

STUDI KARAKTERISTIK PENYERAPAN SUARA PADA KOMPOSIT POLYMER DENGAN SERAT ROCKWOOL

Nurdiana¹⁾, Ikhwanasyah Isranuri²⁾

¹⁾ Staf Pengajar jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, ITM

²⁾ Staf Pengajar Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, USU

Abstrak

Material yang bersifat lembut, berpori dan berserat diyakini mampu menyerap energi suara yang mengenainya. Dari ketiga sifat bahan tersebut, bahan berporilah yang sering digunakan. Hal ini karena bahan berpori retatif lebih murah dan ringan dibanding jenis peredam lain (Lee, 2003). Salah satu Material yang telah lama digunakan pada peredam suara jenis ini adalah rockwool. Meskipun penggunaan rockwool sudah lama digunakan sebagai peredam suara tetapi penggunaannya terbatas hanya sebagai bahan pelapis tidak dapat digunakan langsung sebagai bentuk komponen tertentu. Untuk dapat lebih meluaskan penggunaan rockwool sebagai bahan komponen mesin misalnya knalpot kendaraan bermotor, ruang studio musik, plafon bangunan gedung, maka rockwool dapat dicampur dengan bahan lain yang dapat langsung dibentuk menjadi suatu komponen yang dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penyerapan suara dari material komposit polymer dengan serat rockwool menggunakan metode Reverbration room, dari hasil pengujian diperoleh. Distribusi nilai Koefisien Absorpsi terbesar adalah 0,56483410 Sabine dengan frekuensi 100 Hz ($T_1 = 2$ detik dan $T_2 = 1,68$ detik) dan nilai koefisien absorpsi terkecil adalah -0,03677716 Sabine dengan frekuensi 315 Hz ($T_1 = 5,58$ detik dan $T_2 = 5,78$ detik).

Kata kunci : Komposit polymer, Rockwool, Reverbration Room, koefisien Absorpsi.

I. PENDAHULUAN

Polusi suara meningkatkan tekanan darah dan karena itu memiliki dampak kesehatan jangka panjang. [1] Selain berpengaruh terhadap tekanan darah tinggi, kebisingan dan getaran juga mempengaruhi fungsi keseimbangan dan pendengaran dimana kebisingan dan getaran dapat merusak koklea ditelinga dalam menyebabkan gangguan keseimbangan. [2]

Seiring dengan kebutuhan pembangunan, penggunaan peralatan Industri dan yang menimbulkan bising dan getaran di negara berkembang, termasuk Indonesia makin lama akan makin bertambah. Hal ini perlu diantisipasi untuk mencegah kerugian sumber daya manusia, salah satu yaitu dengan meredam getaran dan suara. [2]

Peraturan Menteri Kesehatan No. 718 Tahun 1987 tentang kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan menyatakan pembagian wilayah dalam empat zona. Untuk zona C yang antara lain perkantoran, pertokoan, perdagangan dan pasar dengan kebisingan sekitar 50 ÷ 60 dB [7]. Pada zona ini Khususnya di kota-kota besar penyebab utama kebisingan adalah dari knalpot kendaraan bermotor. Badan Standarisasi Internasional ISO 5130:2002

menetapkan suatu prosedur test Instrumentasi dan lingkungan yang berhubungan dengan kebisingan knalpot. [3] Pengurangan kebisingan dengan biaya murah dan teknologi sederhana memerlukan perencanaan yang matang. [7]

Salah satu cara untuk mencegah perambatan/radiasi kebisingan pada komponen/struktur mesin, ruangan/bangunan serta dalam konteks K3 kebisingan industri ialah dengan penggunaan material akustik yaitu material yang bersifat menyerap atau meredam suara sehingga bising yang terjadi dapat direduksi. Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi), semakin besar α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α berkisar dari 0 sampai 1. Jika α bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap. Sedangkan jika α bernilai 1, artinya 100% bunyi yang datang diserap oleh material. Material yang bersifat lembut, berpori dan berserat diyakini mampu menyerap energi suara yang mengenainya. Dari ketiga sifat bahan tersebut, bahan berporilah yang sering digunakan. Hal ini karena bahan berpori retatif lebih murah dan ringan dibanding jenis peredam lain (Lee, 2003). Material yang telah lama digunakan pada peredam suara jenis ini adalah *glasswool* dan *rockwool*.

Gelombang suara yang datang akan mengalami pergerakan disaluran udara dalam pori bahan.

Karena saluran sangat sempit, maka resistensi friksional untuk mengalir menjadi tinggi dan energi kinetik aliran masuk dan keluar akan diubah friksi menjadi energi panas. Tingkat porositas, ketebalan lapisan dan resistensi friksional untuk mengalir melalui pori, akan mempengaruhi nilai akhir koefisien absorpsi.

Suatu bahan absorben haruslah dapat memantulkan sesedikit mungkin energi suara yang masuk. Hal ini dapat dicapai oleh pori yang relatif luas dengan resistensi alir yang rendah. Semakin besar ruang udara didalam bahan padat, semakin besar pula kemungkinan relatif energi akustik yang mengalir ke dalam pori tidak direfleksikan.

Sebaliknya jika saluran cukup luas, friksinya jadi rendah dan kecepatan energi yang masuk juga berkurang. Energi alir akustik yang belum sempat diubah menjadi energi panas sebelum mencapai permukaan bahan yang lebih jauh akan direfleksikan ke permukaan bagian depan. Demikian seterusnya, dan bila belum sempat diabsorpsi secara keseluruhan, maka energi akan meninggalkan bahan untuk direfleksikan ke ruangan kembali.

Dengan demikian dapat dipahami bahwa resistensi alir yang tinggi berarti sebagian besar energi akustik masuk kedalam lapisan absorptif, sebaliknya resistensi alir yang rendah berarti bahwa hanya sedikit saja energi masuk yang diserap.

Akustik yang baik dalam suatu ruang tertutup dipengaruhi oleh faktor obyektif dan subyektif yang saling berkaitan. Faktor obyektif dikukuhkan oleh berbagai teori akustik dengan diawali oleh teori Waktu Dengung (*Reverberation Time*) yang merupakan teori terpopuler yang diperkenalkan oleh W. C. Sabine pada abad ke-19.

Waktu dengung adalah waktu yang dibutuhkan untuk berkurang tekanan suaranya sebanyak 60 dB setelah sumber suara dihentikan tiba-tiba. Sabine menyatakan bahwa waktu dengung tidak tergantung pada lokasi di dalam ruang, dengan kata lain merupakan karakter menyeluruh dari suatu ruangan. Suatu suara tidak lantas hilang begitu saja setelah sumber suara dihentikan, namun akan terus didengar untuk beberapa saat akibat refleksi oleh dinding, langit-langit atau permukaan lainnya. Secara empirik, Sabine menyatakan persamaan :

$$T = \frac{0,16V}{A}$$

Dimana,

T= waktu dengung (det)

V= volume dari ruangan (m³)

A= luas bidang serap (m²)

II. METODOLOGI

Proses pembuatan material komposit Polimer dengan serat Rockwool dilakukan dengan pencetakan sesuai dengan ukuran dan bentuk spesimen uji tarik dan uji akustik, dalam hal ini digunakan jenis komposit berlapis (*laminated composite*), polimer sebagai matriks dan rockwool sebagai serat.

Lembaran rockwool dilapisi dengan polimer pada bagian bawah cetakan diletakkan polimer kemudian lembaran rockwool, dimana rockwool dibuat sampai 3 lapis selang-seling dengan polimer. Kemudian komposit dibiarkan didalam cetakan ± 1 hari sampai komposit mengeras, kemudian dikeluarkan dari cetakan dan dibersihkan bagian pinggir nya. Untuk specimen uji akustik karena ukurannya yang besar maka dibuat menjadi empat bagian, kemudian disambung didalam ruang percobaan.



Gambar 1. Spesimen Uji Akustik

Metode yang digunakan untuk menentukan tingkat daya suara suatu sumber suara adalah dengan metode medan dengung. Metode ini dilakukan di dalam ruang yang didesain memiliki dinding yang reflektif dengan koefisien absorpsi suara lebih kecil dari 0,06. Ruang ini disebut ruang dengung (*reverberation room*).

Dalam ruang dengung, energi suara akan terdifusi seluruhnya ke ruangan sehingga tingkat tekanan suara pada segala titik di ruangan tersebut idealnya sama. Penentuan tingkat daya suara dengan metode ruang dengung dilakukan dengan pengukuran-pengukuran waktu dengung dan tingkat tekanan suara dalam ruang dengung.

Pengukuran koefisien dengan metode ini dilakukan di dalam ruang dengung

(*reverbaration room*). Ruang dengung adalah ruangan yang didesain dengan menutup seluruh dinding, lantai dan langit-langit dengan bahan yang sangat keras dan nyaris tak berpori sehingga semua suara yang datang dapat dipantulkan seluruhnya kembali, bahkan dipantulkan berulang-ulang. Dengan demikian, suara akan berjalan ke segala arah dengan kuantitas dan probabilitas yang sama. Dengan kondisi ini maka ruang reverberasi diasumsikan sebagai medan diffus [24].

Untuk menghitung besarnya α di dalam ruang dengung, data yang diperlukan adalah:

- Waktu dengung ruang dengung kosong (T_1).
- Waktu dengung ruang dengung dengan sampel yang akan diukur (T_2)

Dua macam persamaan yang sering digunakan adalah:

- Persamaan Sabine

$$T = \frac{55,3V}{c(4mV + S\bar{\alpha})}$$

- Persamaan Eyring

$$T = \frac{55,3V}{c[4mV - S \ln(1 - \bar{\alpha})]}$$

dengan:

V = volume ruang dengung (m^3)

= 72,1 m^3

C = kecepatan suara diudara (m/s^2)

= 343 m^2

M = koefisien atenuasi energi suara oleh udara (m^{-1})

S = luas total permukaan ruang (m^2)

$\bar{\alpha}$ = koefisien absorpsi rata-rata

Karena medan dalam ruang dengung adalah diffus, maka yang terukur adalah koefisien absorpsi Sabine. Dari persamaan Sabine diatas, harga koefisien suara dapat diturunkan menjadi:

$$\alpha = \frac{55,3V}{cS_b} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) - \frac{4V}{S_b} (m_2 - m_1)$$

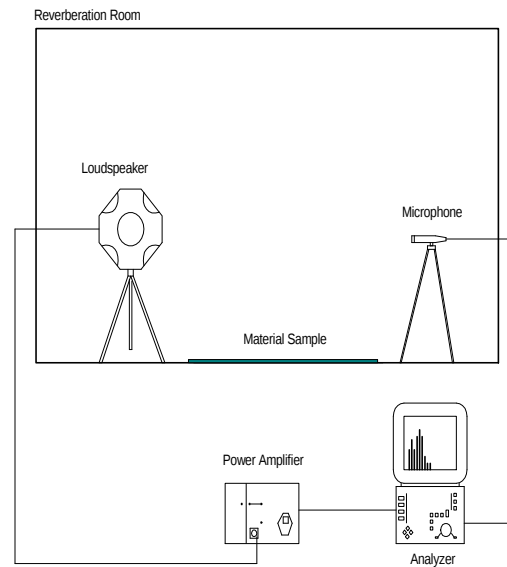
Jika pada pengukuran temperature dan kelembaban udara tidak berubah maka persamaan dapat disederhanakan menjadi:

$$\alpha = \frac{55,3V}{cS_b} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

dengan:

S_b = luas permukaan bahan (m^2)

Posisi alat dan sampel uji



Gambar 2 Posisi alat dan sampel uji

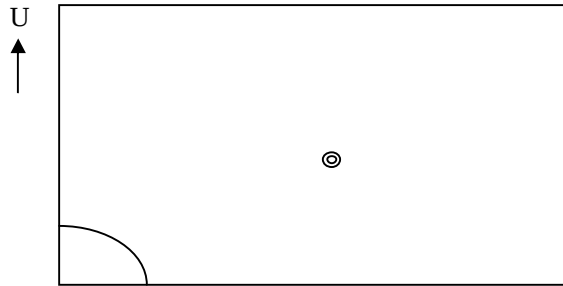


Gambar 3. Posisi alat dan sampel uji pada saat pengujian

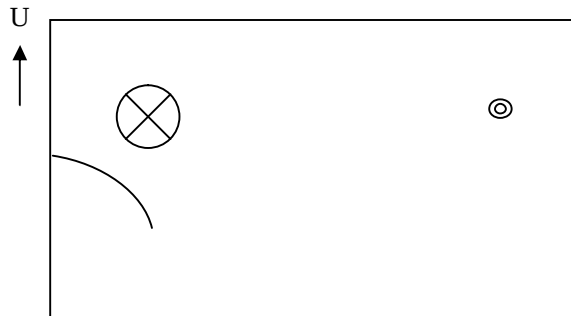
Kondisi Pengukuran

Berdasarkan prosedur pengukuran ISO – 354, pengukuran suhu dan kelembaban serta set up alat ukur didapat kondisi pengukuran sebagai berikut:

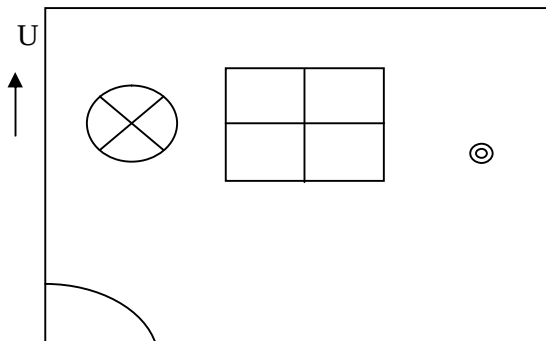
- ❖ Suhu dan kelembaban udara di dalam ruangan Non-AC
Reverberation Room : 28,1 $^{\circ}C$ dan 82,6 %.
- ❖ Kalibrasi mikrofon : pada 114 dB dan frekuensi 1 KHz dengan sensitifitas = - 62.7 dB.
- ❖ Ketinggian mikrofon : 1 m.
- ❖ Set up alat ukur (*Norsonic Sound Analyser 110*)
- ❖ Variasi sketsa titik-titik pengukuran dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini :



Gambar 4. Sketsa titik ukur background noise level (BNL).



Gambar 5. Sketsa titik ukur waktu dengung (T_{Rev}) tanpa bahan uji



Gambar 6. Sketsa titik ukur waktu dengung (T_{Rev}) dengan bahan uji (Luas Bahan Uji 1.96 m²)

Keterangan :

Speaker



Mikropon



III. HASIL DAN KESIMPULAN

Tabel 1. Set-Up Background Noise Level (BNL) pada Gambar 4. Sket Titik Ukur Background Noise Level (BNL).

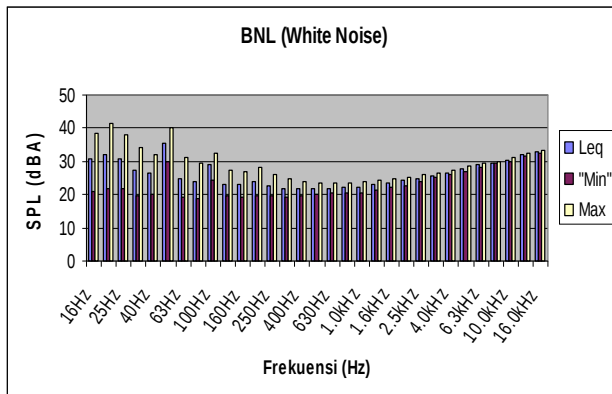
BNL 0001 FREQ DATA	08\05\21 10.11.09	
Directory name	BNL	
File number	0001	
Measurement mode	2	FREQ
Data type	2	DATA
Measurement date	080521101109	08\05\21 10.11.09
Measurement end date	080521101119	08\05\21 10.11.19
Average counter	1	
Fullscale	110	dB
Gain	30	dB
Sense	-55,6	dB
Bandwidth/Network	0	1/3-oct
Frequency	30	1.0kHz
Trigger condition	0	START
No trigger parameter		
Main time constant	2	FAST
Scan start frequency	12	16Hz
Scan end frequency	42	16.0kHz
Freq meas. type	2	1.6Hz
Freq pre-weighting	0	OFF
Freq meas. time setting	000010	00.00.10
Noise status	0	OFF
Noise gain	-40	dB
Noise sequence	0	Random
Noise type	0	White noise 1Hz - 20kHz
Noise centre frequency	30	1.0kHz
Scan bandwidth	0	1/3-oct
Lower table frequency	12	16Hz
Upper table frequency	42	16.0kHz
Freq. distribution on/off	0	OFF
Freq. percentile	50	%

Tabel 6A.2. Nilai Background Noise Level (BNL) Ruang Dengung

08\05\21 10.11.09					
Frequency	OVL	Leq	"Min"	Max	Count
16Hz	0	30,9	21,1	38,4	1
20Hz	0	32,1	21,6	41,5	1
25Hz	0	30,7	21,8	38	1
31.5Hz	0	27,5	19,7	34	1
40Hz	0	26,3	20,2	32	1
50Hz	0	35,5	30,1	40,2	1
63Hz	0	25	19,2	31,4	1

80Hz	0	23,9	18,9	29,5	1
100Hz	0	29,2	24,2	32,5	1
125Hz	0	23,2	19,5	27,4	1
160Hz	0	23	19,2	27	1
200Hz	0	24,1	19,8	28,1	1
250Hz	0	22,6	19,6	25,9	1
315Hz	0	21,9	19,1	24,7	1
400Hz	0	21,7	19,6	23,9	1
500Hz	0	21,7	19,9	23,5	1
630Hz	0	22	20,4	23,6	1
800Hz	0	22,2	20,6	23,7	1
1.0kHz	0	22,4	20,4	23,9	1
1.25kHz	0	22,9	21,3	24,3	1
1.6kHz	0	23,6	22,3	24,6	1
2.0kHz	0	24,4	22,8	25,4	1
2.5kHz	0	25	24	26	1
3.15kHz	0	25,8	25,1	26,6	1
4.0kHz	0	26,6	25,9	27,4	1
5.0kHz	0	27,8	27,1	28,5	1
6.3kHz	0	28,9	28,3	29,5	1
8.0kHz	0	29,7	29,3	30,1	1
10.0kHz	0	30,5	30,1	31,2	1
12.5kHz	0	32,1	31,8	32,5	1
16.0kHz	0	32,8	32,4	33,2	1
A-net	0	38,6	38,4	38,8	1
C-net	0	40,8	39,5	43,4	1
FLAT	0	70	49,3	76,4	1
SUM-A	0	38,3	0	0	1
SUM	0	43,1	0	0	1

Measurement end date	080523100424	08\05\23 10.04.24
Average counter	1	
Fullscale	120	dB
Gain	-10	dB
Sense	20	dB
Bandwidth/Network	0	1/3-oct
Frequency	43	20.0kHz
Trigger condition	0	START
No trigger parameter		
Scan start frequency	15	31.5Hz
Scan end frequency	43	20.0kHz
Scan on/off	1	ON
Excitation type	0	NOISE
Noise excitation time	5	s
Background noise limit	20	dB
Rev. period time	0	SHORT
Noise status	2	Synchronized
Noise gain	-20	dB
Noise sequence	0	Random
Noise type	4	1/3 octave noise
Noise centre frequency	43	20.0kHz
Scan bandwidth	0	1/3-oct
Lower table frequency	15	31.5Hz
Upper table frequency	43	20.0kHz



Gambar 7. Grafik Background Noise Level Ruang Dengung (Reverberation Room).

Tabel 3. Set-Up Reverberation Time (RT) dengan Sumber Suara Synchronized pada Gambar 5. Sket Titik Ukur Waktu Dengung (T_{Rev}) tanpa Bahan Uji.

RT1S 0001 REV	
DATA	08\05\23 09.58.46
Directory name	RT1S
File number	0001
Measurement mode	3 REV
Data type	2 DATA
Measurement date	080523095846 08\05\23 09.58.46

Tabel 4. Data Waktu Dengung (T_{Rev}) tanpa Bahan Uji dengan Sumber Suara Synchronized pada Gambar 4 Sket Titik Ukur Waktu Dengung (T_{Rev}) tanpa Bahan Uji.

Frequency	OVL	S	T20	S	T30	S	T60	Count
31.5Hz	0	1	0	1	0	0	0	1
40Hz	0	2	1,23	2	2,73	0	5,46	1
50Hz	0	2	0,91	2	1,2	0	2,4	1
63Hz	0	1	0,29	1	0,5	0	1	1
80Hz	0	0	0,99	2	0,94	0	1,88	1
100Hz	0	0	0,84	0	1	0	2	1
125Hz	0	0	1,5	2	1,65	0	3,3	1
160Hz	0	2	1,99	2	2,05	0	4,1	1
200Hz	0	2	1,95	2	2,05	0	4,1	1
250Hz	0	2	2,09	2	2,01	0	4,02	1
315Hz	0	2	2,85	2	2,79	0	5,58	1
400Hz	0	2	2,69	2	2,96	0	5,92	1
500Hz	0	2	3,65	2	3,51	0	7,02	1
630Hz	0	2	2,67	2	2,87	0	5,74	1
800Hz	0	2	2,84	2	3,15	0	6,3	1
1.0kHz	0	2	2,85	2	3,01	0	6,02	1
1.25kHz	0	2	3,13	2	3,31	0	6,62	1
1.6kHz	0	2	3,32	2	3,56	0	7,12	1
2.0kHz	0	2	3,44	2	3,78	0	7,56	1
2.5kHz	0	2	3,33	2	3,28	0	6,56	1

3.15kHz	0	2	3,07	2	3,07	0	6,14	1
4.0kHz	0	2	2,41	2	2,52	0	5,04	1
5.0kHz	0	2	1,86	2	2,01	0	4,02	1
6.3kHz	0	2	7,13	2	11,8	0	23,6	1
8.0kHz	0	2	4	2	1,78	0	3,56	1
10.0kHz	0	1	0	1	0	0	0	1
12.5kHz	0	1	0	1	0	0	0	1
16.0kHz	0	1	0	1	0	0	0	1
20.0kHz	0	1	0	1	0	0	0	1

Sumber: Data Pengujian

Tabel 5. Set-Up Reverberation Time (RT) dengan Sumber Suara Synchronized pada

RT1S 0002 REV DATA „↓ P 08\05\23 10.21.48

Directory name	RT1S
File number	0002
Measurement mode	3 REV
Data type	2 DATA
Measurement date	080523102148 08\05\23 10.21.48
Measurement end date	080523102724 08\05\23 10.27.24
Average counter	1
Fullscale	80 dB
Gain	-10 dB
Sense	20 dB
Bandwidth/Network	0 1/3-oct
Frequency	43 20.0kHz
Trigger condition	0 START
No trigger parameter	
Scan start frequency	15 31.5Hz
Scan end frequency	43 20.0kHz
Scan on/off	1 ON
Excitation type	0 NOISE
Noise excitation time	5 s
Background noise limit	20 dB
Rev. period time	0 SHORT
Noise status	2 Synchronized
Noise gain	-20 dB
Noise sequence	0 Random
Noise type	4 1/3 octave noise
Noise centre frequency	43 20.0kHz
Scan bandwidth	0 1/3-oct
Lower table frequency	15 31.5Hz
Upper table frequency	43 20.0kHz

Sumber: Data Pengujian

Tabel 6. Data Waktu Dengung (T_{Rev}) Sumber Suara Synchronized pada Gambar 6. Sket Titik Ukur Waktu Dengung (T_{Rev}) dengan luas Bahan Uji 1.96 m².

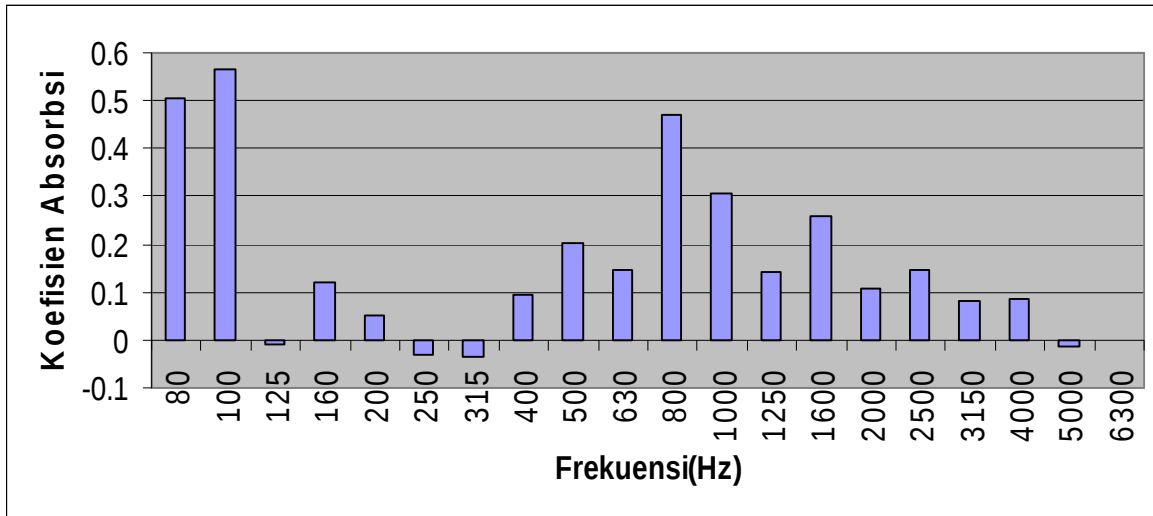
Frequency	OVL	S	T20	S	T30	S	T60	Count
31.5Hz	0		1	0	1	0	0	1
40Hz	0		2	1,2	2	1,71	0	3,42
50Hz	0		2	0,86	2	0,94	0	1,88
63Hz	0		1	0,37	1	0,61	0	1,22
80Hz	0		0	0,75	2	0,81	0	1,62

100Hz	0	0	0,85	0	0,84	0	1,68	1
125Hz	0	0	1,53	2	1,66	0	3,32	1
160Hz	0	0	1,73	0	1,89	0	3,78	1
200Hz	0	2	1,82	2	1,98	0	3,96	1
250Hz	0	2	2,09	2	2,05	0	4,1	1
315Hz	0	2	2,72	2	2,89	0	5,78	1
400Hz	0	2	2,39	2	2,7	0	5,4	1
500Hz	0	2	2,72	2	2,83	0	5,66	1
630Hz	0	2	2,43	2	2,51	0	5,02	1
800Hz	0	2	1,85	2	2,1	0	4,2	1
1.0kHz	0	2	2,21	2	2,3	0	4,6	1
1.25kHz	0	2	2,85	2	2,86	0	5,72	1
1.6kHz	0	2	2,56	2	2,72	0	5,44	1
2.0kHz	0	2	3,41	2	3,32	0	6,64	1
2.5kHz	0	2	2,89	2	2,82	0	5,64	1
3.15kHz	0	2	2,8	2	2,83	0	5,66	1
4.0kHz	0	2	2,15	2	2,35	0	4,7	1
5.0kHz	0	2	1,88	2	2,03	0	4,06	1
6.3kHz	0	2	6,85	2	11,81	0	23,62	1
8.0kHz	0	2	3,2	2	1,42	0	2,84	1
10.0kHz	0	1	0	1	0	0	0	1
12.5kHz	0	1	0	1	0	0	0	1
16.0kHz	0	1	0	1	0	0	0	1
20.0kHz	0	1	0	1	0	0	0	1

Sumber: Data Pengujian

Tabel 7. Koefisien Absorpsi (α) dengan Sumber Suara Synchronized pada Gambar 6. Sket Titik Ukur Waktu Dengung (T_{Rev}) dengan luas Bahan Uji 1.96 m².

No	Komponen	Titik	V	C	Sb	Waktu Dengung (s)		α	α Rata-rata
	Frekwensi (Hz)	Ukur	(m ³)	(m/s ²)	(m ²)	T1	T2		
1	80	1	72,1	343	1,96	1,88	1,62	0,506303219	0,50630322
2	100	1	72,1	343	1,96	2	1,68	0,564834097	0,5648341
3	125	1	72,1	343	1,96	3,3	3,32	-0,010826502	-0,0108265
4	160	1	72,1	343	1,96	4,1	3,78	0,122457257	0,12245726
5	200	1	72,1	343	1,96	4,1	3,96	0,05113982	0,05113982
6	250	1	72,1	343	1,96	4,02	4,1	-0,028786594	-0,02878659
7	315	1	72,1	343	1,96	5,58	5,78	-0,036777158	-0,03677716
8	400	1	72,1	343	1,96	5,92	5,4	0,096471289	0,09647129
9	500	1	72,1	343	1,96	7,02	5,66	0,202999781	0,20299978
10	630	1	72,1	343	1,96	5,74	5,02	0,148192796	0,1481928
11	800	1	72,1	343	1,96	6,3	4,2	0,470695081	0,47069508
12	1000	1	72,1	343	1,96	6,02	4,6	0,304119471	0,30411947
13	1250	1	72,1	343	1,96	6,62	5,72	0,14096091	0,14096091
14	1600	1	72,1	343	1,96	7,12	5,44	0,257241239	0,25724124
15	2000	1	72,1	343	1,96	7,56	6,64	0,108694647	0,10869465
16	2500	1	72,1	343	1,96	6,56	5,64	0,147473874	0,14747387
17	3150	1	72,1	343	1,96	6,14	5,66	0,081915604	0,0819156
18	4000	1	72,1	343	1,96	5,04	4,7	0,085125706	0,08512571
19	5000	1	72,1	343	1,96	4,02	4,06	-0,014535103	-0,0145351
20	6300	1	72,1	343	1,96	23,6	23,62	-0,000212789	-0,00021279



Gambar. 8. Grafik Koefisien Absorpsi (Sumber Suara Synchronized) dengan Luas Bahan Uji 1.96 m².

IV. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan pengujian ini menggunakan sumber suara Synchronized dengan luas bahan uji 1.96 m² (Suhu dan Kelembaban Udara di dalam ruangan Non-AC *Reverberation Room* 28.1 °C dan 82.6 %, Kalibrasi Mikrofon pada 114 dB dan frekuensi 1 KHz dengan Sensitifitas – 62.7 dB serta Ketinggian Mikrofon 1 m. Distribusi nilai Koefisien Absorpsi terbesar adalah 0,56483410 Sabine dengan frekuensi 100 Hz (T1 = 2 detik dan T2 = 1,68 detik) dan nilai koefisien absorpsi terkecil adalah -0,03677716 Sabine dengan frekuensi 315 Hz (T1 = 5,58 detik dan T2 = 5,78 detik).

DAFTAR PUSTAKA.

- [1] Republika, Selasa 8 April 2003
- [2] Kompas Cyber Media KCM, 15 Agustus 2002.
- [3] Magazine Bruel Kjaer (The International Sound and Vibration No. 2, 2003.).
- [4] Intisari on The Net, Bising bisa timbulkan tuli.
- [5] Udhi Nyoman (1991), " *Ensiklopedia Nasional Indonesia*" PT. Cipta Adi Karya, Jakarta.
- [6] MatWeb Material Property Data (Online Material Data Sheet).
- [7] Penilaian kuantitatif Kebisingan. (<http://www.menlh.go.id>)
- [8] Hamond, Conrad J. 1983 *Engineering Acoustic & Noise Control*, Prentice Hall
- [9] Wilson Charles E, *Noise Control Measurement, Analisis and Control of Sound and Vibration*. Harker and Row, Publisher New York.
- [10] Stein, Benjamin & John S. Reynolds, *Mechanical And Electrical Equipment For Buildings*, Eight Edition, John Wiley & Sons Inc, New York, USA, 1992
- [11] Faulkner, L.L. et. Al., *Handbook of Industrial Noise Control*, Industrial Press Inc, New York, 1976.

-
- [12] [http /www.EngineeringToolBox.com](http://www.EngineeringToolBox.com)
- [13] Eyanoer, H. Isranuri I. **Pengendali Kebisingan Industri**, Program Pasca Sarjana
- [14] Harris C M, **Hand Book of Noise Control**, McGraw Hill Book Company Inc. New York, 1957.
- [15] Beranek, Leo L, **Noise and Vibration Control Engineering** , Principles and Applications.
- [16] Anonymous, **Acoustics Digest Series**, Acoustics and Vibration Laboratory Universitas Syiah Kuala.
- [17] Brian S. Johnson, 2001, **Noise Qualification Report for Reverberation Room and Anechoic Chamber at Universitas Syiah Kuala B.Aceh**, Vipac Engineers and Scientists Pte Ltd.
- [18] Anonymous, **Reverberation Room**, Acoustics Laboratory - Mechanical Engineering University of Canterbury.
- [19] Anonymous, **Applied Acoustics The reverberation chamber at the Laboratorio de Acústica y Luminotecnia of the Comisión de Investigaciones Científicas**, ScienceDirect.
- [20] Anonymous, **Applied Acoustics The average absorption coefficient for enclosed spaces with non uniformly distributed absorption**, ScienceDirect.
- [21] Anonymous, **Applied Acoustics Sound absorption in a reverberation room Causes of discrepancies on measurement results**, ScienceDirect.
- [22] Jones, R.M., 1979, **Mechanics of Composite Materials**, Mc Graw-Hill Kogakusha Ltd, New York.
- [23] Ashby, F. M & Jones, D. R. H., 1988, **Engineering Materials 2 : An Introduction to Microstructures, Processing and Design**, Pergamon Press, Vol. 39, Great Britain.
- [24] Annual Book of ASTM Standards, 1996.
- [25] Christina E. Mediastika, **Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan**, Penerbit Andi Yogyakarta, 2009.
-