

EVALUASI DAN PENINGKATAN PERFORMANSI PADA AKUSTIK RUANG KELAS

Studi Kasus : Ruang P402 Gedung Deli Universitas Telkom

EVALUATION AND ENHANCEMENT PERFORMANCE ACOUSTIC CLASSROOM

Study Case : P402 at Building Deli Telkom University

Ulvariandani¹, Suwandi², Muh. Saladin Prawirasasra³.

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.

¹riandani24@gmail.com, ²suwandi.sains@gmail.com, ³prawirasasra.bibin@gmail.com

Abstrak

Ruang kelas merupakan ruangan yang berfungsi sebagai tempat untuk menyampaikan informasi. Terkadang dalam penyampaian informasi tersebut tidak terlalu jelas dikarenakan adanya gangguan seperti suara yang berasal dari dalam ruang kelas maupun dari luar ruang kelas. Penelitian tugas akhir ini dilakukan di ruang kelas 402 Gedung Deli (P) Universitas Telkom. Ruang kelas tersebut terletak diantara dua ruang kelas dan berhadapan dengan tiga ruang kelas yang dibatasi oleh sebuah koridor. Aktivitas perkuliahan di dalam ruang kelas 402 dapat terganggu karena aktivitas di luar ruang kelas tersebut. Pada ruang kelas 402 telah dilakukan pengukuran lapangan dengan hasil waktu dengung 0.81 – 1.95 detik, nilai *sound transmission index* (STI) sebesar 64 %, nilai insulasi suara untuk ruang kelas 402 dengan sumber 401, 403 dan koridor berturut – turut adalah 11, 13 dan 10. Hasil pengukuran tersebut masih jauh dari nilai yang direkomendasikan untuk kategori *room for speech*. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan evaluasi untuk mengetahui dan merekomendasikan material yang cocok untuk memperbaiki masalah kejelasan dan insulasi suara di ruang kelas 402.

Kata Kunci : Ruang Kelas, Insulasi Suara, Kejelasan Berbicara

Abstract

Room class is function room as the place for deliver information. Sometimes the delivery information is unclear because of existence interference as the sound emanating from in room class as well from outside room class. The final project is done in the P402 Deli Building Telkom University. The classroom are located between two room class and face to face with three classroom which is restricted by corridor. Material in the room is made from gypsum board and stickered glass. Lecturing activities in room P402 can disturbed because activity in the outside. In room P402 has do measurement field with results is reverberation time 0.81 – 1.95 seconds, the value of sound transmission index (STI) is 64 %, value of sound insulation with source 401 is 11, value of sound insulation with source 403 is 13 and value of sound insulation with source corridor is 10. The result measurement still far from recommendation value for room for speech category. Therefore, in this study conducted an evaluation to find and recommend suitable materials to fix the problem clarity and sound insulation in room P402.

Key word : Room Class, Sound Insulation, Clarity

1. Pendahuluan

Ruang kelas berfungsi sebagai tempat yang digunakan untuk menyampaikan informasi. Kualitas kejelasan informasi yang disampaikan bergantung pada kualitas akustik yang sesuai standar dalam ruang kelas [1]. Kualitas akustik yang sesuai standar yang dibutuhkan dalam ruang kelas memberikan manfaat kepada murid – murid yang masih muda dan orang – orang yang mempunyai kesulitan mendengar, berbicara, berbahasa serta kesulitan dalam memahami pada saat kegiatan belajar mengajar berlangsung di dalam ruang kelas. Gangguan dalam penyampaian suara dapat berupa bising yang berasal dari dalam ruang kelas atau luar ruang kelas seperti suara dari ruang yang bersebelahan, suara aktivitas di koridor, suara aktivitas di jalan raya dan lain – lain.

Besarnya bising yang merambat di udara melalui celah partisi atau dinding yang menggambarkan kualitas insulasi suara suatu ruangan dapat diketahui dari nilai *standardized level difference* (DnT)[2]. Nilai DnT kemudian diubah menjadi nilai tunggal yang disebut *weighted standardized level difference* (DnTw). Selain sumber bising yang berasal dari luar ruang kelas, faktor lain yang mempengaruhi kejelasan suara dalam ruang kelas adalah banyaknya suara pantulan yang terjadi di dalam ruang kelas.

Pada tugas akhir ini penelitian dilakukan di ruang kelas 402 gedung Deli (P) Universitas Telkom. Ruang kelas tersebut terletak di lantai 4 gedung Deli Universitas Telkom. Ruang kelas P402 terletak diantara dua ruang kelas dan berhadapan dengan tiga ruang kelas yang hanya dibatasi oleh sebuah koridor. Di lantai 4 tersebut terdapat enam ruangan yang berfungsi sebagai ruang kelas. Ketika enam ruangan di lantai 4 tersebut digunakan untuk kegiatan belajar mengajar secara bersamaan atau saat ruangan P402 sedang dilakukan perkuliahan sementara koridor lantai 4 ramai dikarenakan terjadinya aktivitas pergantian jam perkuliahan, suara yang berasal dari aktivitas di koridor atau suara yang berasal dari lima ruangan di lantai 4 dapat mengganggu penyampaian informasi di ruang P402. Suara tersebut dapat terdengar karena merambat melalui celah dinding, pintu dan jendela ruang P402. Selain itu pada saat penyampaian informasi di ruang P402, informasi yang disampaikan terkadang tidak dapat terdengar dengan jelas dikarenakan pemantulan suara yang tidak merata di dalam ruang kelas 402.

Berdasarkan pengukuran lapangan didapatkan nilai bising latar belakang yang kemudian diolah menjadi nilai *noise criteria* (NC) sebesar 37 saat kipas dinyalakan dan bernilai 30 saat kipas tidak dinyalakan, nilai waktu dengung sebesar 0.81 – 1.95 detik, nilai STI sebesar 64 % nilai D_nT_w untuk dinding yang menghadap ke timur (401) mempunyai nilai 11, D_nT_w untuk dinding yang menghadap ke barat (403) mempunyai nilai 13 dan D_nT_w untuk dinding yang menghadap ke selatan (koridor) adalah 10. Evaluasi hasil pengukuran lapangan tersebut masih jauh dari rekomendasi nilai parameter akustik. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan akustik di ruang P402.

2. Dasar Teori

2.1 Tingkat Tekanan

Pada pengukuran intensitas bunyi dengan menggunakan tekanan, yang dikenal dengan istilah tingkat tekanan bunyi. Tingkat tekanan bunyi atau *sound pressure level* (L_p) merupakan nilai yang menunjukkan perubahan tekanan di dalam udara dikarenakan adanya perambatan gelombang bunyi. L_p diukur dalam skala desibel (dB) dengan mengacu pada standar tertentu. Persamaan tingkat tekanan bunyi adalah sebagai berikut : [11]

$$L_p = 10 \log \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

dengan,

L_p = Tingkat tekanan bunyi (dB)

P = Tekanan bunyi (Pa)

P_0 = Tekanan referensi (2×10^{-5} Pa)

2.2 Waktu Dengung

Waktu dengung atau *reverberation time* (RT) adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu ruang untuk meluruhkan energi suara sebesar 60 dB sejak sumber suara dimatikan [3]. Waktu dengung juga menunjukkan seberapa lama energi suara dapat bertahan di dalam ruangan yang dihitung dengan cara mengukur waktu peluruhan energi suara dalam ruangan

2.3 Speech Transmission Index (STI)

Speech transmission index (STI) merupakan salah satu parameter objektif yang digunakan untuk memprediksi dan mengukur tingkat kejelasan berbicara. STI bernilai 0 – 1 yang menunjukkan sejauh mana transmisi menurunkan kejelasan berbicara. Nilai STI semakin mendekati 0 menunjukkan semakin banyak informasi yang hilang. Sebaliknya jika nilai STI mendekati 1 menunjukkan bahwa semakin banyak informasi yang dapat dipahami.

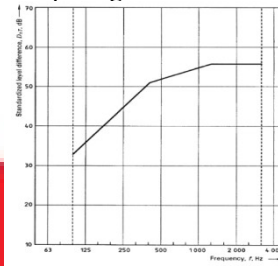
2.4 Noise Criteria

Bising latar belakang merupakan parameter tingkat bising pada ruangan yang bukan aktivitas manusia tetapi karena pengaruh bising dari dalam ruangan (misalkan lampu, kipas angin dan AC) maupun dari luar seperti bising jalan raya [4]. Nilai bising latar belakang tidak dapat dihilangkan namun dapat dikurangi dengan cara melakukan *treatment* akustik. Berdasarkan nilai bising latar belakang maka didapatkan nilai *noise criteria*. *Noise*

criteria (NC) merupakan nilai yang ditentukan berdasarkan nilai kurva standar dari bising latar belakang yang terukur dalam suatu ruangan

2.5 Insulasi Suara

Nilai insulasi suara pada suatu partisi dapat diketahui dari nilai *transmission loss*. Nilai *transmission loss* dapat dihitung tiap frekuensi dalam range tertentu dan dapat diubah menjadi suatu nilai tunggal yaitu *weighted standardized level difference* ($D_n T_w$). *Weighted standardized level difference* ($D_n T_w$) merupakan suatu nilai tunggal yang digunakan untuk mengetahui nilai insulasi suara yang merambat di udara dalam nilai desibel pada kurva referensi 500 Hz setelah di plot. Nilai $D_n T_w$ didapatkan melalui pengukuran pada range frekuensi 100 Hz – 3150 Hz (1/3 oktaf band) setelah membandingkan nilai *standardized level difference* ($D_n T$) dengan kurva referensi $D_n T$. Kurva referensi $D_n T_w$ dapat dilihat pada **gambar 1**.



Gambar 1 Kurva Referensi nilai $D_n T_w$

Standardized level difference ($D_n T$) adalah tingkat perbedaan bunyi dalam desibel yang sesuai dengan nilai waktu dengung di ruang penerima [5]. Nilai $D_n T$ didapatkan melalui persamaan dibawah ini [16].

$$D_{nT} = D + 10 \log \frac{T}{T_0} \quad (2)$$

$$D_{nT} = (L_1 - L_2) + 10 \log \frac{T}{T_0} \quad (3)$$

dengan,

D_{nT} = Standardized level difference (dB)

D = Level difference (dB)

L_1 = Rata – rata tingkat tekanan bunyi pada ruang sumber (dB)

L_2 = Rata – rata tingkat tekanan bunyi pada ruang penerima (dB)

T = Waktu dengung pada ruang penerima

T_0 = Waktu dengung referensi, $T_0 = 0,5$ s

3. Pembahasan

3.1 Hasil pengukuran lapangan dan simulasi kondisi aktual

Pengukuran lapangan dilakukan pada Sabtu pagi. Ruang yang digunakan untuk pengukuran lapangan adalah ruang kelas P402 Gedung Deli Universitas Telkom. Pengukuran tersebut dilakukan pada 7 titik pengukuran. Pada saat melakukan pengukuran lapangan dilakukan dua kali pengukuran yaitu pengukuran medan suara dan insulasi suara. Parameter akustik yang diukur pada pengukuran lapangan medan suara adalah bising latar belakang, waktu dengung dan *sound transmission index* sementara parameter yang diukur pada saat pengukuran lapangan insulasi suara adalah tingkat tekanan bunyi. Pada **Gambar 2** menampilkan denah titik pengukuran.

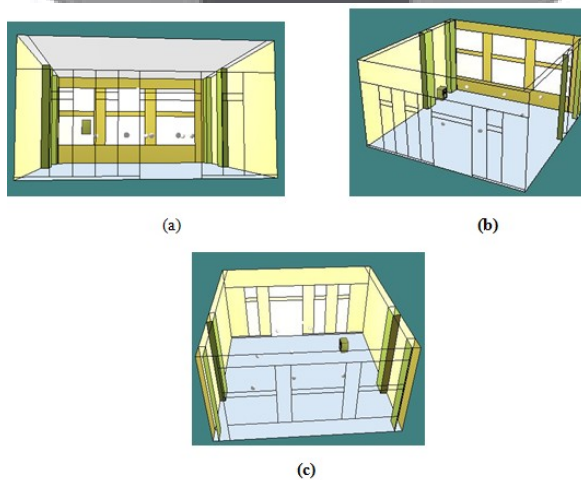


(a) (b)
Gambar 2 Denah titik pengukuran (a) medan suara (b) insulasi suara

Pada **Tabel 1** menunjukkan hasil pengukuran lapangan. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa ruang kelas P402 belum memenuhi rekomendasi *room for speech*. Setelah melakukan pengukuran lapangan, maka tahapan selanjutnya adalah simulasi geometri kondisi aktual ruangan menggunakan perangkat lunak CATT Acoustic untuk analisis medan suara dan simulasi perancangan dinding menggunakan perhitungan untuk analisis insulasi suara. **Gambar 3** menunjukkan hasil simulasi geometri ruangan menggunakan CATT Acoustic untuk melakukan analisis pengukuran medan suara. Tahapan selanjutnya pada analisis pengukuran medan suara adalah memvalidasi hasil pengukuran lapangan dengan hasil simulasi geometri ruangan dengan cara membandingkan hasil pengukuran lapangan dengan hasil simulasi geometri. Hasil *error* dari perbandingan pengukuran lapangan dengan hasil simulasi harus kurang dari 5% sehingga hasil tersebut dapat dikatakan valid [6]. Pada simulasi ini, hasil *error* kurang dari 5%.

Tabel 1 Hasil pengukuran dan rekomendasi ruangan

Parameter	Hasil Pengukuran Lapangan	Rekomendasi
Waktu dengung	0.81 s – 1.95 s	0,6 s – 0,8 s
RASTI	64%	> 75 %
Noise criteria	Saat kipas angin dinyalakan = 37 Saat kipas angin tidak dinyalakan = 30	25
<i>DnTw</i>	Ruang sumber 401 = 11 Ruang sumber 403 = 13 Ruang sumber koridor = 10	>35



Gambar 3 Desain geometri ruangan
 (a) Tampak depan (b) Tampak samping (c) Tampak belakang

3.2 Hasil simulasi Waktu Dengung

Simulasi dilakukan dengan tiga kondisi berbeda. Kondisi pertama yaitu dengan menggunakan material *absorber*, kondisi kedua yaitu menggunakan material *diffusor*, dan kondisi ketiga yaitu menggunakan material *absorber* pada dinding samping dan dinding depan ruangan, serta menggunakan material *diffusor* pada kolom dinding bagian samping ruangan. Material yang digunakan pada simulasi ditunjukkan pada **Tabel 2** sebagai berikut [7,8].

Tabel 2 Nama material *absorber* dan *diffusor* dan nilai koefisien absorpsi

Jenis Bahan	Nama Material	Koefisien absorpsi					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
<i>Absorber 1</i>	IF 1280 102 mm	1,11	0,91	1,07	1,03	1,06	1,07
<i>Absorber 2</i>	IF 1260 102 mm	0,99	1,01	1,10	1,03	1,03	1,05
<i>Absorber 3</i>	FBX 1240 151 mm	1,32	1,14	1,11	1,09	1,06	1,07
<i>Diffusor 1</i>	Hybrid <i>Absorber-Diffusor</i> (BAD panel mounted on 2,5 cm fiberglass)	0,17	0,40	0,86	1,00	0,84	0,61
<i>Diffusor 2</i>	2D. N=7 QRD as line above with cloth covering	0,16	0,17	0,28	0,41	0,26	0,30
<i>Diffusor 3</i>	1D. N=7 QRD as line above with cloth covering	0,13	0,14	0,20	0,24	0,20	0,23

3.2.1 Hasil simulasi kondisi 1

Pada kondisi ini, dilakukan pemasangan dengan menggunakan material *absorber* pada seluruh permukaan dinding kecuali jendela, pintu dan jalsu. **Tabel 3** menunjukkan hasil simulasi waktu dengung. Dan tabel 4 menunjukkan hasil simulasi STI.

Tabel 3 Waktu dengung kondisi 1

Frekuensi (Hz)	Waktu Dengung(s)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Material 1	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,03
Material 2	1,06	1,07	1,07	1,06	1,07	1,02
Material 3	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,92

Tabel 4 Simulasi STI kondisi 1

Titik	Sound Transmission Index (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
Material 1	48,3	50,4	51,2	50,0	48,4	51,7	52,7
Material 2	48,4	50,3	51,0	50,1	48,9	51,8	53,0
Material 3	50,1	51,9	52,9	51,7	50,5	53,5	54,7

Berdasarkan **Tabel 3** menunjukkan bahwa hasil simulasi menggunakan material 3 lebih baik dibandingkan material yang lain. Hal ini disebabkan karena material 3 mempunyai koefisien absorpsi yang lebih besar di setiap frekuensinya. Koefisien absorpsi yang semakin besar menyebabkan menurunnya nilai waktu dengung. *Absorber* dijadikan bahan untuk mengurangi terjadinya pantulan dalam ruangan sehingga dapat memperkecil nilai waktu dengung. Namun walaupun nilai waktu dengung pada simulasi material 3 lebih kecil, nilai tersebut masih belum mendekati standar *room for speech*. Sedangkan untuk nilai STI ketiga material tersebut masih termasuk dalam kategori “cukup”.

3.2.2 Hasil Simulasi kondisi 2

Pada kondisi 2 simulasi dilakukan pemasangan dengan menggunakan material *diffusor* pada seluruh permukaan dinding kecuali jendela, pintu dan jalsu. **Tabel 5** menunjukkan hasil simulasi waktu dengung. Sedangkan pada tabel 6 menunjukkan hasil simulasi STI.

Tabel 5 Waktu dengung kondisi 2

Frekuensi (Hz)	Waktu Dengung(s)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Material 1	2,9	2,6 1	2,1 8	1,93	2,0	1,89
Material 2	3,28	3,1 7	3,0 5	2,72	2,80	2,31
Material 3	3,31	3,2 1	3,1 6	2,95	2,88	2,40

Tabel 6 Simulasi STI kondisi 2

Titik	Sound Transmission Index (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
Material 1	41,1	42,7	43,6	42,4	41,3	44,2	45,5
Material 2	35,4	37,0	37,7	36,6	35,6	38,3	39,5
Material 3	34,0	35,7	36,4	35,3	34,3	37,2	38,3

Pada simulasi kondisi 2 ini, hasil simulasi yang diperoleh waktu dengung belum memenuhi standar *room for speech*. Karena hampir semua nilai waktu dengung di setiap frekuensi belum ada yang memenuhi standar seperti yang terlihat pada **Tabel 5** Pada material 1 memiliki nilai waktu dengung antara 1.89s– 2.9s, untuk material 2 dengan rentang waktu dengung antara 2.72s – 3.28s dan untuk material 3 memiliki rentang waktu dengung 2.40s – 3.31s. Nilai STI pada kondisi 2 termasuk dalam kategori buruk.

3.2.3 Hasil simulasi kondisi 3

Simulasi kondisi 3 adalah dengan cara mengkombinasikan material *absorber* dan *diffusor* pada dinding ruangan. Pada percobaan ini, variabel tetap yang digunakan adalah dinding bagian belakang, sedangkan untuk dinding bagian samping dan dinding bagian depan menggunakan absorber. Untuk penggunaan material diffusor diletakkan pada kolom dinding yang ada di bagian samping ruangan. **Tabel 7** menunjukkan hasil simulasi waktu dengung. Dan **Tabel 8** menunjukkan hasil simulasi STI.

Tabel 6 Waktu dengung kondisi 3

Kombinasi			Waktu Dengung (s)					
No.	Absorber	Diffusor	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
A	1	1	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,02
B	1	2	1,15	1,16	1,16	1,16	1,15	1,10
C	1	3	1,15	1,16	1,15	1,15	1,15	1,10
D	2	1	1,26	1,25	1,25	1,24	1,23	1,17
E	2	2	1,15	1,16	1,16	1,16	1,16	1,10
F	2	3	1,36	1,36	1,35	1,34	1,32	1,25
G	3	1	1,03	1,05	1,06	1,01	1,05	1,02
H	3	2	1,07	1,10	1,10	1,05	1,10	1,05
I	3	3	1,03	1,05	1,06	1,02	1,06	1,02

Tabel 7 STI kondisi 3

Kombinasi			Sound Transmission Index (%)						
No.	Absorber	Diffusor	1	2	3	4	5	6	7
A	1	1	48,8	48,9	52,2	49,7	48,4	51,6	52,5
B	1	2	47,4	47,6	51,0	48,1	47,1	50,5	51,6
C	1	3	47,4	47,8	50,7	48,1	47,0	50,2	51,5
D	2	1	48,0	47,8	51,0	48,6	47,3	50,2	51,7
E	2	2	47,3	47,7	50,8	48,3	46,9	50,1	51,6
F	2	3	46,6	46,8	50,0	47,4	46,1	49,0	50,6
G	3	1	50,0	49,9	53,3	50,8	49,6	52,7	53,9

H	3	2	48,8	49,4	52,8	49,7	48,9	52,0	53,2
I	3	3	49,2	49,4	52,5	50,0	48,9	52,2	53,2

Pada percobaan ini, diperoleh hasil waktu dengung yang bervariasi tetapi belum memenuhi rekomendasi waktu dengung di setiap frekuensi untuk setiap kombinasi seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 6**. Pada tabel tersebut menunjukkan nilai waktu dengung dari masing – masing kombinasi yang dilakukan. Hasil kombinasi material yang mempunyai nilai waktu dengung rendah dibanding yang lain adalah pada kombinasi G dengan rentang nilai 1,01s – 1,06s. Sedangkan untuk nilai STI hasilnya juga masih belum memenuhi rekomendasi *room for speech*. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 7**.

3.3 Hasil Simulasi Perancangan Dinding Insulasi Suara

Simulasi perancangan dinding insulasi suara dilakukan dengan 2 mode yaitu single panel dan double panel. Perbedaan dari single panel dan double panel adalah adanya rongga udara antara panel 1 dengan panel yang lain pada mode double panel sedangkan pada mode single panel tidak ada rongga udara. Simulasi perancangan dinding pada penelitian ini ditunjukkan pada **tabel 8**.

Tabel 8 Hasil Simulasi Modifikasi Perancangan Dinding

No.	Mode	Material	Tebal total dinding (cm)	Tebal masing – masing panel (cm)	Lebar Rongga Udara (cm)	DnTw
A	Single Panel	Gypsum Board	10	-	-	32
B	Double Panel	Gypsum Board	10	1	8	31
C	Double Panel	Cement Board	10	2	6	41
D	Double Panel	Cement Board	10	1	8	36
E	Single Panel	Dense concrete	10	-	-	43
F	Single Panel	brick	10	-	-	38

Berdasarkan tabel 8 menunjukkan bahwa nilai DnTw yang memenuhi rekomendasi adalah pada simulasi C dan D untuk mode double panel sedangkan untuk mode single panel nilai DnTw yang memenuhi adalah pada simulasi E dan F. Hal ini dikarenakan pada material gypsum board memiliki berat yang lebih ringan dan kerapatan yang lebih rendah dari pada material yang lain.

4 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa ruang kelas P402 belum memenuhi syarat *room for speech*. Pada simulasi perancangan medan suara, belum ada nilai yang sesuai dengan rekomendasi *room for speech* namun pada simulasi kondisi 1 dengan material FBX 1240 151 mm memiliki nilai yang hampir mendekati rekomendasi *room for speech* dengan rentang nilai waktu dengung antara 0,92 s – 0,95 s. Pada simulasi perancangan dinding untuk mendapatkan nilai insulasi yang sesuai rekomendasi diperoleh simulasi C dan D untuk mode double panel sedangkan untuk mode single panel nilai DnTw yang memenuhi adalah pada simulasi E dan F.

Daftar Pustaka

- [1] ANSI S12.60-2002. “*American National Standard Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools*”.
- [2] Brüel & Kjær. 1988. *Measurements in Building Acoustics*.
- [3] Mediastika, Christina E. 2005. *Akustika Bangunan*. Jakarta :Erlangga.
- [4] Kadarisman, RB Muhammad dan Suyatno. *Analisa Bising Latar Belakang, Distribusi Tingkat Tekanan Bunyi dan Waktu Dengung di Ruang Sidang Fisika FMIPA (G-202)*. Surabaya : ITS.
- [5] ISO 140-4 : 1998. “*Field Measurement of Airborne Sound Insulation between Rooms*”.
- [7] “*Fiberglass, Rockwool, Polyester, Cotton, and Sheep Absorption Coefficients*”. 15-Desember 2016 10:29. www.bobgolds.com/AbsorptionCoefficients.htm
- [8] Cox, Trevor.J. (2009). *Acoustic Absorbers and Diffusers Theory, Design and Application*. New York : Taylor & Francis.

