

# Pengaruh Variasi Jenis Bahan Terhadap Pola Hamburan pada Difuser MLS (*Maximum Length Sequences*)

Fajar Kurniawan, Lila Yuwana, Gontjang Prajitno

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

*E-mail:* lila@physics.its.ac.id

**Abstrak**—Difuser secara umum terdapat 2 jenis yaitu difuser MLS dan QRD. Difuser biasanya terbuat dari material padat yang digunakan untuk penyerapan suara dalam ruangan. Pengaruh variasi bahan kayu dan kaca terhadap pola hamburan pada difuser MLS telah dipelajari. Difuser yang digunakan dalam pengujian adalah difuser MLS model 10101010101 dengan lebar tonjolan 0,04 m. Pada semua pengujian yang dilakukan digunakan sumber bunyi  $\pm 83$  dB. Berdasarkan analisis yang dilakukan didapatkan bahwa variasi bahan kayu dan kaca tidak berpengaruh pada bentuk pola hamburan yang dihasilkan, tetapi berpengaruh pada nilai SPL hamburannya dimana nilai SPL hamburan kaca lebih besar dibandingkan dengan SPL hamburan kayu.

**Kata kunci**—difuser, MLS, pola hamburan, SPL

## I. PENDAHULUAN

Pada umumnya ruangan seperti ruang auditorium membutuhkan desain ruang akustik yang memiliki waktu dengung yang cukup tinggi. Hal ini bisa dilakukan dengan menambahkan material akustik seperti material reflektor. Akan tetapi penggunaan material reflektor ini dapat menyebabkan terjadinya gema. Untuk mengatasi hal ini, maka digunakan material akustik berupa difuser. Difuser merupakan material akustik yang keras dan memiliki permukaan yang tidak rata, serta memiliki fungsi untuk menghamburkan bunyi. Penggunaan difuser dapat meningkatkan waktu dengung tanpa menyebabkan gema dan distribusi SPL yang merata karena difuser tidak mengurangi energi bunyi yang datang.

Trevor J. Cox dan Peter D'Antonio menjelaskan bahwa ada tiga aspek yang harus diperhatikan ketika membuat difuser yaitu koefisien absorpsi, koefisien difusi dan koefisien hamburan [1]. Penelitian sebelumnya oleh Heru dilakukan dengan menguji difuser MLS yang terbuat dari kayu [2]. karena terdapat bahan yang lebih reflektif dari pada kayu maka dalam artikel ini akan dilakukan penelitian tentang difuser *Maximum Length* terkait dengan pola hamburan difuser yang dilapisi kaca. Bahan kaca dipilih karena memiliki koefisien

penyerapan yang lebih rendah dari pada kayu dengan kata lain difuser dengan dilapisi kaca akan lebih reflektif dari pada difuser kayu.

## II. TEORI

### A. Interaksi Gelombang Dengan Permukaan Difuser

Perilaku bunyi di dalam ruang dapat bermacam-macam bergantung dari karakteristik dan frekuensi bunyi yang merambat pada ruangan tersebut. Pada dasarnya perilaku bunyi ketika mengenai suatu permukaan atau merambat dalam ruang memiliki beberapa peristiwa yang terjadi yaitu bunyi diserap, dipantulkan, dihamburkan, dan dibelokkan (difraksi) [2].

### B. Difuser

Difuser merupakan material akustik yang digunakan untuk memperbaiki penyimpangan suara dalam ruangan seperti gema. Dibandingkan dengan menggunakan dinding pemantul yang menyebabkan sebagian besar energi dipantulkan pada sudut yang sama dengan sudut datang, difuser akan menyebabkan energi bunyi akan terpancar ke berbagai arah, sehingga membuat ruangan lebih difusif [3].

### C. Struktur Permukaan Difuser

Salah satu material yang digunakan untuk pengaturan akustik ruang dikenal dengan difuser yang merupakan material akustik padat, keras dan mempunyai bentuk permukaan tidak rata (bergelombang, bergerigi, dsb) [4].

Struktur geometris mencerminkan penyebaran bunyi masuk jika dimensi mereka berada di urutan besarnya panjang gelombang suara itu. Selain ketinggian penyimpangan permukaan, panjang dan lebar juga penting [5].

### D. Macam-Macam Difuser

Secara umum difuser terdiri dari 2 jenis yaitu difuser MLS (*Maximum Length Sequences*) dan QRD (*Quadratic Residue Diffusor*). MLS merupakan difuser yang hanya mempunyai 2

kedalaman yang berbeda yaitu 0 dan 1. Angka 1 menunjukkan sumur dan angka 0 menunjukkan tonjolan. Kombinasi angka 0 dan 1 akan membentuk satu modul difuser. Sedangkan pada QRD memiliki sumur dengan kedalaman berbeda yang dipisahkan dengan dinding tipis.

*E. Penjumlahan Desibel*

Prosedur penjumlahan desibel dapat dibuat cepat dengan menggunakan nomograf. Untuk memudahkan pembacaan skala nomograf yang sering digunakan seperti ditunjukkan Tabel 1 [2].

Tabel 1 Selisih untuk penjumlahan dB

Selisih antara dua tingkat bunyi (dB)	dB yang harus ditambahkan pada tingkat bunyi yang lebih tinggi
0 atau 1	3
2 atau 3	2
4-9	1
≥ 10	0

*F. Tingkat Kebisingan Sekitar (Background Noise)*

Dalam akustik *background noise* merupakan semua bunyi yang ada selain dari bunyi utama. Kebisingan merupakan sebuah gangguan atau polusi bunyi. *Background noise* memegang peranan penting dalam pengujian dibidang akustik. Setiap tempat memiliki tingkat Background noise yang berbeda yang disebabkan perbedaan aktivitas di sekitar tempat tersebut.

Pengukuran SPL *background noise* selalu dilakukan diawal pengujian akustik. Selanjutnya bunyi yang diukur diatur agar nilai SPL yang didapatkan 10 dB di atas SPL *background noise*. Sesuai dengan Tabel 1, jika dua bunyi memiliki selisih 10 dB atau lebih maka jumlah SPL totalnya adalah SPL tertinggi. Oleh karena itu, bunyi yang terdengar adalah bunyi tertinggi saja. Hal ini menunjukkan bahwa bunyi yang terukur adalah bunyi yang akan diamati saja. Berdasarkan hal tersebut, penting dilakukan pengukuran *background noise* diawal pengujian untuk meminimalisir pengaruh *background noise* [6].

III. METODE PENELITIAN

*A. Alat yang digunakan*

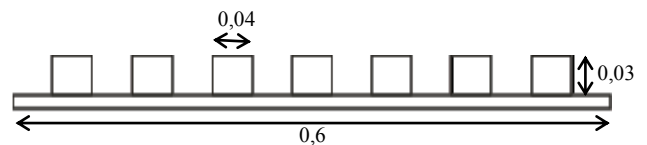
Peralatan yang digunakan pada pengukuran ini antara lain :

- i. Personal Computer (PC/Laptop): PC berfungsi sebagai penghasil sumber bunyi impuls dari *Realtime analyzer*.
- ii. Amplifier : berfungsi sebagai penguat bunyi yang dikeluarkan dari PC sebelum masuk ke spiker.

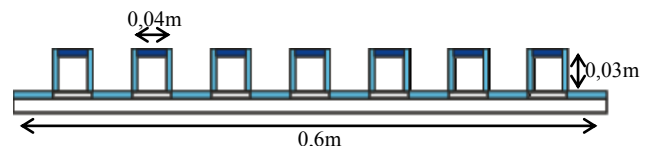
- iii. Speaker : berfungsi mengeluarkan bunyi yang telah dikuatkan oleh *amplifier* dan merupakan sebagai sumber bunyi.
- iv. Sound Lever Meter (SLM): berfungsi sebagai mikrofon untuk pembaca nilai peluruhan bunyi yang terjadi.
- v. Statip: berfungsi sebagai pemegang bahan uji (difuser) agar berada pada posisi yang diinginkan dalam penelitian ini dibutuhkan dua buah statip yang digunakan pada difuser dan spiker.
- vi. Tripod: berfungsi sebagai tempat pemegang microfon agar microfon tepat pada jarak posisi dan sudut yang diinginkan.
- vii. Software Microsoft exel berfungsi untuk menganalisa data dan memodelkan pola hamburan.

*B. Perancangan dan pembuatan difuser*

Difuser yang digunakan pada pengukuran ini merupakan difuser MLS dengan model 1010101010101. Jenis variasi bahan yang digunakan adalah bahan kayu tanpa dilapisi kaca (skema ditunjukkan Gambar 1) dan dengan dilapisi kaca (Gambar 2). Alas difuser terbuat dari kayu lapis dengan ukuran 0.6 m x 0.6 m, dengan tebal 0,01 m sedangkan tonjolan terbuat dari kayu dengan ukuran lebar dan tinggi 0,04 m x 0,03 m. Difuser jenis kedua ini terbuat dari bahan yang sama yaitu kayu hanya saja dilapisi kaca pada permukaannya dengan ketebalan kaca 0,005 m. Dengan ditamhkannya kaca pada permukaan difuser maka ukuran tonjolan kayu yang digunakan lebih kecil dari pada difuser yang tanpa dilapisi kaca. Pada difuser ini, tonjolan kayu mempunyai ukuran lebar dan tinggi 0,03 m x 0,025 m dan dilapisi kaca dengan ketebalan 0,005 m sehingga ukuran tonjolan tetap sama dengan difuser yang tanpa dilapisi kayu yaitu 0,04 m x 0,03 m. Ukuran kedua difuser ini dibuat sama agar nantinya hasil yang didapatkan dari kedua difuser ini dapat dibandingkan.



Gambar 1. Potongan difuser MLS kayu 1010101010101



Gambar 2. Potongan diffuser MLS dilapisi kaca 1010101010101

Untuk menyesuaikan kondisi pola hamburan yang baik dari refrensi sebelumnya serta ingin mengetahui pengaruh lapisan

kaca terhadap terhadap difuser kayu maka difuser dibuat dengan dengan lebar tonjolan dan lebar celah  $w = 0,04$  m. Difuser dengan lebar  $0,04$  m memiliki nilai efektifitas hamburan yang baik pada frekuensi  $4250$  Hz berdasarkan perhitungan pada persamaan (1) dan persamaan (2).

$$w = \frac{\lambda_{min}}{2} \tag{1}$$

atau

$$0,04 \text{ m} = \frac{\lambda_{min}}{2}$$

sehingga

$$\begin{aligned} \lambda_{min} &= 0,04 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,08 \text{ m} \end{aligned}$$

dengan demikian

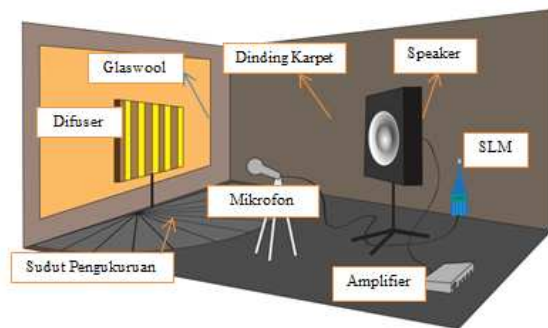
$$\begin{aligned} f &= \frac{v}{\lambda} \tag{2} \\ f &= \frac{340}{0,08} \\ f &= 4250 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Hasil diatas menunjukkan frekuensi desain difuser adalah  $4250$  Hz, Sehingga difuser yang dibuat diharapkan dapat menghamburkan bunyi dengan baik pada frekuensi  $4250$  Hz untuk difuser kayu ataupun dilapisi kaca.

**C. Proses Pengambilan Data**

Metode pengukuran pola hamburan diffuser yang dilakukan terdiri dari berberapa langkah :

1. Merangakai dan menyiapkan bahan seperti pada Gambar 3. Pengukuran dilakukan dengan difuser kayu, difuser dilapisi kaca dan tanpa difuser.



**Gambar 3.** Sketsa pengukuran pola hamburan

2. Mengkalibrasi SLM dengan menggunakan pistonphone kalibrator rion type NL-72. Kalibrasi dilakukan dengan cara memasang kalibrator pada microphone yang terhubung dengan SLM kemudian pada SLM disetting pada mode filter pada frekuensi  $250$  Hz dan range pembacaan dinaikan sampai  $120$  dB, kemudian nilai bunyi yang terbaca pada SLM type NL-14 disesuaikan dengan nilai yang tertera pada kalibrator Rion yaitu  $SPL$   $113,9$  untuk frekuensi  $250$  Hz, Proses kalibrasi dilakukan dengan cara menekan tombol Cal pada SLM NL-20 kemudian memutar

scrup kecil bertuliskan cal yang berada disamping kanan SLM dengan obeng minus kekanan atau ke kiri, kemudian di tekan tombol cal lagi untuk melihat apakah nilainya sudah sesuai. Kalau belum sesuai ditekan tombol cal lagi dan diputar sampai ketika ditekan tombol cal sudah sesuai dengan nilai kalibrator.

3. Menentukan peletakan speaker dan mikrofon dalam ruang uji, peletakan dalam ruang seperti pada gambar.
4. Pengukuran dilakukan menggunakan difuser dan tanpa difuser, pengukuran menggunakan difuser menunjukkan bahwa bunyi yang diterima mikrofon merupakan bunyi datang dari sumber dan bunyi dari pantulan difuser sedangkan yang tanpa difuser menunjukkan bunyi datang saja, untuk menentukan nilai dari pantulan difuser atau spl hamburan maka digunakan persamaan (3) berikut:

$$P_{total}^2 = P_{ref}^2 \left[ \left( 10^{\frac{SPL_d}{10}} \right) + \left( 10^{\frac{SPL_{TD}}{10}} \right) + \dots \right] \tag{3}$$

Sehinga SPL dari gelombang bunyi yang dihamburkan oleh difuser dapat dicari dengan persamaan berikut ini :

$$SPL_{sc} = SPL_d - SPL_{TD}$$

$$SPL_d = 10 \text{ Log} \left[ \frac{P_d}{P_{sc}} \right]^2$$

$$SPL_{TD} = 10 \text{ Log} \left[ \frac{P_{TD}}{P_{sc}} \right]^2$$

$$P_{sc}^2 = P_d^2 - P_{TD}^2$$

$$P_{sc}^2 = P_{ac}^2 \left[ \left( 10^{\frac{SPL_d}{10}} \right) - \left( 10^{\frac{SPL_{TD}}{10}} \right) \right]$$

Berdasarkan persamaan diatas, maka didapatkan SPL gelombang bunyi terhambur :

$$SPL_{sc} = 10 \text{ Log} \left[ \frac{P_{sc}}{P_{ac}} \right]^2 \tag{4}$$

Keterangan :

- $SPL_d$  : SPL dengan difuser (dB)
- $SPL_{TD}$  : SPL tanpa difuser (dB)
- $SPL_{sc}$  : SPL hamburan (dB)
- $P_d$  : Tekana bunyi dengan difuser ( $N/m^2$ )
- $P_{TD}$  : Tekana bunyi tanpa difuser ( $N/m^2$ )
- $P_{sc}$  : Tekana bunyi yang dihamburkan ( $N/m^2$ )
- $P_{ac}$  : Tekana acuan atau referensi ( $2 \cdot 10^{-5} N/m^2$ )

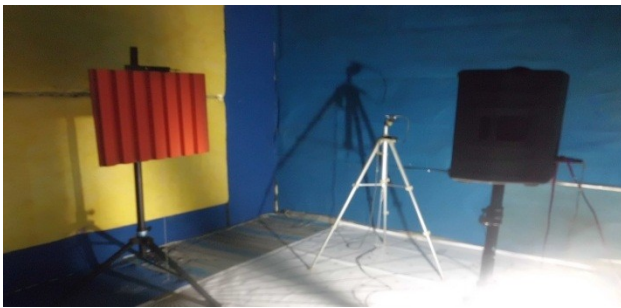
**IV. HASIL PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN**

**A. Ruang Uji**

Pengujian pola SPL hamburan difuser dilakukan di Laboratorium Akustik Jurusan Fisika FMIPA ITS. Ruang uji berbentuk kotak yang digunakan berukuran :

- Panjang :  $3,5$  m
- Lebar :  $3,5$  m
- Tinggi :  $2,75$  m

Dinding ruang uji terbuat dari triplek yang hampir seluruhnya dilapisi oleh bahan yang dapat menyerap bunyi. Bahan penyerap yang digunakan adalah karpet yang dipasang pada semua sisi ruangan (sisi kanan, kiri, atas, bawah, belakang, dan sebagian pada sisi depan) serta *rockwool* dan *glasswool* pada sisi depan ruangan (lihat Gambar 4). Pelapisan pada dinding dengan bahan yang dapat menyerap bunyi ini bertujuan untuk mengurangi pantulan bunyi dari dinding sehingga diharapkan hanya pantulan bunyi dari difuser yang dapat ditangkap oleh mikrofon.



**Gambar 4.** Ruang Uji di Laboratorium Akustik Jurusan Fisika FMIPA ITS

**B. Bahan Uji**

Difuser MLS yang digunakan pada pengujian ini terdapat 2 jenis yaitu difuser kayu dan difuser kayu dengan dilapisi kaca pada permukaannya. Difuser yang digunakan menggunakan model MLS 1010101010101. Alas difuser terbuat dari kayu lapis dengan ukuran 0,6 m x 0,6 m, dengan tebal 0,01 m sedangkan tonjolan terbuat dari kayu dengan ukuran lebar dan tinggi 0,04 m x 0,03 m. Untuk difuser yang dilapisi kaca juga memiliki model 1010101010101 dengan ukuran yang sama dengan difuser yang tanpa dilapisi kaca. Difuser jenis kedua ini terbuat dari bahan yang sama yaitu kayu hanya saja dilapisi kaca pada permukaannya dengan ketebalan kaca 0,005 m. Ukuran kedua difuser ini dibuat sama agar nantinya hasil yang didapatkan dari kedua difuser ini dapat dibandingkan.



(a)



(b)

**Gambar 4.2** Difuser MLS 101010101010101 (a) kayu (b) kayu dilapisi kaca.

**C. Data Pengukuran Tingkat Bising Sekitar**

Pengukuran tingkat bising sekitar ini sangat diperlukan agar hasil bunyi tidak berasal dari tingkat bising sekitar. Data pengukuran tingkat bising sekitar ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Data tingkat bising sekitar

Frekuensi	Tingkat bising sekitar (dB)
125	50.5
250	41.7
500	37.4
1000	25
2000	15.7
4000	13.2
8000	14

**D. Data SPL Pengukuran Difuser Tanpa Dan Dengan Difuser**

Hasil pengukuran SPL dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** Data pengukuran SPL pada difuser MLS

Sudut	SPL (dB)					
	Tanpa difuser		Difuser kayu		Difuser dilapisi kaca	
	125 Hz	4000 Hz	125 Hz	4000 Hz	125 Hz	4000 Hz
0	68,48	75,03	68,6	76,16	68,99	76,43
10	68,4	74,71	70,18	76	70,42	76,3
20	70,69	75,28	71,49	77,2	71,85	77,4
30	71,81	75,97	73,35	77,6	73,61	77,67
40	72,76	76,58	74,73	78,47	75,58	78,52
50	75,47	78,82	75,75	79,76	76,05	79,97
60	75,55	79,6	77,65	81,26	77,67	81,19
70	76,6	80,59	77,77	82,21	78,17	82,38
80	76,04	82,29	77,79	83,79	77,83	83,72
90	75,71	83,32	77,95	84,53	78,13	84,55
100	77,51	81,69	78,28	83,51	78,38	83,35
110	76,86	79,97	77,19	81,15	77,58	81,59
120	75,84	78,96	76,35	79,78	76,67	80,04
130	75,42	78,22	75,62	79,2	75,92	79,36
140	74,43	76,98	74,71	78,23	75,31	78,35
150	74,66	76,01	74,77	77,39	74,9	77,34
160	72,33	75,03	72,44	76,58	72,48	76,6
170	70,62	74,76	70,84	76,02	70,9	76,05
180	69,64	75,06	70,16	75,88	70,18	76,01

**E. Data Hasil Perhitungan**

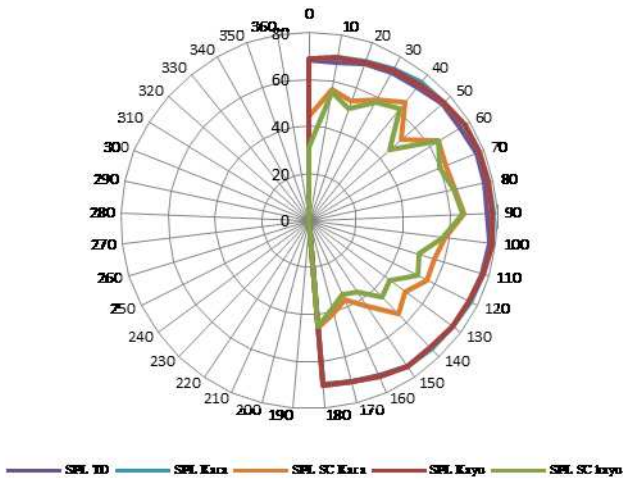
Perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menghitung bunyi yang dipantulkan oleh difuser dan tanpa difuser menggunakan metode penjumlahan desibel. Dimana tekanan bunyi yang ditangkap mikrofon saat pengukuran menggunakan difuser diasumsikan gabungan dari bunyi pantul/hamburan dari difuser dan bunyi datang, sedangkan untuk pengukuran difuser tanpa menggunakan difuser diasumsikan hanya bunyi datang. Sehingga selisih antara nilai



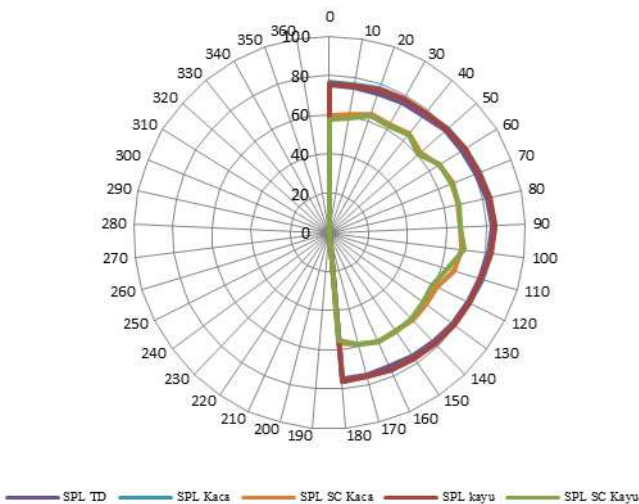
dari tanpa dan menggunakan difuser bisa diartikan sebagai nilai bunyi pantul saja (bunyi yang dihamburkan) pengurangan dilakukan dengan menggunakan penjumlahan desibel seperti pada persamaan 4. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil pola hamburan difuser seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.

*F. Pembahasan*

Berdasarkan hasil perhitungan besarnya bunyi yang dihamburkan difuser dapat dilihat pada Tabel 4.4. Untuk mempermudah pembacaan maka ditampilkan perbedaan sinyal antara bunyi yang datang pada difuser dan bunyi yang dihamburkan pada difuser tanpa dan dengan dilapisi kaca pada difuser MLS ditampilkan dalam Grafik polar.



**Gambar 6** Pola hamburan difuser MLS dengan lebar 0,04 m frekuensi 125 Hz



**Gambar 7** Pola hamburan difuser MLS dengan lebar 0,04 m frekuensi 4000 Hz

Dari grafik polar menunjukkan nilai SPL pada difuser yang dilpisi kaca memiliki nilai yang lebih besar karena pada difuser tersebut kaca memiliki nilai refleksi yang lebih baik

sehingga energy bunyi yang dihamburkan lebih banyak daripada bahan kayu

Selain itu terlihat pada grafik bahwa bentuk pola hamburan difuser yang dilpisi kaca memiliki fluktuasi bentuk yang sama seperti difuser kayu dari situ menunjukkan bahwa pemberian lapisan kaca tidak mempengaruhi bentuk pola hamburan yang dihasilkan. Bentuk pola hamburan disebabkan oleh karakteristik dari difuser masing-masing, difuser MLS dengan desain lebar 0,04 m memiliki pola hamburan yang merata pada frekuensi 4250 Hz, pada Gambar 7 menunjukkan bahwa difuser memiliki bentuk pola hamburan yang paling merata pada frekuensi 4000 Hz hal ini menunjukkan pola hamburan yang dihasilkan sesuai dengan frekuensi desain yang dibuat baik pada difuser dilapisi kaca ataupun tanpa dilapisi kaca

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan perhitungan pada tugas akhir ini dapat disimpulkan berberapa hal sebagai berikut :

1. Pola hamburan difuser MLS dengan pemberian lapisan kaca menunjukkan nilai SPL yang ditangkap mikrofon lebih besar daripada difuser MLS yang tidak dilapisi kaca.
2. Difuser yang dibuat dapat menghamburkan bunyi lebih merata pada desainnya, yaitu difuser dengan lebar lebar 4 dengan dilpisi kaca pada frekuensi 4000 Hz.
3. Pada difuser MLS yang dilapisi kaca tidak mempengaruhi bentuk pola hamburan pada frekuensi 125 Hz – 8000 Hz ataupun pada frekuensi desainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D’Antonio P, TJ Cox, 2004, **Acoustic absorbers and difuser : theory, design and application**, Spoon Press : London

[2] Widakdo, H., 2011, Tugas Akhir : “Pengaruh Lebar Difuser Terhadap Pola Hamburan Dengan Tipe Difuser 0101010101”, ITS-Surabaya

[3] Werner Hans, S., 1981, “More on the diffraction theory of Schroeder diffusors”, J. Acoust. Soc. Am. 70, 633

[4] Everest Alton F, Ken. C Pohlmann, 2009, **Master Handbook of Acoustic**, McGraw-Hill : 257-259

[5]Hunecke-Knowledge, geometrical structure surface <URL:http://www.hunecke.de/en/knowledge/diffusors/geometrical-structures.html>

[6] Smith, B. J., R. J. Peters, Owen, Stephani, 1995, “Acoustics and Noise Control”, 2<sup>nd</sup> ed., **North-East Surrey College of Technology (NESCOT)**, hal : 62-63