frac{(L-85)}{3}}}$$

$$T = \frac{480}{2^{\frac{(83,77-85)}{3}}}$$

$$T = 638 \text{ menit} = 10,6 \text{ jam}$$

Adapun hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan lainnya sebagai berikut:

Tabel 4.19 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1

Titik Pengukuran	Menit	Jam
HRSG	638	10,6
ACC Compartment	131	2,18
Turbin	43	0,72
Generator	331	5,52
Panel Control Room	3692	61,53

Dari tabel pengukuran unit GTG diatas pada tabel 4.19, dapat dilihat bahwa pada area turbin memiliki paparan kebisingan yang tinggi hal tersebut ditunjukkan bahwa durasi pada area tersebut hanya dapat dilakukan selama 0,72 jam. Sedangkan area yang memiliki paparan kebisingan yang rendah terdapat di area panel control dengan durasi selama 61,53 jam.

b. *Gas Turbine Generator 1.2*

Berikut merupakan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2 :

Tabel 4.20 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.2

Titik Pengukuran	Menit	Jam
HRSG	687	11,56
ACC Compartment	151	2,52
Turbin	46	0,77
Generator	349	5,81
Panel Control Room	9415	156,9

Pada tabel 4.20 didapatkan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan terendah berada pada area panel control dengan durasi 156,9 jam dan waktu maksimal paparan kebisingan tertinggi pada titik pengukran turbin dengan durasi 0,77 jam.

c. *Gas Turbine Generator 1.3*

Berikut merupakan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 :

Tabel 4.21 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3

Titik Pengukuran	Menit	Jam
HRSG	2.664	44,40
ACC Compartment	4.864	81,07
Turbin	10.029	167,15
Generator	1.415	23,59
Panel Control Room	46.038	767,30

Dari hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan titik pengukuran pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.3 dapat dilihat pada tabel 4.21 dimana waktu maksimal paparan kebisingan terlama pada area *panel contro rooml* dengan durasi 767,30 jam dan pada titik pengukuran lainnya waktu maksimal paparan tertinggi pada generator dengan durasi 23,59 jam

d. Gas Turbine Generator 2.1

Berikut merupakan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan dan unit kerja GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1 :

Tabel 4.22 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.1

Titik Pengukuran	Menit	Jam
HRSO	1.085	18,08
ACC Compartment	377	6,28
Turbin	84	1,40
Generator	1.875	31,26
Panel Control Room	14.927	248,8

Pada tabel 4.22 terdapat hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan tertinggi dan waktu maksimal paparan kebisingan terendah berada pada area turbin yang memiliki durasi selama 1,40 jam dan *panel control room* selama 248,8 jam.

e. Gas Turbine Generator 2.2

Berikut merupakan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan dan unit kerja GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2 :

Tabel 4.23 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.2

Titik Pengukuran	Menit	Jam
HRSO	1.555	25,92
ACC Compartment	189	3,15
Turbin	30	0,50
Generator	759	12,65
Panel Control Room	10.035	167,25

Hasil perhitungan paparan kebisingan pada titik pengukuran unit GTG 2.2 dapat dilihat pada tabel 4.23. Tabel tersebut menunjukkan bahwa waktu paparan kebisingan tertinggi berada pada turbin selama 0,50 jam dan waktu pengukuran paparan kebisingan terendah ada pada titik *panel control room* selama 0,50 jam.

f. Gas Turbine Generator 2.3

Berikut merupakan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan dan unit kerja GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3 :

Tabel 4.24 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3

Titik Pengukuran	Menit	Jam
HRSG	1.681	28,01
ACC Compartment	401	6,69
Turbin	79	1,31
Generator	779	12,99
Panel Control Room	22.981	383,01

Berdasarkan tabel 4.24 terdapat hasil waktu maksimal paparan kebisingan tertinggi pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3 terdapat pada area turbin selama 1,31 jam dan waktu maksimal paparan kebisingan terendah berada pada area *panel control room* selama 383,01 jam.

g. Steam Turbine Generator 1

Berikut merupakan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 1 :

Tabel 4.25 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 1

Titik Pengukuran	Menit	Jam
Area Depan Pompa CCCW	530	8,83
Belakang Kondensor	1072	17,87
Depan Switch Gear	443	7,38
Depan Panel Control Room	676	11,26
Turbin	339	5,65

Titik Pengukuran	Menit	Jam
Generator	631	10,52

Pada unit STG (*Steam Turbine Generator*) 1 didapatkan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan yang dapat dilihat pada tabel 4.25 bahwa untuk unit STG (*Steam Turbine Generator*) 1 memiliki waktu paparan kebisingan maksimal terendah selama 11,26 jam pada *panel control room* dan waktu maksimal paparan kebisingan tertinggi pada titik pengukuran turbin selama 5,65 jam.

h. *Steam Turbine Generator 2*

Berikut merupakan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 2 :

Tabel 4.26 Hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan pada sumber kebisingan STG (*Steam Turbine Generator*) 2

Titik Pengukuran	Menit	Jam
Area Depan Pompa CCCW	279	4,64
Belakang Kondensor	557	9,28
Depan Switch Gear	484	8,07
Depan Panel Control Room	491	8,18
Turbin	257	4,29
Generator	341	5,69

Pada tabel 4.26 diketahui bahwan waktu maksimal paparan kebisingan tertinggi unit STG (*Steam Turbine Generator*) 2 berada pada area turbin selama 4,29 jam sedangkan waktu maksimal paparan kebisingan terendah pada area belakang kondensor selama 9,28 jam

4.2.4 Pengendalian Kebisingan (*Hierarchy of Control*)

Pengendalian kebisingan bertujuan untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya kerja. dalam mengelola resiko bahaya penting untuk mengikuti hierarki pengendalian. Adapun rekomendasi hierarki pengendalian diantaranya (Hidayat et al., 2024) :

1. Pengendalian Administratif

Pengendalian administratif dapat dilakukan dengan menyelenggarakan pelatihan rutin kepada pekerja dan pemeriksaan kesehatan minimal enam bulan sekali untuk meningkatkan kesadaran bagi pekerja (Rori Setiawati & Haryandi, 2021). Dalam

pengendalian ini penulis memberikan usulan dan rekomendasi terkait pembuatan peta persebaran kebisingan (*noise mapping*) sebagai solusi agar pekerja dapat mengetahui intensitas kebisingan pada area kerja. Kemudian memberikan rekomendasi terhadap waktu maksimal paparan kebisingan sesuai dengan intensitas kebisingan yang terjadi pada area kerja.

BAB V

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan beberapa pengukuran terkait intensitas kebisingan, waktu maksimal paparan kebisingan dan pengendalian terhadap intensitas kebisingan yang telah diketahui serta pembuatan noise mapping. Berikut merupakan pembahasan terkait pengukuran-pengukuran intensitas kebisingan dan hasil dari noise mapping yang telah dibuat :

5.1 Hasil Perhitungan Nilai L_{Aeq} (Tingkat Kebisingan Sinambung) dan L_S (Kebisingan Siang Hari)

5.1.1 Hasil Perhitungan nilai L_{Aeq} (Tingkat Kebisingan Sinambung)

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan nilai L_{Aeq} untuk mengetahui intensitas kebisingan rata-rata yang diukur dalam jangka waktu tertentu (Standardisasi Nasional, 2017). Pada pengukuran ini dilakukan pengukuran terhadap empat waktu yang berbeda diantaranya L1 diambil pada pukul 08.00 mewakili pukul 07.00 – 09.00, L2 diambil pada pukul 13.00 mewakili pukul 09.00 – 14.00, L3 diambil pada pukul 15.30 mewakili pukul 14.00 – 17.00, dan L4 diambil pada pukul 17.00 mewakili pukul 17.00 – 22.00 (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, 1996) Kebisingan merupakan suara yang tidak diinginkan yang terjadi pada tingkat tertentu dari peralatan kerja atau proses kerja yang dapat menyebabkan gangguan pendengaran (Permenaker, 2018). Kebisingan terdiri dari beberapa sumber yaitu mesin, vibrasi, pergerakan udara, gas dan cairan (Nasution, 2019). Pada penelitian ini sumber kebisingan sendiri berasal dari mesin-mesin pembangkit seperti GTG (*Gas Turbine Generator*) dan STG (*Steam Turbine Generator*) yang memiliki sumber kebisingan diantaranya HRSG (*Heat recovery Steam Generator*), *Accessories Compartment*, turbin dan generator. Jenis kebisingan yang ada pada penelitian kali ini adalah kebisingan kontinyu (*Steady State Wide Band Noise*) kebisingan ini merupakan kebisingan dengan fluktuasi intensitas tidak putus-putus (Tambunan et al., 2005).

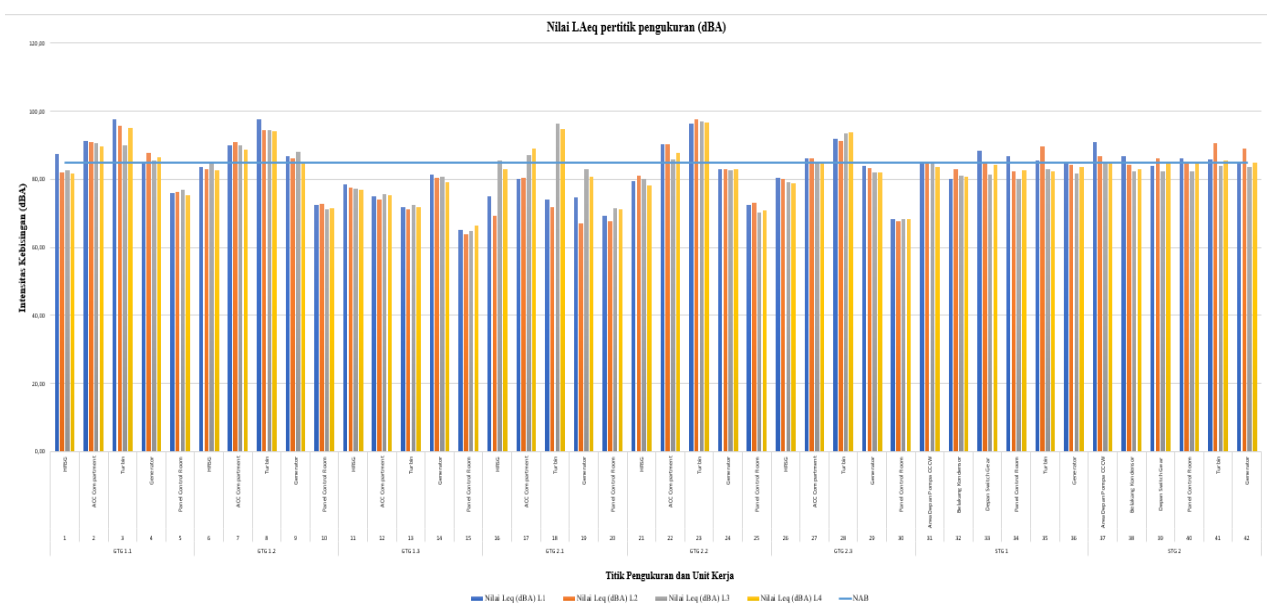
Tabel 5. 1 Hasil Perhitungan Nilai L_{Aeq} (Tingkat Kebisingan Sinambung) pada seluruh lokasi pengukuran pada *plant* PLTGU

Unit	Titik Pengukuran	Lokasi Pengukuran	Titik Koordinat		Nilai Leq (dBA)			
			X	Y	L1	L2	L3	L4
GTG 1.1	1	HRSB	227	747	87,60	81,91	82,63	81,81
	2	ACC Compartment	336	752	91,30	90,94	90,82	89,68
	3	Turbin	336	725	97,74	95,61	90,19	95,24
	4	Generator	332	700	84,85	87,81	85,54	86,65
	5	Panel Control Room	300	676	76,11	76,35	76,91	75,49
GTG 1.2	6	HRSB	227	636	83,76	82,92	84,78	82,76
	7	ACC Compartment	338	642	90,18	90,89	89,89	88,85
	8	Turbin	337	618	97,54	94,35	94,56	94,15
	9	Generator	333	591	86,69	86,19	88,14	84,83
	10	Panel Control Room	303	572	72,42	72,78	71,34	71,62
GTG 1.3	11	HRSB	228	526	78,58	77,73	77,34	76,85
	12	ACC Compartment	333	533	75,01	74,05	75,65	75,34
	13	Turbin	334	502	71,80	71,13	72,65	72,00
	14	Generator	331	481	81,27	80,34	80,66	79,35
	15	Panel Control Room	298	458	65,10	63,82	64,94	66,53
GTG 2.1	16	HRSB	227	411	75,12	69,29	85,62	83,05
	17	ACC Compartment	335	416	80,13	80,62	87,15	89,03
	18	Turbin	336	374	74,16	71,76	96,40	94,93
	19	Generator	332	343	74,64	67,07	83,07	80,64
	20	Panel Control Room	297	344	69,24	67,57	71,59	71,31
GTG 2.2	21	HRSB	218	266	79,42	81,21	80,11	78,30

Unit	Titik Pengukuran	Lokasi Pengukuran	Titik Koordinat		Nilai Leq (dBA)			
			X	Y	L1	L2	L3	L4
	22	ACC Compartment	325	271	90,32	90,32	86,02	87,77
	23	Turbin	326	242	96,50	97,55	97,16	96,64
	24	Generator	322	218	83,16	82,95	82,79	83,13
	25	Panel Control Room	300	213	72,45	72,99	70,34	70,78
GTG 2.3	26	HRSR	232	162	80,32	80,01	79,06	78,88
	27	ACC Compartment	338	167	86,22	86,31	85,33	85,13
	28	Turbin	338	142	91,98	91,42	93,62	93,81
	29	Generator	334	115	83,83	83,41	82,17	82,08
	30	Panel Control Room	308	105	68,29	67,87	68,52	68,44
STG 1	31	Area Depan Pompa CCCW	406	710	84,64	85,12	84,89	83,66
	32	Belakang Kondensor	248	528	80,28	82,90	81,21	80,65
	33	Depan Switch Gear	388	583	88,30	85,28	81,36	84,34
	34	Panel Control Room	388	526	86,84	82,48	80,07	82,83
	35	Turbin	346	495	85,64	89,62	83,16	82,35
	36	Generator	343	450	84,97	84,15	81,76	83,65
STG 2	37	Area Depan Pompa CCW	408	223	91,02	86,69	85,10	85,06
	38	Belakang Kondensor	253	297	86,95	84,26	82,33	83,16
	39	Depan Switch Gear	397	339	83,94	86,26	82,28	85,18
	40	Panel Control Room	396	287	86,21	85,22	82,36	84,81

Unit	Titik Pengukuran	Lokasi Pengukuran	Titik Koordinat		Nilai Leq (dBA)			
			X	Y	L1	L2	L3	L4
	41	Turbin	342	398	85,86	90,55	83,91	85,68
	42	Generator	345	356	84,47	89,02	83,60	85,04

Berdasarkan tabel 5.1 dapat diketahui bahwa pengukuran nilai L_{Aeq} telah dilakukan di beberapa titik pengukuran dan unit yang berbeda. Dari hasil keseluruhan dapat terlihat nilai L_{Aeq} yang bervariasi pada setiap waktunya. Adapun angka berwarna merah menunjukkan bahwa intensitas kebisingan tertinggi pada setiap titik ukur dan angka berwarna hijau menunjukkan intensitas kebisingan rendah pada setiap titik ukur. Pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) 1.1 – GTG (*Gas Turbine Generator*) 2.3 yang memiliki nilai L_{Aeq} tertinggi terdapat pada unit GTG 1.1 dengan titik pengukuran tertinggi pada titik 3 di area turbin yaitu sebesar 97,74 dBA, nilai tersebut telah melampaui NAB (Nilai Ambang Batas) yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 bahwa NAB (Nilai Ambang Batas) kebisingan maksimum sebesar 85 dB dengan 8 jam paparan sehari (Permenaker, 2018). Hal ini dapat menyebabkan dampak negatif bagi kesehatan seperti rusaknya gendang telinga dan dari segi psikologis dapat terjadi hilangnya konsentrasi hingga menyebabkan gangguan emosional yang berlebihan (Hendrawan & Hendrawan, 2020) Sedangkan nilai L_{Aeq} terendah berada pada titik *panel control room* sebesar 63,82 dBA yang artinya masih dalam batas yang diizinkan.



Gambar 5.1 Grafik Nilai L_{Aeq} pertitik pengukuran kebisingan

Pada Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa titik pengukuran tertinggi yang dominan adalah pada area turbin, turbin merupakan mesin untuk mengubah energi gas menjadi energi mekanis yang berguna untuk menggerakkan generator agar dapat menghasilkan listrik. Sedangkan titik pengukuran terendah berada pada area *panel control room* yang berguna sebagai ruang kontrol dan monitor yang berfungsi untuk mengawasi dan mengontrol berbagai sistem atau proses pembangkit listrik.

5.1.2 Hasil Perhitungan Nilai L_S (Kebisingan Siang Hari)

Nilai L_S merupakan nilai rata-rata kebisingan siang hari (Standardisasi Nasional, 2017). Berikut merupakan tabel Nilai L_S (Kebisingan Siang Hari) pada keseluruhan titik pengukuran kebisingan :

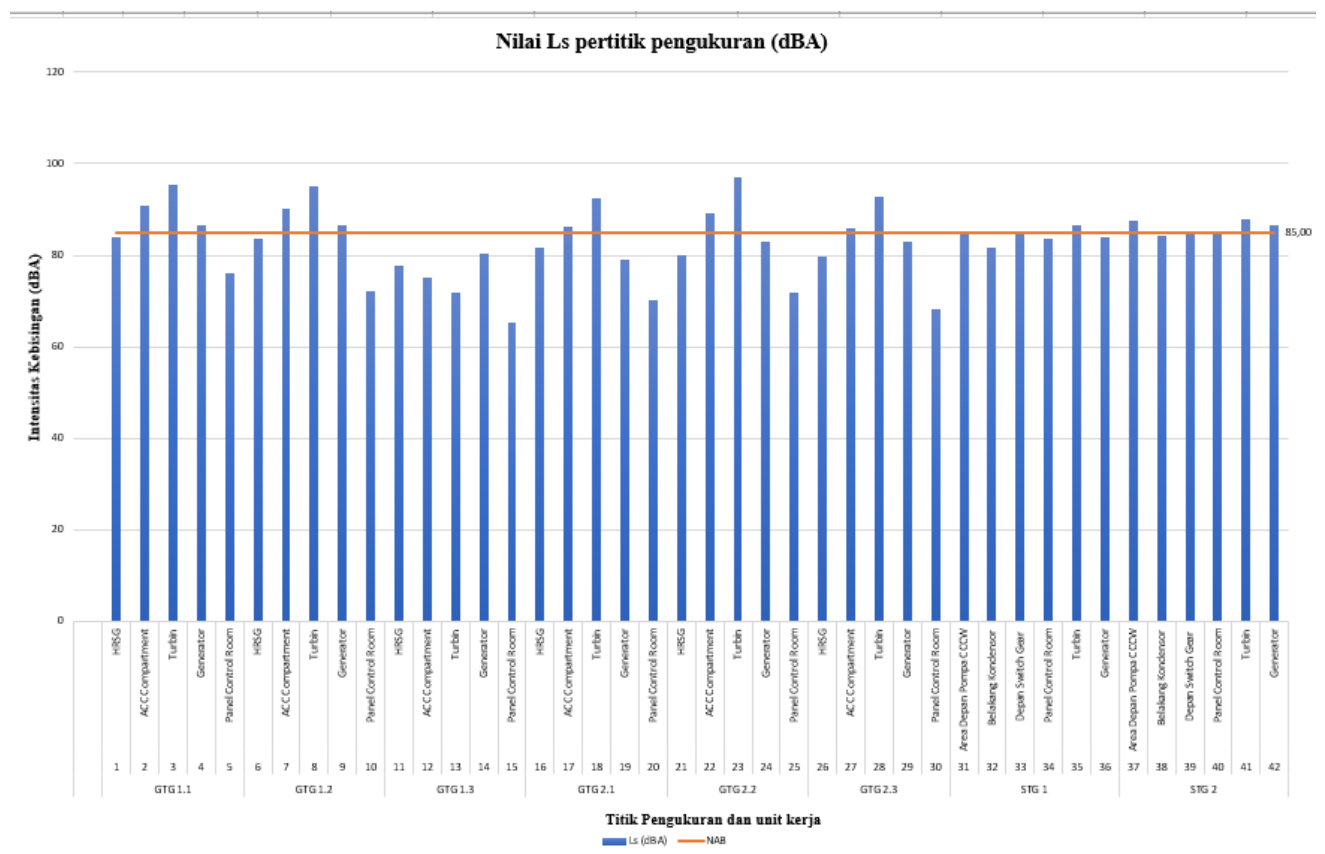
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Nilai L_S (Kebisingan Siang Hari) pada keseluruhan titik pengukuran kebisingan

Unit	Titik Pengukuran	Titik Pengukuran	Ls (dBA)	NAB
GTG 1.1	1	HRSG	83,77	85,00
	2	ACC Compartment	90,63	85,00
	3	Turbin	95,43	85,00
	4	Generator	86,60	85,00
	5	Panel Control Room	76,17	85,00
GTG 1.2	6	HRSG	83,45	85,00
	7	ACC Compartment	90,01	85,00
	8	Turbin	95,14	85,00
	9	Generator	86,38	85,00
	10	Panel Control Room	72,12	85,00
GTG 1.3	11	HRSG	77,58	85,00
	12	ACC Compartment	74,98	85,00
	13	Turbin	71,84	85,00
	14	Generator	80,32	85,00
	15	Panel Control Room	65,25	85,00
	16	HRSG	81,47	85,00

Unit	Titik Pengukuran	Titik Pengukuran	Ls (dBA)	NAB
GTG 2.1	17	ACC Compartment	86,05	85,00
	18	Turbin	92,55	85,00
	19	Generator	79,10	85,00
	20	Panel Control Room	70,12	85,00
GTG 2.2	21	HRSG	79,91	85,00
	22	ACC Compartment	89,03	85,00
	23	Turbin	97,02	85,00
	24	Generator	83,02	85,00
	25	Panel Control Room	71,84	85,00
GTG 2.3	26	HRSG	79,58	85,00
	27	ACC Compartment	85,77	85,00
	28	Turbin	92,82	85,00
	29	Generator	82,90	85,00
	30	Panel Control Room	68,26	85,00
STG 1	31	Area Depan Pompa CCW	84,57	85,00
	32	Belakang Kondensor	81,52	85,00
	33	Depan Switch Gear	85,35	85,00
	34	Panel Control Room	83,52	85,00
	35	Turbin	86,51	85,00
	36	Generator	83,81	85,00
STG 2	37	Area Depan Pompa CCW	87,35	85,00
	38	Belakang Kondensor	84,36	85,00
	39	Depan Switch Gear	84,96	85,00
	40	Panel Control Room	84,90	85,00
	41	Turbin	87,70	85,00
	42	Generator	86,48	85,00

Hasil perhitungan nilai L_S keseluruhan titik pengukuran pada unit GTG dan STG dapat dilihat pada tabel 5.2 bahwa nilai L_S dengan intensitas tertinggi terjadi pada titik pengukuran area turbin yaitu berkisar antara 86,51 dBA – 97,02 dBA. Angka yang berwarna merah pada tabel

menunjukkan bahwa intensitas kebisingan tinggi yang melebihi nilai ambang batas. Pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbin Generator*) 1.1 dan 1.2 intensitas kebisingan tertinggi berada pada area ACC *Compartment (Accessories Compartment)*, Turbin dan generator. Pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbin Generator*) 1.3 – 2.3 intensitas tertinggi berada pada area ACC *Compartment (Accessories Compartment)* dan turbin. Sedangkan pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) memiliki intensitas kebisingan tertinggi pada area depan pompa CCW (*Closed Cooling Water*), generator dan turbin (STG 2) serta turbin (STG 1). Dimana titik pengukuran tersebut sudah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan oleh (Permenaker, 2018) yaitu sebesar 85,00 dB. Hal tersebut dapat berpotensi menurunkan kesehatan pendengaran pekerja (Ella Anastasya Sinambela & Rahayu Mardikaningsih, 2022) dan dapat berdampak terhadap konsentrasi kerja, pengaruh dalam komunikasi serta kenyamanan kerja serta kehilangan daya pendengaran (Endrianto, 2023).



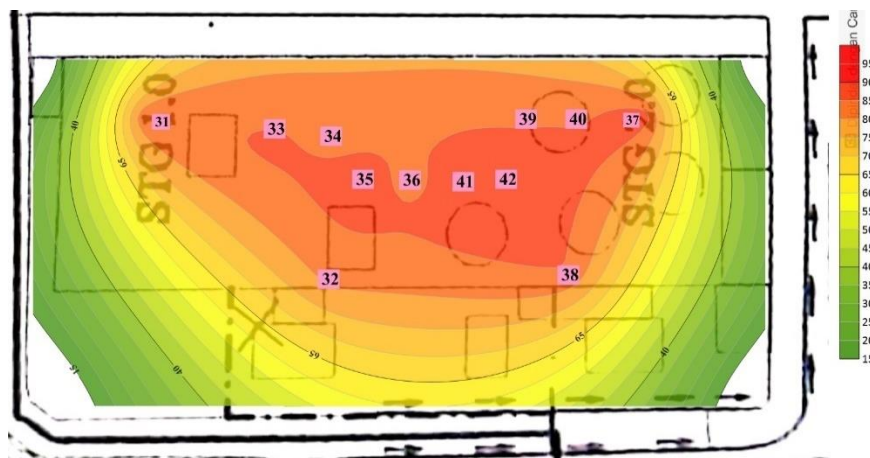
Gambar 5.2 Grafik Nilai L_s pertitik pengukuran kebisingan

Berdasarkan Gambar 5.2 terdapat grafik yang menunjukkan intensitas nilai L_s (Kebisingan Siang Hari) tertinggi berada pada beberapa titik pengukuran yaitu pada area ACC *Compartment (Accessories Compartment)*, Turbin dan generator. Intensitas kebisingan ini telah melampaui batas yang diizinkan atau nilai ambang batas yang ditetapkan. intensitas

kebisingan yang melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang telah ditetapkan dalam jangka waktu yang lama berpotensi menurunkan kesehatan pendengaran pekerja (Ella Anastasya Sinambela & Rahayu Mardikaningsih, 2022). Adapun titik kebisingan dengan intensitas terendah berada pada *panel control room*, namun Kebisingan dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) dapat menyebabkan stres dan gangguan kesehatan lainnya, seperti cepat marah atau emosi tidak stabil, sakit kepala, gangguan tidur, kehilangan konsentrasi, dan gangguan komunikasi lawan bicara, yang dapat menyebabkan penurunan produktivitas kerja dan efisiensi kerja (Hahury et al., 2019)

5.2 Noise Mapping (Pemetaan Kebisingan)

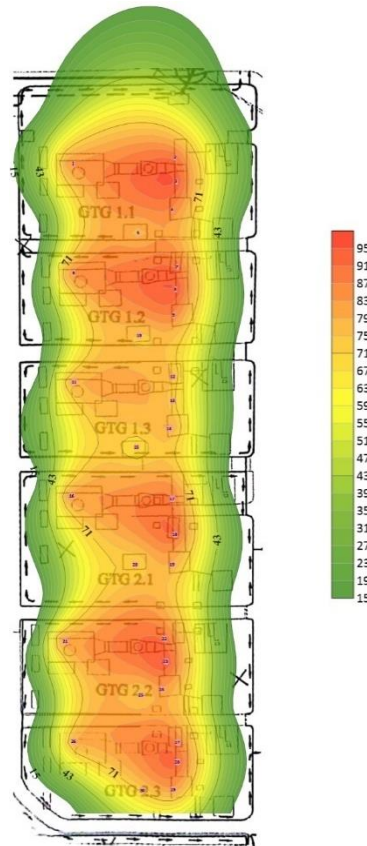
Noise Mapping merupakan metode pemetaan kebisingan dengan menggambarkan pola intensitas kebisingan tertentu pada suatu lokasi (Afrizal et al., 2023). Pada penelitian ini noise mapping digunakan untuk menggambarkan pola persebaran intensitas kebisingan pada *plant* PLTGU khususnya pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) dan STG (*Steam Turbin Generator*). Adapun hasil pemetaan kebisingan yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.



Gambar 5.3 Hasil *Noise Mapping* Unit STG (*Steam Turbine Generator*)

Hasil pemetaan kebisingan pada unit STG (*Steam Turbin Generator*) menunjukkan bahwa kegiatan operasional di lingkungan kerja *plant* PLTGU tidak terlepas dari bantuan mesin dan peralatan kerja yang menghasilkan kebisingan. Pada Gambar 5.3 menunjukkan bahwa lokasi yang memiliki intensitas kebisingan berkisar antara 81,52 – 87,70 dBA. Adapun kebisingan dengan intensitas tertinggi berada pada titik 41 area turbin (87,70 dBA), titik 37 area depan Pompa CCW (*Closed Cooling Water*) (87,35 dBA), titik 35 area turbin (86,51) dan titik 42 area generator (86,48 dBA). Artinya intensitas titik-titik tersebut sudah melebihi batas yang diizinkan sebesar 85 dBA oleh (Permenaker, 2018). Noise mapping ini berguna untuk

menggambarkan tingkat kebisingan di tempat kerja (Afrizal et al., 2023) sehingga pekerja bisa mengetahui intensitas kebisingan yang terjadi pada area STG (*Steam Turbine Generator*).



Gambar 5.4 Noise mapping unit GTG (Gas Turbine Generator)

Dari pemetaan kebisingan Gambar 5.4 dapat diketahui bahwa tingkat kebisingan yang dihasilkan di unit GTG (*Gas Turbine Generator*) dominan berasal dari mesin turbin. Zona tersebut ditandai dengan warna orange dan merah yang mana area tersebut menghasilkan kebisingan yang tinggi (>86 dBA). Titik pengukuran pada turbin merupakan area tingkat kebisingannya tertinggi yang berkisar antara 86,51 dBA – 97,02 dBA dan area terendah terdapat pada area *panel control room* dengan intensitas bising sebesar 65,25 – 76,17 dBA. *Noise mapping* ini dapat digunakan untuk memprediksi persebaran tingkat kebisingan yang bertujuan untuk merancang langkah-langkah, mengontrol kebisingan dan meminimalisir penyebaran kebisingan pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) (Casas et al., 2014).

5.3 Hasil Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan

Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan berguna untuk mengetahui dan menentukan durasi maksimum di mana pekerja terpapar pada tingkat kebisingan tertentu. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa kebisingan yang didengar pekerja tidak membahayakan sistem pendengaran mereka selama di lingkungan kerja (Sasmita & Osmeiri, 2021). Dari hasil

pengukuran kebisingan pada *plant* PLTGU khususnya pada unit GTG (*Gas Turbine Generator*) dan STG (*Steam Turbine Generator*) yang diketahui bahwa sumber suara bising yang ada berasal dari mesin-mesin pembangkit. Berikut merupakan hasil perhitungan waktu maksimal paparan kebisinganyang dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan waktu maksimal paparan kebisingan sesuai titik pengukuran

Unit	Titik Pengukuran	Titik Pengukuran	Ls (dBA)	Waktu Maksimal Paparan Kebisingan	
				Menit	Jam
GTG 1.1	1	HRSG	83,77	638	10,63
	2	ACC Compartment	90,63	131	2,18
	3	Turbin	95,43	43	0,72
	4	Generator	86,60	331	5,52
	5	Panel Control Room	76,17	3692	61,53
GTG 1.2	6	HRSG	83,45	687	11,46
	7	ACC Compartment	90,01	151	2,52
	8	Turbin	95,14	46	0,77
	9	Generator	86,38	349	5,81
	10	Panel Control Room	72,12	9415	156,92
GTG 1.3	11	HRSG	77,58	2664	44,40
	12	ACC Compartment	74,98	4864	81,07
	13	Turbin	71,84	10029	167,15
	14	Generator	80,32	1415	23,59
	15	Panel Control Room	65,25	46038	767,30
GTG 2.1	16	HRSG	81,47	1085	18,08
	17	ACC Compartment	86,05	377	6,28

Unit	Titik Pengukuran	Titik Pengukuran	Ls (dBA)	Waktu Maksimal Paparan Kebisingan	
				Menit	Jam
	18	Turbin	92,55	84	1,40
	19	Generator	79,10	1875	31,26
	20	Panel Control Room	70,12	14927	248,78
GTG 2.2	21	HRSB	79,91	1555	25,92
	22	ACC Compartment	89,03	189	3,15
	23	Turbin	97,02	30	0,50
	24	Generator	83,02	759	12,65
	25	Panel Control Room	71,84	10035	167,25
GTG 2.3	26	HRSB	79,58	1681	28,01
	27	ACC Compartment	85,77	401	6,69
	28	Turbin	92,82	79	1,31
	29	Generator	82,90	779	12,99
	30	Panel Control Room	68,26	22981	383,01
STG 1	31	Area Depan Pompa CCCW	84,57	530	8,83
	32	Belakang Kondensor	81,52	1072	17,87
	33	Depan Switch Gear	85,35	443	7,38
	34	Panel Control Room	83,52	676	11,26
	35	Turbin	86,51	339	5,65
	36	Generator	83,81	631	10,52

Unit	Titik Pengukuran	Titik Pengukuran	Ls (dBA)	Waktu Maksimal Paparan Kebisingan	
				Menit	Jam
STG 2	37	Area Depan Pompa CCCW	87,35	279	4,64
	38	Belakang Kondensor	84,36	557	9,28
	39	Depan Switch Gear	84,96	484	8,07
	40	Panel Control Room	84,90	491	8,18
	41	Turbin	87,70	257	4,29
	42	Generator	86,48	341	5,69

Secara umum waktu maksimal paparan kebisingan tertinggi terjadi pada titik pengukuran turbin. tabel yang dihighlight pada tabel 5.4 menunjukkan intensitas kebisingan tinggi dengan waktu paparan kebisingan tertinggi. Berdasarkan tingkat kebisingan yang diukur pada setiap titik, NIOSH menyarankan durasi pemaparan yang berbeda-beda, tergantung pada hasil pengukuran. Pada titik 23 tersebut pekerja terpapar kebisingan berturut-turut paling lama adalah selama 30 menit atau 0,50 jam. Titik 23 merupakan titik dengan kebisingan tertinggi. Paparan bisung yang berlebihan dapat menyebabkan suatu keadaan stress dan dapat menimbulkan gangguan fisik dan psikologis (Yulianto, 2020). Oleh karena itu waktu kerja ideal ini dapat digunakan sebagai acuan untuk menetapkan jam kerja dan jam istirahat bagi pekerja di PLTGU (Jawwadi et al., 2022)

5.4 Pengendalian Kebisingan

Pengendalian kebisingan bertujuan untuk mencegah terjadinya potensi bahaya kerja terhadap pekerja. Dalam hal pengendalian risiko bahaya, hierarki pengendalian sangat penting. Beberapa kelompok kontrol dapat dibuat untuk menghilangkan atau mengurangi risiko bahaya, seperti eliminasi, substitusi, rekayasa *engineering*, *administrative* dan alat pelindung diri (*PPE / Personal Protective Equipment*) (Hidayat et al., 2024). Adapun pengendalian yang direkomendasikan yaitu:

1. Rekayasa Engineering

Rekayasa *Engineering* dapat dilakukan dengan membuat suatu inovasi atau perubahan pada peralatan kerja maupun mesin yang dapat mengurangi atau mencegah pekerja terpapar kebisingan yang tinggi (Rori Setiawati & Haryandi, 2021). Pada keadaan ini perusahaan telah memberikan pelindung atau *barrier encloser* pada turbin sebagai sumber kebisingan tertinggi di plant PLTGU, namun dengan hal ini intensitas kebisingan yang terjadi masih melebihi nilai ambang batas seperti pada gambar 5.5 dibawah ini:



Gambar 5.5 Turbin pada Unit STG (*Steam Turbin Generator*)

Adapun rekomendasi yang dapat diberikan yaitu pada material yang digunakan sebagai *barrier enclose*, pembuatan *enclosure* yang terbuat dari polikarbonat, aluminium, baja, kayu lapis, atau bahan komposit dapat mengurangi kebisingan sebesar 19–25 dB pada frekuensi 10 kHz dan meningkat menjadi 40–48 dB pada frekuensi 40 Hz (Mikulski, 2020) dengan menggunakan bahan material ini dapat mengoptimalkan dalam mereduksi kebisingan yang terjadi.

2. Pengendalian Administratif

Pengendalian administratif dapat dilakukan dengan menyelenggarakan pelatihan rutin kepada pekerja dan pemeriksaan kesehatan minimal enam bulan sekali untuk meningkatkan kesadaran bagi pekerja (Rori Setiawati & Haryandi, 2021). Dalam pengendalian ini penulis memberikan usulan dan rekomendasi terkait pembuatan peta persebaran kebisingan (*noise mapping*) sebagai solusi agar pekerja dapat mengetahui intensitas kebisingan pada area kerja. Kemudian memberikan rekomendasi terhadap waktu maksimal paparan kebisingan sesuai dengan intensitas kebisingan yang terjadi pada area kerja. waktu kerja ideal ini dapat digunakan sebagai acuan untuk menetapkan jam kerja dan jam istirahat bagi pekerja di PLTGU kedepannya (Jawwadi et al., 2022). Pengaturan waktu kerja dan istirahat dapat dilakukan dengan cara, jika batas waktu yang diperbolehkan telah melebihi batas waktu kerja, seorang karyawan harus istirahat dahulu dengan meninggalkan tempat kerja selama beberapa menit sebelum kembali bekerja seperti biasa (Sasmita et al., 2021). Penangan kebisingan tanaman juga dapat

membantu mengurangi kebisingan yang dihasilkan oleh kendaraan atau sumber kebisingan lainnya, seperti tanaman seba (*Heliconia Sp*) memiliki kemampuan untuk mengurangi suara sebesar 3,4 dB (Zulfadli et al., 2022) serta penekanan sanksi kepada kepatuhan terhadap penggunaan APD (Alat Pelindung Diri) atau APT (Alat Pelindung Telinga) agar dapat meningkatkan *awareness* terhadap keselamatan dan kesehatan kerja dan dapat menciptakan budaya keselamatan ditempat kerja.

Penelitian ini telah menjelaskan hasil pengukuran intensitas kebisingan di plant PLTGU yang bervariasi, dengan intensitas tertinggi terjadi pada area turbin yang melebihi nilai ambang batas kebisingan yang ditetapkan dalam permenaker No 5 tahun 2018. Oleh karena itu metode *noise mapping* (pemetaan kebisingan) digunakan untuk mengetahui persebaran intensitas kebisingan di area kerja, kemudian dilakukan penentuan waktu maksimal paparan kebisingan sebagai acuan untuk menetapkan jam kerja dan istirahat bagi pekerja, berdasarkan hasil *noise mapping*. penelitian dapat menggambarkan dengan jelas analisis tingkat kebisingan dan upaya pengendalian risiko kebisingan berdasarkan metode *Noise mapping* dan NIOSH, serta memberikan rekomendasi yang relevan untuk meningkatkan lingkungan kerja yang aman dan sehat.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran intensitas kebisingan pada *plant* PLTGU sangat bervariasi. Dari keseluruhan titik pengukuran diketahui intensitas kebisingan tertinggi terjadi pada area turbin, berkisar antara 86,51 dBA – 97,02 dBA. Yang berarti sudah melebihi nilai ambang batas kebisingan berdasarkan permenaker No 5 tahun 2018 sebesar 85,00 dB. Pada titik pengukuran GTG (*Gas Turbin Generator*) intensitas kebisingan tertinggi berada pada area *Accessories Compartment*, turbin dan generator. Pada titik pengukuran STG (*Steam Turbine Generator*) intensitas tertinggi berada pada area depan pompa CCW (*Closed Cooling Water*), generator dan turbin (STG 1 dan 2). Perbedaan intensitas yang terjadi pada setiap unit di *plant* PLTGU dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti jumlah beban, dan kapasitas listrik yang diolah pada setiap unit yang biasanya diukur dalam satuan Megawatt (MW) dan mengacu pada banyaknya energi listrik yang diproduksi dalam waktu tertentu. Adapun hasil dari noise mapping yang telah dibuat yaitu warna merah dapat menunjukkan kebisingan dengan intensitas melebihi 90 dBA, warna orange menggambarkan kebisingan dengan intensitas 70 – 90 dBA, warna kuning menunjukkan kebisingan dengan intensitas 55 – 70 dBA, warna hijau menggambarkan kebisingan dengan intensitas kurang dari 55 dBA.
2. Rekomendasi pengendalian yang dilakukan dengan metode *hierarchy of control* meliputi pengendalian rekayasa engineering yaitu pada bahan material *enclosure* yang terbuat dari polikarbonat, aluminium, baja, kayu lapis, atau bahan komposit efektif mengurangi kebisingan. Pada frekuensi 10 kHz, pengurangan kebisingan berkisar antara 19-25 dB, sementara pada frekuensi 40 Hz, pengurangannya meningkat menjadi 40-48 dB. Pengendalian administratif yaitu memberikan rekomendasi berupa pemetaan kebisingan (*noise mapping*) untuk mengetahui persebaran intensitas kebisingan, sehingga pekerja mengetahui intensitas kebisingan pada area kerja dan penentuan waktu maksimal paparan kebisingan digunakan sebagai acuan untuk menetapkan jam kerja dan jam istirahat bagi pekerja di PLTGU sehingga pekerja dapat bekerja dengan waktu yang ideal. Berdasarkan penelitian tiap titik kebisingan memiliki waktu paparan yang berbeda yang dihitung berdasarkan persamaan NIOSH. Secara umum waktu maksimal paparan kebisingan tertinggi terjadi pada area turbin. Pada titik 23 pekerja terpapar kebisingan berturut-turut

maksimal selama 30 menit atau 0,50 jam. Titik 23 merupakan titik pengukuran dengan kebisingan tertinggi. Oleh karena itu dapat dilakukan pengaturan waktu kerja dan istirahat dengan cara, jika batas waktu yang diperbolehkan telah melebihi batas waktu kerja, seorang karyawan harus istirahat dahulu dengan meninggalkan tempat kerja selama beberapa menit sebelum kembali bekerja seperti biasa melakukan penanaman tanaman seba (*Heliconia Sp*) memiliki kemampuan untuk mengurangi suara sebesar 3,4 dB, serta penekanan sanksi kepada kepatuhan terhadap penggunaan APD (Alat Pelindung Diri) atau APT (Alat Pelindung Telinga) agar dapat meningkatkan awareness terhadap keselamatan dan kesehatan kerja dan dapat menciptakan budaya keselamatan ditempat kerja.

6.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan untuk acuan dan menyempurnakan penelitian selanjutnya.

1. Penelitian yang telah dilakukan hanya memperhitungkan kebisingan siang hari selama 16 jam, sehingga disarankan untuk melanjutkan penelitian dengan mengukur intensitas kebisingan selama 24 jam agar dapat memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Hal ini akan memberikan pemahaman yang lebih detail terhadap pola kebisingan sepanjang hari, termasuk pada malam hari yang merupakan waktu penting untuk mengidentifikasi dampak terhadap kesehatan dan kesejahteraan pekerja yang bekerja dalam shift malam.
2. Pemetaan kebisingan (*noise mapping*) yang luas sangat dibutuhkan untuk memperoleh pemahaman yang mendetail, oleh karena itu pembuatan peta kebisingan (*noise mapping*) dapat dilakukan dengan memperluas area lingkungan kerja agar tercapainya indentifikasi area kerja yang sangat membutuhkan pengendalian kebisingan dengan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, R., Anggraini, F. J., & Yasdi, Y. (2023). Intensitas Bising Dan Pemetaan Kebisingan Dengan Surfer 13 Di Lingkungan Kerja PT Hok Tong Jambi. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 6(3), 197–207. <https://doi.org/10.26760/Jrh.V6i3.197-207>
- Ahmad, B., & Saleh Laha, M. (2020). Penerapan Studi Lapangan Dalam Meningkatkan Kemampuan Analisis Masalah (Studi Kasus Pada Mahasiswa Sosiologi Iisip Yapis Biak) Implementation Of Field Studies To Improve Problem Analysis Ability (Case Study In The Student Sociology Iisip Yapis Biak). *Jurnal Nalar Pendidikan*, 8(1), 63–72.
- Andianingsari, D., & Rahman, A. (2023). Pemantauan Kebisingan Dengan Menggunakan Peta Kebisingan Program Suffer 15 Di Pt. F. *Ista Online Technologi Journal (Iontech)*, 04(01), 38–53. <http://Iontech.Ista.Ac.Id/Index.Php/Iontech>
- Casas, W., Cordeiro, E., Mello, T., & Zannin, P. (2014). Noise Mapping As A Tool For Controlling Industrial Noise Pollution. *Journal Of Scientific & Industrial Research*, 73, 262–266. <https://www.researchgate.net/publication/286943447>
- Darmawati, B. S., & Handayani, P. (2021). Faktor – Faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Non Auditory Pada Karyawan Bidang Pemeliharaan Pltgu Di Pt. X Unit Pembangkit Gresik, Jawa Timur Tahun 2020. *Jurnal Chitas Academica Health Science*, 1(1), 15–26.
- Ella Anastasya Sinambela, & Rahayu Mardikaningsih. (2022). Efek Tingkat Kebisingan Pada Masalah Pendengaran Pada Pekerja. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(2), 240–244. <https://doi.org/10.22225/Pd.11.2.5315.240-244>
- Endrianto, E. (2023). Upaya Pencegahan Kebisingan Di Industri Petrokimia. *Journal On Education*, 05(04), 16478–16493.
- Fajri Hasibuan, C., & Pranatal, B. (2020). The Instensity Measurement And Noise Mapping In Fatty Acid Plant Area At PT. XYZ. *Simetrikal Journal Of Engineering And Technology*, 02(01), 14–87. <https://talenta.usu.ac.id/index.php/jet>
- Fata, A. S., & Putra, G. (2023). Analysis Of Noise Levels In The Engine Room & St. Kernel Using The National Institute For Occupational Safety And Health (NIOSH) Method In PT. Karya Tanah Subur. *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Rekayasa*, 8(1), 99–106. <https://doi.org/10.31572/Inotera.Vol8.Iss1.2023.Id214>
- Fithri, P., & Annisa, I. Q. (2015). Analisis Intensitas Kebisingan Lingkungan Kerja Pada Area Utilities Unit PLTD Dan Boiler Di PT.Pertamina RU II Dumai. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 12(2), 278–285.
- Hahad, O., Prochaska, J. H., Daiber, A., & Münzel, T. (2019). Environmental Noise-Induced Effects On Stress Hormones, Oxidative Stress, And Vascular Dysfunction: Key Factors In The Relationship Between Cerebrocardiovascular And Psychological Disorders. *Oxidative Medicine And Cellular Longevity*, 2019, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2019/4623109>

- Hahury, S., Fahrul,), & Jusnah, R. (2019). Evaluasi Ergonomi Lingkungan Kerja Di Terminal Kedatangan Pada Bandar Udara Domine Eduard Osok (Deo) Sorong. In *Metode Jurnal Teknik Industri* (Vol. 5, Issue 1).
- Hakim, T. L., Reza, M., Setiawan, A., & Rohiyanto, A. (2023). Pengujian Dan Analisis Karakteristik Kebisingan Pada Alat Di Workshop Laboratorium Terpadu ITK. *Jurnal V-Mac*, 8(2), 37–45.
- Hendrawan, A., & Hendrawan, A. K. (2020). Analisa Kebisingan Di Bengkel Kerja Akademi Maritim Nusantara. *Jurnal Saintara*, 5(1).
- 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. <https://doi.org/10.30829/Jumantik.V9i1.18205>
- Isliko, V., Budiharti, N., & Adriantantri, E. (2022). Analisis Kebisingan Peralatan Pabrik Dalam Upaya Meningkatkan Kesehatan Keselamatan Kerja Dan Meningkatkan Kinerja Karyawan Di PT. Wangi Indah Natural. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 5, 101–106.
- Ismara Nareswari, Ahmad Imaduddin, & Y. Denny Ardyanto Wahyudiono. (2023). NOISE MAPPING IN THE TURBINE AREA AT PT POMI. *Journal Of Vocational Health Studies*, 6(3), 209–214. <https://doi.org/10.20473/Jvhs.V6.I3.2023.209-214>
- Jawwadi, M. A. S., Pahlevi, M. R., Nugraha, I., Novembrianto, R., Putro, R. K. H., Nisa, S. Q. Z., & Murti, R. H. A. (2022). Noise Level Evaluation And Mapping In Klotok Landfill Using Golden Surfer Software. *3rd International Conference Eco-Innovation In Science, Engineering, And Technology. NST Proceedings.* , 332–335. <https://doi.org/10.11594/Nstp.2022.2749>
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. (1996). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep-48/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan Sekretariat Negara. Jakarta.
- Libakova, N. M., & Sertakova, E. A. (2015). The Method Of Expert Interview As An Effective Research Procedure Of Studying The Indigenous Peoples Of The North. In *Humanities & Social Sciences* (Vol. 1, Issue 8).
- Marfuah, R., & Handayani, E. D. (2022). Noise Risk Assessment Using Noise Mapping Analysis Method And Noise Control At A Steel Company In Cilegon. *Indonesian Journal Of Occupational Safety And Health*, 11(1), 103–114. <https://doi.org/10.20473/Ijosh.V11i1.2022.103-114>
- Marzali, A. (2016). Menulis Kajian Literatur. *Jurnal Etnosia*, 1(2), 27–36.
- Mauliya, D., & Putra, G. (2022). Evaluasi Tingkat Kebisingan Ruang Operator Di Unit Pelaksana Pembangkitan Nagan Raya (UPKNGR). *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 20(1), 98–107.
- 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), 1451–1463.
<https://doi.org/10.1007/S40201-020-00560-2>

- Moeljosoedarmo, & Soeripto. (2008). *Higiene Industri*. Balai Penerbit FKUI.
- Mulyono, T., Rochadi, D., & Wideasanti, I. (2021). Noise Mapping In Campus A Rawamangun-Jakarta State University Environment And Its Effect On Academic Atmosphere. *IOP Conference Series: Materials Science And Engineering*, 1098(4), 042116. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/4/042116>
- Nasution, M. (2019). AMBANG BATAS KEBISINGAN LINGKUNGAN KERJA AGAR TETAP SEHAT DAN SEMANGAT DALAM BEKERJA. *Buletin Utama Teknik*, 15(1), 1410–4520.
- National Institute Of Occupational Safety (NIOSH). (1998, June). Criteria For A Recommended Standard. Occupational Noise Exposure. U.S Department Of Health And Human Service. *Education And Information Division National Institute For Occupational Safety And Health*, 98–126.
- Nurjanah. (2021). Analisis Kepuasan Konsumen Dalam Meningkatkan Pelayanan Pada Usaha Laundry Bunda Nurjanah. *Jurnal Mahasiswa*, 1, 117–128.
- Permenaker. (2018). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tent Ang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Menteri! Ketenagakerjaan Republik Indonesia.
- Pratama, A., & Hikmah, M. A. (2023). Pemetaan Tingkat Kebisingan Pada Fabrikasi Bollard Proyek BMPP 60 MW Di Bengkel Konstruksi Plat 2. *Environmental Science And Engineering Conference*, 4(1), 1–6. <http://Esec.Upnvjt.Com/>
- Rahayu, E., & Cahyadi, B. (2020). Jurnal Rekayasa Dan Optimasi Sistem Industri Analisa Tingkat Kebisingan Terhadap Produktivitas Kerja Dengan Menggunakan Metode Sem Dan Fmea Di PT. Rotary Electrical Machine Service. *Jurnal Rekayasa Dan Optimasi Sistem Industri*, 1(2), 51–58.
- 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*, VIII(4), 6949–6957.
- Rori Setiawati, V., & Haryandi. (2021). Analisis Tingkat Kebisingan Dan Upaya Pengendalian Penyakit Akibat Kerja Di Area Mining PT. Xyz, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Kedokteran*, 06(02), 176–187.
- Sari, M., Utami, P., Nurwidyaningrum, D., Sipil, J. T., Negeri, P., Jl, J., & Siwabessy, G. A. (2021). Pemetaan Tingkat Kebisingan Akibat Jalur Transportasi Di Kelurahan Pondok Cina. *In Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 13, Issue 1).
- 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. <https://doi.org/10.21111/Jihoh.V6i1.6120>
- 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, 68–76.
[Http://Jurnalsaintek.Uinsby.Ac.Id/Index.Php/Alard/Index](http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/alard/index)

- Septiana, R., & Widowati, N. (2017). Gangguan Pendengaran Akibat Bising. *Higeia: Journal Of Public Health Research And Development*, 1(1), 73–82.
[Http://Journal.Unnes.Ac.Id/Sju/Index.Php/Higeia](http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia)
- Silviana, N. A., Siregar, N., & Banjarnahor, M. (2021). Pengukuran Dan Pemetaan Tingkat Kebisingan Pada Area Produksi. *Journal Of Industrial And Manufacture Engineering*, 5(2), 161–166. [Https://Doi.Org/10.31289/Jime.V5i2.6101](https://doi.org/10.31289/jime.v5i2.6101)
- Standardisasi Nasional, B. (2017). *Pengukuran Tingkat Kebisingan Lingkungan*. [Www.Bsn.Go.Id](http://www.bsn.go.id)
- Sugiyono, Prof. Dr. (2013). *METODE PENELITIAN METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF DAN R & D* (1st Ed.). Alfabeta, CV.
- Syarifuddin, & Muzir. (2015). Analisis Penentuan Pola Kebisingan Berdasarkan Nilai Ambang Batas (NAB) Pada Power Plant Di PT Arun NGL. Abstrak. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 4(1), 36–41.
- Tambunan, Benjamin, S. T., & H, D. (2005). *Kebisingan Di Tempat Kerja (Occupational Noise)* (1st Ed.). Andi.
- Ula, S., Listijorini, E., & Susilo, S. (2023). Exposure Analysis Of Noise Intensity In The Manufacturing Area At The Job Training And Development Center Serang. *Jurnal Dinamis*, 11(02). [Https://Doi.Org/10.26594/Register.V6i1.Idarticle](https://doi.org/10.26594/register.v6i1.idarticle)
- Yulianto, Dr. B. (2020). Perilaku Pengguna Apd Sebagai Alternatif Meningkatkan Kinerja Karyawan Yang Terpapar Bising Intensitas Tinggi (Dr. N. Saadah, Ed.; 1st Ed.). Scorpindo Media Pustaka.
- Zulfadli, Nizar, M., & Yunita, I. (2022). Pemetaan Tingkat Kebisingan Pada Lingkungan Universitas Syiah Kuala Menggunakan Aplikasi Arcgis. *Karya Ilmiah Fakultas Teknik (KIFT)*, 2(1), 1–8.

LAMPIRAN



