

# Simulasi Rona Zonasi Dampak Paparan Kebisingan Menggunakan SURFER

Aco Wahyudi Efendi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tridharma, Balikpapan, Indonesia

Email: [aw.efendi2018@gmail.com](mailto:aw.efendi2018@gmail.com),

**Abstrak**– Dalam pembangunan infrastruktur PLTD Senayan 101 MW dalam proses perencanaan hingga tahap operasional kegiatan PLTD, kondisi lingkungan untuk terjadinya dampak penting yaitu dampak kebisingan yang terjadi akibat pengoperasian mesin harus diperhatikan. Mengingat dalam ruang lingkup Upaya tersebut, PLTD Senayan sedang melakukan studi kebisingan untuk mengetahui dampak pengoperasian PLTD Senayan 101 MW terhadap kawasan sekitarnya. Pada pedoman paparan kebisingan (NAB-Noise) berdasarkan Lampiran II Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep-51/MEN/1999 tentang Nilai Batas Faktor Fisik Di Tempat Kerja dan Tata Tertib Menteri Ketenagakerjaan Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan. Terlihat pada bahwa area kebisingan hingga ke area pemukiman dengan nilai kebisingan diatas 70 db, namun setelah dipasang barrier setinggi 6 meter dengan area imbasan kebisingan berkurang pada area pemukiman yaitu menurun hingga di bawah 70 db bisa dilihat pada gambar 2 dari rona pada daerah pemukiman sudah berwarna hijau dan bernilai di bawah ambang batas., bisa dilihat imbas kebisingan membias kearah samping akibat dari pemasangan barrier tersebut, dimana sebelumnya pada imbasan kebisingan di wilayah tersebut nilai kebisingan masih diambang batas atas. Namun imbas kebisingan akan benar-benar berkurang jika barrier terpasang mengelilingi dari area sumber kebisingan atau area mesin.

**Kata Kunci:** Bising, surfer, simulasi,NAB

**Abstract**– In the development of the PLTD Senayan 101 MW infrastructure, in the planning process to the operational phase of the PLTD activities, environmental conditions for the occurrence of important impacts, namely the impact of noise occurring due to machine operation, must be taken into account. Whereas, as part of this effort, PLTD Senayan is conducting a noise study to determine the environmental impact of the operation of PLTD Senayan 101MW. In the Noise Exposure Guidelines (NAB-Lärm) based on Annex II to Order of the Minister of Labor No. Kep-51/MEN/1999 on Limit Values for Physical Factors at Work and Regulations of the Minister of Labor and Environment No. 48 of 1996 on noise level standards. It can be seen that the noise area reaches the residential area with a noise level above 70db, but after installing a 6 meter high barrier, the noise affected area in residential areas is reduced, which can drop below 70db Recognizable in Figure 2, the color in residential areas is green and the value below the threshold, it can be seen that the noise effect is distorted by the installation of the barrier to the side, where previously the noise effect in the area was still at the upper limit. However, the noise impact is greatly reduced if the barrier is installed around the noise source area or the engine area..

**Keywords:** Loud, Surfer, Simulation, NAV

## 1. PENDAHULUAN

Tentunya, berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dalam pembangunan suatu infrastruktur, dampak lingkungan yang akan terjadi mulai dari tahap perencanaan hingga pengoperasian infrastruktur tersebut harus diperhitungkan, Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 30 Tahun 2001 tentang Kebijakan Penilaian Lingkungan mensyaratkan penilaian lingkungan untuk menjalankan suatu kegiatan atau usaha yang berdampak pada lingkungan.

Dalam pembangunan infrastruktur PLTD Senayan 101 MW dalam proses perencanaan hingga tahap operasional kegiatan PLTD, kondisi lingkungan untuk terjadinya dampak penting yaitu dampak kebisingan yang terjadi akibat pengoperasian mesin harus diperhatikan. Mengingat dalam ruang lingkup Upaya tersebut, PLTD Senayan sedang melakukan studi kebisingan untuk mengetahui dampak pengoperasian PLTD Senayan 101 MW terhadap kawasan sekitarnya.

Wilayah pekerjaan dalam Kegiatan Jasa Studi Kebisingan dan Getaran PLTD Senayan berada di Jalan Tentara Pelajar, RT. 7/RW. 7 Kelurahan Grogol, Kecamatan Kebayoran Lama Daerah Khusus Ibukota Jakarta. (Aco Wahyudi Efendi, 2020)

Adapun tujuan yang ingin dicapai dengan Layanan Studi Kebisingan dan Getaran PLTD Senayan ini agar tersedianya informasi dampak lingkungan PLTD Senayan selama pengoperasian PLTD Senayan 101 MW dari segi kebisingan dan getaran. Dengan kegiatan ini diharapkan mendapatkan rekomendasi pengelolaan dampak kebisingan dan getaran agar dapat diminimalisir sesuai dengan baku mutu kebisingan dan getaran yang ditetapkan pemerintah/peraturan yang berlaku atau ambang batas baku (NAB) yang ditetapkan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Pengambilan Data Tofografi

Survei topografi adalah metode untuk menentukan posisi tanda-tanda (fitur) buatan manusia dan alam di permukaan tanah. Survei topografi juga digunakan untuk menentukan konfigurasi medan (terrain). Tujuan dari survei topografi adalah untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk gambar peta topografi. Citra peta dari gabungan data tersebut membentuk peta topografi. Topografi menunjukkan karakter vegetasi menggunakan tanda yang sama dengan jarak horizontal antara beberapa fitur dan ketinggiannya masing-masing selama tanggal tertentu. Proses pemetaan topografi sendiri merupakan proses pemetaan yang menggunakan peralatan survey terestrial untuk mengukur langsung di permukaan bumi. Teknik pemetaan telah berkembang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan berkembangnya alat ukur tanah elektronik, proses pengukuran dengan akurasi tinggi semakin dipercepat, dan dengan dukungan teknologi GIS, langkah dan proses perhitungan menjadi lebih sederhana dan cepat, serta menggambar dapat dilakukan secara otomatis. Survey biasanya dilakukan pada bidang datar, yaitu tanpa memperhitungkan kelengkungan bumi. Dalam proyek survei, kelengkungan bumi kecil, sehingga efeknya dapat diabaikan dalam perhitungan yang disederhanakan. Di sisi lain, untuk proyek jarak jauh, kelengkungan bumi tidak dapat diabaikan, karena situasi ini melibatkan survei geodetik.

### 2.2 Pengambilan Data Kebisingan

Menurut Suma'mur (Suma'mur, 1994), jenis-jenis kebisingan yang biasa ditemui adalah sebagai berikut:

1. Kebisingan Pita Lebar Stabil. Misalnya mesin, kipas angin, dapur dengan bola lampu.
2. Derau kontinu dengan spektrum frekuensi sempit (derau pita sempit stasioner). Misalnya gergaji bundar, katup gas.
3. Kebisingan terputus-putus (intermiten). Misalnya lalu lintas, suara kapal terbang melewati bandara.
4. Bunyi impuls (bunyi dentuman atau impuls). Misalnya tembakan atau senjata api, ledakan.
5. Kebisingan impulsif berulang. Misalnya mesin tempa di perusahaan

Menurut Sihar (Sihar, 2005), kebisingan di tempat kerja dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu:

1. Kebisingan tetap dibagi menjadi dua bagian, yaitu:
  - Kebisingan frekuensi diskrit dalam bentuk "nada" murni pada frekuensi yang berbeda;
  - Broadband noise, noise yang terjadi dengan frekuensi intermiten yang lebih bervariasi (bukan "nada" murni).
2. Kebisingan transien dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:
  - Fluktuasi Kebisingan, kebisingan yang terus berubah selama periode waktu tertentu;
  - Kebisingan terputus-putus, kebisingan terputus-putus dan kekuatannya dapat bervariasi, misalnya kebisingan lalu lintas;
3. Kebisingan impulsif yang dihasilkan oleh kebisingan dengan intensitas tinggi (memperdengarkan) dalam waktu yang relatif singkat, mis. B. suara pistol meledak.

Ambang batas adalah faktor standar tempat kerja yang dapat diterima pekerja tanpa menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaan sehari-harinya selama maksimal 8 jam per hari atau 40 jam per minggu (KEPMENAKER No.Kep-51 MEN/1999). NAB kebisingan

di tempat kerja adalah intensitas suara tertinggi, i. H. tingkat rata-rata yang dapat diterima oleh pekerja yang bekerja tidak terputus selama tidak lebih dari 8 jam per hari dan 40 jam per minggu tanpa menyebabkan gangguan pendengaran permanen. Batas kebisingan yang dapat diterima adalah 85 dBA untuk paparan selama 8 jam berturut-turut.

Berikut pedoman paparan kebisingan (NAB-Noise) berdasarkan Lampiran II Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep-51/MEN/1999 tentang Nilai Batas Faktor Fisik Di Tempat Kerja (MEN/1999, 1999) dan Tata Tertib Menteri Ketenagakerjaan Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan (Hidup, 1996).

**Tabel 1.** NAB kebisingan menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep-51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja

Waktu pemajanan / Hari	Intensitas kebisingan (dB.A)	Waktu pemajanan / hari	Intensitas Kebisingan (dB.A)
8 jam	85	28,12 detik	115
4 jam	88	14,06 detik	118
2 jam	91	7,03 detik	121
1 jam	94	3,52 detik	124
30 menit	97	1,76 detik	127
15 menit	100	0,88 detik	130
7,5 menit	103	0,44 detik	133
3,75 menit	106	0,22 detik	136
1,88 menit	109	0,11 detik	139
0,94 menit	112	Tidak boleh	*140

Catatan: (\*) Tidak boleh terpajan lebih dari 140 dB.A, walaupun sesaat. Sumber: Kep-51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Di Tempat Kerja.

**Tabel 2.** NAB Kebisingan menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan

Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kesehatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
a. Peruntukan Kawasan.	
Perumahan dan Pemukiman	55
Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandar Udara	
- Stasiun Kereta Api	60
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat Ibadah atau sejenisnya	55

Metode pengumpulan data kebisingan menggunakan sound level meter dengan analisis hasil menggunakan aplikasi SURFER.



**Gambar 1.** Pengukur level suara

Metode pengukuran kebisingan, yang biasanya melayani tujuan daripada pengukuran itu sendiri, meliputi:

1. Pengukuran dimaksudkan hanya untuk mengontrol lingkungan kerja
2. Pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui dampak terhadap tenaga kerja yang terkena dampak

Alat yang digunakan untuk mengukur kebisingan adalah sound level meter (SLM) dan satuan kebisingan hasil pengukuran adalah desibel (dB).

Selain itu, pengukur level suara juga dapat dilengkapi dengan penganalisis frekuensi dalam level oktaf, setengah oktaf, dan oktaf ketiga. Setiap kali menggunakan sound level meter harus dikalibrasi terlebih dahulu setiap tiga bulan sekali agar diperoleh hasil pengukuran dengan akurasi yang maksimal.

Metode pelaksanaan pekerjaan digambarkan pada bagan alir yang tergambar pada Gambar



**Gambar 2.** Bagan Alir Metode Pelaksanaan

### 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Secara umum perhitungan poligon terdiri dari dua tahap yaitu tahap pertama adalah perhitungan koordinat sementara dan tahap kedua adalah perhitungan koordinat definitif. Sistem proyeksi peta yang digunakan adalah sistem proyeksi Universal Transfer Mercator (UTM).

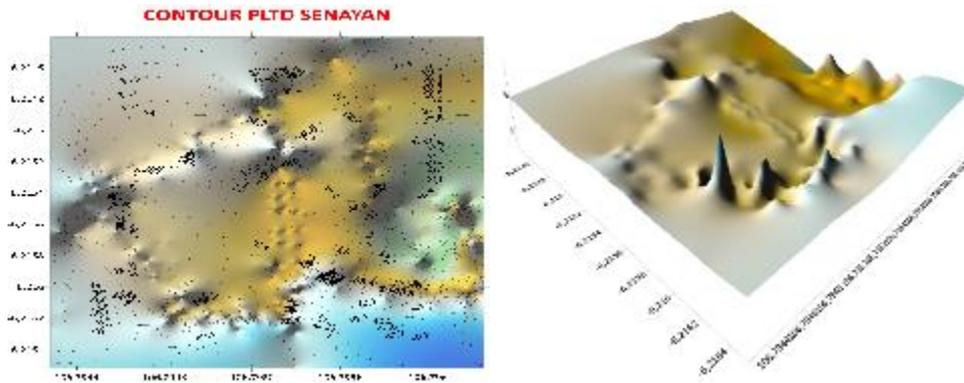


**Gambar 3.** Ploting Titik Pengujian



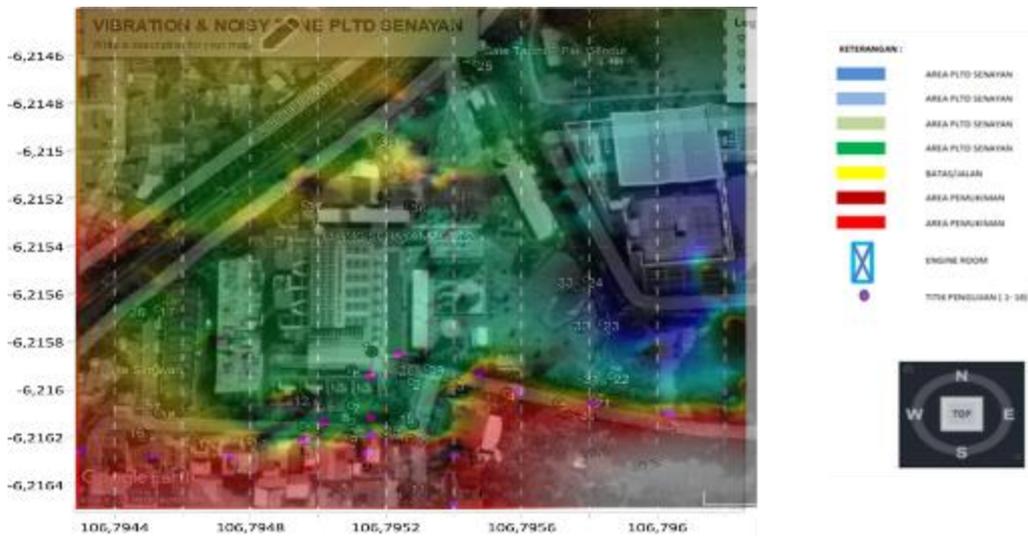
**Gambar 4.** Ploting Titik Pengujian

Dalam pengambilan data kebisingan dilakukan beberapa data sesuai power load mesin saat produksi dan saat mesin berhenti, dengan acuan jarak tertentu hingga di daerah terdampak yaitu pemukiman penduduk, dengan zonasi radius 100 m dari titik mesin. Adapun pada zonasi pertama yaitu linier dengan jalur pemukiman seperti pada gambar 3.



**Gambar 4.** Ploting Titik Pengujian(a) 3D kontur(b)

Gambar 4 menunjukkan hasil visual tofografi dari area penelitian yang akan diplot dalam hasil rona rambat dampak kebisingan di mana dalam analisisnya elevasi dari daerah penelitian akan berdampak pada laju rambat bunyi terhadap kondisi lingkungan sekitar.



**Gambar 5.** Rona tofografi diplot pada area titik uji kebisingan

Rona tofografi yang didapatkan diplot pada titik area peninjauan dan mengidentifikasi titik uji untuk mendapatkan data yang sangat baik dan mendetail dalam kajian dampak kebisingan ini, plot tersebut tergambar pada gambar 5.

### 3.1 Analisis Kebisingan Zonasi 1

Untuk mengendalikan kebisingan pada sumbernya, pertama-tama perlu mengidentifikasi penyebab kebisingan dan kedua memutuskan apa yang dapat dilakukan untuk menguranginya. Memodifikasi sumber daya untuk mengurangi kebisingan yang dihasilkan seringkali merupakan cara terbaik untuk mengontrol kebisingan. Misalnya, ketika terjadi benturan seperti langkah kompresi, pengurangan gaya tumbukan puncak (bahkan dengan mengorbankan waktu yang lebih lama di mana gaya bekerja) akan secara dramatis mengurangi kebisingan yang dihasilkan.

Dalam pengendalian kebisingan berdasarkan desain, istilah langsung dan tidak langsung kadang-kadang digunakan untuk menggambarkan jalur suara dari generasi ke propagasi melalui udara. Oleh karena itu, kebisingan udara di dalam kipas terpancar secara langsung, tetapi kebisingan yang ditanggung struktur di dalam roda gigi ditransmisikan ke dinding perumahan dan dipancarkan secara tidak langsung sebagai kebisingan udara.

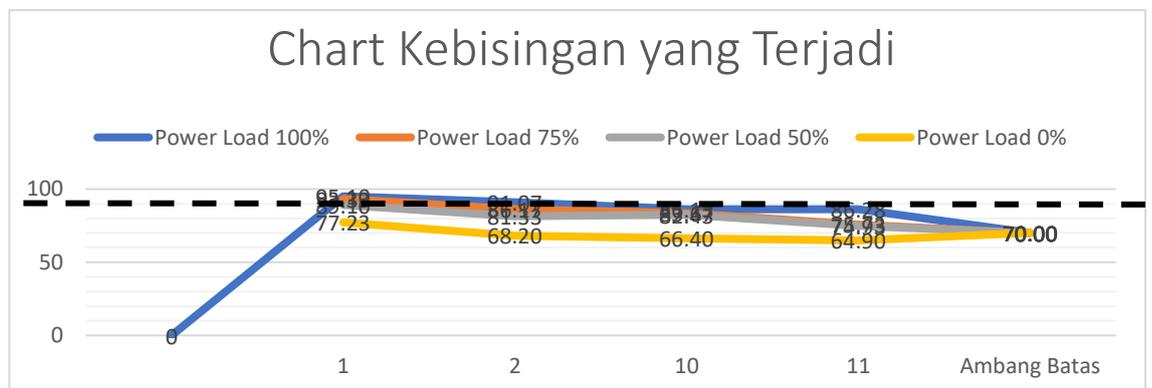
Saat mengumpulkan data kebisingan, beberapa data dilakukan sesuai dengan beban daya mesin selama produksi dan saat mesin berhenti dengan referensi jarak tertentu ke daerah yang terkena dampak yaitu daerah pemukiman.



**Gambar 6.** Ploting Titik Pengujian

**Tabel 3.** Data Kebisingan Zonasi 1

POINT TINJAUAN	POWER LOAD (%)			
	100	75	50	0
	NILAI KEBISINGAN (dB.A)			
1	95,10	93,33	89,10	77,23
2	91,07	86,17	81,33	68,20
10	86,13	83,67	82,43	66,40
11	86,28	75,73	74,93	64,90
Ambang Batas	70,00	70,00	70,00	70,00



**Gambar 7.** Diagram Kebisingan Yang Terjadi

Dari gambar 4 terlihat bahwa terjadi imbas kebisingan pada zonasi 1 penelitian memberikan informasi bahwa dengan load power 50% hingga 100% menunjukkan nilai kebisingan lebih dari 70

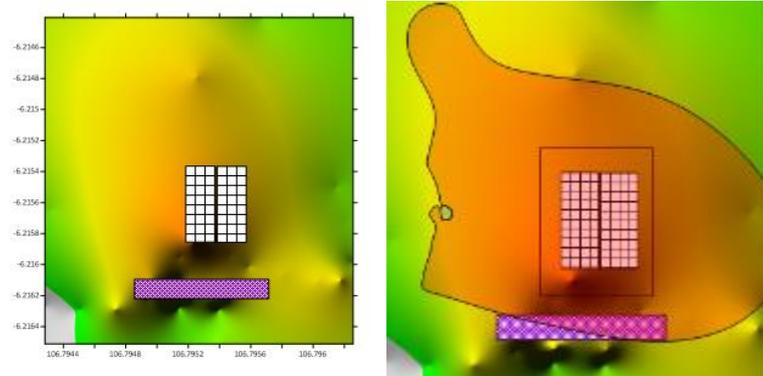
dB.A yaitu dengan nominal 74,93 dB.A hingga 95,10 dB.A dan pada kondisi mesin dengan load power 0% hanya pada jarak 25 m telah bernilai dibawah ambang batas.

#### 4. IMPLEMENTASI

Dari perhitungan penanggulangan dampak kebisingan maka dilakukan pemilihan material yang direkomendasikan untuk pemasangan barrier adalah material Concrete block, dimana material tersebut mampu meredam kebisingan hingga berada dibawah ambang batas < 70 db sesuai pada tabel . Typical pemasangan barrier seperti gambar 9.4 di mana ketinggian barrier adalah 6 m dan jarak barrier terhadap bangunan adalah 3 m dan mengelilingi bangunan yang diisolasi. Dengan menggunakan material Concrete block dengan ketebalan 300 mm.

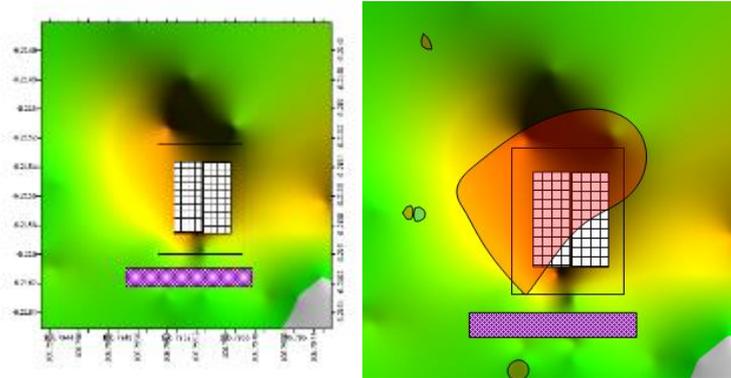
**Tabel 4.** Pemilihan Material Barrier untuk Isolasi dan Pengurangan Kebisingan

No.	Material	Thickness	Surface Density	Ketinggian	jarak sumber bising ke barrier (m)	path length difference $\Delta = (A + B) - d$	jarak sumber bising ke puncak barrier (m)	jarak sumber barrier ke pendengar (m)	jarak sumber bising ke pendengar (m)	ketebalan material yang akan digunakan (m)	Panjang Gelombang	$(3 + 40 \frac{\lambda}{A})$	Log C	Nilai pengurangan bunyi	Nilai Kebisingan Max di lapangan area warga	Hasil Nilai Kebisingan setelah dipasangi Barrier	Status
		mm	Kg/m <sup>2</sup>	m		$\Delta$	A	b	d	t	A	C		R(db)	(db)	(db)	(db)
1	Polycarbonate	12	14	4,00	3,00	5,17	5,00	50,16	50,00	0,01	3,00	71,96	1,86	18,57	88,7	70,13	> 70 db ... Not OK
2	Acrylic Poly-Methyl-Meta-Acrylate (PMMA)	15	18	4,00	3,00	5,17	5,00	50,16	50,00	0,02	3,00	72,00	1,86	18,57	88,7	70,13	> 70 db ... Not OK
3	Concrete Block 200 x 200 x 400	300	151	6,00	3,00	7,37	6,71	90,36	50,00	0,30	3,00	101,23	2,01	20,05	88,7	68,65	< 70 db ... OK
4	Dense Concrete	100	244	4,00	3,00	5,26	5,00	50,16	50,00	0,10	3,00	73,13	1,86	18,64	88,7	70,06	> 70 db ... Not OK
5	Light Concrete	150	244	4,00	3,00	5,31	5,00	50,16	50,00	0,15	3,00	73,80	1,87	18,68	88,7	70,02	> 70 db ... Not OK
6	Light Concrete	100	161	4,00	3,00	5,26	5,00	50,16	50,00	0,10	3,00	73,13	1,86	18,64	88,7	70,06	> 70 db ... Not OK
7	Brick	150	288	4,00	3,00	5,31	5,00	50,16	50,00	0,15	3,00	73,80	1,87	18,68	88,7	70,02	> 70 db ... Not OK
8	Steel 18 ga	1,27	9,8	4,00	3,00	5,16	5,00	50,16	50,00	0,001	3,00	71,81	1,86	18,56	88,7	70,14	> 70 db ... Not OK
9	Steel 20 ga	0,95	7,3	4,00	3,00	5,16	5,00	50,16	50,00	0,001	3,00	71,81	1,86	18,56	88,7	70,14	> 70 db ... Not OK
10	Steel 22 ga	0,79	6,1	4,00	3,00	5,16	5,00	50,16	50,00	0,001	3,00	71,81	1,86	18,56	88,7	70,14	> 70 db ... Not OK
11	Steel 24 ga	0,64	4,9	4,00	3,00	5,16	5,00	50,16	50,00	0,001	3,00	71,81	1,86	18,56	88,7	70,14	> 70 db ... Not OK
12	Aluminum Sheet	1,59	4,4	4,00	3,00	5,16	5,00	50,16	50,00	0,002	3,00	71,82	1,86	18,56	88,7	70,14	> 70 db ... Not OK
13	Aluminum Sheet	3,18	8,8	4,00	3,00	5,16	5,00	50,16	50,00	0,003	3,00	71,84	1,86	18,56	88,7	70,14	> 70 db ... Not OK
14	Aluminum Sheet	6,35	17,1	4,00	3,00	5,17	5,00	50,16	50,00	0,006	3,00	71,88	1,86	18,57	88,7	70,13	> 70 db ... Not OK
15	Wood	25	18	4,00	3,00	5,18	5,00	50,16	50,00	0,025	3,00	72,13	1,86	18,58	88,7	70,12	> 70 db ... Not OK
16	Plywood	13	8,3	4,00	3,00	5,17	5,00	50,16	50,00	0,013	3,00	71,97	1,86	18,57	88,7	70,13	> 70 db ... Not OK
17	Plywood	25	16,1	4,00	3,00	5,18	5,00	50,16	50,00	0,025	3,00	72,13	1,86	18,58	88,7	70,12	> 70 db ... Not OK
18	Absorbent Panels With Polyester Film Backed by Metal Sheet	125	30	4,00	3,00	5,28	5,00	50,16	50,00	0,125	3,00	73,46	1,87	18,66	88,7	70,04	> 70 db ... Not OK
19	Plexiglass	6	7,3	4,00	3,00	5,17	5,00	50,16	50,00	0,006	3,00	71,88	1,86	18,57	88,7	70,13	> 70 db ... Not OK
20	Gypsum	10	9,1	4,00	3,00	5,17	5,00	50,16	50,00	0,010	3,00	71,93	1,86	18,57	88,7	70,13	> 70 db ... Not OK



**Gambar 8.** Rona simulasi dampak kebisingan yang terjadi pada area penelitian.

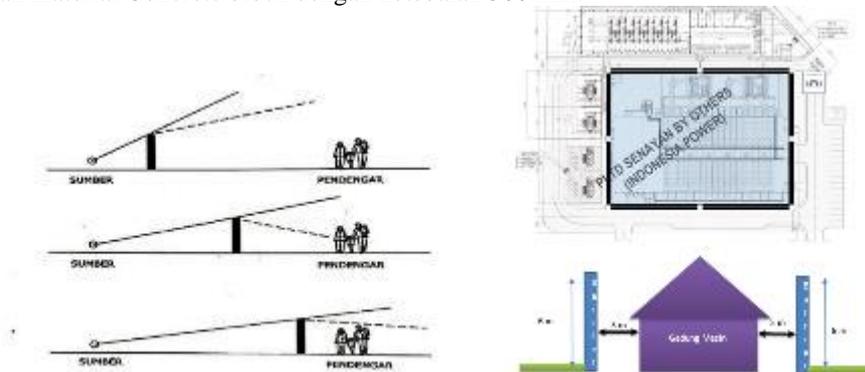
Setelah dilakukan pengumpulan data uji kebisingan dan dilakukan analisis dan dimasukkan dalam program SURFER untuk melakukan identifikasi imbas yang terjadi terlihat pada gambar 8, menerangkan bahwa titik pusat sumber suara berasal dari bangunan mesin dan memberikan dampak yang cukup signifikan pada area pemukiman warga sekitar ketika mesin dinyalakan hingga load 100%.



**Gambar 9.** Rona simulasi dampak kebisingan yang terjadi pada area penelitian setelah dipasang barrier.

Penanganan Terhadap Kebisingan Dengan Menggunakan Barrier Terlihat pada gambar 8 bahwa area kebisingan hingga ke area pemukiman dengan nilai kebisingan diatas 70 db, namun setelah dipasang barrier setinggi 6 meter dengan area imbasan kebisingan berkurang pada area pemukiman yaitu menurun hingga di bawah 70 db bisa dilihat pada gambar 9 dari rona pada daerah pemukiman sudah berwarna hijau dan bernilai di bawah ambang batas., bisa dilihat imbas kebisingan membias kearah sampaing akibat dari pemasangan barrier tersebut, dimana sebelumnya pada imbasan kebisingan diwilayah tersebut nilai kebisingan masih diambang batas atas. Namun imbas kebisingan akan benar-benar berkurang jika barrier terpasang mengelilingi dari area sumber kebisingan atau area mesin.

Typical pemasangan barrier seperti gambar 10 di mana ketinggian barrier adalah 6 m dan jarak barrier terhadap bangunan adalah 3 m dan mengelilingi bangunan yang diisolasi. Dengan menggunakan material Concrete block dengan ketebalan 300 mm.



**Gambar 10.** Typical Pemasangan Barrier

## 5. KESIMPULAN

Kondisi imbas kebisingan yang terjadi adalah secara garis besar pada daerah sangat berdampak pada pemukiman karena nilai rata-rata kebisingan adalah di atas ambang batas yaitu 70 dB.A dengan kategori sangat mengganggu. Berjenis Kebisingan yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas. Namun setelah dipasang barrier setinggi 6 meter dengan area imbasan kebisingan berkurang pada area pemukiman yaitu menurun hingga di bawah 70 db bisa dilihat pada gambar 9 dari rona pada daerah pemukiman sudah berwarna hijau dan bernilai di bawah ambang batas., bisa dilihat imbas kebisingan membias kearah sampaing akibat dari pemasangan barrier tersebut



## REFERENCES

- Suhardjono, Analisis Tingkat Kebisingan di Jalan Raya, Surabaya: Jurusan Teknik Mesin ITS, 2005.
- H. M. N. S. Aco Wahyudi Efendi, "Laporan Akhir Kegiatan Jasa Studi Land Subsidence PLTGU PRO POMU," PT. ARCSINDO KARYA UTAMA, Jakarta, 2020.
- P. K. H. Suma'mur, Perusahaan dan Kesehatan Kerja, Jakarta: Gunung Agung, 1994.
- T. B. T. Sihar, Analisis Tingkat Kebisingan di Tempat, Jakarta: None, 2005.
- K. N.-5. MEN/1999, Nilai Batas Faktor Fisik Di Tempat Kerja, Jakarta: KEPMENAKER, 1999.
- M. K. N. L. Hidup, Baku Tingkat Kebisingan, Jakarta: Menteri Ketenagakerjaan Negara Lingkungan Hidup, 1996.
- A. S. Budiono, Bunga Rampai Hiperkes dan Kesehatan Kerja, Semarang: Badan Penerbit UNDIP, 2003.
- S. Djalante, "Analisis Tingkat Kebisingan di Jalan Raya yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)," *Jurnal SMARTek*, vol. 8, no. 4, pp. 280-300, 2010.
- A. Yunita, Gangguan Pendengaran Akibat Bising, Sumatera Utara: Fakultas Kedokteran USU. , 2003.
- F. N. Setiawan, "Tingkat Kebisingan pada Perumahan di Perkotaan," *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 12, no. 2, pp. 191-200, 2010.