

REDUKSI BISING DI AREA TURBIN GENERATOR PADA UNIT UTILITAS

Nama Mahasiswa : Indhiyar Febryan Istiningsih
NRP : 2410 100 036
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Tutug Dhanardono, MT

Abstrak

Tingkat kebisingan yang tinggi pada lingkungan kerja tanpa disadari berdampak buruk terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja. Penelitian ini dilakukan untuk melindungi para pekerja di area turbin generator pada unit utilitas dari efek buruk paparan kebisingan yang dapat menganggu kesehatan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memasang *enclosure* menggunakan pemilihan bahan yang tepat. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, tingkat kebisingan pada masing-masing lantai di unit ini yaitu pada lantai III dengan nilai TTB sebesar 97,6 dBA, pada lantai II dengan nilai TTB sebesar 91,5 dBA, sedangkan pada lantai I sebesar 91,6 dBA. Dalam pemilihan bahan yang tepat untuk memasang *enclosure* yaitu didasarkan pada hasil perhitungan nilai *transmision loss* dari bahan-bahan yang terdapat pada tabel-tabel literatur. Nilai kerapatan massa jenis (W) sangat berperan penting dalam penentuan bahan yang akan digunakan untuk mendesain *enclosure*. Hasil perhitungan pada masing-masing lantai dapat diketahui bahan yang digunakan yaitu polywood, dalam hal ini hasil perhitungan menunjukkan nilai kerapatan massa jenis yang tertinggi yaitu sebesar 5,05 dan 8,98. Penambahan bahan material dengan bahan polywood setebal 1,26 cm pada lantai I dan II , sedangkan lantai III setebal 2,25 cm, sehingga dapat mereduksi bising dengan tingkat kebisingan sebesar ± 15 dB.

Kata kunci: Tingkat Kebisingan, *Enclosure*

NOISY REDUCTION IN AREA OF TURBINE GENERATOR TO UTILITY UNIT

<i>Name</i>	<i>: Indhiyar Febryan Istining sih</i>
<i>NRP</i>	<i>: 2410 100 036</i>
<i>Department</i>	<i>: Teknik Fisika FTI-ITS</i>
<i>Supervisor</i>	<i>: Ir. Tutug Dhanardono, MT</i>

Abstract

High noise level in the work environment unwittingly adversely affect the safety and health of workers. This study was done to protect the workers in the area at the turbine generator units of utility from the adverse effects of noise exposure that can be harmful to health. One of the efforts made to overcome these problems is to install an enclosure using proper material selection. From the results of measurements that have been carried out, the noise level on each floor in this unit is on the third floor with TTB value of 97.6 dBA, on the second floor with TTB value of 91.5 dBA, while the first floor was 91.6 dBA. In the selection of appropriate materials to install the enclosure is based on the calculation of the transmission loss of the materials contained in the tables literature. Mass density value type (W) are important in determining which materials will be used to design the enclosure. The results of calculations on each floor can be known materials used are polywood, in this case the value of the density calculation results show that the highest density is equal to 5.05 and 8.98. The addition of materials with 1.26 cm thick polywood material on first and second floors, while the third floor of 2.25 cm thick, so it can reduce noise with noise level of ± 15 dB.

Keywords: *Noise Level, Enclosure*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kebisingan

Bunyi yang terdengar akibat ditimbulkan oleh getaran dari suatu sumber bunyi atau suara yang merambat melalui udara. Bunyi atau suara tersebut tidak dikehendaki dan timbul di luar kemauan orang yang bersangkutan, maka bunyi atau suara yang demikian dinyatakan sebagai kebisingan.

Suara atau bunyi-bunyian yang tidak dikehendaki tersebut, dapat menimbulkan gangguan bagi kenyamanan dan kesehatan pada manusia. Jika hal ini dibiarkan terus-menerus terjadi, maka akan dapat menimbulkan efek samping yang dapat merugikan manusia yaitu merusak alat pendengaran.

Berdasarkan sifat-sifatnya, kebisingan dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis (Suma'mur, 2009), yaitu :

- a. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas, contoh: misalnya kebisingan yang berasal dari mesin-mesin, kipas angin, dan lain-lain.
- b. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit contoh: misalnya kebisingan yang berasal dari gergaji sirkuler, katup kipas, dan lain-lain.
- c. Kebisingan terputus-putus (*Intermittent*)
contoh: misalnya kebisingan yang berasal dari lalu lintas, suara pesawat terbang, dan lain-lain.
- d. Kebisingan *impulsive* (*impact or impulsive noise*)
contoh: misalnya kebisingan yang berasal dari pukulan palu, tembakan pistol, ledakan meriam, dan lain-lain.
- e. Kebisingan *impulsive* berulang, misalnya mesin tempa di perusahaan.

2.2. Tingkat Kebisingan

Tingkat kebisingan adalah ukuran derajat tinggi rendahnya suatu kebisingan, yang biasanya dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Berikut ini beberapa skala desibel (dB) yang disesuaikan

untuk karakteristik tanggapan telinga manusia terhadap suara antara lain sebagai berikut:

1. Skala dB (A): digunakan untuk menilai tanggapan manusia terhadap tingkat bising lingkungan luar dan dalam bangunan yang berpengaruh terhadap kepekaan telinga manusia.
2. Skala dB (B): digunakan untuk tingkat yang lebih tinggi, seperti misalnya bising di lingkungan kerja di industri.
3. Skala dB (C): digunakan untuk tingkat bising industri yang lebih tinggi dari mesin-mesin.^[1]

2.3. Peraturan Pemerintah

Dalam mengerjakan tugas akhir ini mengacu pada standart yang diberikan pemerintah melalui keputusan menteri tenaga kerja yaitu Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999, tentang Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan di tempat kerja. Nilai ambang batas kebisingan di tempat kerja merupakan intensitas rata-rata yang masih dapat di terima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar. Kebisingan di tempat kerja yang ditetapkan sebesar 85 dBA dengan waktu kerja selama 8 jam perhari per minggu.

2.4. Pengendalian Bising

Pengendalian bising secara umum dapat dilakukan dengan 3 cara antara lain sebagai berikut:

1. Pengendalian kebisingan yang dihasilkan oleh sumber bunyi
Untuk tindakan pengendalian kebisingan pada sumbernya, dapat dilakukan dengan cara memodifikasi ulang mesin yang bising tersebut atau menempatkan suatu peredam pada sumber getaran. Namun dengan cara ini sulit dilakukan karena kendala kondisional mesin, sehingga memerlukan penelitian yang intensif karena umumnya memerlukan biaya yang cukup tinggi untuk melakukan penelitiannya.

2. Pengendalian bising yang ditransmisikan

Pengendalian bising dapat ditransmisikan melalui udara atau material lain yang setidaknya dapat berfungsi sebagai insulasi dan

absorbsi. Absorbsi bertujuan untuk melindungi objek dari yang ditempatkan pada tempat yang sama dengan sumber bunyi.

3. Pengendalian bising pada penerima

Ketika suatu kendali bunyi tidak dapat bekerja dengan baik, maka selanjutnya dapat mengusahakan perlindungan terhadap manusia dengan memakai penutup telinga, penyumbat telinga dan alat perlindungan lainnya.^[1]

2.5. Transmission Loss

TL atau (*Transmisssion Loss*) merupakan insulasi tiap bunyi yang lewat melalui udara, sehingga berubah terhadap terhadap frekuensi, sehingga pengukuran TL dapat dilakukan pada ruangan yang mesinnya akan di *enclosure*. Isolasi bunyi merupakan faktor yang penting dalam suatu ruang.

Besarnya nilai isolasi bunyi pada suatu bahan partisi dengan berbagai frekuensi disebut TL (*Transmisssion Loss*) yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Bila *transmission loss* sendiri dipengaruhi oleh ketebalan dinding, sedangkan untuk frekuensi yang besar pada *transmission loss* akan dipengaruhi oleh massa dari dinding.^[2]

Dalam perumusan jika berkaitan dengan besarnya frekuensi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$TL = (20 \log W) + (20 \log f) - C \quad (2.1)$$

Dimana :

f = Frekuensi (Hz)

W = Kerapatan massa jenis ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{cm}$)

C = nilai koefisien yang telah ditentukan yaitu 47

2.6. Reduksi bising (*Noise Reduction/NR*)

Reduksi bising (*Noise Reduction/NR*) merupakan istilah yang lebih umum daripada TL (*Transmisssion Loss*) yang menyatakan insulasi bunyi antara ruang-ruang karena ikut memperhitungkan efek berbagai jejak transmisi antara ruang sumber dan ruang penerima. ^[Irwin, J.D and Graf, E.R. 1979]

Reduksi bising atau *noise reduction* (NR) dapat lebih tinggi atau lebih rendah dari TL tergantung pada hubungan antara luas partisi, penyerapan bunyi dalam ruang penerima. Bila insulasi berada pada ruang non *reverberant*, NR akan melampaui TL dengan sekitar 6 dB.

Sebuah sumber bising yang terhalangi oleh sebuah partisi dimana bunyi merambat melalui partisi kemudian ke udara luar sehingga mengakibatkan nilai R menjadi sangat besar maka berlaku persamaan seperti di bawah ini.

$$NR = TL + 6 \quad (2.2)$$

Dimana:

NR = Noise Reduction (dB)

TL = Transmission Loss (dB)

Untuk frekuensi yang rendah, TL dipengaruhi oleh ketebalan dari dinding, sedangkan untuk frekuensi yang semakin besar TL dipengaruhi oleh massa dari dinding. Dalam hal ini TL akan bertambah kurang lebih 6 dB untuk penambahan 2 kali lipat dari frekuensi atau massa jenis dinding.

Tabel 2.1. Kerapatan massa jenis masing- masing material (W)

Bahan	Tebal (Lb/ft ² /in tebal)	Tebal (kg/m ² /cm tebal)
<i>Brick</i>	10-12	19-23
<i>Cinder concrete</i>	8	15
<i>Dense concrete</i>	12	23
<i>Wood</i>	2-4	4-8
<i>Common glass</i>	15	29
<i>Lead sheet</i>	65	125
<i>Gypsum</i>	5	10

Tabel 2.2. Spesifikasi bahan material yang biasa digunakan berdasarkan (*transmission loss/frekvensi*)

Material	Frekuensi(Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Brick, 4 inch	30	36	37	37	37	43	-
Cinder Block, 7 5/8 inch, hollow	33	33	33	39	45	51	-
Concrete Block 6 inch, lightweight, painted	33	34	35	38	46	52	55
Concrete, 4 inch	29	35	37	43	44	50	55
Curtain, lead vinyl, 1 ½ lb/ft²	22	23	25	31	35	42	-
Lead 1 3/2 inch	22	24	29	33	40	43	49
Lead vinyl 1 lb/ft²	15	17	21	28	26	32	37
Door, hardwood 2 5/8 inch	26	33	40	43	48	51	-
Fiber tile, filled mineral, 5/8 inch	30	32	39	43	53	60	-
Glass, ¼ inch	17	23	25	27	28	29	30
Glass plate, ¼ inch	25	28	30	34	23	36	-
Glass laminated, ½ inch	23	31	38	40	47	52	-

Material	Frekuensi(Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<i>Plexiglass 1 inch thick</i>	25	28	32	32	34	46	46
<i>Panels, perforated metal with mineral fiber insulator, 4 inch</i>	28	34	40	48	56	62	-
<i>Plywood, 1/4 inch, 0.7 lb/ft²</i>	17	15	20	24	28	27	-
<i>Plywood, 3/4 inch, 2 lb/ft²</i>	24	22	27	28	25	27	35
<i>Steel, 18 gauge 2 lb/ft²</i>	15	19	31	32	35	48	53
<i>Steel, 16 gauge, 2.5 lb/ft²</i>	21	30	34	37	40	47	-

Dalam perhitungan insulasi bunyi pada partisi yang lebih dari satu bahan, maka harus diketahui terlebih dahulu koefisien masing-masing bahan. Sehingga nilai absopsi koefisien rata-rata dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\tau = \left(\frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \tau_3 S_3 + \dots + \tau_n S_n}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n} \right)$$

$$\tau = \sum_{i=t}^n \left(\frac{\tau_i S_i}{S_i} \right) \quad (2.3)$$

Dimana, τ = koefisien transmisi

S = Area setiap bahan

2.7. Enclosure

Enclosure merupakan struktur yang dapat membungkus suatu sumber kebisingan. Tujuan sebuah perancangan atau pembuatan *enclosure* ini untuk melindungi satu set mesin atau sebagian dari mesin. Adapun syarat utama dalam merancang sebuah *enclosure* yang perlu diperhatikan untuk menentukan bahan sebagai peredam kebisingan. Dalam aplikasinya, akustik *enclosure* menyediakan satu alat yang mampu mereduksi atau mengurangi kebisingan pada level yang dapat diterima. Dalam menentukan suatu bahan peredam kebisingan, acuan dalam tahap perancangannya berdasarkan pada perhitungan *transmission loss* (TL) rencana dan *noise reduction* (NR) rencana.

Ada beberapa jenis *enclosure* yaitu sebagai berikut:

1. *Enclosure lengkap (complete enclosure)*

Dimana suatu kebisingan mesin dapat direduksi sebesar 20 dB atau lebih maka harus menggunakan *complete enclosure* karena mampu mengurangi kebisingan pada NR (*noise reduction*) terbesar. Di dalam mendesain *enclosure* lengkap, karakteristik bising bersifat bergaung atau menggema di dalam *enclosure* harus tidak ada yang lewat atau keluar.

2. *Enclosure sebagian (partial enclosure)*

Pengendalian dengan menggunakan *enclosure* sebagian biasanya terdapat satu bagian terbuka yang sangat besar.

3. *Enclosure besar*

Untuk *enclosure* besar mempunyai ukuran luas cukup besar dan dimana bisa disesuaikan dengan ukuran besar dari mesin tersebut. *Enclosure* besar ada dua cara yaitu:

- a. *Enclosure* di dalam ruang terbuka (*Enclosure in open space*). Sebenarnya *enclosure* untuk mesin berada dalam ruang terbuka, karena *noise reduction* nilainya hampir sama dengan nilai *transmission loss* pada dinding enclosurenya:

$$\text{NR} = \text{SPL}_{\text{di dalam enclosure}} - \text{SPL}_{\text{di luar enclosure}} \quad (2.4)$$

- b. *Enclosure* dalam ruang tertutup.

Biasanya peletakan *enclosure* berada di dalam ruang sehingga dipengaruhi oleh pantulan dari bunyi yang dihasilkan oleh sumber bunyi.

4. *Enclosure kecil (close fitting enclosure)*

Untuk *enclosure* kecil mempunyai ukuran luas material cukup kecil dan dimana biasanya operator tidak memerlukan akses ke dalam pembungkus. [Barron, Randall F. 2001]

2.8. Pengukuran Kebisingan

SLM atau *sound level meter* merupakan instrumen dasar yang digunakan dalam pengukuran kebisingan. SLM terdiri dari beberapa komponen yaitu mikrofon dan sebuah sirkuit elektronik termasuk *attenuator*, 3 jaringan perespon frekuensi, skala indikator dan *amplifier*. Ketiga jaringan tersebut di standarisasi sesuai standar SLM. Dalam hal ini tujuannya adalah untuk memberikan pendekatan yang terbaik dalam pengukuran tingkat kebisingan total.

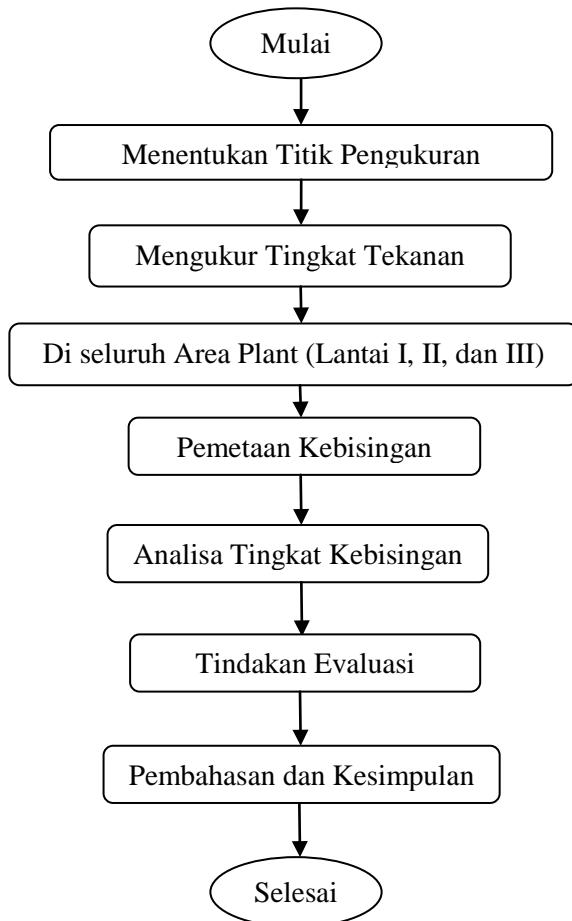


Gambar 2.1 *Sound Level Meter*^[2]

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam proses penggerjaan penelitian tugas akhir ini adapun tahapan-tahapan yang dilakukan, sehingga dapat dijelaskan pada tampilan diagram alir berikut ini:



Gambar 3.1. Flowchart Metodologi Penelitian

3.1. Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data tugas akhir ini dilakukan di area turbin generator pada unit utilitas. Pada unit ini merupakan salah satu unit penyedia pasokan listrik yang berkapasitas *steam* 2×150 ton/jam, serta tenaga listrik sebesar 32 MW.

Luasan pengambilan data pada area turbin generator pada unit utilitas adalah $20\text{m}^2 \times 20\text{ m}^2$. Pada unit ini terdiri dari beberapa bagian yaitu lantai I, lantai II, dan lantai III. Berikut ini adalah gambaran dari lokasi pengukuran yang telah dilakukan.



Gambar 3.2. Area Turbin Generator pada Lantai I

Pada area turbin generator di bagian lantai I (terlihat pada gambar 3.2), terdapat beberapa komponen seperti kondensor, HP/ LP Heater, serta pompa-pompa auxiliary. Komponen yang terdapat pada lantai I ini akan terhubung pada lantai II. Sedangkan pada area turbin generator di bagian lantai II ini terdapat beberapa komponen seperti Oil Cooler, HP/ LP Heater, serta pompa-pompa auxiliary. Saluran pipa- pipa yang terhubung pada komponen yang terdapat pada lantai II masih terkait pada

lantai I. Berikut ini adalah gambaran dari area turbin generator pada bagian lantai II.



Gambar 3.3. Area Turbin Generator pada Lantai II



Gambar 3.3. Area Turbin Generator pada Lantai III

Pada area turbin generator di bagian lantai III (terlihat pada gambar 3.4) terdapat beberapa komponen seperti turbin dan generator. Dalam hal ini *steam* yang dihasilkan dari proses pembakaran akan di distribusikan melalui saluran pipa-pipa yang saling terhubung pada bagian lantai I dan II.

3.2. Pengumpulan data dan pengolahan data

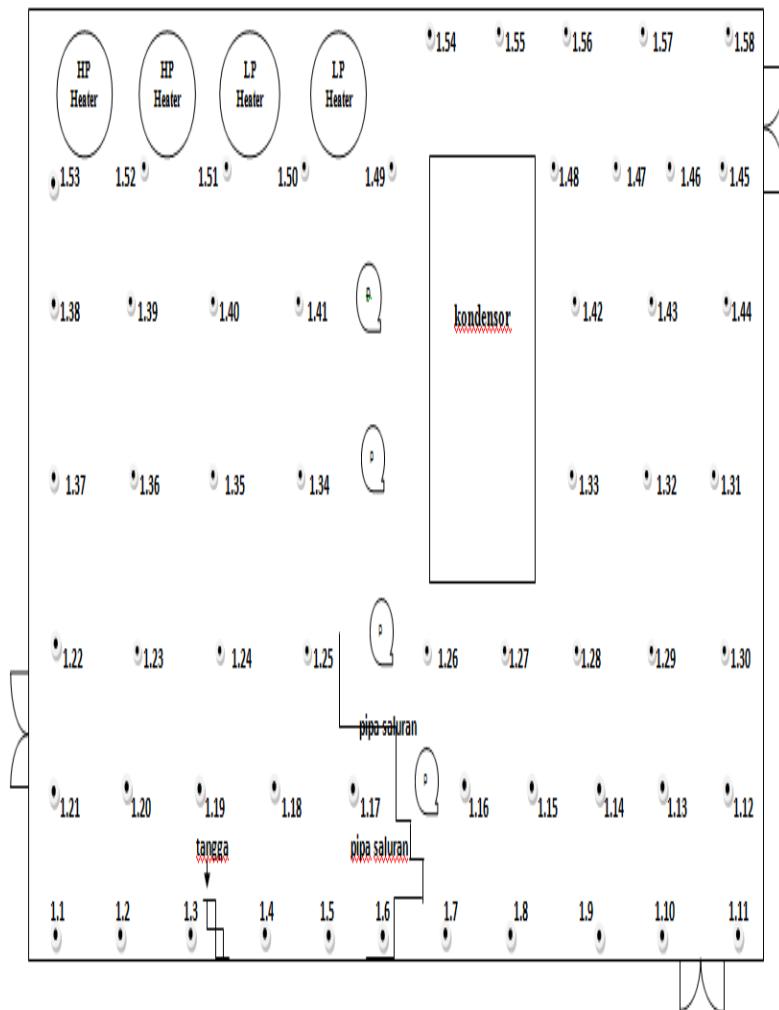
Pengukuran kebisingan dilakukan dengan menggunakan alat ukur tingkat tekanan bunyi yaitu *Sound Level Meter* dan *software realtime analyzer*, software tersebut berfungsi untuk mengetahui tingkat tekanan bunyi per frekuensi. Berikut ini spesifikasi SLM yang digunakan dalam pengukuran.

Tabel 3.1 Spesifikasi sound level meter

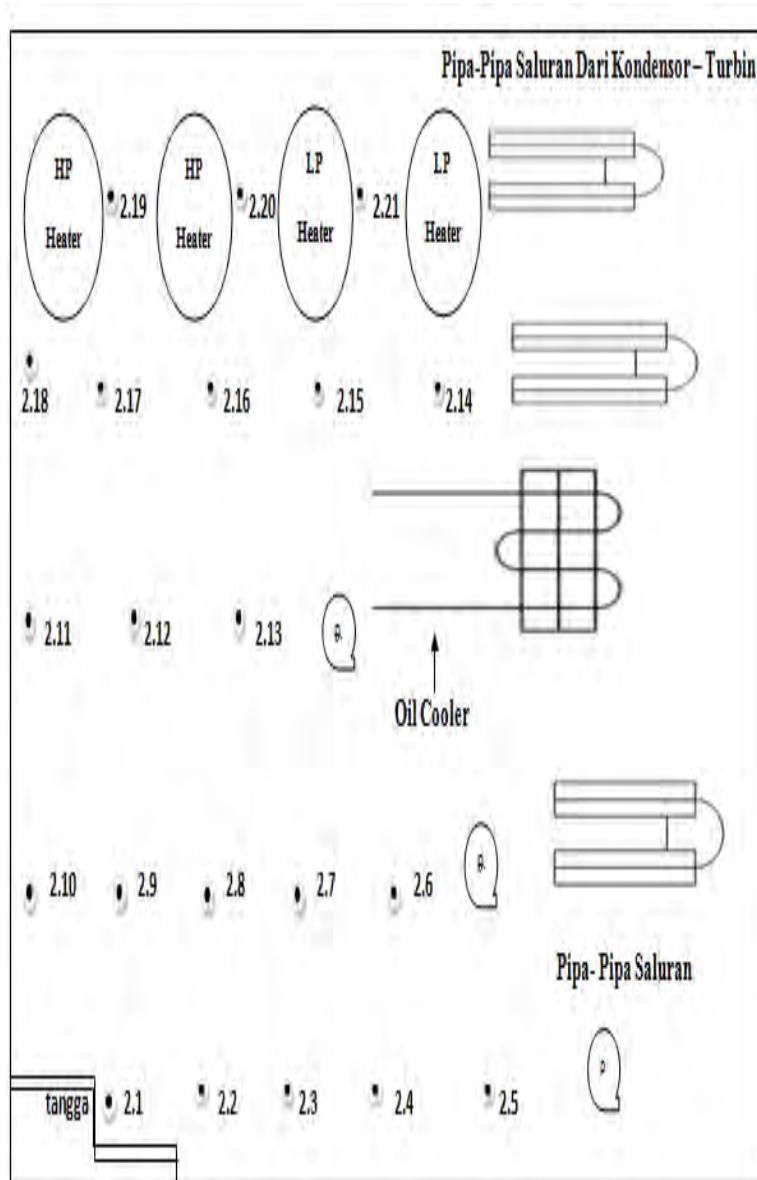
Deko Digital Sound Level Meter	
Model	SL-130
Measurement range	SPL : 30 – 130 dBA
	31,5 Hz - 8,5 KHz
Accuracy	±1,5 dB
Response time	Fast : 0,5 second
	Slow : 1 second
Operation conditions	Relative humidity : < 99% RH
	Temperatur : 0 °C – 40 °C

Pada masing-masing titik pengukuran masing- masing lantai pengambilan data dilakukan dengan jarak ± 2 meter. Setelah data pengukuran masing-masing lantai (di lantai I, II, dan III), selanjutnya melakukan tahap pengolahan data dari hasil pengukuran yaitu pemetaan kebisingan (*noise mapping*). Dalam hal ini bertujuan untuk mengetahui distribusi persebaran kebisingan pada masing-masing lantai. Pemetaan kebisingan atau

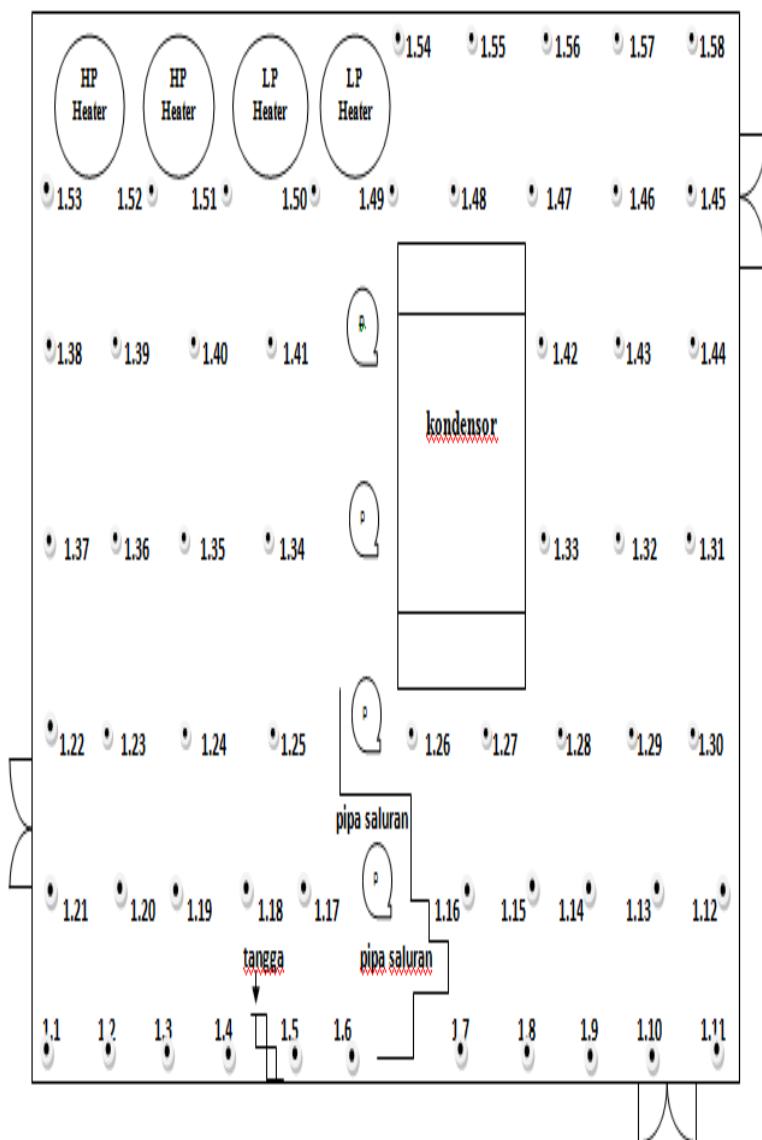
(noise mapping) dilakukan dengan menggunakan *software* Surfer 9.0. Pengolahan data menggunakan *noise mapping* ditampilkan data hasil pengukuran pada tiap frekuensi. Berikut ini denah titik pengukuran pada tiap lantai di lantai I, II, dan III.



Gambar 3.5. Titik Pengukuran pada lantai I



Gambar 3.6. Titik Pengukuran pada lantai 2



Gambar 3.7. Titik Pengukuran pada lantai 3

“Halaman ini memang dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uraian pada bab sebelumnya telah ditentukan titik-titik pengukuran kebisingan di area turbin generator pada unit utilitas. Berikut ini data yang telah didapatkan dari hasil pengukuran kebisingan pada masing-masing lantai (I, II, dan III).

4.1. Data Hasil Pengukuran Kebisingan

Pengukuran kebisingan dilakukan dengan menggunakan alat ukur tingkat tekanan bunyi yaitu *Sound Level Meter* dan *software realtime analyzer*, software tersebut berfungsi untuk mengetahui tingkat tekanan bunyi per frekuensi. Pengambilan data dilakukan pada saat dimana masing-masing mesin menyala bersamaan.

Mesin-mesin atau instrument yang terdapat pada masing-masing lantai diantaranya terdapat beberapa mesin yaitu kondensor, HP *heater*/ LP *heater*, *oil cooler*, pompa *auxiliary*, turbin, generator, dan daerotor. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan secara keseluruhan pada area tersebut didapatkan yaitu sebanyak 58 titik di lantai I, sebanyak 21 titik di lantai II, dan sebanyak 62 titik di lantai III, sehingga total keseluruhan data pengukuran kebisingan yang didapatkan sebanyak 141 data titik pengukuran. Berikut ini data hasil pengukuran tingkat kebisingan keseluruhan area pada frekuensi 125 Hz – 4000 Hz sebagai berikut:

Tabel 4.1.1 Hasil pengukuran kebisingan di lantai I

Titik	Tingkat kebisingan (dBA)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	76.75	77.47	80.83	80.83	82.13	84.44
2	78.68	77.37	81.41	81.41	81.72	84.54
3	73.6	80.68	82.61	82.61	82.17	84.92
4	76.97	80.03	82.67	82.67	82.08	84.51
5	80.53	81.65	83.35	83.35	82.49	84.18
6	71.96	81.86	82.43	82.43	81.74	84.16
7	73.87	82.46	81.73	81.73	82.16	86.47

8	76.6	84.1	83.29	83.29	83.12	82.99
9	76.68	86.92	84.7	84.7	82.63	81.27
10	69.43	83.9	84.36	84.36	82.16	81.15
11	77.7	84.88	82.87	82.87	82.17	81.44
12	73.13	78.04	83.64	83.64	81.17	81.06
13	69.1	86.36	82.73	82.73	81.31	80.41
14	75.84	77.19	81.93	81.93	81.03	80.2
15	77.35	84.16	82.46	82.46	81.72	80.76
16	79.07	77.83	82.32	82.32	81.22	80.28
17	77.15	78.51	83.7	83.7	81.76	80.87
18	75.16	83.94	82.84	82.84	81.43	81.37
19	80.55	85.3	83.6	83.6	83.3	81.85
20	77.23	81.57	86.84	86.84	84.24	83.65
21	79.48	81.03	85.39	85.39	86	84.14
22	78.28	78.89	83.02	83.02	82.9	85.65
23	77.19	79.6	82.39	82.39	82.45	84.73
24	73.29	81.16	82.42	82.42	82.84	85.12
25	74.31	80.69	81.9	81.9	82.63	85.44
26	73.85	81.55	81.34	81.34	82.04	85.64
27	78.55	80.34	81.93	81.93	81.77	85.44
28	75.8	83.94	80.89	80.89	81.76	85.45
29	68.52	76.41	81.7	81.7	82.48	86.4
30	76.85	80.99	81.99	81.99	83.69	86.97
31	76.25	77.13	81.65	81.65	82.61	85.51
32	69.77	79.66	81.86	81.86	82.17	85.44
33	75.26	78.66	82.01	82.01	82.89	85.64
34	70.06	78.23	81.63	81.63	82.69	87.02
35	70.05	82.61	83.23	83.23	84.86	88.45
36	70.24	83.73	83.17	83.17	79.96	81.45
37	67.53	80.77	81.28	81.28	80.42	81.57
38	72.26	81.04	81.97	81.97	80.84	81.78
39	75.76	77.94	81.3	81.3	81.46	82.5
40	77	79.82	83.24	83.24	81.07	82.07

41	75.81	78.73	82.13	82.13	81.17	81.67
42	72.8	82.26	83.08	83.08	84.36	87.03
43	74.66	81.77	81.18	81.18	81.78	86.42
44	72.42	78.89	80.98	80.98	82.63	87.93
45	73.32	83.98	82.31	82.31	82.54	85.7
46	68.04	78.78	81.06	81.06	83.5	87.31
47	69.07	81.58	82.03	82.03	83.42	86.72
48	73.85	79.46	82.25	82.25	83.93	87.76
49	82.56	79.31	81.29	81.29	83.25	88.42
50	77.6	78	82.65	82.65	82.88	88.32
51	73.58	81.87	81.59	81.59	84.05	87.41
52	74.41	82.73	81.7	81.7	83.43	88.28
53	77.55	80.58	83.34	83.34	83.42	88.06
54	83.26	80.72	82.6	82.6	83.7	87.56
55	82.02	82.07	81.74	81.74	83.37	86.47
56	79.05	79.05	83.36	83.36	81.9	84.07
57	73.34	79.41	82.4	82.4	81.51	82.64
58	69.12	78.97	80.87	80.87	80.63	82.7

Tabel 4.1.2. Hasil pengukuran kebisingan di lantai II

Titik	Tingkat kebisingan (dBA)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	73.66	78.92	80.19	81.78	80.9	83.43
2	72.64	78.72	81.63	83.26	82.18	84.61
3	75.95	78.2	83.11	82.8	81.84	84.49
4	71.82	79.36	82.5	82.61	81.75	83.93
5	76.1	78.52	80.33	83.12	81.25	84.44
6	75.73	78.52	79.59	81.98	81.46	85.17
7	75.12	80.66	81.47	82.17	81.67	84.74
8	72.77	77.77	79.82	82.32	81.9	84.51
9	74.58	84.19	79.92	82.48	81.6	84.09

10	74.98	82.66	80.03	81.35	81.44	86.26
11	71.96	80.35	81.25	81.59	81.59	85.1
12	67.82	79.68	82.43	82.13	81.35	85.26
13	70.05	81.26	79.02	81.49	83.63	87.81
14	74.93	82.57	81.07	81.17	81.71	89.05
15	75.54	79.88	78.83	80.44	81.4	87.99
16	75.6	79.31	79.18	81.24	81.86	87.25
17	73.25	74.83	78.19	80.15	82.75	87.85
18	69.98	79.47	77.48	79.82	82.45	87.26
19	69.44	76.99	78.55	80.79	82.62	87.39
20	73.69	77.07	77.96	79.27	83.64	87.96
21	74.57	78.23	77.79	81.46	83.15	88

Tabel 4.1.3. Hasil pengukuran kebisingan di lantai III

Titik	Tingkat kebisingan (dBA)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	69.74	80.09	79.34	82.54	81.4	83.78
2	71.12	79.64	81.49	82.94	81.72	84.96
3	68.95	77.05	81.85	82.14	81.5	83.68
4	69.61	78.94	81.33	84.97	81.15	84.38
5	67.42	77.44	83.85	84.69	81.25	85.32
6	77.12	78.68	82.8	83	82	84.02
7	72.2	79.9	84.21	83.93	81.5	83.81
8	77.73	85.2	82.37	83.71	81.67	83.33
9	77.77	82.7	86.59	85.19	82.06	84.24
10	74.81	81.01	83.85	87.88	82.58	82.69
11	71.19	85.59	85.48	87.85	83.56	84.15
12	72.09	80.67	90.67	85.93	83.63	83.4
13	74.54	84.27	89.47	88.25	84.21	83.03
14	73.94	80.66	85.88	85.07	83.59	82.35

15	71.2	82.95	84.46	88.65	85.13	82.51
16	69.81	84.39	86.91	89.18	84.47	84.02
17	80.4	82.83	87.1	88.36	85.97	83.36
18	70.68	84.73	84.69	86.48	83.85	83.81
19	74.8	90.82	84.61	85.27	83.01	85.88
20	78.3	82.76	87.07	85.34	82.64	84.82
21	81.42	81.03	85.08	85.47	81.16	83.51
22	80.59	83.11	84.74	84.55	81.51	84.55
23	78.64	82.95	82.52	82.83	82.25	85.1
24	76.05	87.17	82.09	81.3	81.84	84.86
25	72.15	77.96	80.47	83.52	81.5	84.76
26	68.5	75.4	80.38	81.62	81.12	84.44
27	69.36	78.44	81.14	80.96	80.92	83.52
28	69.26	75.8	78.86	82.46	81.88	84.12
29	62.75	80.63	80.01	83.03	81.83	83.34
30	67.98	83.75	81.15	81.75	81.44	83.72
31	72.89	81.87	83.6	82	81.67	85.24
32	71.69	78.82	82.33	83.07	81.67	85.96
33	69.48	83.13	83.12	85.58	83.36	92.38
34	78.28	83.98	85.2	88.34	86.98	84.2
35	82.84	82.96	88.59	86.94	85.87	84.31
36	78.51	85.42	93.49	91.97	88.75	84.87
37	79.02	95.68	89.29	88.91	87.44	83.85
38	75.96	88.86	84.86	89.55	83.46	82.35
39	75.61	88.09	90.66	89.6	84.64	82.78
40	79.6	93.95	89.45	89.71	85.97	84.34
41	76.72	86.14	89.98	87.99	83.46	82.64
42	72.14	82.72	84.48	87.72	84.37	83.51
43	69.09	83.09	85.14	84.62	85.34	87.53
44	73.6	81.9	80.15	83.73	83.72	89.7

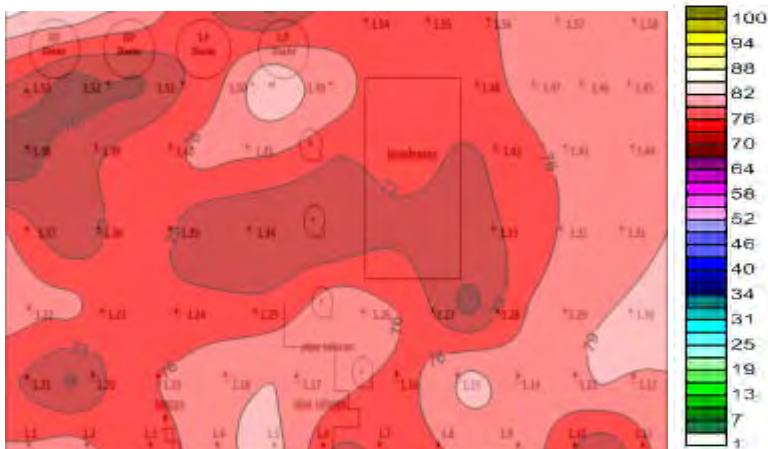
45	68.85	78.89	83.09	84.66	82.1	87.82
46	70.07	82.32	80.63	82	82.17	84.4
47	65.11	76.1	80.91	81.69	81.94	84.74
48	71.27	78.1	82.1	81.65	80.9	83.25
49	67.06	82.05	82.51	81.79	81.59	83.54
50	65.51	81.66	80.05	82.19	81.99	83.66
51	73.22	81.47	80.09	81.97	82.19	84.45
52	68.06	79.44	80.6	83.92	82.54	83.64
53	72.81	77.12	82.33	82.82	82	87.1
54	72.17	76.72	81.93	82.33	81.66	84.48
55	64.2	80.15	81.11	85.05	82.06	82.56
56	66.42	79.47	84.65	82.91	82.62	87.35
57	67.15	81.98	85.3	84.17	82.97	83.5
58	73.97	86.24	84.31	85.67	82.59	85.62
59	72.3	81.03	86.39	85.1	82.93	82.92
60	71.5	85.15	87.97	85.87	83.09	83.01
61	71.49	83.01	82.65	85.3	83.27	82.55
62	71.37	77.16	87.01	85.13	83.27	82.53

Setelah didapatkan hasil data pengukuran kebisingan per frekuensi secara keseluruhan, maka untuk mengetahui persebaran tingkat kebisingan lantai dilakukan pengolahan data dengan pemetaan kebisingan. Dari hasil pengukuran keseluruhan yang didapatkan tersebut, dilakukan pengolahan data dengan *noise mapping*.

Kontur gambar *noise mapping* masing-masing lantai per frekuensi, hasilnya tersebut dapat diketahui karakteristik kebisingan di area turbin generator. Dalam hal ini bertujuan untuk menganalisa sumber bising yang dominan di area tersebut, misalkan sumbangannya pengaruhnya oleh sumber bising lainnya. Berikut adalah hasil pengukuran di area tersebut yang telah dilakukan.

4.2. Hasil Noise Mapping

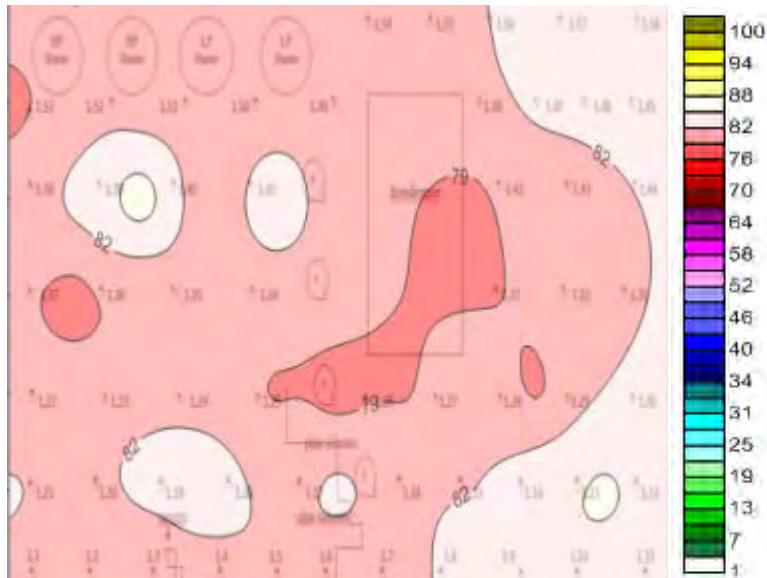
Pemetaan kebisingan (*noise mapping*) dilakukan pada setiap lantai (di lantai I, II, dan III) dengan tujuan untuk mengetahui persebaran kebisingan pada area tersebut, sehingga diketahui pada frekuensi berapa tingkat kebisingan yang dominan paling tinggi. Berikut ini hasil pemetaan kebisingan pada setiap lantai (di lantai I, II, dan III) tiap frekuensi (125Hz – 4000 Hz):



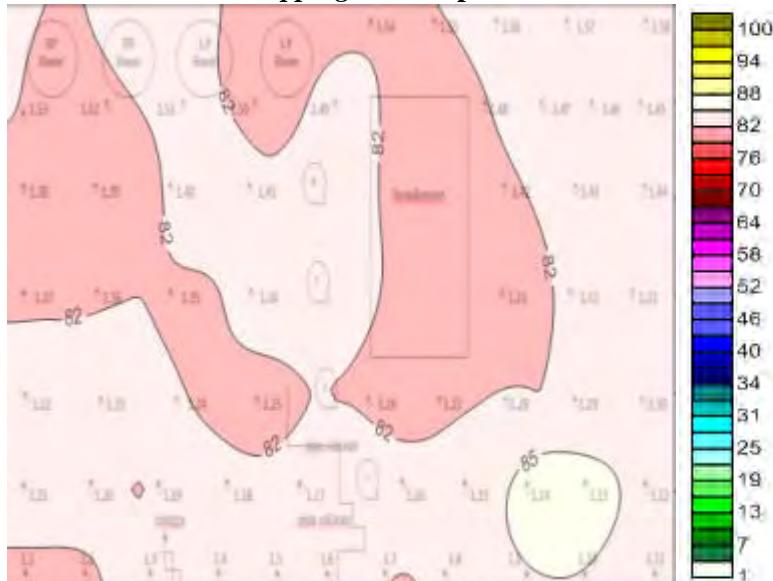
Gambar 4.1. *Noise Mapping* lantai I pada frekuensi 125 Hz



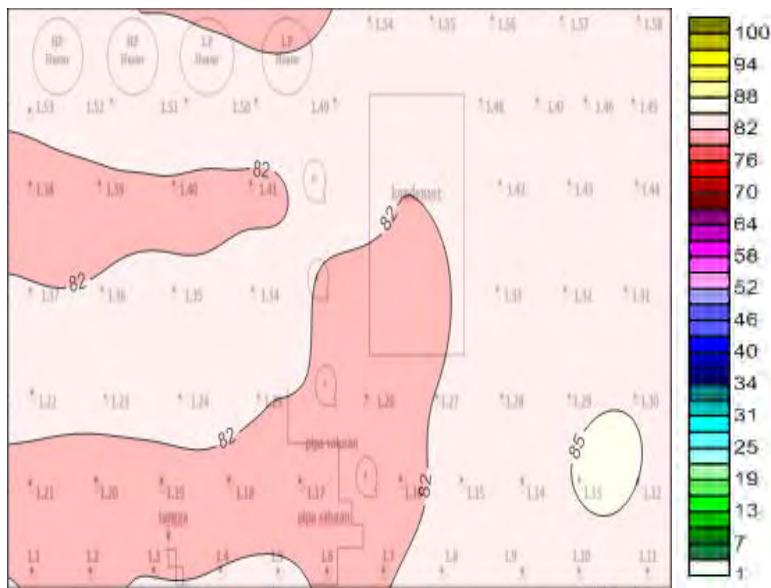
Gambar 4.2. *Noise Mapping* lantai I pada frekuensi 250 Hz



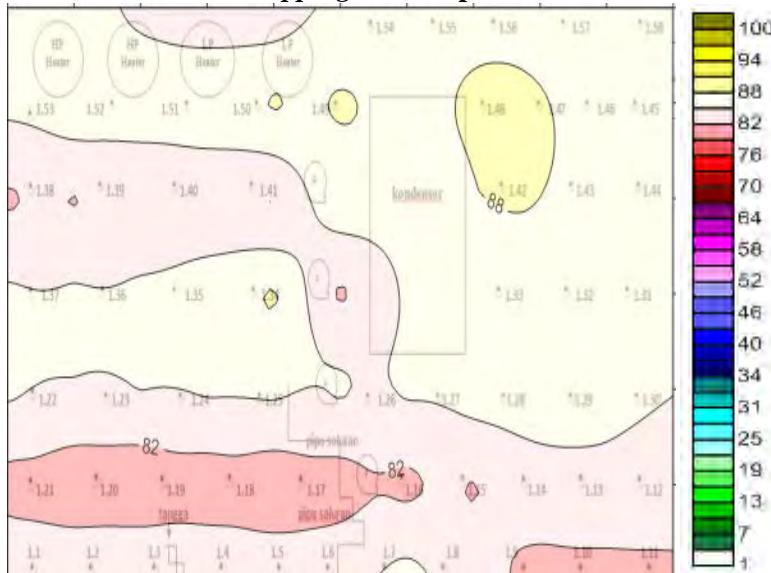
Gambar 4.3. Noise Mapping lantai I pada frekuensi 500 Hz



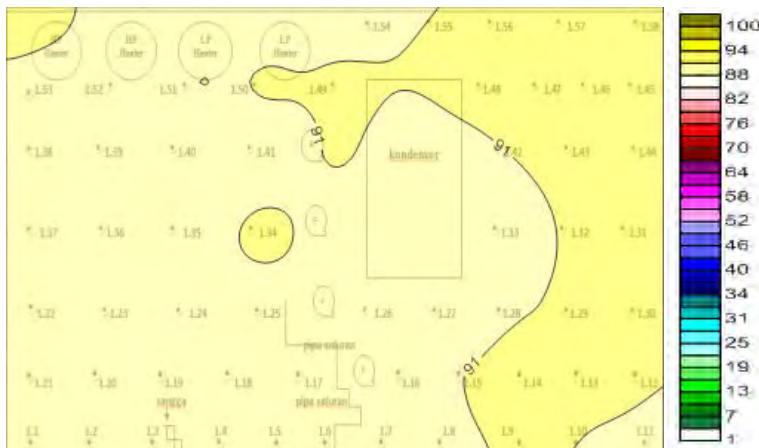
Gambar 4.4. Noise Mapping lantai I pada frekuensi 1000 Hz



Gambar 4.5. Noise Mapping lantai I pada frekuensi 2000 Hz



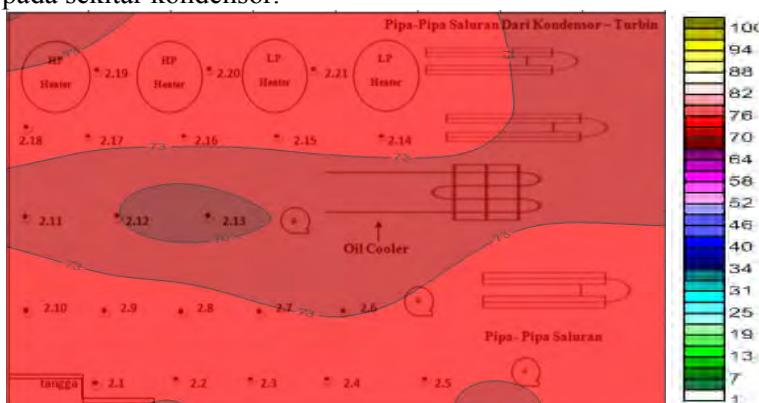
Gambar 4.6. Noise Mapping lantai I pada frekuensi 4000 Hz



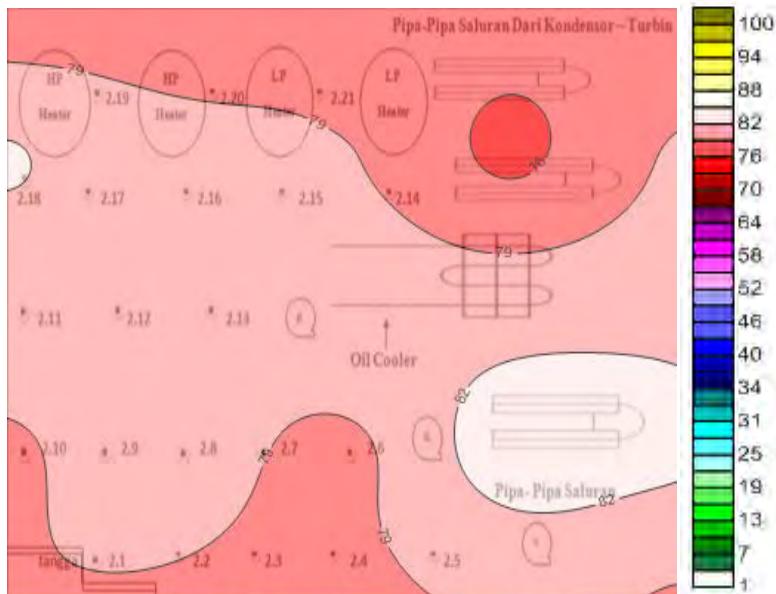
Gambar 4.7. Noise Mapping overall pada lantai I

Beberapa gambar diatas menunjukkan *noise mapping* di lantai I pada frekuensi 125- 4000 Hz, dimana disekitar mesin HP/LP heater ditunjukkan titik I.49 dan I.48 tingkat tekanan bunyi merata dengan pola persebaran sekitar titik yang berada pada sekitar kondensor.

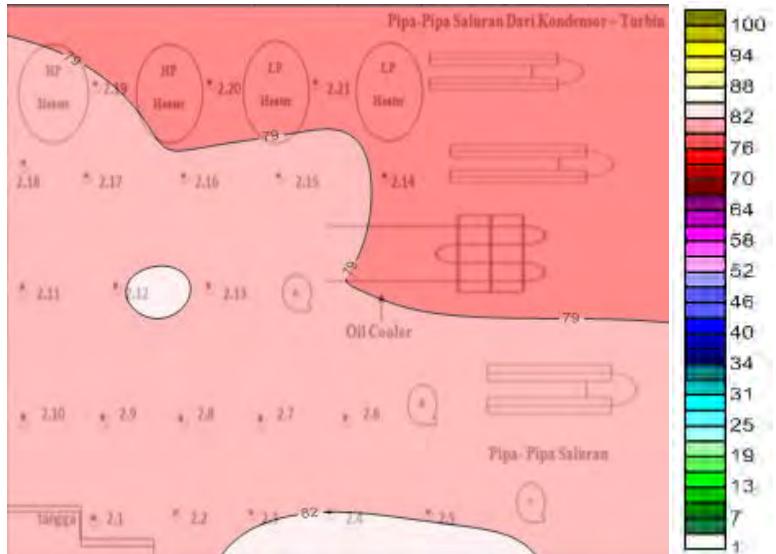
Kontur gambar pada titik sekitar kondensor tersebut menunjukkan warna kuning pekat dimana pada level 91 terlihat dominan yang tinggi tingkat tekanan bunyi di sekitar area tersebut, sehingga dalam hal ini penentuan titik yang dikendalikan pada sekitar kondensor.



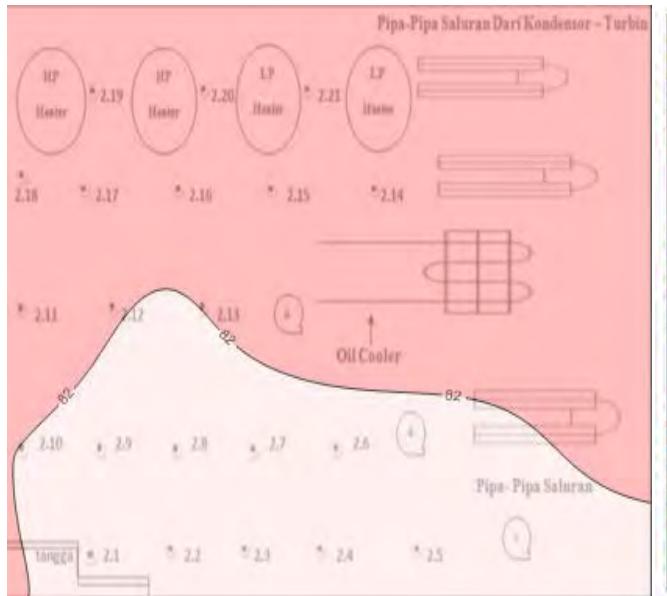
Gambar 4.8. Noise Mapping lantai II pada frekuensi 125 Hz



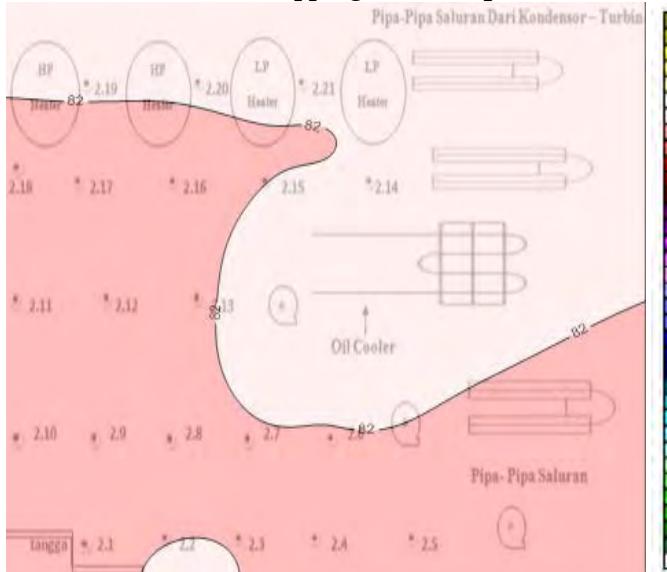
Gambar 4.9. Noise Mapping lantai II pada frekuensi 250 Hz



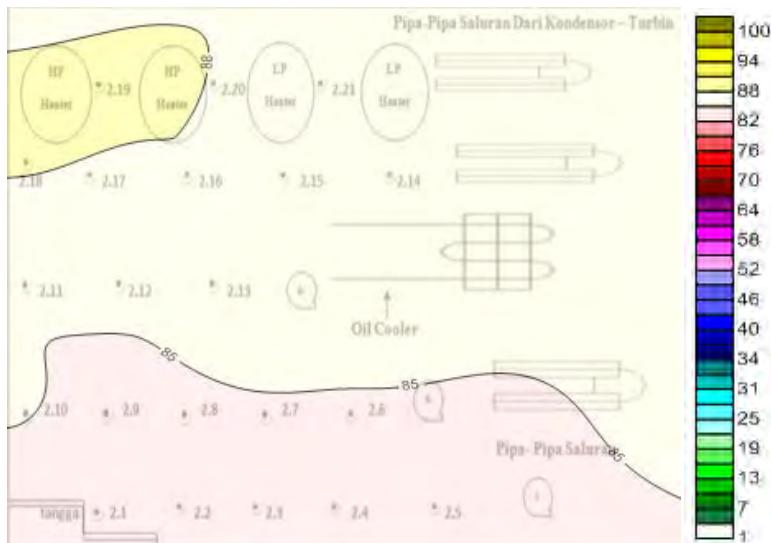
Gambar 4.10. Noise Mapping lantai II pada frekuensi 500 Hz



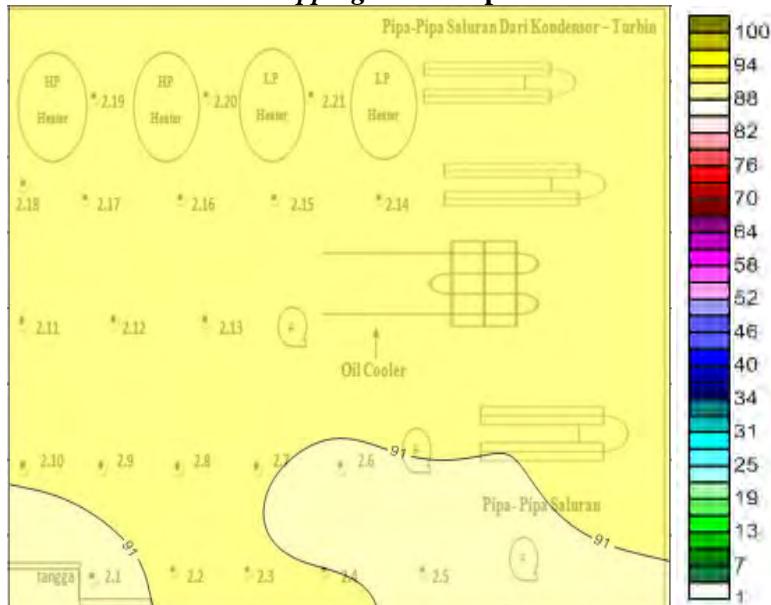
Gambar 4.11. Noise Mapping lantai II pada frekuensi 1000 Hz



Gambar 4.12. Noise Mapping lantai II pada frekuensi 2000 Hz



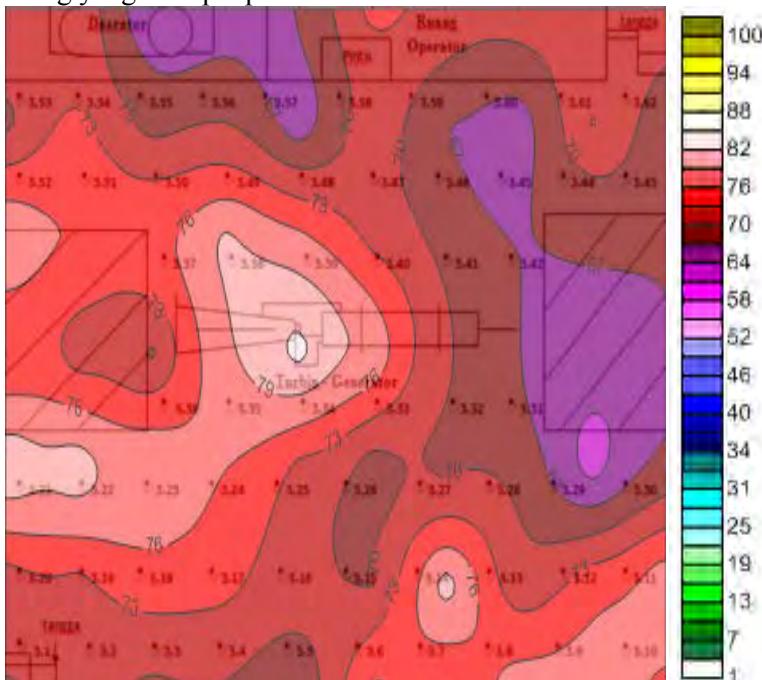
Gambar 4.13. Noise Mapping lantai II pada frekuensi 4000 Hz



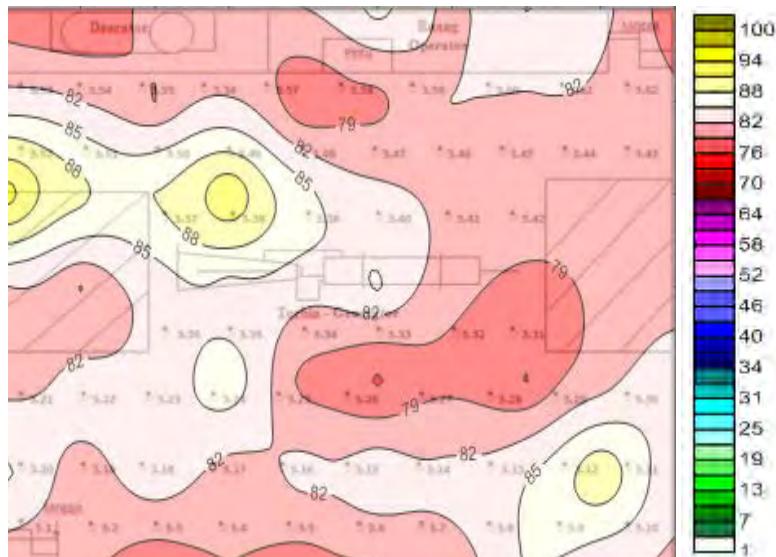
Gambar 4.14 Noise Mapping overall pada lantai II

Beberapa gambar diatas menunjukkan *noise mapping* di lantai II pada frekuensi 125- 4000 Hz, dimana disekitar mesin HP/ LP heater dan pipa-pipa saluran yang terhubung dari mesin yang berada pada lantai I, ditunjukkan titik 2.14 tingkat tekanan bunyi merata dengan pola persebaran sekitar titik yang berada pada sekitar pipa- pipa saluran yang terhubung dari kondensor.

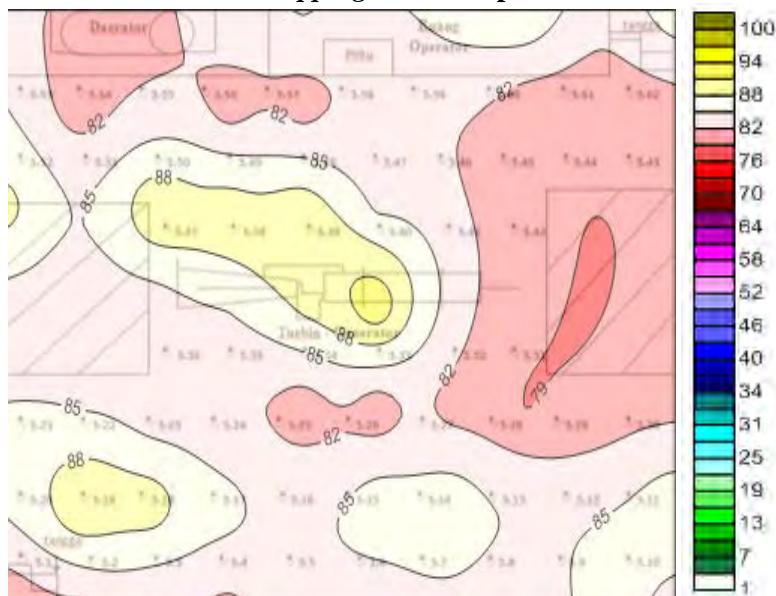
Kontur gambar pada titik sekitar pipa-pipa yang terhubung tersebut menunjukkan warna kuning pekat dimana pada level 91 terlihat dominan yang tinggi tingkat tekanan bunyi di sekitar area tersebut, sehingga dalam hal ini penentuan titik yang dikendalikan pada sekitar kondensor yang masih terhubung dari lantai I, dalam hal ini kondisi lantai II tidak tertutup oleh penghalang, sehingga bising yang terdapat pada lantai bawah diteruskan ke atas.



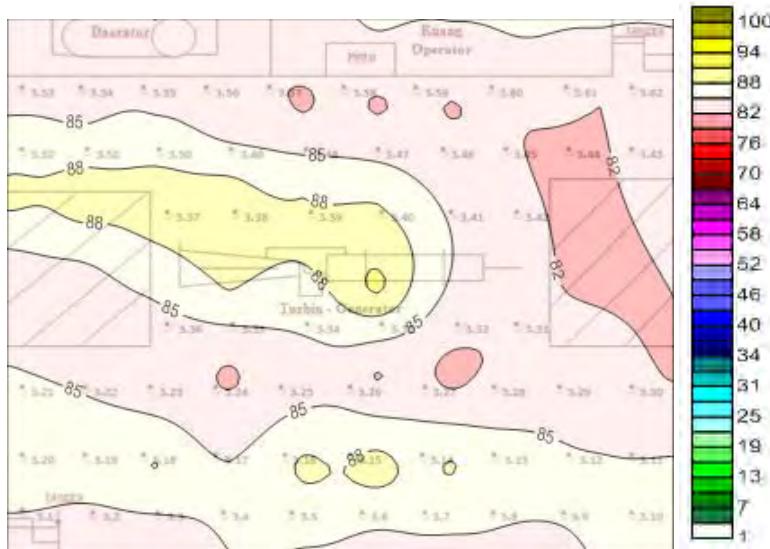
Gambar 4.15. *Noise Mapping* lantai III pada frekuensi 125 Hz



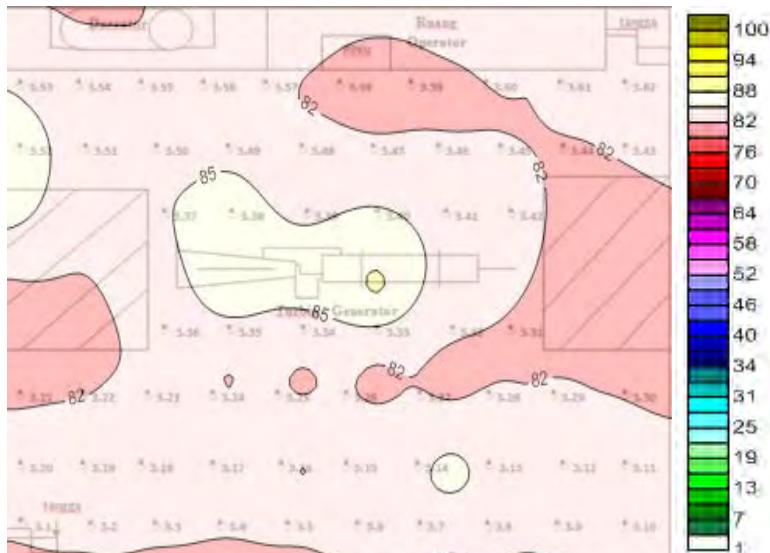
Gambar 4.16. Noise Mapping lantai III pada frekuensi 250 Hz



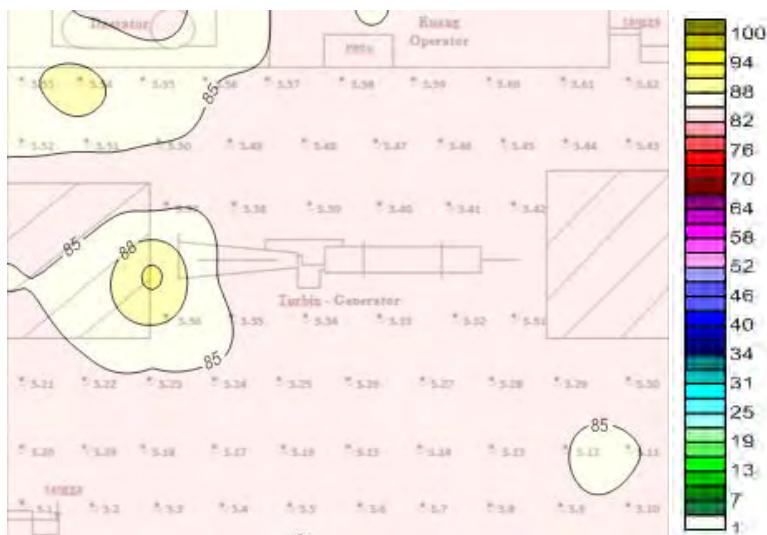
Gambar 4.17. Noise Mapping lantai III pada frekuensi 500 Hz



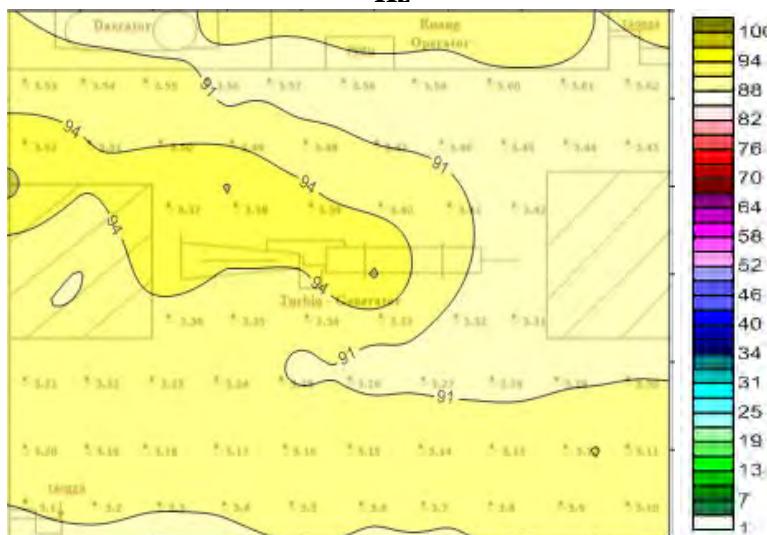
Gambar 4.18. Noise Mapping lantai III pada frekuensi 1000 Hz



Gambar 4.19. Noise Mapping lantai III pada frekuensi 2000 Hz



Gambar 4.20. Noise Mapping lantai III pada frekuensi 4000 Hz



Gambar 4.21. Noise Mapping overall pada lantai III

Pola penyebaran kebisingan yang hampir merata inilah yang menyebabkan kesulitan dalam menentukan sumber kebisingan

yang tertinggi. Hal ini dikarenakan bising yang terjadi pada lantai bawah diteruskan ke atas sehingga saling bercampur dan mengakibatkan penyebaran bising yang merata. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi pada ruang bertingkat yang kurang tertutup sempurna sehingga bising yang terjadi dapat diteruskan melewati tangga.

Berdasarkan data yang diperoleh sesuai dengan analisa *noise mapping* di atas dapat diambil kesimpulan bahwa titik yang tingkat kebisingan tertinggi mengarah pada sekitar sumber bunyi yang dominan pada frekuensi tertentu. Tindakan pengendalian yang dilakukan lebih terfokus kepada pengendalian kebisingan area sekitar tersebut dimana metode yang digunakan dengan pemberian *enclosure*.

4.2.1. Hasil perhitungan

Sebelum melakukan perhitungan nilai *transmission loss* pada masing-masing lantai tiap frekuensi, hasil pengukuran yang telah dilakukan dikonversi terlebih dahulu. Dalam hal ini dikarenakan pada pengolahan data atau perhitungan satuan yang digunakan adalah dB.

Tabel 4.2.1 Hasil pengukuran kebisingan di lantai I

Titik	Tingkat kebisingan (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	92.85	86.07	84.03	80.83	80.93	83.44
2	94.78	85.97	84.61	81.41	80.52	83.54
3	89.70	89.28	85.81	82.61	80.97	83.92
4	93.07	88.63	85.87	82.67	80.88	83.51
5	96.63	90.25	86.55	83.35	81.29	83.18
6	88.06	90.46	85.63	82.43	80.54	83.16
7	89.97	91.06	84.93	81.73	80.96	85.47
8	92.70	92.70	86.49	83.29	81.92	81.99
9	92.78	95.52	87.90	84.70	81.43	80.27
10	85.53	92.50	87.56	84.36	80.96	80.15
11	93.80	93.48	86.07	82.87	80.97	80.44

12	89.23	86.64	86.84	83.64	79.97	80.06
13	85.20	94.96	85.93	82.73	80.11	79.41
14	91.94	85.79	85.13	81.93	79.83	79.20
15	93.45	92.76	85.66	82.46	80.52	79.76
16	95.17	86.43	85.52	82.32	80.02	79.28
17	93.25	87.11	86.90	83.70	80.56	79.87
18	91.26	92.54	86.04	82.84	80.23	80.37
19	96.65	93.90	86.80	83.60	82.10	80.85
20	93.33	90.17	90.04	86.84	83.04	82.65
21	95.58	89.63	88.59	85.39	84.80	83.14
22	94.38	87.49	86.22	83.02	81.70	84.65
23	93.29	88.20	85.59	82.39	81.25	83.73
24	89.39	89.76	85.62	82.42	81.64	84.12
25	90.41	89.29	85.10	81.90	81.43	84.44
26	89.95	90.15	84.54	81.34	80.84	84.64
27	94.65	88.94	85.13	81.93	80.57	84.44
28	91.90	92.54	84.09	80.89	80.56	84.45
29	84.62	85.01	84.90	81.70	81.28	85.40
30	92.95	89.59	85.19	81.99	82.49	85.97
31	92.35	85.73	84.85	81.65	81.41	84.51
32	85.87	88.26	85.06	81.86	80.97	84.44
33	91.36	87.26	85.21	82.01	81.69	84.64
34	86.16	86.83	84.83	81.63	81.49	86.02
35	86.15	91.21	86.43	83.23	83.66	87.45
36	86.34	92.33	86.37	83.17	78.76	80.45
37	83.63	89.37	84.48	81.28	79.22	80.57
38	88.36	89.64	85.17	81.97	79.64	80.78
39	91.86	86.54	84.50	81.30	80.26	81.50
40	93.10	88.42	86.44	83.24	79.87	81.07
41	91.91	87.33	85.33	82.13	79.97	80.67
42	88.90	90.86	86.28	83.08	83.16	86.03
43	90.76	90.37	84.38	81.18	80.58	85.42

44	88.52	87.49	84.18	80.98	81.43	86.93
45	89.42	92.58	85.51	82.31	81.34	84.70
46	84.14	87.38	84.26	81.06	82.30	86.31
47	85.17	90.18	85.23	82.03	82.22	85.72
48	89.95	88.06	85.45	82.25	82.73	86.76
49	98.66	87.91	84.49	81.29	82.05	87.42
50	93.70	86.60	85.85	82.65	81.68	87.32
51	89.68	90.47	84.79	81.59	82.85	86.41
52	90.51	91.33	84.90	81.70	82.23	87.28
53	93.65	89.18	86.54	83.34	82.22	87.06
54	99.36	89.32	85.80	82.60	82.50	86.56
55	98.12	90.67	84.94	81.74	82.17	85.47
56	95.15	87.65	86.56	83.36	80.70	83.07
57	89.44	88.01	85.60	82.40	80.31	81.64
58	85.22	87.57	84.07	80.87	79.43	81.70

Tabel 4.2.2. Hasil pengukuran kebisingan di lantai II

Titik	Tingkat kebisingan (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	89.76	87.52	83.39	81.78	79.70	82.43
2	88.74	87.32	84.83	83.26	80.98	83.61
3	92.05	86.80	86.31	82.80	80.64	83.49
4	87.92	87.96	85.70	82.61	80.55	82.93
5	92.20	87.12	83.53	83.12	80.05	83.44
6	91.83	87.12	82.79	81.98	80.26	84.17
7	91.22	89.26	84.67	82.17	80.47	83.74
8	88.87	86.37	83.02	82.32	80.70	83.51
9	90.68	92.79	83.12	82.48	80.40	83.09
10	91.08	91.26	83.23	81.35	80.24	85.26
11	88.06	88.95	84.45	81.59	80.39	84.10
12	83.92	88.28	85.63	82.13	80.15	84.26

13	86.15	89.86	82.22	81.49	82.43	86.81
14	91.03	91.17	84.27	81.17	80.51	88.05
15	91.64	88.48	82.03	80.44	80.20	86.99
16	91.70	87.91	82.38	81.24	80.66	86.25
17	89.35	83.43	81.39	80.15	81.55	86.85
18	86.08	88.07	80.68	79.82	81.25	86.26
19	85.54	85.59	81.75	80.79	81.42	86.39
20	89.79	85.67	81.16	79.27	82.44	86.96
21	90.67	86.83	80.99	81.46	81.95	87.00

Tabel 4.2.3. Hasil pengukuran kebisingan di lantai III

Titik	Tingkat kebisingan (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	85.84	88.69	82.54	82.54	80.20	84.78
2	87.22	88.24	84.69	82.94	80.52	85.96
3	85.05	85.65	85.05	82.14	80.30	84.68
4	85.71	87.54	84.53	84.97	79.95	85.38
5	83.52	86.04	87.05	84.69	80.05	86.32
6	93.22	87.28	86.00	83.00	80.80	85.02
7	88.30	88.50	87.41	83.93	80.30	84.81
8	93.83	93.80	85.57	83.71	80.47	84.33
9	93.87	91.30	89.79	85.19	80.86	85.24
10	90.91	89.61	87.05	87.88	81.38	83.69
11	87.29	94.19	88.68	87.85	82.36	85.15
12	88.19	89.27	93.87	85.93	82.43	84.40
13	90.64	92.87	92.67	88.25	83.01	84.03
14	90.04	89.26	89.08	85.07	82.39	83.35
15	87.30	91.55	87.66	88.65	83.93	83.51
16	85.91	92.99	90.11	89.18	83.27	85.02
17	96.50	91.43	90.30	88.36	84.77	84.36

18	86.78	93.33	87.89	86.48	82.65	84.81
19	90.90	99.42	87.81	85.27	81.81	86.88
20	94.40	91.36	90.27	85.34	81.44	85.82
21	97.52	89.63	88.28	85.47	79.96	84.51
22	96.69	91.71	87.94	84.55	80.31	85.55
23	94.74	91.55	85.72	82.83	81.05	86.10
24	92.15	95.77	85.29	81.30	80.64	85.86
25	88.25	86.56	83.67	83.52	80.30	85.76
26	84.60	84.00	83.58	81.62	79.92	85.44
27	85.46	87.04	84.34	80.96	79.72	84.52
28	85.36	84.40	82.06	82.46	80.68	85.12
29	78.85	89.23	83.21	83.03	80.63	84.34
30	84.08	92.35	84.35	81.75	80.24	84.72
31	88.99	90.47	86.80	82.00	80.47	86.24
32	87.79	87.42	85.53	83.07	80.47	86.96
33	85.58	91.73	86.32	85.58	82.16	93.38
34	94.38	92.58	88.40	88.34	85.78	85.20
35	98.94	91.56	91.79	86.94	84.67	85.31
36	94.61	94.02	96.69	91.97	87.55	85.87
37	95.12	104.28	92.49	88.91	86.24	84.85
38	92.06	97.46	88.06	89.55	82.26	83.35
39	91.71	96.69	93.86	89.60	83.44	83.78
40	95.70	102.55	92.65	89.71	84.77	85.34
41	92.82	94.74	93.18	87.99	82.26	83.64
42	88.24	91.32	87.68	87.72	83.17	84.51
43	85.19	91.69	88.34	84.62	84.14	88.53
44	89.70	90.50	83.35	83.73	82.52	90.70
45	84.95	87.49	86.29	84.66	80.90	88.82
46	86.17	90.92	83.83	82.00	80.97	85.40
47	81.21	84.70	84.11	81.69	80.74	85.74
48	87.37	86.70	85.30	81.65	79.70	84.25

49	83.16	90.65	85.71	81.79	80.39	84.54
50	81.61	90.26	83.25	82.19	80.79	84.66
51	89.32	90.07	83.29	81.97	80.99	85.45
52	84.16	88.04	83.80	83.92	81.34	84.64
53	88.91	85.72	85.53	82.82	80.80	88.10
54	88.27	85.32	85.13	82.33	80.46	85.48
55	80.30	88.75	84.31	85.05	80.86	83.56
56	82.52	88.07	87.85	82.91	81.42	88.35
57	83.25	90.58	88.50	84.17	81.77	84.50
58	90.07	94.84	87.51	85.67	81.39	86.62
59	88.40	89.63	89.59	85.10	81.73	83.92
60	87.60	93.75	91.17	85.87	81.89	84.01
61	87.59	91.61	85.85	85.30	82.07	83.55
62	87.47	85.76	90.21	85.13	82.07	83.53

Setelah mengkonversi data dari satuan dBA ke dB, langkah selanjutnya adalah mencari nilai TL dari hasil pengukuran. Dari nilai TL yang didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai W atau kerapatan densitasnya Berikut hasil perhitungan nilai transmission loss pada lantai I, II, dan III.

Tabel 4.2.4. Nilai transmission loss pada lantai II

Tabel 4.2.5. Nilai transmission loss pada lantai II

Tabel 4.2.6. Nilai transmission loss pada lantai III

Setelah nilai *transmission loss* diketahui, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai kerapatan massa jenis tiap frekuensi, sehingga dari hasil perhitungan nilai kerapatan massa jenis tersebut dapat ditentukan bahan material yang sesuai untuk bahan *enclosure*.

Tabel 4.2.7. Nilai kerapatan massa jenis (W) pada lantai I

125	250	500	1000	2000	4000
5.05	2.52	1.26	0.63	0.32	0.16

Tabel 4.2.8. Nilai kerapatan massa jenis (W) pada lantai II

125	250	500	1000	2000	4000
5.05	2.52	1.26	0.63	0.32	0.16

Tabel 4.2.9. Nilai kerapatan massa jenis (W) pada lantai III

125	250	500	1000	2000	4000
8.98	4.49	2.24	1.12	0.56	0.28

Dalam pemilihan bahan untuk *enclosure* ini nilai W sangat berperan penting dalam penentuan bahan yang akan digunakan untuk mendesain *enclosure*. Dari hasil perhitungan kerapatan massa jenis pada masing-masing lantai diketahui bahan yang digunakan yaitu polywood (sesuai dengan tabel), dalam hal ini pada frekuensi 125 Hz memiliki nilai yang tertinggi yaitu 5,05 dan 8,98. Berikut ini hasil tebal bahan per frekuensi yang digunakan.

Tabel 4.2.10. Tebal Bahan Pada lantai I

125	250	500	1000	2000	4000
1.26	0.63	0.315	0.575	0.08	0.04

Tabel 4.2.11. Tebal Bahan Pada lantai II

125	250	500	1000	2000	4000
1.26	0.63	0.315	0.575	0.08	0.04

Tabel 4.2.12. Tebal Bahan Pada lantai III

125	250	500	1000	2000	4000
2.25	1.12	0.56	0.28	0.14	0.07

4.3. Pembahasan

Dari analisa tugas akhir yang telah dikerjakan mengenai reduksi bising pada area turbin generator pada unit utilitas, upaya yang dilakukan adalah memasang *enclosure* dengan bahan yang tepat. Adapun beberapa langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengambilan data, pengolahan data, perhitungan dengan *software microsoft excel 2010*. Pada tugas akhir ini pengambilan data dilakukan dalam keadaan mesin-mesin menyala. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sumber bising terbesar dari area turbin generator. Pengambilan data yang dilakukan ada beberapa titik pengukuran dimana dari hasil pengukuran tingkat tekanan bunyi tertinggi masing-masing lantai adalah 97,6 dBA pada lantai I, pada lantai II sebesar 91,5 dBA, sedangkan lantai III sebesar 91,6 dBA. Tingkat kebisingan tersebut dapat mengganggu pendengaran jika terpapar terus menerus dan bahkan dampak yang parah dapat mengakibatkan kerusakan pada pendengaran, maka upaya yang perlu dilakukan adalah memasang *enclosure* dengan bahan yang tepat. Setelah di dapatkan data, maka langkah pertama adalah pencarian untuk nilai TL, dari hasil *survei* yang dilakukan data yang diperoleh adalah nilai untuk mencari nilai L_{p1} . Dari hasil TL pengukuran ini dicari nilai TL dari material yang mampu untuk mereduksi kebisingan yang sesuai dengan menghitung nilai W untuk mengetahui bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *enclosure*. Dari hasil perhitungan nilai W dari material yang mampu untuk mereduksi kebisingan yang sesuai yaitu penambahan *polywood*, $W = 5,05$ dan $8,98 \text{ kg/m}^2/\text{cm}$ pada frekuensi 125 Hz. Dari nilai W tersebut dapat diketahui bahan yang akan digunakan dan nilai absorpsi bahan dalam pembuatan *enclosure* yang dapat dilihat pada tabel. Dari hasil perhitungan setelah dilakukan penambahan material akustik, karena tugas akhir ini berupa simulasi sehingga setelah dipasang material akustik tidak di lakukan pengukuran secara langsung maka untuk mengetahui hasilnya. Untuk mengetahui nilai tingkat kebisingan dari L_{p1} yang berada didalam area turbin generator tiap lantai dimana nilai L_{p1} adalah titik yang terdekat dari sumber

bunyi. Penurunan tingkat tekanan bunyi yang diinginkan adalah 15 dBA, Jika tingkat tekanan bunyi tersebut terpapar terus menerus akan mengakibatkan kerusakan pada pendengaran jika dalam rentang waktu yang cukup lama.

Lampiran III

PERHITUNGAN KERAPATAN MASSA JENIS (W)

Pada lantai I

1. Pada frekuensi 125 Hz

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 125) - 47$$

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (41,938) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 9 - 41,938 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 14,062$$

$$W = 5,05$$

2. Pada frekuensi 250 Hz

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 250) - 47$$

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (47,958) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 9 - 47,958 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 8,042$$

$$W = 2,52$$

3. Pada frekuensi 500 Hz

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 500) - 47$$

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (53,979) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 9 - 53,979 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 2,021$$

$$W = 1,26$$

4. Pada frekuensi 1000 Hz

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 1000) - 47$$

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (60) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 9 - 60 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = -4$$

$$W = 0,63$$

5. Pada frekuensi 2000 Hz

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 2000) - 47$$

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (66,02) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 9 - 66,02 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = -10,02$$

$$W = 0,32$$

6. Pada frekuensi 4000 Hz

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 4000) - 47$$

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (72,04) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 9 - 72,04 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = -16,04$$

$$W = 0,16$$

Pada lantai II

1. Pada frekuensi 125 Hz

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 125) - 47$$

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (41,938) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 9 - 41,938 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 14,062$$

$$W = 5,05$$

2. Pada frekuensi 250 Hz

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 250) - 47$$

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (47,958) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 9 - 47,958 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 8,042$$

$$W = 2,52$$

3. Pada frekuensi 500 Hz

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 500) - 47$$

$$9 = (20 \text{ LOG } W) + (53,979) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 9 - 53,979 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 2,021$$

$$W = 1,26$$

4. Pada frekuensi 1000 Hz

$$\begin{aligned}9 &= (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 1000) - 47 \\9 &= (20 \text{ LOG } W) + (60) - 47 \\20 \text{ LOG } W &= 9 - 60 + 47 \\20 \text{ LOG } W &= -4 \\W &= 0,63\end{aligned}$$

5. Pada frekuensi 2000 Hz

$$\begin{aligned}9 &= (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 2000) - 47 \\9 &= (20 \text{ LOG } W) + (66,02) - 47 \\20 \text{ LOG } W &= 9 - 66,02 + 47 \\20 \text{ LOG } W &= -10,02 \\W &= 0,32\end{aligned}$$

6. Pada frekuensi 4000 Hz

$$\begin{aligned}9 &= (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 4000) - 47 \\9 &= (20 \text{ LOG } W) + (72,04) - 47 \\20 \text{ LOG } W &= 9 - 72,04 + 47 \\20 \text{ LOG } W &= -16,04 \\W &= 0,16\end{aligned}$$

Pada lantai III

1. Pada frekuensi 125 Hz

$$\begin{aligned}14 &= (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 125) - 47 \\14 &= (20 \text{ LOG } W) + (41,938) - 47 \\20 \text{ LOG } W &= 14 - 41,938 + 47 \\20 \text{ LOG } W &= 19,062 \\W &= 8,98\end{aligned}$$

2. Pada frekuensi 250 Hz

$$\begin{aligned}14 &= (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 250) - 47 \\14 &= (20 \text{ LOG } W) + (47,958) - 47 \\20 \text{ LOG } W &= 14 - 47,958 + 47 \\20 \text{ LOG } W &= 13,042 \\W &= 4,49\end{aligned}$$

3. Pada frekuensi 500 Hz

$$14 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 500) - 47$$

$$14 = (20 \text{ LOG } W) + (53,979) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 14 - 53,979 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 7,021$$

$$W = 2,24$$

4. Pada frekuensi 1000 Hz

$$14 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 1000) - 47$$

$$14 = (20 \text{ LOG } W) + (60) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 14 - 60 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 1$$

$$W = 1,12$$

5. Pada frekuensi 2000 Hz

$$14 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 2000) - 47$$

$$14 = (20 \text{ LOG } W) + (66,02) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 14 - 66,02 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = -5,02$$

$$W = 0,56$$

6. Pada frekuensi 4000 Hz

$$14 = (20 \text{ LOG } W) + (20 \text{ LOG } 4000) - 47$$

$$14 = (20 \text{ LOG } W) + (72,04) - 47$$

$$20 \text{ LOG } W = 14 - 72,04 + 47$$

$$20 \text{ LOG } W = -11,04$$

$$W = 0,28$$

Data Pengukuran Pada Lantai 1

No	Koordinat		Overall	Tingkat Kebisingan, dbA (tiap frekuensi)					
				125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
x	y								
1.	1	1	89.0	76.75	77.47	81.67	80.83	82.13	84.44
2.	2	1	89.2	78.68	77.37	79.35	81.41	81.72	84.54
3.	3	1	89.9	73.6	80.68	79.13	82.61	82.17	84.92
4.	4	1	89.8	76.97	80.03	79.59	82.67	82.08	84.51
5.	5	1	90.5	80.53	81.65	81.6	83.35	82.49	84.18
6.	6	1	89.7	71.96	81.86	79.14	82.43	81.74	84.16
7.	7	1	90.4	73.87	82.46	80.07	81.73	82.16	86.47
8.	8	1	90.5	76.6	84.1	84.85	83.29	83.12	82.99
9.	9	1	91.6	76.68	86.92	84.07	84.7	82.63	81.27
10.	10	1	90.4	69.43	83.9	83.39	84.36	82.16	81.15
11.	11	1	90.2	77.7	84.88	82.47	82.87	82.17	81.44
12.	1	2	89.1	73.13	78.04	82.18	83.64	81.17	81.06
13.	2	2	90.3	69.1	86.36	81.9	82.73	81.31	80.41
14.	3	2	88.0	75.84	77.19	82.44	81.93	81.03	80.2
15.	4	2	89.7	77.35	84.16	84.09	82.46	81.72	80.76
16.	5	2	88.6	79.07	77.83	81.38	82.32	81.22	80.28
17.	6	2	89.4	77.15	78.51	82.92	83.7	81.76	80.87
18.	7	2	89.7	75.16	83.94	81.42	82.84	81.43	81.37

19.	8	2	91.1	80.55	85.3	81.89	83.6	83.3	81.85
20.	9	2	92.2	77.23	81.57	84.25	86.84	84.24	83.65
21.	10	2	91.9	79.48	81.03	85.67	85.39	86	84.14
22.	1	3	90.4	78.28	78.89	80.94	83.02	82.9	85.65
23.	2	3	89.8	77.19	79.6	80.47	82.39	82.45	84.73
24.	3	3	90.1	73.29	81.16	81.18	82.42	82.84	85.12
25.	4	3	89.9	74.31	80.69	80.7	81.9	82.63	85.44
26.	5	3	89.8	73.85	81.55	78.76	81.34	82.04	85.64
27.	6	3	90.0	78.55	80.34	78.03	81.93	81.77	85.44
28.	7	3	90.1	75.8	83.94	78.74	80.89	81.76	85.45
29.	8	3	89.8	68.52	76.41	80.84	81.7	82.48	86.4
30.	9	3	90.9	76.85	80.99	78.56	81.99	83.69	86.97
31.	1	4	89.7	76.25	77.13	79.46	81.65	82.61	85.51
32.	2	4	89.7	69.77	79.66	77.83	81.86	82.17	85.44
33.	3	4	89.9	75.26	78.66	79.37	82.01	82.89	85.64
34.	4	4	90.2	70.06	78.23	80.08	81.63	82.69	87.02
35.	5	4	92.1	70.05	82.61	80.81	83.23	84.86	88.45
36.	6	4	89.5	70.24	83.73	80.42	83.17	79.96	81.45
37.	1	5	88.1	67.53	80.77	80.26	81.28	80.42	81.57
38.	2	5	88.6	72.26	81.04	82.86	81.97	80.84	81.78

39.	3	5	88.4	75.76	77.94	87.09	81.3	81.46	82.5
40.	4	5	89.3	77	79.82	80.19	83.24	81.07	82.07
41.	5	5	88.6	75.81	78.73	83.86	82.13	81.17	81.67
42.	6	5	91.4	72.8	82.26	80.58	83.08	84.36	87.03
43.	7	5	90.1	74.66	81.77	79.24	81.18	81.78	86.42
44.	8	5	90.6	72.42	78.89	78.3	80.98	82.63	87.93
45.	1	6	90.7	73.32	83.98	77.97	82.31	82.54	85.7
46.	2	6	90.4	68.04	78.78	79.95	81.06	83.5	87.31
47.	3	6	90.6	69.07	81.58	80.14	82.03	83.42	86.72
48.	4	6	91.1	73.85	79.46	79.46	82.25	83.93	87.76
49.	5	6	91.6	82.56	79.31	80.67	81.29	83.25	88.42
50.	6	6	91.3	77.6	78	80.32	82.65	82.88	88.32
51.	7	6	91.0	73.58	81.87	79.89	81.59	84.05	87.41
52.	8	6	91.5	74.41	82.73	81.24	81.7	83.43	88.28
53.	9	6	91.7	77.55	80.58	82.6	83.34	83.42	88.06
54.	1	7	91.8	83.26	80.72	80.54	82.6	83.7	87.56
55.	2	7	91.1	82.02	82.07	82.06	81.74	83.37	86.47
56.	3	7	90.0	79.05	79.05	80.82	83.36	81.9	84.07
57.	4	7	88.9	73.34	79.41	82.07	82.4	81.51	82.64
58.	5	7	88.0	69.12	78.97	80.1	80.87	80.63	82.7

Data Pengukuran Pada Lantai 2

No	Koordinat		Overall	Tingkat Kebisingan, dbA (tiap frekuensi)					
				125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	x	y							
1.	1	1	88.4	73.66	78.92	80.19	81.78	80.9	83.43
2.	2	1	89.6	72.64	78.72	81.63	83.26	82.18	84.61
3.	3	1	89.7	75.95	78.2	83.11	82.8	81.84	84.49
4.	4	1	89.3	71.82	79.36	82.5	82.61	81.75	83.93
5.	5	1	89.2	76.1	78.52	80.33	83.12	81.25	84.44
6.	1	2	89.2	75.73	78.52	79.59	81.98	81.46	85.17
7.	2	2	89.5	75.12	80.66	81.47	82.17	81.67	84.74
8.	3	2	88.9	72.77	77.77	79.82	82.32	81.9	84.51
9.	4	2	89.9	74.58	84.19	79.92	82.48	81.6	84.09
10.	5	2	90.1	74.98	82.66	80.03	81.35	81.44	86.26
11.	1	3	89.4	71.96	80.35	81.25	81.59	81.59	85.1
12.	2	3	89.6	67.82	79.68	82.43	82.13	81.35	85.26
13.	3	3	90.8	70.05	81.26	79.02	81.49	83.63	87.81
14.	1	4	91.5	74.93	82.57	81.07	81.17	81.71	89.05
15.	2	4	90.4	75.54	79.88	78.83	80.44	81.4	87.99
16.	3	4	90.1	75.6	79.31	79.18	81.24	81.86	87.25
17.	4	4	90.1	73.25	74.83	78.19	80.15	82.75	87.85
18.	5	4	89.8	69.98	79.47	77.48	79.82	82.45	87.26

19.	1	5	89.9	69.44	76.99	78.55	80.79	82.62	87.39
20.	2	5	90.3	73.69	77.07	77.96	79.27	83.64	87.96
21.	3	5	90.5	74.57	78.23	77.79	81.46	83.15	88

Data Pengukuran pada lantai 3

No	Koordinat		Overall	Tingkat Kebisingan, dbA (tiap frekuensi)					
				125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	x	y							
1.	1	1	88.8	69.74	80.09	79.34	82.54	81.4	83.78
2.	2	1	89.6	71.12	79.64	81.49	82.94	81.72	84.96
3.	3	1	88.8	68.95	77.05	81.85	82.14	81.5	83.68
4.	4	1	89.7	69.61	78.94	81.33	84.97	81.15	84.38
5.	5	1	90.3	67.42	77.44	83.85	84.69	81.25	85.32
6.	6	1	89.7	77.12	78.68	82.8	83	82	84.02
7.	7	1	90.0	72.2	79.9	84.21	83.93	81.5	83.81
8.	8	1	90.6	77.73	85.2	82.37	83.71	81.67	83.33
9.	9	1	91.6	77.77	82.7	86.59	85.19	82.06	84.24
10.	10	1	91.4	74.81	81.01	83.85	87.88	82.58	82.69
11.	1	2	92.6	71.19	85.59	85.48	87.85	83.56	84.15
12.	2	2	93.3	72.09	80.67	90.67	85.93	83.63	83.4
13.	3	2	93.6	74.54	84.27	89.47	88.25	84.21	83.03
14.	4	2	91.0	73.94	80.66	85.88	85.07	83.59	82.35
15.	5	2	92.4	71.2	82.95	84.46	88.65	85.13	82.51
16.	6	2	93.3	69.81	84.39	86.91	89.18	84.47	84.02
17.	7	2	93.2	80.4	82.83	87.1	88.36	85.97	83.36

18.	8	2	91.8	70.68	84.73	84.69	86.48	83.85	83.81
19.	9	2	93.9	74.8	90.82	84.61	85.27	83.01	85.88
20.	10	2	92.0	78.3	82.76	87.07	85.34	82.64	84.82
21.	1	3	91.1	81.42	81.03	85.08	85.47	81.16	83.51
22.	2	3	91.2	80.59	83.11	84.74	84.55	81.51	84.55
23.	3	3	90.5	78.64	82.95	82.52	82.83	82.25	85.1
24.	4	3	91.2	76.05	87.17	82.09	81.3	81.84	84.86
25.	5	3	89.3	72.15	77.96	80.47	83.52	81.5	84.76
26.	6	3	88.5	68.5	75.4	80.38	81.62	81.12	84.44
27.	7	3	88.3	69.36	78.44	81.14	80.96	80.92	83.52
28.	8	3	88.5	69.26	75.8	78.86	82.46	81.88	84.12
29.	9	3	89.0	62.75	80.63	80.01	83.03	81.83	83.34
30.	10	3	89.5	67.98	83.75	81.15	81.75	81.44	83.72
31.	1	4	90.2	72.89	81.87	83.6	82	81.67	85.24
32.	2	4	90.0	71.69	78.82	82.33	83.07	81.67	85.96
33.	3	4	94.4	69.48	83.13	83.12	85.58	83.36	92.38
34.	4	4	93.2	78.28	83.98	85.2	88.34	86.98	84.2
35.	5	4	93.5	82.84	82.96	88.59	86.94	85.87	84.31
36.	6	4	97.2	78.51	85.42	93.49	91.97	88.75	84.87
37.	1	5	97.9	79.02	95.68	89.29	88.91	87.44	83.85

38.	2	5	93.8	75.96	88.86	84.86	89.55	83.46	82.35
39.	3	5	95.1	75.61	88.09	90.66	89.6	84.64	82.78
40.	4	5	97.0	79.6	93.95	89.45	89.71	85.97	84.34
41.	5	5	94.0	76.72	86.14	89.98	87.99	83.46	82.64
42.	6	5	92.0	72.14	82.72	84.48	87.72	84.37	83.51
43.	1	6	92.4	69.09	83.09	85.14	84.62	85.34	87.53
44.	2	6	92.3	73.6	81.9	80.15	83.73	83.72	89.7
45.	3	6	91.3	68.85	78.89	83.09	84.66	82.1	87.82
46.	4	6	89.5	70.07	82.32	80.63	82	82.17	84.4
47.	5	6	88.9	65.11	76.1	80.91	81.69	81.94	84.74
48.	6	6	88.6	71.27	78.1	82.1	81.65	80.9	83.25
49.	7	6	89.4	67.06	82.05	82.51	81.79	81.59	83.54
50.	8	6	89.1	65.51	81.66	80.05	82.19	81.99	83.66
51.	9	6	89.4	73.22	81.47	80.09	81.97	82.19	84.45
52.	10	6	89.4	68.06	79.44	80.6	83.92	82.54	83.64
53.	1	7	90.4	72.81	77.12	82.33	82.82	82	87.1
54.	2	7	89.1	72.17	76.72	81.93	82.33	81.66	84.48
55.	3	7	89.5	64.2	80.15	81.11	85.05	82.06	82.56
56.	4	7	91.2	66.42	79.47	84.65	82.91	82.62	87.35
57.	5	7	90.7	67.15	81.98	85.3	84.17	82.97	83.5

58.	6	7	92.1	73.97	86.24	84.31	85.67	82.59	85.62
59.	7	7	91.1	72.3	81.03	86.39	85.1	82.93	82.92
60.	8	7	92.5	71.5	85.15	87.97	85.87	83.09	83.01
61.	9	7	90.5	71.49	83.01	82.65	85.3	83.27	82.55
62.	10	7	91.1	71.37	77.16	87.01	85.13	83.27	82.53

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan sumber bising tertinggi di area turbin generator pada unit utilitas yaitu pada lantai III dengan nilai TTB sebesar 97,6 dBA, lantai II dengan nilai TTB sebesar 91,5 dBA, sedangkan lantai I dengan nilai TTB yaitu 91,6 dBA.
2. Pemilihan bahan pada pemasangan *enclosure* didasarkan pada perhitungan nilai *transmision loss* dari bahan-bahan yang terdapat pada tabel-tabel literatur. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan penambahan dengan bahan polywood setebal 1,26 cm dapat mereduksi tingkat kebisingan sebesar ± 15 dB pada lantai I dan lantai II, sedangkan lantai III setebal 2,25 cm.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, saran yang diberikan untuk dijadikan pertimbangan perusahaan yaitu penggunaan APD (*ear plug* atau *ear muff*) dan pemberian *yellow line* sebagai peringatan harus lebih diperhatikan kembali, hal ini dikarenakan efek dari paparan kebisingan ini terjadi secara jangka lama dan tanpa disadari secara langsung terhadap kesehatan .

“Halaman ini memang dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis mempunyai nama lengkap **Indhiyar Febryan Istiningsih**, lahir di kota Surabaya tepatnya pada tanggal 11 Februari 1991 dan merupakan anak keempat dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh jenjang pendidikan di SDN Jagir I/393 Surabaya, SMPN 39 Surabaya, kemudian melanjutkan studi di SMA KARTIKA IV-3 Surabaya dan pada akhirnya diterima sebagai mahasiswi ITS Jurusan Teknik Fisika pada tahun 2010 dengan NRP 2410100036. Selama Di jurusan Teknik Fisika ini, penulis mengambil bidang minat Akustik dan Fisika Bangunan. Hingga pada tahun 2014 penulis akhirnya melaksanakan Tugas Akhir sebagai syarat untuk menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Fisika dengan judul “ **REDUKSI BISING DI AREA TURBIN GENERATOR PADA UNIT UTILITAS** ”.

email: indhiyar11@yahoo.co.id