

# PERANCANGAN *ENCLOSURE* PADA POMPA *BOILER FEED WATER* UNIT UTILITAS BATU BARA SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN KEBISINGAN

Achmad Fauzi Rizal dan Tutug Dhanardono, Ronny Dwi Noriyati  
Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
e-mail: dtutug@gmail.com

**Abstrak**— Pompa *Boiler Feed Water* berfungsi sebagai pemompa *boiler feed water* dari *BFW tank* ke *steam drum*, proses produksi, *desuperheater*, *quenching water*. Pengukuran tingkat tekanan bunyi telah dilakukan oleh pihak departemen K3 di sekitar area pompa dan diperoleh hasil tingkat tekanan bunyi rata-rata sebesar 96,7 dB. Nilai tersebut melampaui nilai ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah melalui Permenakertrans No. 13/Men/X/2011 dimana nilai ambang batas kebisingan di lokasi kerja sebesar 85 dB. Analisa tingkat kebisingan tiap frekuensi menunjukkan bahwa pada frekuensi 1000 Hz tingkat kebisingan mencapai puncaknya yaitu sebesar 94,85 dBA. Metode yang digunakan untuk mereduksi kebisingan adalah dengan penambahan *enclosure*. Dari hasil pembahasan yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut dari ketiga model *enclosure* yang telah dibuat, yaitu yang terdiri dari bahan plywood dengan tebal ¼ inch. Desain dari *enclosure* terdiri dari 3 buah jendela, satu buah pintu dan sebuah lubang angin sebagai lubang keluar angin dari fan pompa. Dari hasil perhitungan diperoleh untuk luas dinding partisi sebesar 23 m<sup>2</sup>. Tingkat kebisingan tertinggi di area pompa *boiler feed water* terjadi pada frekuensi 1000 Hz yaitu sebesar 94,63 dBA dan pada frekuensi 2000 Hz, yaitu sebesar 94,65 dBA. Setelah ditambahkan *enclosure* pada titik yang sama mengalami pengurangan yaitu pada frekuensi 1000 Hz menjadi 64,42 dBA dan pada frekuensi 2000 Hz menjadi 60,4dBA.

**Kata Kunci**— *enclosure*, tingkat kebisingan, *tarnsmission loss*

## I. PENDAHULUAN

Bising adalah suatu gangguan suara yang dapat mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan terutama yang berasal dari kegiatan operasional peralatan pabrik (Novantri Faradilla, 2009). Hal ini dikarenakan suara tersebut dapat mengganggu manusia yang berakibat menurunnya konsentrasi, terganggunya komunikasi serta dapat mengancam keselamatan dari karyawan itu sendiri. Diantara sekian banyak gangguan yang ditimbulkan oleh kebisingan maka gangguan yang paling serius adalah ketulian (Soeripto, 1995). Oleh karena itu pemerintah melakukan upaya untuk melindungi keselamatan para pekerja dengan mengeluarkan aturan tentang Nilai Ambang Batas yang disingkat NAB yaitu standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai kadar/intensitas rata-rata tertimbang waktu (*time weighted average*) yang dapat diterima oleh tenaga kerja. Besarnya NAB telah diatur sesuai dengan Permenakertrans No. 13/Men/X/2011 dimana yaitu sebesar 85 dB.

Fenomena bising dapat terjadi dimana saja dan kapan saja, seperti di taman hiburan, di bandara, di terminal dan di tempat-tempat yang banyak terdapat mesin yang sedang

beroperasi. Salah satu sumber bising yang ada pada pabrik adalah pompa *Boiler Feed Water*. Pompa BFW ini berfungsi sebagai pemompa *boiler feed water* dari *BFW tank* ke *steam drum*, proses produksi, *desuperheater*, *quenching water*. Proses ini berlangsung secara terus menerus sehingga pompa akan beroperasi sepanjang hari. Di area pompa *boiler feed water* terdapat 3 buah pompa dimana setiap pompa akan beroperasi setiap 1 bulan sekali, selanjutnya digantikan oleh pompa yang lainnya. Pengukuran tingkat tekanan bunyi telah dilakukan di sekitar area pompa dan diperoleh hasil tingkat tekanan bunyi rata-rata sebesar 96,7 dB. Nilai tersebut melampaui nilai ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah melalui Permenakertrans No. 13/Men/X/2011 dimana nilai ambang batas kebisingan di lokasi kerja sebesar 85 dB. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian kebisingan yang ada pada area pompa tersebut. Metode pengendalian dapat berupa penambahan *barrier*, *enclosure* atau secara administrative. Pada penelitian ini dipilih metode penambahan *enclosure* pada pompa sebagai upaya pengendalian kebisingan di area tersebut.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di area *boiler feed water* PT. Petrokimia Gresik dimana terdapat 3 buah pompa. Dari ketiga pompa tersebut setiap pompa beroperasi selama 1 bulan sementara dua pompa lainnya dalam kondisi *standby*. Ukuran area pompa *boiler feed water* adalah 14 m x 7 m. Berikut adalah gambaran dari lokasi pengukuran yang telah dilakukan. Area yang dipakai dalam tugas akhir ini adalah area pompa *boiler feed water* unit utilitas batu bara PT. Petrokimia Gresik. Setiap pengukuran kebisingan dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran. Pada tugas akhir ini untuk memperoleh tingkat kebisingan dari pompa selain dilakukan pengukuran di sekitar pompa yang sedang beroperasi dilakukan juga pengukuran pada seluruh area. Hal ini bertujuan untuk memperoleh sebaran kebisingan di area pompa *boiler feed water*. Pada masing-masing titik pengukuran memiliki jarak 1 m dengan ketinggian *sound level meter* ± 1,5 m di atas tanah.

Apabila terdapat gelombang bunyi yang melewati suatu medium, maka tekanan di dalam medium tersebut akan berubah. Perbedaan atau selisih perubahan ini disebut sebagai tekanan bunyi. Di dalam medium udara, tekanan bunyi terendah yang dapat dideteksi oleh telinga manusia (pada

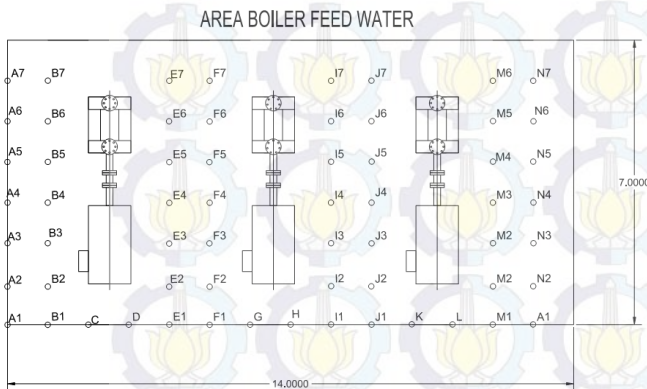
frekuensi 1000 Hz) adalah  $20\mu\text{Pa}$  dan tekanan maksimal adalah 200 Pa ( $1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2$ ). Satuan untuk tingkat tekanan bunyi adalah decibel. Setelah pengukuran selesai dilakukan langkah selanjutnya adalah pengolahan data hasil pengukuran ke dalam *noise mapping*. Pada tugas akhir ini untuk pengolahan *noise mapping* menggunakan *software* Surfer 9.0. Pada pengolahan data menggunakan *noise mapping* ditampilkan data hasil pengukuran tiap frekuensi.

Tabel 1 Spesifikasi Sound level meter  
Deko Digital sound Level Meter

<i>Model</i>	SL-130
<i>Measurement range</i>	SPL : 30 – 130 dBA 31,5 Hz - 8,5 KHz
<i>Accuracy</i>	$\pm 1,5\text{ dB}$
<i>Response time</i>	<i>Fast</i> : 0,5 second <i>Slow</i> : 1 second
<i>Operation conditions</i>	<i>Relative humidity</i> : < 99% RH Temperatur : $0\text{ }^{\circ}\text{C} - 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

Beberapa skala decibel yang disesuaikan dengan karakteristik tanggapan telinga manusia terhadap suara antara lain sebagai berikut.

- Skala dB (A) untuk tingkat bising lingkungan luar dan dalam bangunan yang berpengaruh terhadap kepekaan telinga manusia.
- Skala dB (B) untuk tingkat yang kebisingan di lingkungan kerja industri
- Skala dB (C) untuk tingkat kebisingan yang lebih tinggi dari mesin-mesin



Gambar 1 Titik-titik pengukuran tingkat tekanan bunyi di area pompa boiler feed water

### B. Noise Mapping

Merupakan pengolahan data yang menampilkan grafik tingkat kebisingan berdasarkan dengan tingkat tertentu. Pada pengolahan tingkat kebisingan menggunakan *noise mapping* adalah untuk mengetahui sebaran tingkat tekanan bunyi yang ada di area pompa boiler feed water. Analisa yang dilakukan berupa pengelompokan tingkat tekanan bunyi pada frekuensi tertentu. Sehingga tampak pola sebaran tingkat kebisingan yang ada di area pompa tersebut yang nantinya digunakan sebagai tolak ukur pengendalian kebisingan.

Setelah dilakukan analisa data pengukuran menggunakan *noise mapping*, kemudian dilakukan perancangan *enclosure* yang dapat mereduksi tingkat kebisingan yang ada. Di dalam melakukan perancangan *enclosure* hal yang penting untuk diperhatikan adalah bahan yang digunakan. Karena masing-masing bahan memiliki kemampuan yang beragam dalam mengalangi jalannya bunyi. *Transmission loss* merupakan perbandingan dari daya akustik yang menumbuk dinding dengan daya akustik yang disalurkan pada sisi lain dinding. Dari definisi tersebut maka dapat diperoleh perumusan sebagai berikut.

$$TL = 10 \log \left( \frac{1}{\bar{\tau}} \right) \quad (1)$$

Dimana  $\bar{\tau}$  adalah koefisien transmisi rata-rata

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

$$\bar{\tau} = \left( \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \tau_3 S_3 + \dots + \tau_n S_n}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n} \right) \quad (2)$$

$$\bar{\tau} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\tau_i S_i}{S_i} \right)$$

Dimana,  $\tau$  = koefisien transmisi  
S = Area setiap bahan

Pada contoh kasus seperti 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.

$$NR = TL - 10 \log \left[ \left( \frac{1}{4} \right) + \left( \frac{Sw}{R} \right) \right] \quad (3)$$

Dimana: NR : Noise reduction (dB)  
TL : Transmission loss (dB)  
Sw : Luas partisi ( $\text{m}^2$ )

### HASIL DAN DISKUSI

Sebagaimana telah diuraikan pada bab sebelumnya dimana dilakukan pengukuran kebisingan di area pompa boiler feed water. Pengukuran dilakukan berdasarkan titik-titik yang telah diplot terlebih dahulu supaya keseluruhan area pompa dapat terwakili.

#### C. Hasil Pengukuran Tingkat Tekanan bunyi

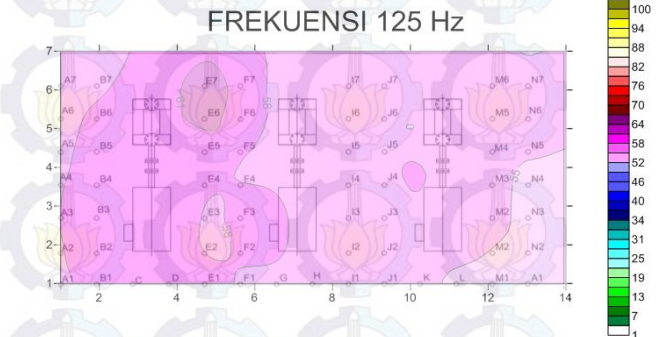
Pada Pengukuran di seluruh area pompa bertujuan untuk mengetahui distribusi kebisingan dari suatu sumber bising, dalam kasus ini adalah pompa boiler feed water. Di dalam area pompa boiler feed water itu sendiri hanya terdapat 3 buah pompa yang tersusun secara sejajar. Setiap pompa beroperasi setiap 1 bulan sekali, untuk pompa lainnya dalam kondisi *standby*. Kebisingan di area pompa tersebut dapat dipengaruhi oleh sumber bising yang lain. Hal ini dikarenakan lokasi dari area pompa berdekatan dengan sumber bising yang lainnya, diantaranya adalah mesin peleburan batu bara dan area turbin. Oleh sebab itu pengukuran di seluruh area pompa boiler feed

water dapat digunakan sebagai bahan untuk menganalisa apakah terdapat sumber bising selain pompa boiler feed water.

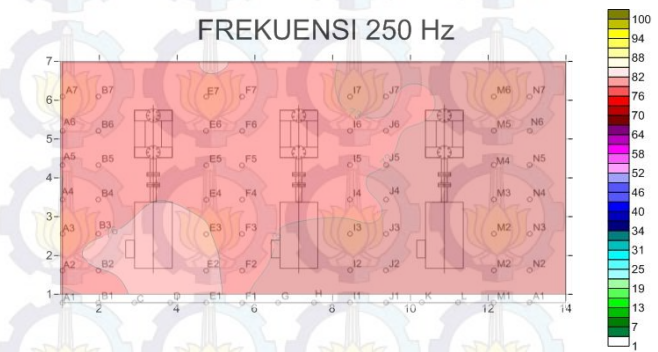
Tabel 2 Hasil Pengukuran tingkat tekanan bunyi di area pompa Boiler Feed Water

Titik	Tingkat kebisingan (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
A1	57.89	72.3	89.69	93.48	93.33	88.95
A2	57.93	75.63	88.17	93.13	92.85	87.35
A3	57.99	73.03	87.11	91.06	90.94	85.2
A4	57.63	72.89	87.3	90.93	91.23	85.11
A5	57.09	74.19	88.75	91.25	95.05	86.62
A6	57.05	74.89	87.51	92.79	93.85	87.41
A7	56.84	73.68	88.55	93.09	93.81	87.19
B7	56.51	74.92	88.52	92.97	94.47	88.64
B6	57.67	74.88	88.55	94.12	95.02	88.51
B5	59.03	75.15	89.26	93.75	93.74	88.89
B4	59.18	75.22	87.88	92.1	93.79	85.83
B3	59.18	74.31	87.69	92.55	92.58	86.38
B2	58.89	77.27	88.85	93.82	93.19	87.95
B1	58.2	73.02	90.55	93.98	94.44	91.07
C	60.1	76.82	91.89	94.63	94.65	93.28
D	59.73	77.29	90.89	94.85	94.69	93.14
E1	58.67	76.66	90.16	94.85	94.01	91.05
E2	57.36	76.19	87.24	94.39	93.52	88.38
E3	57.79	75.72	87.16	92.76	92.72	87.18
E4	58.33	74.41	88.44	91.92	92.57	86.85
E5	61.16	75.81	88.62	93.04	93.36	87.64
E6	62.01	75.63	87.85	93.16	93.94	88.24
E7	60.69	76.16	88.52	93.49	94.23	88.36
F7	58.29	75.77	88.43	93.11	93.9	87.77
F6	58.46	74.95	88.25	92.54	93.55	87.61
F5	58.38	75.19	88.35	92.13	93.04	86.87
F4	57.32	74.59	87.8	92.84	92.76	86.59
F3	59.11	73.16	87.49	92.79	93.33	86.37
F2	59.06	73.65	88.01	92.49	92.35	86.69
F1	57.23	72.41	87.56	91.02	91.87	86.35
G	57.51	72.46	86.23	90.59	90.91	85.97
H	56.57	72.25	85.08	89.38	90.44	85.54
I1	55.43	72.64	85.68	90.31	90.25	85.19
I2	55.51	71.65	85.43	89.51	90.86	85.24
I3	55.56	73.29	85.96	90.69	91.25	85.71
I4	56.3	72.83	86.67	91.14	91.68	85.83
I5	56.44	74.52	86.39	91.35	91.83	85.76
I6	55.43	71.47	87.52	90.59	92.08	86.11
I7	56.34	72.29	86.46	90.49	91.47	85.41
J7	56.72	71.89	85.98	91.07	91.58	85.8
J6	56.59	74.07	86.04	91.22	91.45	85.63
J5	54.76	72.49	85.74	90.64	91.32	85.58
J4	58.59	71.99	85.11	90.07	90.54	85.45
J3	57.84	72.66	85.24	89.93	90.43	85.73
J2	56.18	71.17	84.19	88.81	89.12	85.01
J1	56.76	72.25	84.59	88.5	89.3	85.16
K	54.55	70.49	83.64	87.67	88.38	85.05
L	54.68	70.87	83.08	87.84	89.1	84.95
M1	53.81	70.97	83.4	88.06	88.74	85.68
M2	54.83	71.16	84.46	89.11	89.63	86.07
M3	54.65	71.06	85.17	89.8	90.27	86.18
M4	54.54	71.81	84.16	89.73	90.01	85.5
M5	57.32	71.75	84.63	89.18	89.99	80.98
M6	57.85	70.74	85.34	89.46	90.52	85.04
M7	54.65	71.54	85.01	89.23	89.99	84.68
N7	55.09	71.22	85.3	90.02	90.24	85.28
N6	55.73	71.69	84.92	89.05	90.61	85.85
N5	55.91	71.73	84.88	88.71	89.98	87.33
N4	54.09	70.59	83.99	88.49	88.49	86.03
N3	54.46	71.28	83.9	88.59	89.08	86.18
N2	54.77	70	82.86	88.5	88.99	86.81
N1	54.85	72.18	83.64	88.47	89.42	85.36

Hasil pengukuran kebisingan di seluruh area pompa boiler feed water dapat menunjukkan distribusi kebisingan yang ada di area pompa. Distribusi kebisingan tersebut dapat dipisahkan menurut frekuensinya sehingga dapat diketahui pada frekuensi berapa tingkat kebisingan paling tinggi. Pengolahan data hasil pengukuran menjadi noise map menggunakan software Surfer versi 9.0. Berikut adalah hasil noise mapping untuk frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz di area pompa boiler feed water.



Gambar 2 Noise map area pompa boiler feed water pada frekuensi 125 Hz

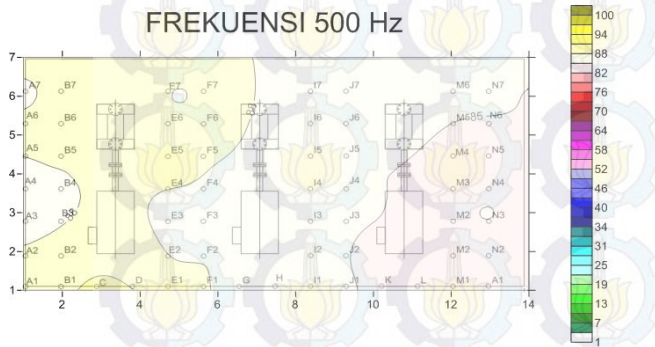


Gambar 3 Noise map area pompa Boiler feed water pada frekuensi 250 Hz

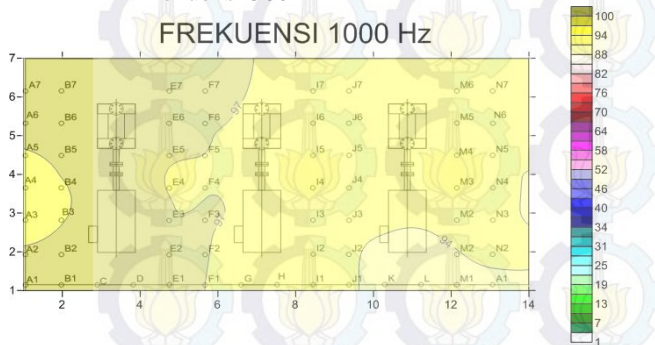
Hasil noise mapping area pompa boiler feed water pada frekuensi 125 Hz menunjukkan bahwa tingkat tekanan bunyi terdapat di sekitar pompa yang sedang beroperasi. Di sekitar pompa tingkat tekanan bunyi memiliki nilai yang seragam yaitu pada level 58 dB. Sedangkan untuk pengukuran dengan jarak yang lebih jauh mengalami penurunan hingga 55 dB. Penurunan tersebut disebabkan karena tingkat tekanan bunyi yang terukur akan berkurang seiring bertambahnya jarak penerima dari sumber bising. Sedangkan untuk tingkat tekanan bunyi yang lebih dari 58 dB disinyalir disebabkan oleh suara dari pompa yang sedang berputar. Karena pada titik E6 dan E7 adalah letak dari pompa.

Pada frekuensi 250 Hz terlihat bahwa sebaran tingkat kebisingan tertinggi berada di sekitar pompa yang beroperasi. Distribusi tingkat tekanan bunyi yang menurun jelas sekali tampak terlihat seperti terdapat penghalang yang menyebabkan turunnya tingkat tekanan bunyi. Berdasarkan kemungkinan tersebut kemudian dibandingkan dengan area pompa boiler feed water secara keseluruhan untuk mengetahui penyebab peristiwa tersebut. Setelah dilakukan perbandingan kedua gambar tersebut penyebab fenomena tersebut dimungkinkan karena pada saat pengukuran dilakukan

terhalang oleh pompa 2. Dimana pada titik G1, G2 dan G3 terhalang oleh motor listrik.

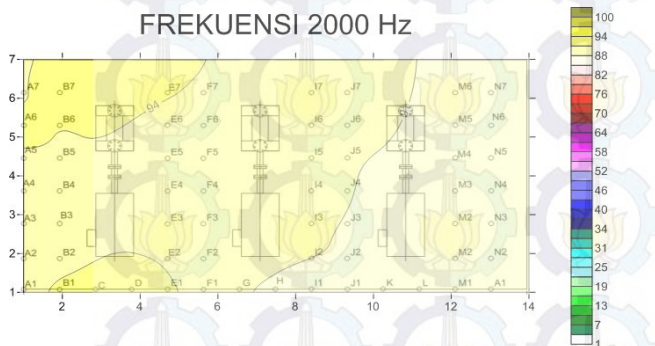


**Gambar 4** Noise map area pompa Boiler feed water pada frekuensi 500 Hz

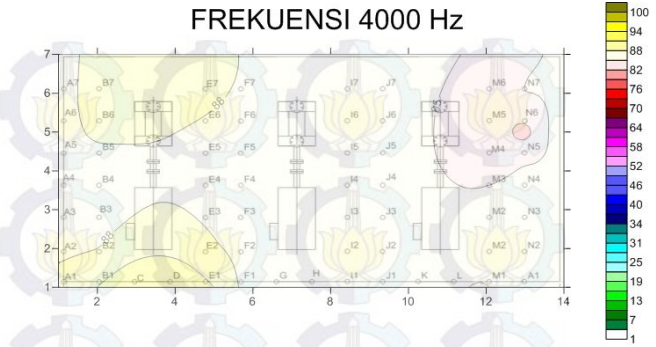


**Gambar 5** Noise map area pompa Boiler feed water pada frekuensi 1000 Hz

Hasil *noise mapping* pada frekuensi 500 Hz dan 1000 Hz menunjukkan distribusi tingkat kebisingan tertinggi berada di sekitar pompa. Hal ini diperjelas oleh kontur yang dari tingkat kebisingan yang berada di posisi pompa yang sedang beroperasi. Selain itu pada frekuensi 500 Hz pada titik pengukuran J1 sampai N1 terdapat adalah batas perbedaan bising dapat dirasakan oleh telinga manusia. Karena manusia dapat membedakan perbedaan bunyi apabila memiliki selisih 3 dB. Kondisi demikian dapat disebabkan karena bertambahnya jarak penerima dengan sumber bunyi atau pengaruh dari sumber lain yang berada di dekat area pompa boiler feed water. Namun penyebab hal tersebut kemungkinan adalah berkurangnya tingkat tekanan bunyi akibat jarak dan penghalang yang menghalangi di saat pengukuran dilakukan.



**Gambar 6** Noise map area pompa Boiler feed water pada frekuensi 2000 Hz



**Gambar 7** Noise map area pompa Boiler feed water pada frekuensi 250 Hz

Gambar 6 dan 7 menunjukkan hasil *noise mapping* pada frekuensi 2000 Hz dan 4000 Hz. Kedua frekuensi tersebut tergolong frekuensi yang tinggi dimana akan mudah terpantul dari pada diteruskan oleh penghalang. Akan tetapi apabila tidak ada penghalang maka bunyi dengan frekuensi tinggi akan bergerak lurus dari sumber. Pada frekuensi 2000 Hz distribusi tingkat kebisingan yang tampak pada gambar tidak menunjukkan bahwa sumber bunyi berasal dari pompa yang sedang beroperasi. Pola distribusi yang hampir merata menyebabkan kesulitan dalam menentukan sumber kebisingan yang tertinggi. Akan tetapi pada titik B6, B7 dan E7 berada pada posisi pompa yang sedang beroperasi. Sedangkan pada B1, C dan D merupakan posisi fan dari motor berada. Sehingga pada frekuensi 2000 Hz kebisingan tertinggi disebabkan karena fan motor dan pompa. Pada frekuensi 4000 Hz tingkat kebisingan tertinggi terletak pada posisi pompa dan fan motor.

Berdasarkan informasi yang diperoleh sesuai dengan analisa *noise mapping* di atas dapat diambil kesimpulan bahwa di sekitar pompa boiler feed water tingkat kebisingan tertinggi yang terukur. Dimana pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz tingkat kebisingan tertinggi mengarah pada pompa yang sedang beroperasi. Pengendalian yang dilakukan lebih terfokus kepada pengendalian kebisingan pompa dimana metode yang dipilih adalah metode perancangan enclosure.

*D. Perancangan enclosure*

Hasil *noise mapping* menunjukkan bahwa pada frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz tingkat kebisingan tertinggi terjadi. Setelah dilakukan pengamatan data hasil pengukuran diketahui bahwa pada titik C adalah lokasi dimana tingkat kebisingan tertinggi terjadi. Secara keseluruhan tingkat kebisingan yang terukur sebesar 100 dBA. Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan besarnya *transmission loss* dari enclosure nantinya. Perhitungan *transmission loss* mengacu pada persamaan 3 dimana besarnya NR adalah selisih antara tingkat kebisingan terukur ( $L_{p1}$ ) dengan tingkat kebisingan yang diinginkan ( $L_{p2}$ ). Setelah dilakukan perhitungan diperoleh besarnya *transmission loss* sebagai berikut

Tabel 3 Hasil perhitungan *transmission loss* dari enclosure

TL, dB	Frekuensi (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
	20,2	29,72	39,09	38,63	37,45	36,28

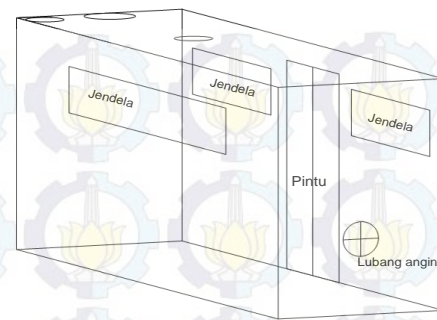
Dalam perancangan enclosure terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan, diantaranya adalah kemudahan dalam pengamatan pompa yang sedang beroperasi, kemampuan untuk mereduksi kebisingan dan akses yang mudah apabila pompa mengalami kerusakan. Dimensi dari jendela ditentukan sebesar  $1,2 \text{ m}^2$  yang terbagi menjadi 2 bagian dimana masing-masing memiliki luas sebesar  $0,6 \text{ m}^2$ . Untuk ukuran panjang dan tinggi dari jendela adalah  $1,5 \text{ m}$  untuk panjang dan  $0,4 \text{ m}$  untuk tinggi. Dari dimensi jendela yang telah ditentukan terlebih dahulu tersebut dapat mempermudah dalam melakukan perhitungan dimensi dari dinding enclosure.

Tabel 4 Luas partisi dari masing-masing bahan setelah dilakukan perhitungan

Material	Frekuensi (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Brick, 4 inch	-0,64	-0,41	-0,6	0,71	9,6	-1,45
Cinder Block, 7 5/8 inch, hollow	-12	-0,59	-0,13	-6,34	-1,28	-1,2
Concrete Block 6 inch, lightweight, painted	-0,64	-0,41	-0,6	0,71	9,6	-1,45
Concrete, 4 inch	-0,66	-0,45	-0,6	-0,51	-1,37	-1,2
Curtain, lead vinyl, 1 1/2 lb/ft <sup>2</sup>	-33,52	0,09	-0,02	0,07	1,37	-1,53
Lead 1 3/2 inch	-1,68	0,12	-0,04	0,12	-2,4	-1,45
Lead vinyl 1 lb/ft <sup>2</sup>	0,25	0,02	0,0006	0,03	0,08	0,71
Fiber tile, filled mineral, 5/8 inch	-0,64	-0,76	-0,48	-0,51	-1,13	-1,16
Panels, perforated metal with mineral fiber insulator, 4 inch	-0,68	-0,5	2,4	-0,38	-1,09	-1,16
Plywood, 1/4 inch, 0.7 lb/ft <sup>2</sup>	22,91	0,39	0,005	0,01	0,14	0,16
Plywood, 3/4 inch, 2 lb/ft <sup>2</sup>	-0,98	0,06	-0,03	0,02	0,06	0,16
Steel, 18 gauge 2 lb/ft <sup>2</sup>	48,61	0,03	0,07	0,1	1,37	-1,25
Steel, 16 gauge, 2,5 lb/ft <sup>2</sup>	-3,38	-4,8	-0,17	0,71	-2,4	-1,26

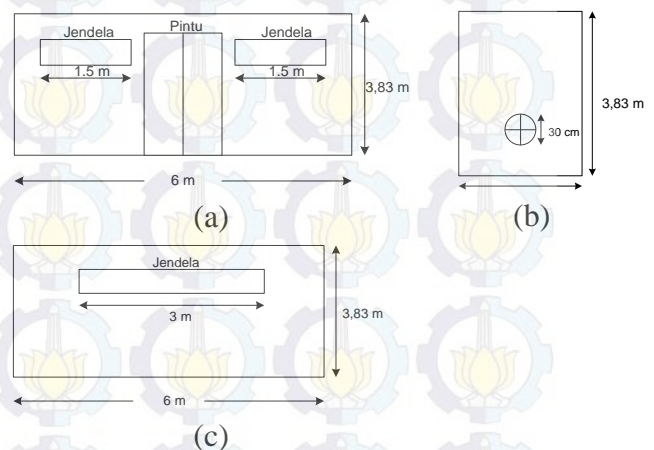
\*Nilai di atas dalam satuan  $\text{m}^2$

Dari hasil perhitungan luas partisi dari enclosure diketahui bahwa bahan plywood dengan tebal  $1/4$  inch memiliki nilai yang memenuhi syarat dalam perancangan enclosure, yaitu tidak memiliki nilai negatif. Sementara pada bahan yang lainnya menunjukkan nilai negatif pada frekuensi tertentu. Dari nilai yang tertera dipilih yang paling besar yaitu  $22,91 \text{ m}^2 \approx 23 \text{ m}^2$  sebagai luasan dari partisi.



Gambar 8 Desain enclosure secara umum

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa enclosure memiliki sebuah pintu, 3 buah jendela yang pada tugas akhir ini dipilih bahan dari kaca. Jendela tersebut hanya berfungsi sebagai sarana untuk mempermudah petugas apabila melakukan pengecekan. Karena diketahui bahwa setiap 2 jam sekali terdapat pengecekan yang dilakukan oleh petugas guna memastikan pompa bekerja dengan baik. Setelah itu terdapat sebuah lubang angin yang letaknya di bawah. Letak lubang angin disesuaikan dengan posisi dari fan yang ada pada motor listrik. Sementara untuk lubang-lubang yang letaknya di atas adalah lubang untuk pipa-pipa input-output dari pompa. Gambaran umum tentang ukuran dari tiap komponen dapat dilihat pada gambar 4.8



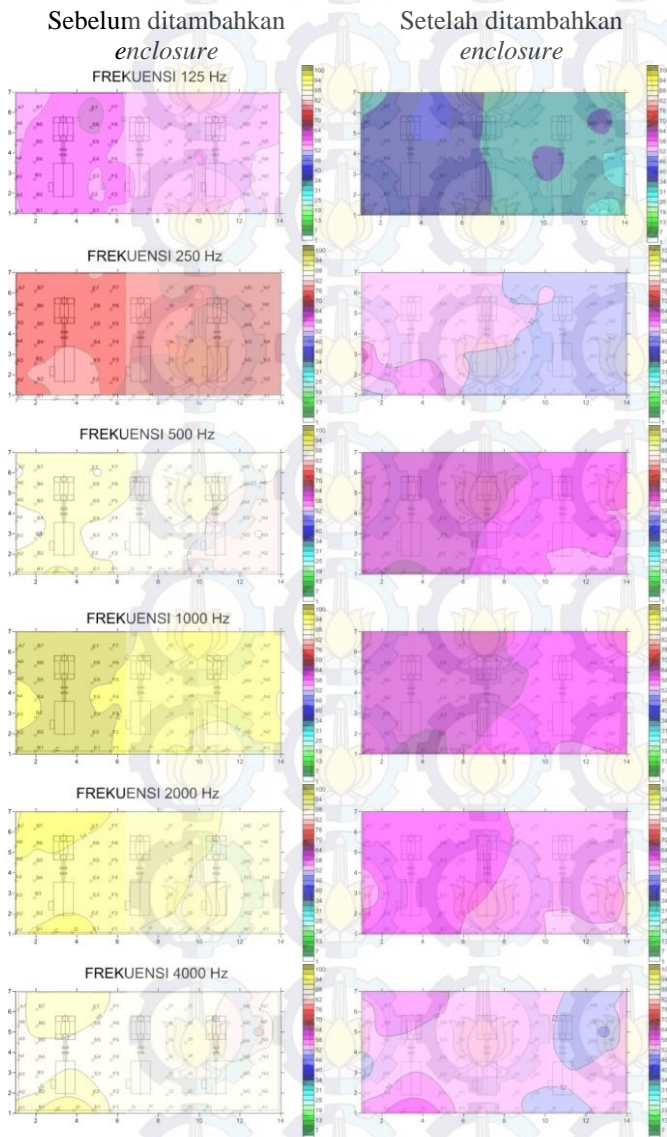
Gambar 4.8 Dimensi komponen enclosure, (a) Dimensi dari jendela dan ketinggian dari permukaan tanah, (b) diameter lubang angin, (c) dimensi dari pintu

Setelah desain utama telah ditentukan kemudian dilakukan modifikasi terhadap dimensi dari dinding. Pada penelitian ini ukuran panjang, lebar dan tinggi dari enclosure dibedakan menjadi 3 sehingga terdapat 3 model enclosure. Sementara untuk ukuran pintu dan kaca pada enclosure tidak mengalami perubahan. Hal ini untuk mengetahui hubungan antara luasan dinding enclosure dengan transmission loss. Setelah terdapat beberapa model dari enclosure selanjutnya menghitung besarnya koefisien rata-rata dari bahan tersebut menggunakan persamaan 6. Dari koefisien rata-rata tersebut dapat diketahui besarnya transmission loss dari enclosure.

Tabel 4 Hasil perhitungan *transmission loss* dari *enclosure*

	Frekuensi (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
TL, dB	17,17	15,23	20,22	24,21	28,24	27,21

Hasil dari perancangan *enclosure* adalah besarnya tingkat tekanan bunyi yang keluar dari *enclosure* telah sesuai dengan *set point* atau belum. Dari hasil perhitungan telah diperoleh besarnya tingkat tekanan bunyi setelah melewati *enclosure*. Data-data tersebut kemudian diolah kedalam *noise mapping* dimana data-data tersebut akan terlihat bagaimana pola sebaran tingkat kebisingan yang terjadi di area pompa *boiler feed water*.



**Gambar 4.9** Perbandingan sebaran tingkat tekanan bunyi di area pompa *boiler feed water* sebelum dengan sesudah ditambahkan *enclosure*

### E. Diskusi

Dari hasil *noise mapping* diperoleh hasil yaitu setelah penambahan *enclosure* terdapat perbedaan yang sangat mencolok antara tingkat tekanan bunyi sebelum ditambahkan *enclosure* dengan setelah penambahan *enclosure*. Dari hasil *noise mapping* setelah pompa ditambahkan *enclosure*, pola sebaran kebisingan pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz dan 2000 Hz memiliki pola sebaran yang hampir sama. Tingkat kebisingan pada frekuensi tersebut di rentang 58 dBA – 63 dBA. Sedangkan pada frekuensi yang lainnya tingkat kebisingannya berada di bawah rentang tersebut. Pada titik C1 merupakan titik yang memiliki tingkat kebisingan paling tinggi pada saat pengukuran dilakukan. Tingkat kebisingan tertinggi terjadi pada frekuensi 1000 Hz yaitu sebesar 94,63 dBA dan pada frekuensi 2000 Hz, yaitu sebesar 94,65 dBA. Setelah ditambahkan *enclosure* pada titik yang sama mengalami pengurangan yaitu pada frekuensi 1000 Hz menjadi 64,42 dBA dan pada frekuensi 2000 Hz menjadi 60,41. Sedangkan untuk tingkat kebisingan pada frekuensi yang lainnya mengalami penurunan sesuai dengan nilai *transmission loss* yang telah diketahui.

### III. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut dari ketiga model *enclosure* yang telah dibuat, yaitu yang terdiri dari bahan *plywood* dengan tebal  $\frac{1}{4}$  inch. Desain dari *enclosure* terdiri dari 3 buah jendela, satu buah pintu dan sebuah lubang angin sebagai lubang keluar angin dari *fan* pompa. Dari hasil perhitungan diperoleh untuk luas dinding partisi sebesar 23 m<sup>2</sup>. Tingkat kebisingan tertinggi di area pompa *boiler feed water* terjadi pada frekuensi 1000 Hz yaitu sebesar 94,63 dBA dan pada frekuensi 2000 Hz, yaitu sebesar 94,65 dBA. Setelah ditambahkan *enclosure* pada titik yang sama mengalami pengurangan yaitu pada frekuensi 1000 Hz menjadi 64,42 dBA dan pada frekuensi 2000 Hz menjadi 60,41 dBA.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fredianta, Dedy. Dkk. 2013. *Analisis kebisingan untuk mereduksi dosis paparan bising di pt. xyz*
- [2] Barron F Randall. 2003. *Industrial Noise Control And Acoustics*. Merzell Dekker. New York
- [3] Salvendy, Gabriel. 1997. *Human Factors and Ergonomics*. Second Edition. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- [4] Smith, B.J. 1996. *Acoustics And Noise Control*. Addison Wesley Longman Ltd., Essex
- [5] Irwin, J.D. 1979. *Industrial Noise and Vibration Control*. Prentice Hall Inc., NJ
- [6] Kurniawan, Aditya. 2010. *Pengendalian Kebisingan Pada Rumah Pompa Pdam di Ketegan* Surabaya. ITS
- [7] Faradilla, Novantri. 2009. *Pengendalian kebisingan pada industry pencuci pasir di pt. Mahardika Prakarsa*. Rembang-Jawa tengah. ITS