

## **PERANCANGAN ENCLOSURE UNTUK MEREDUKSI KEBISINGAN DI UNIT STEAM TURBINE BLOK I – PLTGU PT. X**

*Ika Rahmawati Fajri<sup>1</sup>, Anindita Adikaputri Vinaya<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup>Departemen Manajemen Rekayasa,

Universitas Internasional Semen Indonesia, Gresik, Indonesia

E-mail: <sup>1</sup>ikarahmawatifajri@gmail.com, <sup>2</sup>anindita.vinaya@uisi.ac.id

### **ABSTRACT**

*The steam turbine is one of the components in combined steam and gas power plant PT. X which serves to expand the vapor to produce mechanical energy to drive the generator. In operation, steam turbine can pose a danger to humans, one of which is noise. Noise is the emergence of unwanted sounds that may interfere with or endanger health. Based on the decision of the Minister of Manpower, Transmigration and Cooperatives No. 51 / Men / 1999, noise threshold of 85 dB(A) per 8 hours per day. If exposure to noise exceeds the noise threshold continuously, it may cause disruption to nearby workers. Therefore, research will be conducted to control the noise level by designing the enclosure in the steam turbine block I - PLTGU PT. X. Based on the measurement results that have been done, the highest noise level on each floor is 93.6 dB (A) for the 1st floor, 90.7 dB (A) for the 2nd floor, and 93.2 dB (A) for the 3rd floor in the overall frequency. Based on the noise level after the enclosure design, the material suitable for the enclosure design in the steam turbine unit Block I - PLTGU is an aluminum sheet with a thickness of 1 mm. The addition and design of the enclosure can reduce the noise level by  $\pm 25.8$  dB (A).*

**Keywords:** Enclosure, Noise, Steam Turbine

### **ABSTRAK**

*Steam turbine merupakan salah satu komponen pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) PT. X yang berfungsi untuk mengekspansi uap sehingga menghasilkan energi mekanis untuk menggerakkan generator. Dalam pengoperasiannya, steam turbine dapat menimbulkan bahaya terhadap manusia, salah satunya kebisingan. Kebisingan merupakan timbulnya bunyi yang tidak dikehendaki sehingga dapat mengganggu atau membahayakan kesehatan. Berdasarkan keputusan Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi, dan Koperasi No. 51/Men/1999, Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan yaitu sebesar 85 dB (A) per 8 jam sehari. Jika terpapar kebisingan yang melebihi NAB secara terus-menerus, dapat menimbulkan gangguan pada pekerja yang berada di dekatnya. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian untuk pengendalian tingkat kebisingan dengan membuat perancangan enclosure di unit steam turbine blok I – PLTGU PT. X. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, tingkat kebisingan tertinggi pada masing-masing lantai adalah sebesar 93.6 dB (A) untuk lantai 1, 90.7 dB (A) untuk lantai 2, dan 93.2 dB (A) untuk lantai 3 pada keseluruhan frekuensi (overall). Berdasarkan tingkat kebisingan setelah dilakukan rancangan enclosure, bahan yang sesuai untuk rancangan enclosure di unit steam turbine Blok I – PLTGU adalah aluminium sheet dengan ketebalan sebesar 1 mm. Adanya penambahan dan perancangan enclosure tersebut dapat mereduksi tingkat kebisingan sebesar  $\pm 25.8$  dB (A).*

**Kata kunci:** Enclosure, Kebisingan, Steam Turbine

## 1. PENDAHULUAN

Lingkungan kerja dalam suatu industri, di mana terdapat tenaga-tenaga kerja di dalamnya tanpa disadari memiliki bahaya, baik secara langsung maupun tidak langsung bagi keselamatan dan kesehatan pekerja, salah satunya adalah kebisingan. Kebisingan merupakan timbulnya bunyi yang tidak dikehendaki sehingga dapat mengganggu atau membahayakan kesehatan [1]. Tingkat kebisingan yang tinggi dapat menimbulkan gangguan pada pekerja yang berada di dekatnya diantaranya gangguan fisiologis, psikologis, komunikasi dan pendengaran [2]. Kebisingan ini dapat timbul karena adanya getaran atau vibrasi pada komponen yang ada dalam suatu mesin.

Pada umumnya, kebisingan yang terjadi dalam suatu industri merupakan kebisingan kontinyu yang disebabkan mesin yang beroperasi secara terus-menerus. Mesin-mesin produksi yang berada di suatu industri kebanyakan memiliki tingkat kebisingan yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB). Tingkat kebisingan suatu mesin dalam industri dapat dibandingkan dengan NAB yang telah ditetapkan pada keputusan Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi, dan Koperasi No. 51/Men/1999, tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan, yaitu 85 dB (A) per 8 jam [3]. Untuk melindungi dan mencegah timbulnya gangguan-gangguan tersebut dapat dilakukan dengan mengaplikasikan pengendalian secara teknis pada sumber bising dalam industri, salah satunya adalah enclosure. Enclosure adalah sebuah bahan pengisolasi suara untuk mengurangi suara mesin [4]. Dengan adanya enclosure kebisingan dalam suatu industri dapat direduksi. Terdapat beberapa jenis enclosure, enclosure lengkap, enclosure sebagian, enclosure besar, dan enclosure kecil.

Adapun penelitian-penelitian terkait kebisingan yang telah dilakukan, dimana hasil dari penelitian-penelitian tersebut menunjukkan tingkat kebisingan yang cukup tinggi dan membutuhkan pengendalian pada sumber bising, khususnya di area industri. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Ibnu Hajar dan Sudirman menunjukkan bahwa tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin pembangkit telah melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) dan mengganggu aktivitas pekerjaan operator sehingga dapat menimbulkan gangguan fisiologis seperti merasa tidak nyaman dan gangguan pendengaran. Oleh karena itu, penulis memberikan saran dengan adanya penggunaan Alat Pelindung Telinga (APT) bagi operator dan mengisolasi sumber kebisingan [5]. Permasalahan terkait kebisingan tidak hanya berlaku pada lingkup industri saja, namun ruang musik pun memerlukan tingkat bunyi yang sesuai, seperti dalam penelitian yang dilakukan oleh Indra Bagus Aji Pangestu. Dalam penelitian tersebut, penulis mendesain ulang ruangan dengan mengganti material pada permukaan dalam ruangan. Dengan penggantian material tersebut percakapan dan musik dalam ruangan tersebut semakin baik [6]. Selain itu, terdapat penelitian terdahulu yang menunjukkan jika tingkat kebisingan mesin di area turbin generator melebihi NAB dan dapat mengganggu pendengaran jika terpapar terus menerus, bahkan dapat mengakibatkan kerusakan pada pendengaran. Penelitian ini dilakukan oleh Indhiyar Febryan Istingsih. Hasil pengukuran dalam penelitian tersebut menyebutkan tingkat kebisingan tertinggi di area turbin generator, yaitu pada lantai III sebesar 97,6 dB (A), lantai II sebesar 91,5 dB (A), sedangkan pada lantai I sebesar 91,6 dB (A). Tingginya nilai kebisingan tersebut mengakibatkan penulis memberikan rekomendasi yang perlu dilakukan, yaitu memasang enclosure dengan menggunakan bahan plywood. Perancangan enclosure yang dilakukan dapat mereduksi tingkat kebisingan sebesar  $\pm 15$  dB [3].

Permasalahan terkait kebisingan merupakan permasalahan penting mengenai kesehatan tenaga kerja, maka dalam penulisan Tugas Akhir ini akan dilakukan penelitian untuk pengendalian tingkat kebisingan di unit steam turbine blok I – Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) PT. X. Steam turbine merupakan salah satu komponen yang berfungsi untuk mengekspansi uap sehingga menghasilkan energi mekanis untuk menggerakkan generator. Saat ini secara fisik upaya yang terlihat pada unit steam turbine blok I – PLTGU PT. X adalah sebatas meletakkan papan informasi pada area bising. Dalam papan tersebut hanya terdapat simbol kebisingan dengan tulisan “90 dB” saja. Untuk peraturan-peraturan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) atau Alat Pelindung Telinga (APT) pada area bising pun belum tersedia.

Berdasarkan kondisi fisik yang terdapat di unit steam turbine blok I – PLTGU PT. X dan tingkat kebisingan di area turbin yang cukup tinggi pada penelitian terdahulu, maka pada penelitian ini dilakukan upaya pengendalian kebisingan di unit steam turbine blok I – PLTGU PT. X dengan membuat

perancangan enclosure sehingga dapat mereduksi tingkat kebisingan dan menunjang keselamatan dan kesehatan tenaga kerja di unit steam turbine blok I – PLTGU PT. X.

## 2. TEORI PENUNJANG

### 2.1 Kebisingan

Kebisingan merupakan suara atau bunyi yang tidak dikehendaki yang bersumber dari getaran alat-alat proses produksi di suatu industri yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan kerja tersebut. Tingkat kebisingan dapat diukur dengan nilai Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) yang disimbolkan dengan  $L_p$ . Untuk mengetahui tingkat kebisingan dapat menggunakan persamaan pengukuran kebisingan (model matematis) dengan model sumber titik, sebagai berikut [7]:

$$L_p = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \text{ dB (A)} \quad (1)$$

dengan:

$L_p$  = Tingkat kebisingan (dB (A))

$L_t$  = Tingkat kebisingan hasil pengukuran (dB (A))

Dalam ruang akustik, misalnya pada ruang yang telah dienclosure, dapat dilakukan perhitungan tingkat kebisingan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [8]:

$$L_{Penclosure} = LW + 10 \log \left( \frac{Q}{4 \pi r^2} \right) + \left( \frac{4}{R} \right) \quad (2)$$

dengan:

$L_{Penclosure}$  = Tingkat kebisingan yang berada di dalam ruangan setelah dienclosure (dB)

$LW$  = Tingkat daya suara dari sumber bunyi (dB)

$Q$  = Directivity factor

$r$  = Jarak dari sumber bunyi (m)

$R$  = Konstanta ruangan

Untuk mencari nilai  $R$  menggunakan persamaan sebagai berikut [8]:

$$R = \frac{S_0 \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}} \quad (3)$$

dengan:

$S_0$  = Luas total daerah permukaan di ruang penerima ( $m^2$ )

$\bar{\alpha}$  = Koefisien serapan rata-rata ruangan

Adapun persamaan  $\bar{\alpha}$  yaitu sebagai berikut [8]:

$$\bar{\alpha} = \frac{S_1 \alpha_1 + S_2 \alpha_2 + \dots + S_n \alpha_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (1)$$

dengan:

$\alpha$  = Koefisien serapan dari suatu bahan

$S$  = Luas permukaan bahan ( $m^2$ )

### 2.2 Transmission Loss dan Noise Reduction

*Transmission Loss* (TL) merupakan insulasi tiap bunyi yang lewat melalui udara, sehingga berubah terhadap frekuensi. Pengukuran TL dapat dilakukan pada ruangan yang mesin yang akan dienclosure [3]. Terdapat persamaan untuk menghitung nilai TL yang berkaitan dengan besarnya frekuensi, sebagai berikut:

$$TL = (20 \log W) + (20 \log f) - C \quad (2)$$

dengan:

- $W$  = Kerapatan massa jenis ( $\text{kg/m}^2/\text{cm}$  per tebal)  
 $f$  = Frekuensi (Hz)  
 $C$  = Nilai koefisien yang telah ditentukan yaitu 47

*Noise Reduction* (NR) merupakan istilah yang lebih umum daripada nilai TL yang menyatakan insulasi bunyi antara ruang-ruang karena ikut memperhitungkan efek berbagai jejak transmisi antara ruang sumber dan ruang penerima. Nilai NR dapat lebih tinggi atau lebih rendah dari TL tergantung pada hubungan antara luas partisi, penyerapan bunyi dalam ruang penerima [3]. Untuk menghitung nilai NR dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$NR = Lp1 - Lp2 \quad (3)$$

dengan:

- NR = *Noise Reduction* (dB)  
Lp1 = Tingkat Kebisingan (dB)  
Lp2 = Tingkat Kebisingan yang diterima oleh pendengar (dB)

Bila insulasi berada pada ruang non *reverberant*, NR akan melampaui TL dengan nilai 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 [3], maka berlaku persamaan sebagai berikut:

$$NR = TL + 6 \quad (4)$$

Syarat utama dalam merancang sebuah enclosure adalah menentukan bahan peredam kebisingan. Dalam pemilihan bahan untuk merancang enclosure, dapat ditentukan berdasarkan nilai TL. Selanjutnya, dengan nilai TL ini dapat menentukan nilai kerapatan massa jenis ( $W$ ). Nilai  $W$  didapatkan dengan perhitungan TL yang menggunakan Persamaan 5. Setelah nilai  $W$  didapatkan maka tebal bahan dapat ditentukan dengan menggunakan referensi tebal yang ada. Setelah ditentukan rancangan enclosure dengan bahan yang telah disesuaikan, maka proses selanjutnya adalah menganalisa rancangan tersebut. Analisa rancangan enclosure yang dimaksud yaitu membandingkan tingkat kebisingan yang berada di luar ruangan atau bunyi yang diterima oleh manusia ( $Lp2$ ) setelah adanya enclosure dengan NAB yang telah ditetapkan, yaitu 85 dB (A). Jika nilai  $Lp2 > 85$  dB (A) maka dilakukan rancangan enclosure kembali hingga nilai  $Lp2 \leq 85$  dB (A).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Unit steam turbine merupakan salah satu unit yang terdapat dalam PLTGU PT. X. Dalam satu pembangkit memiliki 3 (tiga) turbin yang berada dalam satu bangunan namun terbagi dalam 3 (tiga) blok. Pada blok I memiliki ukuran 50 x 32 meter yang terdiri dari 3 (tiga) lantai, lantai 1 terdapat pompa, heat exchanger, water box. Untuk lantai 2 terdapat pipa-pipa gas, panel dan kondensor. Sedangkan, lantai 3 terdapat steam turbine dan komponen-komponen lainnya. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan pada unit steam turbine blok I – PLTGU didapatkan jumlah titik yang berbeda di setiap lantai nya. Untuk lantai 1 sebanyak 253 titik, lantai 2 sebanyak 169 titik dan lantai 3 sebanyak 372 titik.

Tabel 1 merupakan sebagian hasil pengukuran data kebisingan lantai 1 unit ST Blok I – PLTGU dengan frekuensi 125, 250, 500, 1000 dan 4000 Hz, dimana setiap frekuensinya memiliki tingkat kebisingan yang berbeda-beda.

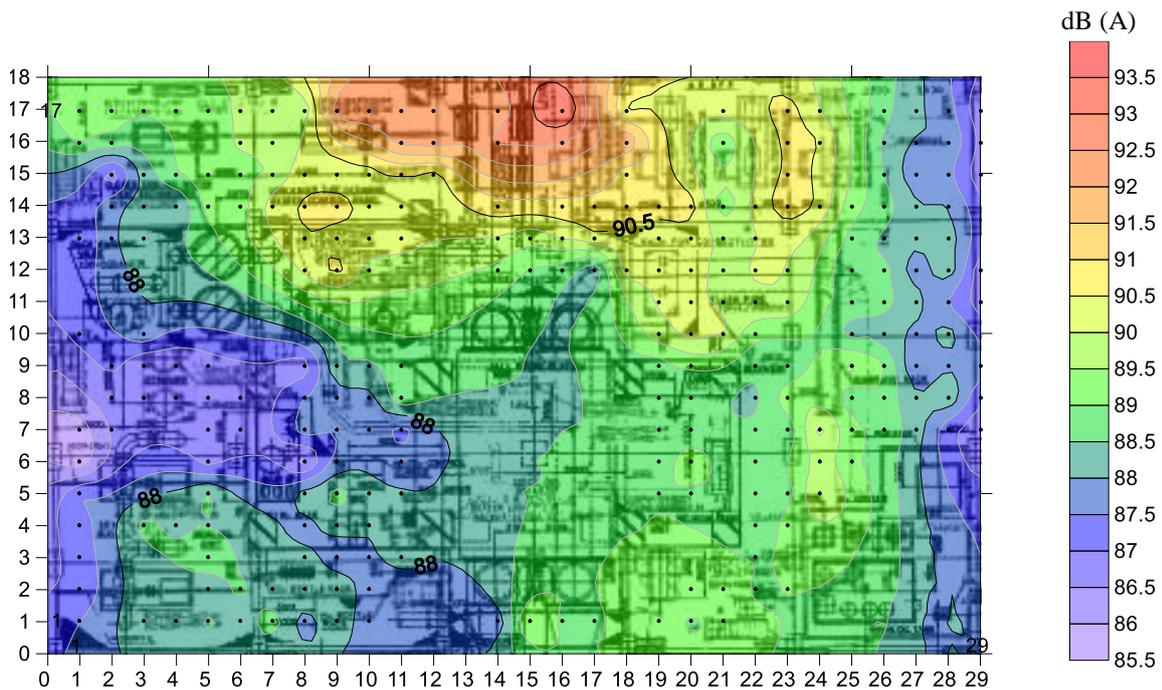
Tabel 1. Hasil Pengukuran Data Kebisingan Lantai 1 Unit *Steam Turbine* Blok I – PLTGU

Titik	Tingkat Kebisingan (dBA)						Overall
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
1	72.0	81.6	78.7	82.4	81.3	72.2	87.5
2	72.3	81.3	80.8	83.7	81.9	74.6	88.4
3	71.4	82.1	79.9	83.4	81.4	73.6	88.2
4	72.4	82.1	81.3	83.6	81.7	74.1	88.6
5	71.3	81.4	80.3	84.0	81.4	73.5	88.3
6	72.3	81.9	80.6	84.0	82.7	73.9	88.7
7	72.9	80.9	80.8	82.5	81.2	72.3	87.7
8	71.9	82.3	81.5	82.8	82.3	72.7	88.5
9	71.8	81.5	79.9	82.0	81.4	72.0	87.5
10	73.4	82.3	80.2	82.6	79.8	70.6	87.7

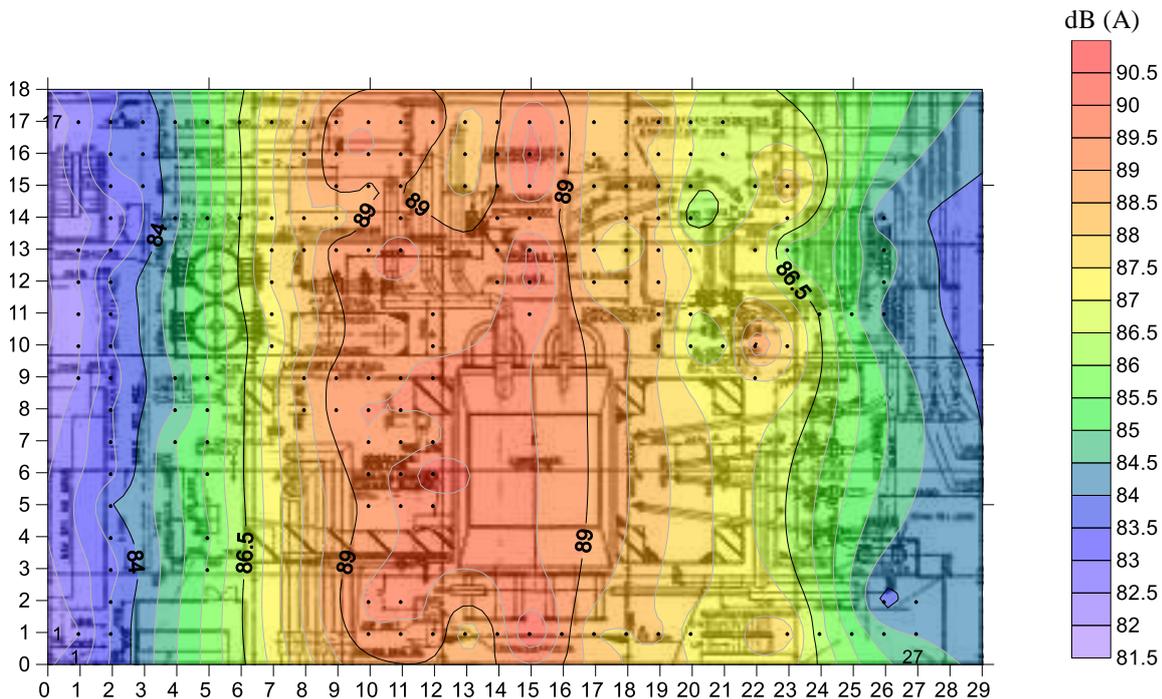
Berdasarkan hasil pengukuran yang didapatkan, data tingkat kebisingan pada unit *steam turbine* Blok I – PLTGU berbeda-beda di setiap titiknya. Untuk mengetahui titik yang memiliki nilai kebisingan tertinggi dan mengetahui persebaran kebisingan di unit ST Blok I – PLTGU, maka dilakukan pemetaan kebisingan. Dengan hasil pemetaan kebisingan ini dapat dilakukan suatu analisa titik tersebut memiliki tingkat kebisingan yang tinggi ataupun rendah. Selain itu, dapat juga dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan rancangan *enclosure* di unit *steam turbine* blok I – PLTGU.

Pemetaan kebisingan dilakukan pada setiap lantai untuk mengetahui titik dengan kebisingan tertinggi persebaran kebisingan di setiap lantainya. Hasil pemetaan kebisingan di setiap lantai pada keseluruhan frekuensi (*overall*) ditampilkan pada Gambar 1,2 dan 3. Satuan skala pemetaan kebisingan yang digunakan yaitu dB (A). Pada gambar pemetaan kebisingan terdapat titik-titik yang berada di suatu area, dimana titik tersebut menunjukkan letak titik pengukuran. Jika terdapat suatu area yang tidak ada titiknya maka hal tersebut menunjukkan bahwa pada area tersebut tidak memungkinkan jika dilakukan pengukuran, dikarenakan ada mesin atau komponen pada area tersebut. Selain itu, pada Gambar pemetaan kebisingan juga terdapat area yang digambarkan dengan warna merah di setiap frekuensi nya. Dimana hal itu menunjukkan bahwa area tersebut memiliki tingkat kebisingan tinggi.

Berdasarkan Gambar 1, pada titik koordinat x (9-18), y (15-17) terdapat zona merah yang memiliki tingkat kebisingan tinggi dengan *range* 91.5 – 93.5 dB (A). Selain itu, keseluruhan area pada lantai 1 unit *steam turbine* Blok I – PLTGU memiliki nilai kebisingan lebih dari 85 dB (A). Hasil pemetaan kebisingan pada frekuensi 125 Hz – 4000 Hz dan keseluruhan frekuensi (*overall*) menunjukkan bahwa secara dominan titik dengan tingkat kebisingan tertinggi terletak pada titik 245 (koordinat 16,17). Pada area tersebut memiliki tingkat kebisingan tertinggi dikarenakan terdapat suatu pompa yang sedang beroperasi. Sedangkan pada area lainnya terdapat pompa atau komponen lain namun dalam keadaan tidak beroperasi atau *off*.



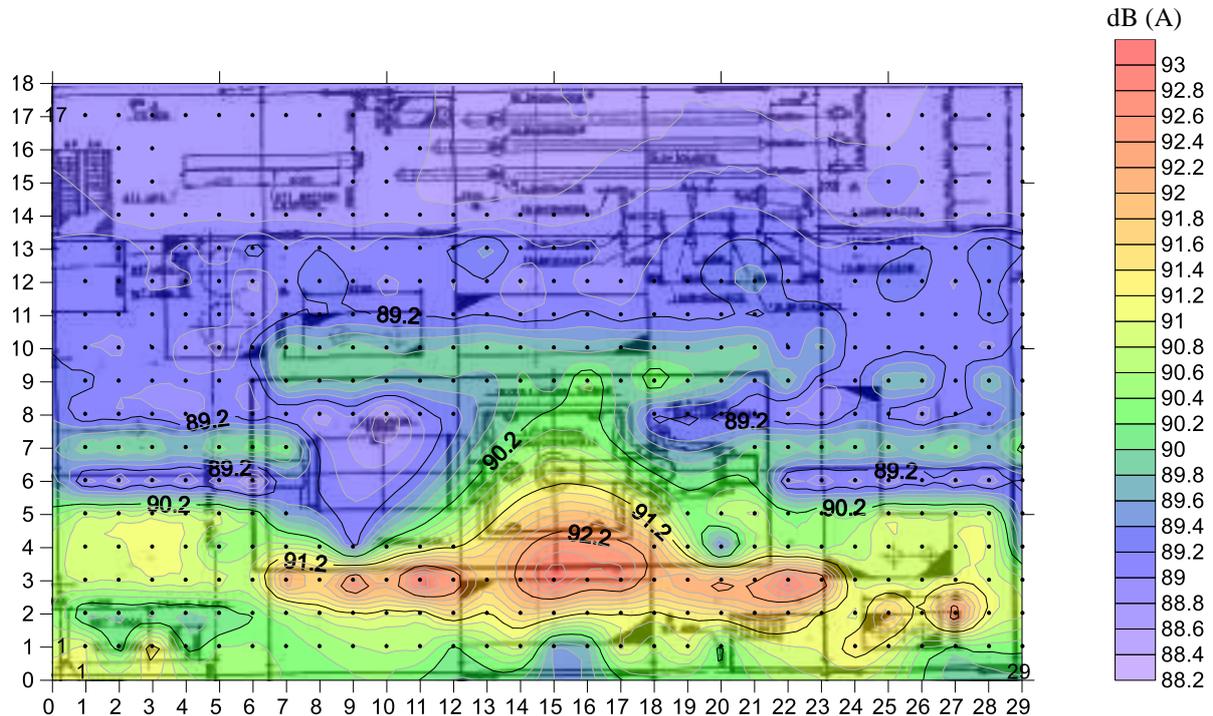
Gambar 1. Pemetaan Kebisingan Unit *Steam Turbine* Blok I Lantai 1 Pada Keseluruhan Frekuensi (*Overall*)



Gambar 2 Pemetaan Kebisingan Unit *Steam Turbine* Blok I Lantai 2 Pada Keseluruhan Frekuensi (*Overall*)

Sedangkan berdasarkan Gambar 2, pada titik koordinat x (9-16) termasuk dalam zona merah yang memiliki tingkat kebisingan tinggi dengan *range* 88.5 – 90.5 dB (A). Hasil pemetaan kebisingan pada frekuensi 125 Hz – 4000 Hz dan keseluruhan frekuensi (*overall*) menunjukkan bahwa secara dominan titik dengan tingkat kebisingan tertinggi terletak pada titik 36 (koordinat 12,6). Hal tersebut dikarenakan terdapat kondensator dengan ukuran besar yang terletak di tengah blok I dan beroperasi secara *continue*.

Sedangkan, pada area lainnya hanya terdapat panel-panel atau pipa-pipa yang cenderung tidak menghasilkan kebisingan.



Gambar 3 Pemetaan Kebisingan Unit *Steam Turbine* Blok I Lantai 3 Pada Keseluruhan Frekuensi (Overall)

Berdasarkan Gambar 3, pada titik koordinat x (7-23), y (3-4) termasuk dalam zona merah yang memiliki tingkat kebisingan tinggi dengan *range* 92.2 – 93 dB (A). Selain itu, keseluruhan area pada lantai 3 unit unit *steam turbine* Blok I – PLTGU memiliki nilai kebisingan lebih dari 85 dB (A). Hasil pemetaan kebisingan pada frekuensi 125 Hz – 4000 Hz dan keseluruhan frekuensi (*overall*) menunjukkan bahwa secara dominan titik dengan kebisingan tertinggi terletak pada titik 97 (koordinat 18,4). Hal tersebut dikarenakan pada titik tersebut berada di bagian komponen *steam turbine* yang berputar sehingga kebisingan tinggi dominan terjadi pada area tersebut.

Dalam penelitian ini nilai TL digunakan untuk mengetahui bahan *enclosure* yang sesuai untuk unit *steam turbine* Blok I – PLTGU PT. X. Sebelum melakukan perhitungan nilai TL, hasil pengukuran data kebisingan yang didapatkan dilakukan konversi satuan dB (A) menjadi dB. Setelah konversi satuan telah dilakukan, maka dapat dilakukan perhitungan nilai TL. Tabel 2 merupakan nilai TL pada titik dengan kebisingan tertinggi di unit ST Blok I - PLTGU.

Tabel 2. Nilai TL Unit *Steam Turbine* Blok I – PLTGU

Lt.	Titik	Tingkat Kebisingan (dB)					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	245	1.31	3.25	-0.70	-2.46	-4.91	-10.19
2	36	0.38	-0.03	-4.17	-4.49	-8.83	-16.27
3	97	3.05	2.38	-1.40	-4.20	-8.30	-13.47

Pada penelitian ini, nilai kerapatan massa jenis ( $W$ ) merupakan suatu nilai yang digunakan untuk menentukan bahan yang akan digunakan untuk rancangan *enclosure*. Tabel 3 menunjukkan nilai  $W$  pada unit *steam turbine* Blok I – PLTGU.

Tabel 3. Nilai  $W$  Unit *Steam Turbine* Blok I – PLTGU

Lt.	Titik	Nilai $W$					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	245	2.08	1.30	0.34	0.17	0.06	0.02
2	36	1.87	0.89	0.27	0.13	0.04	0.01
3	97	2.54	1.18	0.28	0.14	0.04	0.01

Nilai  $W$  sangat berperan penting dalam pemilihan bahan untuk *enclosure*. Berdasarkan Tabel 3, diketahui nilai  $W$  tertinggi untuk lantai 1 sebesar 2.08, lantai 2 sebesar 1.87 dan lantai 3 sebesar 2.54 dengan masing-masing lantai pada frekuensi 125 Hz. Dengan nilai  $W$  tersebut, berdasarkan hasil perbandingan perhitungan, didapatkan 2 (dua) jenis bahan yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk bahan rancangan *enclosure* pada keseluruhan lantai di unit *steam turbine* blok I – PLTGU.

Penelitian ini dilakukan untuk mereduksi tingkat kebisingan dengan merancang *enclosure*. Objek penelitian ini adalah unit *steam turbine* Blok I – PLTGU PT. X dengan 3 (lantai). Untuk mendapatkan rancangan *enclosure* yang sesuai untuk unit *steam turbine* Blok I – PLTGU, tahapan yang dilakukan adalah melakukan perhitungan TL terhadap hasil pengukuran data kebisingan. Selanjutnya, setelah nilai TL didapatkan maka dilakukan perhitungan nilai kerapatan massa jenis ( $W$ ). Berdasarkan nilai  $W$ , didapatkan 2 (dua) bahan yang sesuai untuk rancangan *enclosure* yaitu *plywood* dan *aluminium sheet*. Berdasarkan perhitungan, ketebalan yang sesuai untuk bahan *plywood* adalah 4 mm dan untuk *aluminium sheet* adalah 1 mm.

Rancangan *enclosure* yang sesuai untuk lantai 1 dan 2 adalah pemasangan *enclosure* lengkap dengan penambahan salah satu bahan tersebut pada dinding yang telah ada, dengan ukuran dinding adalah 50 x 2 m untuk 2 (dua) sisi dan 32 x 5 m untuk 1 (satu) sisi. Hal tersebut dilakukan karena sesuai dengan *capabilitas* pada lantai 1 dan 2 yang tidak memungkinkan jika dilakukan pemasangan *enclosure* sebagian (*partial*). Untuk lantai 3, rancangan *enclosure* yang sesuai adalah pemasangan *enclosure* sebagian (*partial*) pada mesin *steam turbine*. Ukuran yang sesuai untuk rancangan *enclosure* pada lantai 3 adalah 29.5 x 10.5 x 5 m. *Enclosure* yang direkomendasikan pada lantai 3 menutupi mesin *steam turbine* di setiap sisinya, namun pada bagian atas tetap terbuka. Dengan tujuan untuk memberikan ruang udara mesin *steam turbine*. Dengan adanya penambahan *enclosure* tersebut, tingkat kebisingan yang dihasilkan pada titik dengan kebisingan tertinggi di unit *steam turbine* blok I - PLTGU dari kedua bahan yang menjadi pertimbangan ditampilkan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, nilai tingkat kebisingan setelah dilakukannya perancangan *enclosure* pada unit *steam turbine* blok I – PLTGU menjadi sesuai atau kurang dari Nilai Ambang Batas (NAB), baik jika menggunakan bahan *plywood* maupun *aluminium sheet*. Tabel 4 menunjukkan bahwa jika bahan yang digunakan untuk rancangan *enclosure* adalah *plywood* maka tingkat kebisingan di unit *steam turbine* blok I berkurang sebanyak  $\pm 8.5$  dB (A), sedangkan jika bahan yang digunakan untuk rancangan *enclosure* adalah *aluminium sheet* maka tingkat kebisingan di unit *steam turbine* blok I berkurang sebanyak  $\pm 25.8$  dB (A). Oleh karena itu, bahan yang digunakan untuk rancangan *enclosure* pada penelitian ini adalah *aluminium sheet* dengan ketebalan sebesar 1 mm. Hal tersebut dikarenakan, tingkat kebisingan yang dihasilkan jika bahan yang digunakan untuk rancangan *enclosure* adalah *aluminium sheet* lebih kecil daripada jika bahan yang digunakan untuk rancangan *enclosure* adalah *plywood*.

Dengan dilakukannya rancangan *enclosure* tersebut, tingkat kebisingan unit *steam turbine* blok I – PLTGU telah kurang dari NAB sehingga telah sesuai dengan keputusan Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi, dan Koperasi No. 51/Men/1999, tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan yaitu 85 dB (A).

Tabel 4 Tingkat Kebisingan Setelah Perancangan *Enclosure*

Lt.	Titik	Koordinat		Tingkat Kebisingan dB (A)						
		x	y	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1K Hz	2K Hz	4K Hz	Overall
<b>Bahan Plywood</b>										
1	245	16	17	67.7	76.9	78.6	80.1	78.8	73.3	85.1
2	36	12	6	66.8	73.6	75.2	78.1	74.9	67.3	82.1
3	97	18	4	69.5	76.0	78.0	78.4	75.5	70.1	83.5
<b>Bahan Aluminium Sheet</b>										
1	245	16	17	67.7	69.7	65.7	64.0	61.5	56.2	73.7
2	36	12	6	66.8	66.4	62.3	61.9	57.6	50.2	71.2
3	97	18	4	69.5	68.8	65.0	62.2	58.1	53.0	73.5

**4. KESIMPULAN**

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan didapatkan titik yang memiliki tingkat kebisingan tertinggi yaitu pada titik 245, area mesin pompa yang sedang beroperasi atau on, dengan tingkat kebisingan sebesar 93.6 dB (A) untuk lantai 1. Untuk lantai 2 pada titik 36, area dekat dengan kondensor, dengan tingkat kebisingan sebesar 90.7 dB (A). Sedangkan untuk lantai 3 pada titik 97, area dekat dengan komponen steam turbine yang sedang beroperasi dengan tingkat kebisingan sebesar 93.2 dB (A). Tingkat kebisingan tertinggi tersebut pada keseluruhan frekuensi (overall). Perancangan enclosure yang sesuai untuk unit steam turbine blok I – PLTGU PT. X adalah penambahan bahan material sheet dengan tebal sebesar 1 mm. Untuk lantai 1 dan 2, dilakukan perancangan enclosure lengkap dengan melakukan penambahan material aluminium sheet pada dinding yang telah ada dengan ukuran dinding 50 x 2 m untuk 2 (dua) sisi dan 32 x 5 m untuk 1 (satu) sisi. Untuk lantai 3, dilakukan perancangan sebagian (partial) dengan ukuran 29.5 x 10.5 x 5 m pada mesin steam turbine. Dengan perancangan enclosure tersebut, titik kebisingan pada lantai 1, 2 dan 3 dapat direduksi sebesar ± 25.8 dB(A).

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Internasional Semen Indonesia dan PT.X atas bantuannya dalam mendukung penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ferdianta G., Dedy (2013), “Analisis Tingkat Kebisingan untuk Mereduksi Dosis Paparan Bising di PT. XYZ”, *Jurnal Teknik Industri FT USU* Vol. 2, No. 1, Mei 2013.
- [2] Kholik, Heri Mujayin & Krishna, Dimas Adji (2012), “Analisis Tingkat Kebisingan Peralatan Produksi Terhadap Kinerja Karyawan”, *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 13, No. 2, Agustus 2012
- [3] Istiningsih, Indhiyar Febryan (2014), *Reduksi Bising di Area Turbin Generator Pada Unit Utilitas*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [4] Sembiring, Firmanta Meitana (2010), *Perancangan enclosure Pada Blower C 2423 dan Blower MC 2423 di Lantai Dua Pabrik Asam Fosfat (Studi Kasus: PT. Petrokimia Gresik)*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [5] Hajar, Ibnu & Suhadirman (2013), “Analisa Tingkat dan Dampak Kebisingan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (Pltd) Terhadap Karyawan dan Masyarakat Sekitar”, *Invotek*, Vol.3 No. 2.
- [6] Pangestu, Indra Bagus Aji (2014), *Perbaikan Kualitas Akustik Ruang Pada Live Music di P-Two Cafe Surabaya*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [7] Huboyo, Haryono Setyo dan Sumiyati, Sri (2008), *Buku Ajar Pengendalian Bising dan Bau*, Bahan kuliah, Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [8] Barron, Randall F. (2003), *Industrial Noise Control and Acoustics*. Marcell Dekker. New York.
- [9] Kurniawan, Aditya (2010), *Pengendalian Kebisingan Pada Rumah Pompa PDAM di Ketegan Surabaya*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [10] Prameswari, Windha Ayu (2013), *Ketrampilan Pengoprasian Steam Turbine Generator di Unit PLTGU PT. PJB UP Gresik*, Laporan Kerja Praktek, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.