



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR – ME184834

**PENGARUH PERLAKUAN KIMIA ALKALI NaOH PADA
PEMANFAATAN SABUT KELAPA (*COCOS NUCIFERA*) SEBAGAI
BAHAN PEREDAM SUARA DI RUANG AKOMODASI KAPAL**

Albertus Ferdy Darmawan
NRP. 0421154000077

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Ede Mehta Wardhana S.T., M.T.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS AKHIR – ME 184834

**PENGARUH PERLAKUAN KIMIA ALKALI NaOH PADA
PEMANFAATAN SABUT KELAPA (*COCOS NUCIFERA*) SEBAGAI
BAHAN PEREDAM SUARA DI RUANG AKOMODASI KAPAL**

Albertus Ferdy Darmawan
NRP. 0421154000077

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

BACHELOR THESIS – ME 184834

**THE EFFECT OF CHEMICAL TREATMENT USING ALKALI NaOH
IN UTILIZING COCONUT FIBER (*COCOS NUCIFERA*) AS SOUND
ABSORBING MATERIAL IN SHIP'S ACCOMMODATION ROOM**

Albertus Ferdy Darmawan
NRP. 0421154000077

Supervisors

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

“This page is intentionally left blank”

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PERLAKUAN KIMIA ALKALI NaOH PADA PEMANFAATAN SABUT KELAPA (*COCOS NUCIFERA*) SEBAGAI BAHAN PEREDAM SUARA DI RUANG AKOMODASI KAPAL

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine, Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ALBERTUS FERDY DARMAWAN

NRP 04211540000077

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
NIP 1968 0129 1992 03 1001
2. Ede Mehta Wardhana S.T., M.T.
NIP 1992 2017 11 048



SURABAYA
JULI, 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PERLAKUAN KIMIA ALKALI NaOH PADA PEMANFAATAN SABUT KELAPA (*COCOS NUCIFERA*) SEBAGAI BAHAN PEREDAM SUARA DI RUANG AKOMODASI KAPAL

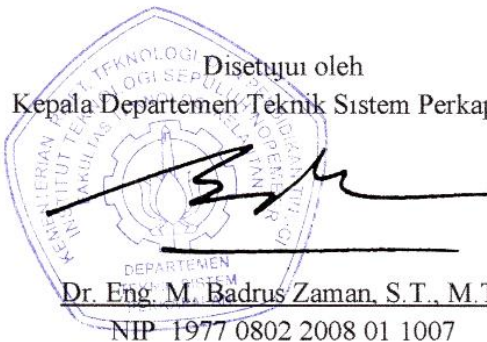
TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine, Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh.

ALBERTUS FERDY DARMAWAN
NRP 0421154000077

Disetujui oleh
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP 1977 0802 2008 01 1007

SURABAYA
JULI, 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Pengaruh Perlakuan Kimia Alkali NaOH pada Pemanfaatan Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) sebagai Bahan Peredam Suara di Ruang Akomodasi Kapal

Nama Mahasiswa : Albertus Ferdy Darmawan
NRP : 0421154000077
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing I : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Dosen Pembimbing II : Ede Mehta Wardhana S.T., M.T.

Salah satu jenis peredam suara yang umum digunakan di kapal adalah peredam suara dengan bahan glasswool. Dalam pemakaiannya, glasswool memiliki dampak negatif terhadap kesehatan manusia khususnya pada sistem pernafasan manusia. Sehingga perlu adanya bahan alternatif lain yang memiliki sifat menyerap suara dengan baik dan ramah lingkungan. Bahan alternatif tersebut ialah serat alam. Banyak dilakukan penelitian mengenai kemampuan menyerap suara pada serat alam dalam mengendalikan kebisingan khususnya terhadap suara pada mesin kapal dan peralatan di kapal yang menghasilkan suara bising.

Pada penelitian ini peredam suara dimodifikasi dengan menggunakan serat alam berupa sabut kelapa (*Cocos nucifera*). Untuk memperbaiki sifat mekanis serat pada material peredam suara diperlukan suatu perlakuan khusus berupa perlakuan perendaman serat ke dalam larutan alkali NaOH dengan kadar 15%. Dalam penelitian ini, digunakan 18 jenis spesimen dengan komposisi yang berbeda. Koefisien penyerapan suara diukur dengan menggunakan metode tabung impedansi dengan standar ISO 10534-1. Untuk mengetahui material yang optimal menyerap suara percobaan dilakukan pada frekuensi 250 Hz - 4000 Hz.

Dari hasil pengujian dan analisa menggunakan metode tabung impedansi dengan standar ISO 10534-1 didapat hasil nilai koefisien penyerapan suara tertinggi pada spesimen 5 dan spesimen 10, untuk spesimen 5 nilai koefisien suara sebesar 0.68 pada frekuensi 4000 Hz dan spesimen 10 menghasilkan nilai koefisien suara sebesar 0.68 pada frekuensi 2000 Hz. Nilai koefisien penyerapan suara meningkat seiring dengan bertambahnya ketebalan dan massa jenis. Penggunaan dari dua jenis matriks yang berbeda yaitu matriks polyurethane dan matriks resin epoxy mempengaruhi karakteristik spesimen yang diuji, spesimen dengan perekat polyurethane mengalami peningkatan penyerapan pada frekuensi 500 Hz – 1000 Hz sedangkan spesimen dengan perekat resin epoxy mengalami peningkatan penyerapan pada frekuensi 1000 Hz – 2000 Hz. Sedangkan perlakuan perendaman alkali NaOH dengan kadar 15% pada sabut kelapa tidak memiliki dampak yang signifikan pada peningkatan nilai penyerapan suara tetapi meningkatkan sifat mekanis pada serat sabut kelapa.

Kata Kunci : Alkali NaOH, Kapal, Kebisingan, Peredam Suara, Sabut Kelapa

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

The Effect of Chemical Treatment Using Alkali NaOH in Utilizing Coconut Fiber (*Cocos nucifera*) as Sound Absorbing Material in Ship's Accommodation Room

Student Name : Albertus Ferdy Darmawan
NRP : 0421154000077
Department : Marine Engineering
Supervisor I : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Supervisor II : Ede Mehta Wardhana S.T., M.T.

One type of sound absorbing materials that commonly used on ships is glasswool. In its use, glasswool has a negative impact on human health, especially in the human respiratory system so there needs to be other alternative materials that have good sound absorbing properties and are environmentally friendly. Natural fibers are use for alternative materials. Many research have been conducted on the ability to absorb sound in natural fibers for controlling noises, especially to the sound of ship engines and ship equipments that produce noises.

In this research sound absorbing materials were modified using natural fibers in the form of coconut coir (*Cocos nucifera*). To improve the mechanical properties of fibers in sound absorbing materials, a special treatment is needed in the form of soaking fiber into an alkaline solution of NaOH. In this research, 18 types of specimens were used with different compositions. The sound absorption coefficient is measured using the impedance tube method with ISO 10534-1 standard. To find out the material that optimally absorbs sound, the experiments were carried out at a frequency of 250 Hz - 4000 Hz.

From the results of testing using the impedance tube method with ISO 10534-1 standard obtained the highest sound absorption coefficient values in specimen 5 and specimen 10, for specimens 5 the sound coefficient value is 0.68 at a frequency of 4000 Hz and specimen 10 produces a sound coefficient of 0.68 at a frequency of 2000 Hz. The sound absorption coefficient increases with increasing thickness and density. The use of two different types of matrices namely polyurethane matrix and epoxy resin matrix determines the characteristics of the tested specimens, polyurethane adhesive specimens have increased absorption at frequencies of 500 Hz - 1000 Hz while specimens with epoxy resin adhesives have increased absorption at frequencies of 1000 Hz - 2000 Hz. While the treatment of alkaline NaOH with 15% consentration on coconut coir did not have a significant effect on increasing the sound absorption value but increasing the mechanical properties of the fiber of coconut coir.

Keywords : Alkali NaOH, Coconut Coir, Noise, Ships, Sound Absorbing

“This page is intentionally left blank”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat, pertolongan, serta kasih-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu yang berjudul :

“PENGARUH PERLAKUAN KIMIA ALKALI NaOH PADA PEMANFAATAN SABUT KELAPA (*COCOS NUCIFERA*) SEBAGAI BAHAN PEREDAM SUARA DI RUANG AKOMODASI KAPAL”

Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Bidang Studi *Marine Fluid Machinery and System (MMS)* Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Kedua orang tua penulis, Dra. Kusdarmastuti Fransisca BcHk. dan Ir. Alfonsus Susilarso, juga Kakak Agustinus Christian Nugraha, Dionisius Ferry Kurniawan dan Adik Henrikus Eric atas doa, perhatian, dukungan moral, dan materi yang diberikan kepada penulis tanpa henti sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Alam Baheramasyah, M.Sc., selaku dosen pembimbing pertama atas semua pelajaran baik berupa kritik, saran, moral, solusi, dan inspirasi yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menggali hal-hal baru untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Ede Mehta Wardhana S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kedua atas pemberian masukan, solusi, waktu dan tempat pengerjaan kepada penulis ketika penulis mengalami kesulitan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T., M.T. selaku kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
5. Bapak Ir. Agoes Santoso, M.Sc. selaku kepala Laboraturium Marine Machinery, and System yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian Tugas Akhir di laboraturium.
6. Bapak Prof. Dr. Ketut Buda Artana S.T., M.Sc. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan saran, kritik, nasihat, serta memberikan motivasi kepada penulis selama penulis menempuh masa perkuliahan.
7. Dionisius Hugo Baskoro dan Catharina Dara Gryselda selaku sahabat dari masa Sekolah Menengah Pertama hingga seterusnya yang senantiasa menghibur, memberikan semangat, motivasi, dukungan kepada penulis.
8. Achmad Taufik Rendi Kisserah dan Putu Widhi Aprilia selaku sahabat tuplikers dipertemuan di masa perkuliahan dan hingga seterusnya yang senantiasa memberikan saran, bantuan, dukungan, motivasi dan pengalaman yang tak terlupakan selama masa-masa kuliah.
9. Pamela Anggita, Nia Christy, Alvin Saputra dan Alysha Said selaku sahabat anak-anak bijak penulis yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan hiburan kepada penulis.

10. Andryan Herjanto, Faris Zulfar, Agra Satya Wiraputra, I Gede Widya Mahardika, Gerald Hassema, Ignatius Timothy, Ramirez P. Widagdo, Elfrinsen Gustaf, Gianiti Claresta, Alm. Rinaldi Febriansyah dan Efrem Surbakti selaku kawan arbinyol terbaik yang selalu memberikan hiburan, semangat dan pengalaman seru yang mewarnai dunia perkuliahan.
11. Alfaatan Muhammad Dimyati, Diar Ayu Yonanda, Nurkhairana Aryantini, M. Isom Mufikri, Bella Puji, Hilmy Yassar, Innokey A. Tarigan, Nindio Mahendra W., Billal Imam S., Nasa Dityas Fariz dan Shafira Rosyada yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, hiburan dan pengalaman yang tak terlupakan selama masa perkuliahan.
12. Riri Yoanda, Paundra Yahya Al Haritz dan Yandihar Hidayat selaku senior penulis yang banyak membantu dan mau direpoti penulis selama masa perkuliahan.
13. Aloysius Guntur, Smita Tanaya, Oktaviani Monika, Birgitta Alindi P., Laurentius Adityo W., Veronica Windy H., Louis Christhoper selaku sahabat penulis dari Sekolah Menengah Atas hingga sekarang.
14. M. Naufal Ibrahim dan Ibu Susilo Indrawati yang membantu penulis dan proses pengambilan data di Laboratorium Akustik, Departemen Fisika, FMIPA – ITS.
15. Rekan – rekan MMS yang selalu menjadi penghibur dan pendukung pengerjaan Tugas Akhir.
16. Teman seperjuangan Tugas Akhir 2018/2019 serta seluruh teman-teman seperjuangan Siskal Reguler dan *Double Degree SALVAGE* Angkatan 2015.
17. Serta seluruh pihak yang telah membantu yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangatlah penulis harapkan untuk lebih baik dan sempurnanya Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagai tambahan informasi serta wacana-wacana bagi semua pihak yang membutuhkan sehingga dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi semua pihak yang berkepentingan dalam topik Tugas Akhir ini.

Surabaya, 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	2
1.4 Batasan Masalah Tugas Akhir.....	2
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Peredam Suara.....	5
2.2 Gelombang Bunyi.....	6
2.3 Intensitas Bunyi.....	6
2.4 Aplikasi Peredam Suara di Ruang Akomodasi Kapal.....	7
2.5 Skala Intensitas Bunyi di Kapal.....	7
2.6 Absorpsi Bunyi.....	9
2.7 Karakteristik Penyerapan Material.....	11
2.8 Pengujian dengan Standar ISO 10534-1.....	11
2.9 Sabut Kelapa.....	14
2.10 Polyurethane.....	16
2.11 Resin Epoxy.....	16
2.12 Perlakuan Alkali NaOH.....	17
2.13 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	18
BAB III. METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Metode yang Digunakan.....	21
3.2 Persiapan Material Spesimen.....	22
3.6 Pengujian Spesimen.....	28
3.7 Analisa Data.....	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil dan Pembahasan Perlakuan Kimia Serat.....	33
4.2 Hasil Perhitungan Massa untuk Pembuatan Spesimen.....	36
4.3 Hasil dan Pembahasan Pembuatan Spesimen.....	37
4.4 Hasil dan Pembahasan Pengujian Spesimen.....	47
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN.....	75

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peredam Suara Berbahan Glasswool	5
Gambar 2.2	<i>Lining</i> dengan Material Peredam Suara	7
Gambar 2.3	Fenomena Absorpsi Bunyi oleh Suatu Bahan.....	10
Gambar 2.4	Pemegang Sampel Unit Terpisah.....	12
Gambar 2.5	Tabung Probe Mikrofon di Sudut Tabung Impedansi	13
Gambar 2.6	<i>Straight Loudspeaker Termination</i>	13
Gambar 2.7	Sabut Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>).....	14
Gambar 2.8	Polyurethane.....	16
Gambar 2.9	Resin Epoxy	17
Gambar 2.10	Alkali NaOH	18
Gambar 3.1	Flowchart Penelitian.....	21
Gambar 3.2	NaOH Teknis.....	22
Gambar 3.3	Polyurethane dan Resin Epoxy	22
Gambar 3.4	Sabut Kelapa	23
Gambar 3.5	Larutan NaOH.....	24
Gambar 3.6	Proses Perendaman Alkali NaOH.....	25
Gambar 3.7	Proses Pengeringan Sabut Kelapa.....	25
Gambar 3.8	Hasil Pengeringan Sabut Kelapa dengan Perendaman Alkali NaOH.....	26
Gambar 3.9	Spesimen yang Telah Dicitak	27
Gambar 3.10	Pemasangan Spesimen dengan Alat Uji	28
Gambar 3.11	Set Peralatan Tabung Impedansi.....	29
Gambar 3.12	Spesimen yang Telah Terpasang pada Alat Uji Penyerapan Suara.	30
Gambar 3.13	Amplifier dan Audio Generator.....	30
Gambar 3.14	<i>Software Real Time Analyzer</i>	31
Gambar 4.1	Larutan Alkali NaOH	34
Gambar 4.2	Proses Perendaman Serat Sabut Kelapa.....	34
Gambar 4.3	Hasil Perendaman Serat Sabut Kelapa Sebelum dan Sesudah Perlakuan Alkali NaOH	35
Gambar 4.4	Reaksi kimia serat dengan perendaman NaOH.....	35
Gambar 4.5	Spesimen 1	38
Gambar 4.6	Spesimen 2	38
Gambar 4.7	Spesimen 3	39
Gambar 4.8	Spesimen 4	39
Gambar 4.9	Spesimen 5	40
Gambar 4.10	Spesimen 6	40
Gambar 4.11	Spesimen 7	41
Gambar 4.12	Spesimen 8	41
Gambar 4.13	Spesimen 9	42
Gambar 4.14	Spesimen 10	42

Gambar 4.15	Spesimen 11	43
Gambar 4.16	Spesimen 12	43
Gambar 4.17	Spesimen 13	44
Gambar 4.18	Spesimen 14	44
Gambar 4.19	Spesimen 15	45
Gambar 4.20	Spesimen 16	45
Gambar 4.21	Spesimen 17	46
Gambar 4.22	Spesimen 18	46
Gambar 4.23	Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 1-3	50
Gambar 4.24	Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 4-6	51
Gambar 4.25	Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 7-9	51
Gambar 4.26	Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 10-12	52
Gambar 4.27	Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 13-15	52
Gambar 4.28	Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 16-18	53
Gambar 4.29	Grafik Performansi Spesimen 1-18	54
Gambar 4.30	Grafik Hasil Pengujian Koefisien Penyerapan 10 Sampel Uji	59
Gambar 4.31	Glasswool dengan Variasi Ketebalan	60
Gambar 4.32	Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 1-3 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)	61
Gambar 4.33	Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 4-6 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)	62
Gambar 4.34	Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 7-9 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)	62
Gambar 4.35	Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 10-12 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)	63
Gambar 4.36	Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 13-15 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)	63
Gambar 4.37	Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 16-18 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)	64
Gambar 4.38	Grafik Performansi Sabut Kelapa Alkali dengan Glasswool	65
Gambar 4.39	Grafik Biaya Pembuatan Spesimen	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas Tingkat Kebisingan (dB(A)) untuk Berbagai Ruang di Kapal	8
Tabel 2.2	Tanda di Pintu Masuk ke Ruang Bising.....	9
Tabel 2.3	Koefisien Absorpsi dan Nilai NRC pada Material yang Umum	11
Tabel 2.4	Sifat Mekanis Sabut Kelapa.....	15
Tabel 2.5	Komposisi Kimia Beberapa Serat Alam (% Berat).....	15
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Massa Tiap Spesimen.....	36
Tabel 4.2	Hasil Massa Sabut Kelapa dengan Massa Perekat	37
Tabel 4.3	Nilai <i>Sound Pressure Level</i> pada Spesimen yang Diuji	48
Tabel 4.4	Koefisien Penyerapan Suara pada Spesimen dengan Matriks Polyurethane	49
Tabel 4.5	Koefisien Penyerapan Suara pada Spesimen dengan Matriks Resin Epoxy	50
Tabel 4.6	Pengaruh Ketebalan Terhadap Performansi Penyerapan Suara.....	55
Tabel 4.7	Pengaruh Massa Jenis Terhadap Performansi Penyerapan Suara.....	56
Tabel 4.8	Pengaruh Matriks Terhadap Performansi Penyerapan Suara	58
Tabel 4.9	Nilai Koefisien Penyerapan Suara Glasswool.....	61
Tabel 4.10	Hasil Pemilihan Spesimen	69

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan luas laut sebesar 5,9 juta kilometer persegi dan berdasarkan pemetaan ABRI (Pussurta ABRI) jumlah pulau di Indonesia sebanyak 17,503 pulau tidak heran jika Indonesia disebut sebagai negara maritim, sehingga untuk menghubungkan antar pulau satu ke pulau diperlukan alat transportasi yang dapat menyentuh hingga ke pulau terluar di Indonesia transportasi tersebut ialah kapal. Pada umumnya kapal digerakan oleh mesin diesel dimana mesin tersebut menghasilkan suara yang tidak diinginkan sehingga menimbulkan kebisingan. Jarak yang ditempuh dari pulau satu ke pulau lain pun memakan waktu yang tidak sedikit sehingga apabila suara bising tersebut tidak teredam dengan baik maka akan memiliki efek negatif pada pendengaran manusia. Untuk menciptakan kenyamanan bagi kru kapal maupun penumpang kapal diperlukan suatu alat yang dapat mengurangi suara bising di kapal. Untuk mengatasi hal tersebut di kembangkan berbagai jenis bahan peredam suara. Di samping itu peredam suara juga dibutuhkan untuk menciptakan bangunan dengan karakteristik akustik tertentu sehingga tercipta kenyamanan bagi penggunaanya.

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 bahan. Bahan peredam memiliki tiga jenis bahan yaitu bahan berpori, resonator dan panel. Dari ketiga jenis bahan tersebut, bahan berporilah yang sering digunakan. Khususnya untuk mengurangi kebisingan pada ruang-ruang yang memiliki ukuran relatif kecil seperti kamar akomodasi pada kapal. Hal ini karena bahan berpori retatif lebih ringan dibanding jenis peredam lain. Material yang banyak digunakan untuk peredam suara jenis ini adalah glasswool dan rockwool yang terbuat dari fiberglass. Namun peredam berbahan glasswool dan rockwool juga memiliki efek negatif terhadap kesehatan manusia terutama kesehatan pernapasan dan iritasi, selain itu harga dari bahan glasswool maupun rockwool relatif mahal, sehingga berbagai bahan pengganti material tersebut mulai dibuat. Diantaranya adalah berbagai macam gabus maupun bahan berkomposisi serat alami.

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi bahan insulasi akustik yang berupa sabut kelapa (*Cocos nucifera*) dengan sabut kelapa dengan perlakuan alkali yaitu perendaman dalam larutan NaOH. Indonesia adalah salah satu negara penghasil kelapa terbesar di dunia. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan luas area perkebunan kelapa di Indonesia pada tahun 2017 mencapai 3,54 juta Ha yang dapat menghasilkan kelapa hingga 2.87 juta ton kelapa. Dari data tersebut 35% diantaranya merupakan limbah sisa dari bagian yang dapat diekspor berupa serbuk dan serabut kulit kelapa yang hanya dimanfaatkan secara tradisional untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat-alat rumah tangga lain. Sedangkan, sabut kelapa dapat dijadikan sebagai bahan teknik seperti insulasi akustik atau peredam suara. Kemudian proses alkalisasi adalah proses yang cukup umum digunakan dalam dunia industri, di mana proses tersebut mampu merubah sifat fisik maupun kimiawi dari suatu material. Contohnya yaitu pada hasil perendaman

pada larutan NaOH, kekuatan mekanis material meningkat dan memperkuat ikatan antara serat dengan matriks *thermosetting*. Dengan dibuatnya peredam suara berbahan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) dengan perlakuan Alkali NaOH diharapkan dapat menjadi rekomendasi alternatif peredam suara yang aman, ramah lingkungan dan biaya yang cukup terjangkau.

1.2 Rumusan Permasalahan

Adapun rumusan masalah yang melatar belakangi penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Berapa koefisien penyerapan suara tertinggi yang dihasilkan oleh modifikasi peredam suara menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah dilakukan peredaman pada Alkali NaOH?
2. Bagaimana pengaruh variasi peredam suara menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah diberi perlakuan kimia Alkali NaOH terhadap koefisien penyerapan suara?
3. Bagaimana pengaruh perlakuan kimia Alkali NaOH pada sabut kelapa (*Cocos nucifera*) terhadap nilai koefisien penyerapan suara?
4. Bagaimana performa peredam suara menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah diberi perlakuan kimia Alkali NaOH jika dibandingkan dengan peredam suara berbahan Glasswool?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan tugas akhir yang akan dicapai oleh peneliti ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui koefisien penyerapan suara tertinggi yang dihasilkan oleh modifikasi peredam suara menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah dilakukan peredaman pada Alkali NaOH.
2. Mengetahui pengaruh variasi peredam suara menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah diberi perlakuan kimia Alkali NaOH terhadap koefisien penyerapan suara.
3. Mengetahui pengaruh perlakuan kimia Alkali NaOH pada sabut kelapa (*Cocos nucifera*) terhadap nilai koefisien penyerapan suara.
4. Membandingkan performansi modifikasi peredam suara menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah diberi perlakuan kimia Alkali NaOH dengan peredam suara berbahan Glasswool.

1.4 Batasan Masalah Tugas Akhir

Untuk memfokuskan permasalahan dan mengantisipasi melebarnya topik permasalahan, penulis memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Peredam suara didesain dengan modifikasi pada bagian insulasi yang dilakukan pengujian terhadap insulasi di laboratorium
2. Aplikasi teknologi insulasi untuk peredam suara menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah diberi perlakuan kimia Alkali NaOH hanya diuji dengan menggunakan metode tabung impedansi.

3. Variasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu variasi ketebalan, massa jenis dan penggunaan matriks perekat.
4. Variasi yang digunakan pada glasswool sebagai pembanding yaitu variasi ketebalan.
5. Penelitian hanya menganalisa teknologi peredam suara menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) dari segi teknis.
6. NaOH yang digunakan adalah NaOH teknis yang berwujud padat yang dilarutkan pada air hasil destilasi.
7. Tidak terjadi reaksi kimia internal spesimen pada saat pengujian koefisien penyerapan suara.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang diperoleh dari penelitian dalam tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian dapat digunakan sebagai salah satu media pembelajaran kedepannya untuk penggunaan Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah dilakukan perendaman pada Alkali NaOH sebagai bahan peredam suara yang efektif.
2. Mengetahui tingkat keefektifan peredam suara yang telah dimodifikasi bagian insulasinya menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah diberi perlakuan kimia Alkali NaOH.
3. Penelitian dapat dijadikan tolak ukur sebagai kajian pembuatan peredam suara yang ramah lingkungan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peredam Suara



Gambar 2.1 Peredam Suara Berbahan Glasswool
(Sumber: kaskus.co.id)

Peredam suara (*sound insulation*) adalah suatu alat yang dapat berfungsi untuk meredamkan atau mengurangi jumlah intensitas dari suara, bunyi kebisingan yang terjadi. Peredam suara sendiri berhubungan dengan organ pendengar, suara, atau ilmu bunyi. Sistem peredam suara dalam sebuah ruangan merupakan keadaan sebuah ruang yang mempengaruhi mutu bunyi yang terjadi di dalamnya. Peredam suara pada ruang ini sendiri banyak dikaitkan dengan hal yang mendasar seperti perubahan suara karena pantulan dan juga gangguan suara ketembusan suara dari ruang lain. Banyak material penyerap yang sangat efektif untuk digunakan. Material-material tersebut biasanya digunakan untuk memperjelas suara yang dihantarkan dalam ruang atau juga mengurangi kejelasan suara yang timbul. Pengertian bunyi sendiri adalah gelombang getaran mekanis dalam udara atau benda padat yang masih bisa ditangkap oleh telinga normal manusia, dengan rentang frekuensi antara 20-20.000 Hz. Namun, batasan-batasan ini dapat menurun karena faktor usia dan faktor subjektif lainnya, misalnya kebiasaan. Bunyi adalah suatu bentuk gelombang longitudinal yang merambat secara perapatan dan perenggangan terbentuk oleh partikel zat perantara serta ditimbulkan oleh sumber bunyi yang mengalami getaran. Bunyi tidak dapat terdengar pada ruang hampa udara, karena bunyi membutuhkan zat perantara untuk menghantarkan bunyi, baik zat padat, cair, maupun gas. Frekuensi bunyi (*sound frequency*) sendiri berarti jumlah getaran per detik dan diukur dengan Hz (Hertz). Semakin tinggi frekuensi, semakin tinggi bunyi yang dihasilkan. Frekuensi percakapan manusia berada pada 600-4000 Hz. Telinga manusia paling peka terhadap rentang frekuensi antara 100-3200 Hz (panjang gelombang antara 10 cm - 3 m). Kepekaan telinga manusia berada untuk frekuensi yang berbeda. Dengan energi yang sama, frekuensi tinggi lebih mudah didengar, sedangkan frekuensi rendah merambat lebih jauh.

2.2 Gelombang Bunyi

Gelombang Bunyi adalah gelombang mekanis longitudinal. Gelombang bunyi tersebut dapat dijalarkan di dalam benda padat, benda cair, dan gas. Partikel-partikel yang mentransmisikan sebuah gelombang seperti itu beresilasi dalam arah penjalaran gelombang itu sendiri. Gelombang bunyi dapat diukur dalam satuan panjang gelombang, frekuensi dan kecepatan rambat. Panjang gelombang (λ) adalah jarak antara dua titik pada posisi yang sama yang saling berurutan. Misalnya jarak antara dua puncak gunung atau jarak antara dua lembah. Panjang gelombang diukur dalam satuan meter (m) dan merupakan elemen yang menunjukkan kekuatan bunyi. Kejadian perpindahan atau perambatan gelombang dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$v = f\lambda \quad (1)$$

Dimana, v : Kecepatan rambat (m/det);
 λ : Panjang gelombang (m);
 f : Frekuensi (Hertz);

Semakin panjang gelombangnya, semakin kuat pula bunyi tersebut. Selain panjang gelombang elemen bunyi yang lain adalah frekuensi. Frekuensi (f) adalah jumlah atau banyaknya getaran yang terjadi dalam setiap detik. Frekuensi dihitung dalam satuan Hertz (Hz). Jumlah getaran yang terjadi setiap detik tersebut sangat tergantung pada jenis objek yang bergetar. Oleh karena itu, setiap benda akan memiliki frekuensi tersendiri yang berbeda dari benda lainnya. Tanpa melihat, hanya dengan mendengar saja, kita dapat membedakan apakah suatu benda yang jatuh terbuat dari logam, kaca atau kayu.

2.3 Intensitas Bunyi

Intensitas suara didefinisikan sebagai laju aliran energi (daya) suara yang menembus satu luasan tertentu, dengan kata lain intensitas suara merupakan kerapatan energi suara per satuan luas.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (2)$$

Dimana, I : Intensitas suara (W/m^2);
 P : Daya suara (W);
 A : Luas permukaan yang ditembus suara (m^2);
 R : Jarak titik dari sumber suara (m).

Tingkat intensitas bunyi dinyatakan dengan skala logaritma. Satuan skala ini adalah bel, dari Alexander Graham Bell (1847-1922), penemu telepon, atau jauh lebih umum, desibel (dB), yang merupakan $\frac{1}{10}$ bel (10 dB= 1 bel) Tingkat intensitas bunyi (B) didefinisikan dalam intensitasnya (I) sebagai berikut.

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (3)$$

Dimana, B : tingkat intensitas suara (dB);
 I : Intensitas suara (W/m^2);
 I_0 : Intensitas suara acuan ($10^{12} \text{ W}/\text{m}^2$)

2.4 Aplikasi Peredam Suara di Ruang Akomodasi Kapal

Pemasangan peredam suara di ruang akomodasi kapal terletak di dalam *lining*. *Lining* terbuat dari aluminium dan di dalamnya terdapat material peredam suara yang juga berfungsi sebagai peredam panas, *lining* tersebut kemudian dipasang mengelilingi dinding pada ruang akomodasi di kapal. Penggunaan peredam suara di dalam ruang akomodasi kapal bertujuan untuk memberikan kenyamanan kepada *crew* kapal dengan mengurangi kebisingan yang dihasilkan oleh peralatan di ruang akomodasi kapal maupun suara yang dihasilkan oleh faktor lain seperti suara angin maupun suara dari mesin ataupun generator pada kapal.



Gambar 2.2 *Lining* dengan Material Peredam Suara
 (Sumber: peredamsuara-akustik.com)

2.5 Skala Intensitas Bunyi di Kapal

Skala intensitas bunyi di kapal telah diatur oleh *The Maritime Safety Committee* dari IMO (*International Maritime Organization*) dengan tujuan untuk “*hearing saving*” pada lingkungan di atas kapal. Peraturan tersebut berkembang berdasarkan kasus per kasus, sebagai hasil dari berbagai perkembangan praktik manajemen teknologi dan keselamatan. Peraturan tersebut dibuat dengan tujuan:

- Mengukur tingkat kebisingan
- Melindungi crew kapal dan orang yang berada di atas kapal dari risiko gangguan pendengaran yang disebabkan oleh kebisingan di dalam kapal.
- Membatasi tingkat kebisingan maksimum yang dapat diterima semua ruang yang biasanya diakses oleh crew kapal.
- Memverifikasi isolasi akustik antara ruang akomodasi di kapal.

Berikut ini adalah batasan level kebisingan (dB(A)) yang tertera pada tabel dibawah.

Tabel 2.1 Batas Tingkat Kebisingan (dB(A)) untuk Berbagai Ruang di Kapal

<i>Designation of rooms and spaces</i>	<i>Ship size</i>	
	<i>1,600 up to 10,000 GT</i>	<i>≥10,000 GT</i>
4.2.1 Work spaces		
<i>Machinery spaces</i>	110	110
<i>Machinery control rooms</i>	75	75
<i>Workshops other than those forming part of machinery spaces</i>	85	85
<i>Non-specified work spaces (other work areas) examples open deck workspaces</i>	85	85
4.2.2 Navigation spaces		
<i>Navigation bridge and chartrooms</i>	65	65
<i>Look out posts, including navigation bridge wings and windows</i>	70	70
<i>Radio rooms (with radio equipment operating but not producing audio signals)</i>	60	60
<i>Radar rooms</i>	65	65
4.2.3 Accommodation spaces		
<i>Cabin and hospitals</i>	60	55
<i>Messrooms</i>	65	60
<i>Recreation rooms</i>	65	60
<i>Open recreation areas (external recreation areas)</i>	75	75
<i>Offices</i>	65	60
4.2.4 Service spaces		
<i>Galleys, without food processing equipment operating</i>	75	75
<i>Serveries and pantries</i>	75	75
4.2.5 Normally unoccupied spaces		
<i>All locations with unusually high noise levels where seafarers may be exposed, even for relatively short periods, and at intermittently used machinery locations</i>	90	90

(Sumber: MSC 91/22/Add.1 Annex1, page 17)

Jika tingkat kebisingan di ruang mesin (atau ruang lain) lebih besar dari 85 dB(A), maka untuk masuk ke ruang tersebut harus dilakukan pemberitahuan peringatan yang terdiri dari simbol dan tanda tambahan dalam bahasa kerja kapal sebagaimana ditentukan oleh Administrasi (lihat di bawah ini contoh pemberitahuan dan tanda peringatan dalam

bahasa Inggris). Jika hanya sebagian kecil dari ruang memiliki tingkat kebisingan seperti itu, lokasi atau peralatan tertentu harus diidentifikasi setinggi mata, terlihat dari setiap arah akses.

Tabel 2.2 Tanda di Pintu Masuk ke Ruang Bising

<i>Signs at the entrance to noisy rooms</i>	
<i>80-85 dB(A)</i>	<i>HIGH-NOISE LEVEL - USE HEARING PROTECTORS</i>
<i>85-110 dB(A)</i>	<i>DANGEROUS NOISE - USE OF HEARING PROTECTORS MANDATORY</i>
<i>110-115 dB(A)</i>	<i>CAUTION: DANGEROUS NOISE - USE OF HEARING PROTECTORS MANDATORY - SHORT STAY ONLY</i>
<i>>115 dB(A)</i>	<i>CAUTION: EXCESSIVELY HIGH NOISE LEVEL - USE OF HEARING PROTECTORS MANDATORY - NO STAY LONGER THAN 10 MINUTES</i>

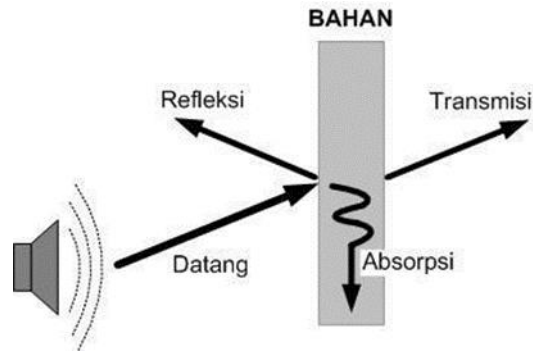
(Sumber: MSC 91/22/Add.1 Annex1, page 22)

2.6 Absorpsi Bunyi

Energi bunyi datang yang tiba pada suatu bahan akan diubah sebagian oleh bahan tersebut menjadi energi lain, seperti misalnya getar (vibrasi) atau energi panas. Peristiwa absorpsi adalah salah satu fenomena akustik ketika ada suatu gelombang suara yang mengenai suatu permukaan material dan material tersebut mampu untuk mengurangi atau menyerap sebagian maupun seluruh energy suara yang membenturnya. Dalam suatu fenomena absorpsi dikenal adanya koefisien absorpsi yaitu perbandingan antara energy yang diserap oleh material absorbsier dengan gelombang bunyi yang datang. Untuk koefisien absorpsi biasanya dilambangkan dengan α dan secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{\text{Energi yang diserap}}{\text{Energi yang datang}} \quad (4)$$

Besarnya nilai α sendiri, berada pada rentang antara 0 hingga 1. Yang artinya bahwa, jika bahan tersebut memiliki koefisien mendekati 1, maka bahan tersebut berarti bahan yang sangat absorbstif. Sedangkan jika bahan tersebut memiliki nilai koefisien mendekati 0, maka bahan tersebut lebih bersifat reflektif. Nilai koefisien absorpsi setiap bahan berbeda beda, tergantung pada jenis, ukuran pori pori bahan, tebal, dan beratnya. Fenomena perilaku bunyi apabila mengenai suatu bahan dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.3 Fenomena Absorpsi Bunyi oleh Suatu Bahan
(Sumber: Modul Praktikum Fisika Laboratorium Akustik, FMIPA – ITS)

Untuk menentukan besarnya koefisien absorpsi menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{\text{Energi yang diserap}}{\text{Energi yang datang}} \quad (5)$$

$$\alpha = \frac{\text{Energi yang datang} - \text{Energi yang dipantulkan}}{\text{Energi yang datang}} \quad (6)$$

$$\alpha = 1 - |r|^2 \quad (7)$$

Maka,

$$|r| = \frac{\left(\left(10^{\frac{\Delta SPL}{20}} - 1 \right)^2 \right)}{\left(\left(10^{\frac{\Delta SPL}{20}} + 1 \right)^2 \right)} \quad (8)$$

sehingga didapatkan rumus koefisien suara

$$\alpha = 1 - \left(\frac{\left(10^{\frac{\Delta SPL}{20}} - 1 \right)^2}{\left(10^{\frac{\Delta SPL}{20}} + 1 \right)^2} \right) \quad (9)$$

dimana, α : Koefisien Penyerapan Suara
 ΔSPL : Selisih *Sound Pressure Level* (dB)
 r : *Reflection Factor*

2.7 Karakteristik Penyerapan Material

Material memiliki reaksi yang berbeda terhadap bunyi dengan frekuensi yang berbeda. Pada umumnya material dengan nilai NRC di bawah 0.20 bersifat reflektif, sedangkan material dengan nilai NRC di atas 0.40 bersifat menyerap.

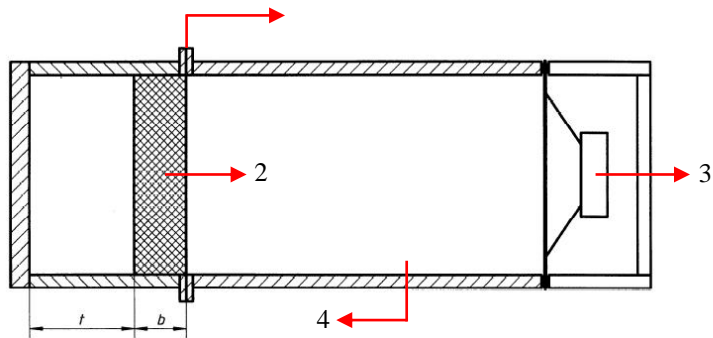
Tabel 2.3 Koefisien Absorpsi dan Nilai NRC pada Material yang Umum

Material	α_{125}	α_{250}	α_{500}	α_{1000}	α_{2000}	α_{4000}	NRC
Painted drywall	0.10	0.08	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05
Plaster	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.05
Smooth concrete	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08	0.05
Coarse concrete	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25	0.35
Smooth brick	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07	0.05
Glass	0.05	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07	0.05
Metal blinds	0.06	0.05	0.07	0.15	0.13	0.17	0.10
Thick Panel	0.25	0.47	0.71	0.79	0.81	0.78	0.70
Light drapery	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35	0.15
Heavy drapery	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65	0.6
Helmholtz resonator	0.20	0.95	0.85	0.49	0.53	0.50	0.70
Ceramic tile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
Linoleum	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05
Carpet	0.05	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.15
Carpet on concrete	0.05	0.10	0.15	0.30	0.50	0.55	0.25
Carpet on rubber	0.05	0.15	0.13	0.40	0.50	0.60	0.30

(Sumber: *Architectural Design Guide*, 2000)

2.8 Pengujian dengan Standar ISO 10534-1

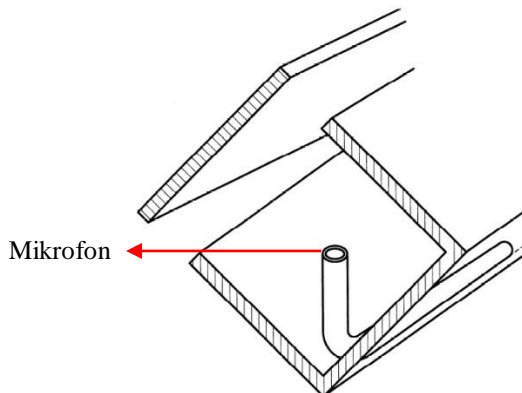
ISO 10534 menetapkan metode untuk menentukan koefisien penyerapan suara, faktor refleksi dan impedansi permukaan atau penerimaan permukaan bahan dan benda. Nilai-nilai ditentukan untuk kejadian suara normal dengan mengevaluasi pola gelombang berdiri dari gelombang bidang dalam tabung, yang dihasilkan oleh superposisi dari gelombang bidang sinusoidal dengan gelombang bidang yang dipantulkan dari objek uji. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan koefisien absorpsi suara dari peredam suara untuk kejadian suara normal. Selanjutnya dapat digunakan untuk penentuan impedansi permukaan akustik atau penerimaan permukaan bahan penyerap suara. Metode sangat cocok digunakan untuk studi parameter dan untuk desain peredam suara, karena hanya sampel kecil dari bahan penyerap yang diperlukan. Bagian dari alat uji dari ISO 10534-1 diantaranya adalah pemegang sampel, mikrofon dan *loudspeaker*.



Keterangan: 1 : Pemegang Sampel
 2 : Sampel
 3 : Loudspeaker
 4 : Tabung Utama

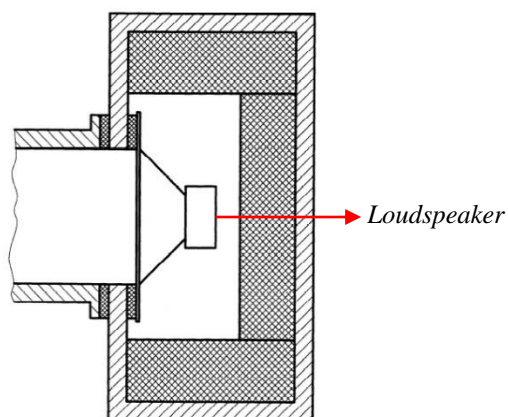
Gambar 2.4 Pemegang Sampel Unit Terpisah
 (Sumber: BS EN ISO 10534-1:2001)

Pemegang sampel yang diilustrasikan pada Gambar 2.3 diintegrasikan ke dalam impedansi dari unit atau unit yang selama pengukuran, terpasang erat ke salah satu ujung tabung. Panjang pemegang sampel harus cukup besar untuk memasang benda uji yang meninggalkan ruang udara dengan kedalaman yang diperlukan di belakangnya. Pemegang sampel yang digunakan adalah pemegang sampel unit yang terpisah, bentuk dan dimensi interiornya harus sesuai dengan tabung impedansi hingga 0,2%. Pemasangan tabung harus kencang, tanpa penyisipan gasket elastis (vaselin dianjurkan untuk menyegel). Disarankan untuk mengintegrasikan dudukan sampel ke dalam tabung impedansi dan membuat bagian pemasangan tabung dapat diakses oleh penutup yang dapat dilepas untuk memasukkan benda uji. Umumnya, dengan tabung persegi panjang disarankan untuk memasang benda uji dari samping ke dalam tabung (alih-alih mendorongnya secara aksial ke tabung); maka dimungkinkan untuk memeriksa pemasangan dan posisi benda uji dalam tabung, untuk memeriksa posisi dan kerataan permukaan depan, dan untuk memposisikan bidang referensi secara tepat dalam kaitannya dengan permukaan depan. Penyisipan ke samping juga menghindari kompresi bahan lunak. Pelat belakang dudukan sampel harus kaku dan harus dipasang erat ke tabung karena berfungsi sebagai terminasi kaku dalam banyak pengukuran. Disarankan untuk menggunakan pelat logam dengan ketebalan tidak kurang dari 2 cm. Untuk beberapa pengujian, volume udara di belakang benda uji, dengan kedalaman $\lambda_0/4$, bertindak sebagai terminasi pelepasan tekanan. Sumbat yang dapat dipindahkan dalam wadah sampel kadang-kadang digunakan sebagai terminasi kaku, yang memungkinkan kedalaman yang bervariasi dari celah udara ini. Dalam pengujiannya harus digunakan dengan sangat hati-hati, karena kebocoran kecil antara steker dan dinding pemegang sampel akan menyebabkan hasil yang keliru.



Gambar 2.5 Tabung Probe Mikrofon di Sudut Tabung Impedansi
(Sumber: BS EN ISO 10534-1:2001)

Gambar 2.4 merupakan ilustrasi dari mikrofon yang digunakan pada alat uji yang terletak di tabung impedansi itu sendiri dan dapat digerakan. Mikrofon bergerak mencatat pola gelombang berdiri dalam tabung impedansi, untuk lokalisasi tekanan minimum dan untuk akuisisi amplitudo tekanan suara (atau level) dalam maksimal dan minimum gelombang berdiri.



Gambar 2.6 Straight Loudspeaker Termination
(Sumber: BS EN ISO 10534-1:2001)

Gambar 2.5 merupakan ilustrasi dari *loudspeaker* membran (atau *loudspeaker* ruang bertekanan untuk frekuensi tinggi dengan klakson sebagai elemen transmisi ke tabung impedansi) harus berupa terminasi tabung impedansi pada ujung yang berseberangan dengan pemegang sampel. Permukaan membran pengeras suara (atau pintu keluar klakson) harus mencakup setidaknya dua pertiga dari luas penampang tabung impedansi. Pengeras suara harus dimasukkan ke dalam kotak isolasi suara untuk menghindari *cross-talk* udara ke mikrofon. Insulasi getaran elastis harus diterapkan antara tabung impedansi dan rangka *loudspeaker* serta kotak *loudspeaker* (lebih disukai juga antara tabung impedansi dan elemen transmisi) untuk menghindari eksitasi suara yang ditanggung oleh struktur dari tabung impedansi.

2.9 Sabut Kelapa



Gambar 2.7 Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*)
(Sumber: www.pertanianku.com)

Serat sabut kelapa atau coco fibre merupakan produk yang berasal dari proses pemisahan serat dari bagian kulit buah. Bagian kulit buah merupakan bagian terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 % dari total bobot. Ekstrak sabut kelapa ini merupakan hasil samping dari suatu industri pengolahan kelapa. Serat sabut kelapa ini dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu serat sabut kelapa putih (*white coir fibre*) dan serat sabut kelapa coklat (*brown coir fibre*). Terdapat dua jenis serat sabut kelapa yaitu:

1. Serat Sabut Kelapa Putih (*white coir fibre*)

Serat sabut kelapa putih yang sering disebut juga *yarn fibre*, *mat fibre* atau *retted fibre* merupakan jenis serat sabut berwarna kuning cerah dan diperoleh dengan cara merendam sabut segar, biasanya dalam air garam selama 6 – 12 bulan. Serat sabut kelapa putih (*white coir fibre*) hampir seluruhnya dipintal menjadi *yarn fibre* yang selanjutnya digunakan untuk bahan karpet, pelapis dinding, tali dan lain-lain.

2. Serat Sabut Kelapa Coklat (*brown coir fibre*)

Jenis serat ini diperoleh dari ekstraksi sabut kering (*brown husk*) secara mekanik, baik secara basah maupun kering. Serat sabut kelapa coklat mempunyai kegunaan yang lebih luas bila dibandingkan serat sabut kelapa putih (*white coir fibre*). Serat sabut kelapa ini dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *bristle fibred* dan *mattres fibre*. *Bristle fibre* secara tradisional banyak digunakan untuk bahan perlengkapan rumah tangga, seperti sikat, sapu dan lain-lain. Sementara itu *mattres fibre* secara tradisional sering digunakan untuk keset, matras olahraga, bahan penyekat dan lain-lain. *Bristle fibre* dan *mattres fibre* dapat dicampur dengan lateks dan bahan kimiawi yang lain untuk membuat serat sabut kelapa berkaret (*rubberized coir*) yang banyak digunakan untuk perlengkapan rumah tangga, penyaring, penyekat dan lain-lain. Serat sabut kelapa ini bersaing dengan berbagai jenis serat nabati yang lain, juga dengan serat sintetis, produk-produk turunan minyak bumi (nylon, polyurethane dan lain-lain).

2.8.1. Karakteristik Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*)

Sabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa. Ketebalan sabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). *Endocarpium* mengandung serat halus sebagai bahan pembuat tali, karpet, keset dan lain sebagainya. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat.

Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, *pyroligneous acid*, gas, arang, ter, tannin, dan potassium. Dilihat dari sifat fisisnya sabut kelapa terdiri dari:

- Seratnya terdiri dari serat kasar dan halus dan tidak kaku
- Mutu serat ditentukan dari warna dan ketebalan
- Mengandung unsur kayu seperti lignin, suberin kutin, tannin dan zat lilin.

Dari sifat mekaniknya:

- Kekuatan tarik dari serat kasar dan halus berbeda
- Mudah rapuh
- Bersifat lentur (Zainal. M dan Yulius, 2005).

Tabel 2.4 Sifat Mekanis Sabut Kelapa

Serat	Panjang (mm)	Diameter (mm)	Massa Jenis (kg/m ³)	Modulus Young (GPa)	Kekuatan Tarik (MPa)	Regangan (%)
Bambu	-	0,1-0,4	1500	27	575	3
Pisang	-	0,8-2,5	1350	1,4	95	5,9
Sabut	50-350	0,1-0,4	1440	0,9	200	29
Flax	500	NA	1540	100	1000	2
Jute	1800-3000	0,1-0,2	1500	32	350	1,7
Kenaf	30-750	0,04-0,09	-	22	295	-
Sisal	-	0,5-2	1450	100	1100	-

(Sumber: Building Material and Technology Promotion Council)

Tabel 2.5 Komposisi Kimia Beberapa Serat Alam (% Berat)

Serat	Komposisi, %					
	α -Selulosa	Hemiselulosa	Lignin	Pektin	Zat terlarut	Lemak, lilin
Kenaf	44,0-57,0	29,0-30,4	15-19	-	2,1-2,9	2,1-2,9
Nanas	69,5-71,5	17,0-19,8	6,04	1,0-1,2	4,5-5,3	3,0-3,3
Jute	61,0-72,4	12,0-13,3	11,8-14,2	0,2	1,2	0,1-0,6
Rami	68,0-76,0	13-14	1,2-1,6	1,9-2,1	5,5	0,3
Abaka	53,02	21,7	5,6	0,6	1,6	0,2
Kapas	90-98	5,7	0	1,2	1,0	0,6
Sabut Kelapa	32,9-43,4	0,15-0,25	40,5-45,8	2,7-3,0	5,2-16,0	-

(Sumber: Rifaida Erningsih, Pembuatan dan Karakterisasi Suara dari Bahan Baku Serat Alam (2014))

2.10 Polyurethane



Gambar 2.8 Polyurethane
(Sumber: tokopedia.com)

Usaha menciptakan polimer polyuretan pertama kali dirintis oleh Otto Bayer dan rekan-rekannya pada tahun 1933 di laboratorium I.G. Farben di Leverkusen, Jerman. Mereka menggunakan prinsip polimerisasi adisi untuk menghasilkan polyuretan dari diisosiyanat cair dan polieter cair atau diol poliester seperti menunjukkan ke berbagai kesempatan spesial, khususnya saat dibandingkan dengan berbagai plastik yang dihasilkan dari olefin, atau dengan polikondensasi. Polyurethane untuk pertama kalinya dikembangkan sebagai pengganti karet. Polyurethane merupakan hasil pengisolan antara karet dan plastik sehingga didapatkan pelarutan material yang memiliki keunggulan sangat tahan gesek, tahan aus, tahan terhadap beberapa kimiaria, stabil dalam temperatur dingin dan panas. Saat ini Polyurethane diproduksi dan digunakan dalam skala industri, dan dapat dipatenkan dan diformulasikan untuk kegunaan tertentu. Polyurethane dapat ditemukan pada bahan pelapis dan bahan perekat, elastomers, dan busa yang keras. Polyurethane memiliki beberapa kelebihan diantaranya:

1. Tahan air dan tahan panas
2. Fleksibel sehingga mudah untuk dicetak, dipotong dan diwarnai
3. Ringan
4. Memiliki sifat adhesi atau merekat dengan sangat baik
5. Mudah untuk digunakan
6. Tidak mudah rusak

2.11 Resin Epoxy

Resin epoxy merupakan plastik dari jenis thermosetting yang secara kimia mempunyai daya tahan yang tinggi, sangat tahan terhadap zat dan stabil terhadap bahan asam. Resin ini tahan lama, lemas dan liat, memiliki kelekatan terhadap bahan lain yang sangat baik, sehingga dapat digunakan sebagai lapisan pelindung yang baik (Nurhayati, 2015).



Gambar 2.9 Resin Epoxy
(Sumber: www.walmart.com)

Resin epoxy ini pertama kali diciptakan pada tahun 1930-an di negara Amerika Serikat serta Swiss yang kemudian diproduksi sebagai perekat atau lem (lem epoxy) pada tahun 1946 dan sebagai pelapis cat pada tahun 1947. Aplikasi bahan epoxy cukup luas sebagai bahan pelapis dan perekat. Resin epoxy dikenal karena sangat baik bersifat adhesi dan tahan panas serta memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat digunakan sebagai isolasi listrik. Epoxy dijual komersial yang dapat ditemui di toko-toko perangkat keras biasanya sebagai paket yang mengandung resin dan hardener yang terpisah yang harus dicampur sebelum digunakan. Epoxy memiliki kelemahan pada sinar UV terutama apabila digunakan sebagai pelapis cat.

2.12 Perlakuan Alkali NaOH

Perlakuan kimia tertentu perlu dilakukan terhadap serat alam untuk meningkatkan komparabilitas serat alam sebagai penguat dalam komposit. Modifikasi kimia berpengaruh secara langsung terhadap struktur serat dan mengubah komposisi kimia serat, mengurangi kecenderungan penyerapan kelembaban oleh serat sehingga akan memberikan ikatan antara serat dengan matriks yang lebih baik. Hal ini tentunya akan menghasilkan sifat mekanik dan termal komposit yang lebih baik. Kekuatan dan kekakuan dari serat tanaman terutama tergantung pada kandungan selulosanya. Peningkatan kandungan selulosa adalah faktor kunci untuk meningkatkan sifat serat. Serat alami memiliki sifat hidrofilik yakni sifat yang suka atau tahan terhadap air. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga dapat memberikan ikatan interfacial dengan baik secara optimal.



Gambar 2.10 Alkali NaOH
(Sumber: madakimia.com)

NaOH merupakan salah satu jenis alkali bersifat basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Berdasarkan teori Arrhenius, basa merupakan zat yang dalam air menghasilkan ion OH negatif dan ion positif. Larutan basa memiliki rasa pahit, dan jika mengenai tangan terasa licin (kaustik). Perlakuan alkali yang berupa NaOH dari serat alami adalah salah satu perlakuan kimia yang telah dilakukan untuk meningkatkan kandungan selulosa melalui penghilangan hemiselulosa dan lignin (tujuannya memisahkan lignin dan kontaminan yang terkandung dalam serat, sehingga didapat serat yang lebih bersih). Berikut merupakan reaksi dari perlakuan alkali NaOH terhadap serat:



Penelitian mengenai perlakuan alkali terhadap serat menyebutkan jika kekuatan rekat antara serat dengan matriks dapat meningkat sebesar 5%.

2.13 Hasil Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian ini penulis juga melakukan analisa terhadap penelitian sebelumnya guna mengetahui kelebihan dan kekurangan dari penelitian yang dilakukan peneliti sebelumnya.

1. Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya (Ainie Khuriati, dkk)

- Metodologi:

Penelitian ini menggunakan metode tabung impedansi dua mikrofon yang mengacu pada standar ASTM E1050-1990. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai koefisien penyerapan terbaik pada spesimen dengan komposisi yang berbeda.

- Hasil:

Dari dari analisa data yang dilakukan pada penelitian ini diperoleh hasil analisa yang disimpulkan sebagai berikut.

- a. Sampel peredam yang dibuat sudah memenuhi kriteria ISO 11654 untuk bisa dipakai sebagai peredam suara dengan sampel E (specimen dengan ketebalan 25 mm) mempunyai α_w paling besar yaitu 0,51.
- b. Komposisi yang paling ideal sebagai peredam suara adalah campuran serat dan daging sabut kelapa.

- c. Penambahan jumlah serat pada campuran serat dan daging sabut dapat meningkatkan nilai penyerapan maksimumnya.
 - d. Peningkatan massa jenis sampel yang dihasilkan dari bahan dengan berat komposisi yang sama dan jenis perekat yang sama menyebabkan kenaikan penyerapan pada frekuensi di bawah 1200 Hz.
2. Pembuatan dan Karakterisasi Peredam Suara dari Bahan Baku Serat Alam (Rifaída Eriningsih, dkk)
 - Metodologi:

Pada penelitian ini pengujian terhadap komposit *non woven needle punch* sebagai peredam suara meliputi: sifat fisik serat yaitu uji kehalusan dan kekuatan serat dengan alat Fafeigraph merk Textechno sesuai ASTM D 1577, morfologi komposit melalui uji *Scanning Electron Microscope* dengan alat SEM JEOL-GSM-6510, uji densitas, tinggi dan volume komposit, serta uji koefisien absorpsi suara dengan alat Tabung Impedansi sesuai standar ISO 10534-2:2001
 - Hasil:

Hasil uji peredam suara serat alam pada penelitian ini dipengaruhi oleh jenis serat, morfologi serat dan sifat-sifat fisik komposit yang dibentuk Hasil uji menunjukkan bahwa komposit serat kelapa pada frekuensi standar maupun tinggi memberikan koefisien absorpsi suara (α) paling tinggi. Untuk komposit serat abaka memberikan α cukup tinggi pada frekuensi standar, namun pada frekuensi tinggi relatif rendah. Sedangkan komposit serat rami menunjukkan α relatif lebih rendah baik pada frekuensi standar maupun frekuensi tinggi. Berdasarkan perbandingan dengan α glasswool pada frekuensi standar, maka komposit serat kelapa dan abaka menunjukkan nilai lebih tinggi, sedangkan komposit rami masih mendekati α glasswool.

Dengan menggunakan lembaran non woven needle punch yang ditumpuk 4 lapis dan dibuat komposit menggunakan matriks resin epoksi dengan fraksi berat 5:7, dengan sistem compression moulding, tekanan 60 kg/cm², suhu 70°C dan waktu penekanan selama 2 jam, maka komposit serat kelapa paling baik untuk dimanfaatkan sebagai peredam suara. Apabila dirata-ratakan baik pada frekuensi standar maupun tinggi diperoleh komposit berpenguat serat rami menghasilkan $\alpha = 0,52$, komposit serat kelapa dengan $\alpha = 0,90$ dan komposit serat abaka dengan $\alpha = 0,62$. Komposit tersebut secara keseluruhan masih diatas standar glasswool.
 3. Karakteristik Serapan Suara Komposit Polyester berpenguat Serat Tapis Kelapa (I Made Astika, dkk)
 - Metode:

Pada penelitian ini metode produksi yang digunakan adalah metode *pultrusion* dengan orientasi serat acak. Variasi fraksi volume serat 20, 25 dan 30%, dan apanjang seart 5, 10 dan 15 mm dengan frekwensi inputan 250, 500, 1000, 2000 dan 4000 Hz. Alat uji uji koefisien/angka serapan suara bahan (impedance tube standing wave method) yang digunakan dengan spesifikasi:

 - Measuring Amplifier merk Brüel & Kjær type 2636
 - Sine Generator merk Brüel & Kjær type 1054

- Hasil:

Pada penelitian yang dilakukan I Made Astika dan I Gusti Komang Dwijana dengan variasi serat kelapa 20%, 25%, 30% dan panjang serat 5 mm, 10 mm, dan 15 mm dengan pengujian penyerapan suara pada frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz. Didapatkan hasil penyerapan suara tertinggi pada komposit dengan panjang komposit 10 mm dengan volume 30% serat dengan nilai penyerapan suara (α) 0,550828.

4. Pemanfaatan Fluk pada *Styrofoam* sebagai Bahan Dasar Peredam Suara dengan Metode Tabung Impedansi (Muhammad Munir, dkk)

- Metode:

Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam pengujian adalah metode tabung impedansi. Pada percobaan ini terdapat tiga variabel penelitian, yaitu variabel kontrol, variabel manipulasi, dan variabel respon. Variabel kontrol adalah sesuatu yang tidak berubah dalam penelitian adalah bahan absorpsi dengan bahan dasar *styrofoam* dengan ukuran \pm (15 cm x 15 cm), ketebalan \pm 1,8 cm dan jumlah dan jarak antara fluks pada bahan absorpsi. Variabel manipulasi pada penelitian ini adalah parameter fluk pada bahan *styrofoam* (diameter fluk 0,8 cm dan 1,0 cm dengan kedalaman 0,8 cm dan 1,3 cm) dan frekuensi sumber bunyi: 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz. Variabel respons dalam penelitian ini adalah nilai SPL minimum (dB) dan nilai SPL maksimum (dB).

- Hasil:

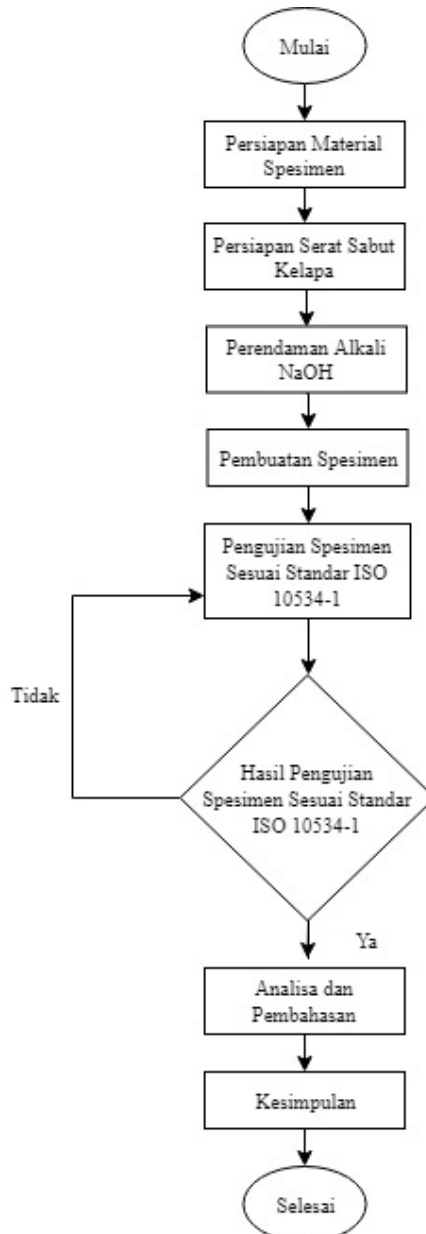
Pada penelitian ini hasil yang didapat yaitu nilai koefisien absorpsi bahan *styrofoam* tanpa fluk pada rentan frekuensi 125 Hz sampai 2000 Hz yang berkisar pada 0,181 – 0,319. Sedangkan nilai koefisien absorpsi bahan *styrofoam* dengan fluk dengan rentan frekuensi yang sama bernilai pada rentan 0,223 – 0,633. Dengan demikian dapat diketahui bahwa dari dua bahan absorber *styrofoam* tanpa fluk dan bahan absorber *styrofoam* dengan dengan fluk, ternyata bahan absorber *styrofoam* dengan dengan fluk memiliki nilai koefisien absorpsi yang lebih bagus untuk menyerap bunyi. Hal ini dikarenakan pengaruh fluk pada bahan *styrofoam* yang berfungsi untuk lebih memaksimalkan bunyi yang diserap dan meminimalkan bunyi yang direfleksikan, disamping struktur kerapatan bahan *styrofoam* yang sudah dapat dikatakan layak sebagai bahan alternatif penyerap suara sesuai dengan nilai koefisien absorpsi yang telah diperoleh pada bahan STF1 dan bahan SFT2.

Dengan demikian bahan *styrofoam* dengan fluk yang telah ditentukan dapat dikatakan layak digunakan sebagai salah satu bahan penyerap bunyi dikarenakan bahan ini tidak mempunyai dampak buruk bagi kesehatan serta dengan harga yang lowcost dan nilai koefisien bahan sudah memenuhi syarat untuk peredam suara sesuai dengan klasifikasi koefisien serap bising (α_w) minimal sebesar 0,15 (Asmaa, 2010). Maka nilai koefisien absorpsi bahan *styrofoam* sebagian besar masuk dalam klasifikasi C sampai E sesuai dengan klasifikasinya. Dan bahan *styrofoam* dengan fluk dapat digunakan sebagai peredam suara alternatif karena nilai koefisien absorpsi bunyi normal yang setara bahkan lebih bagus dari nilai koefisien absorpsi bahan peredam lain yang sudah ada.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode yang Digunakan

Penelitian dilakukan dengan melakukan percobaan di Laboratorium Akustik, Departemen Fisika, FMIPA – ITS dengan tahapan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.2 Persiapan Material Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan dengan menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) dimana sabut kelapa tersebut diberi perlakuan kimia berupa perendaman menggunakan larutan alkali NaOH. Perendaman tersebut bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanis serat dan memperkuat ikatan antara serat dengan matriks *thermosetting* serta untuk mengetahui performansi sabut kelapa dengan perlakuan alkali terhadap performansi penyerapan suara. Performansi penyerapan suara akan ditunjukkan dengan nilai koefisien penyerapan suara. Nilai koefisien material bahan sudah memenuhi syarat untuk peredam suara sesuai dengan klasifikasi koefisien serap bising (α_w) minimal sebesar 0,15 (Asmaa, 2010). Persiapan material spesimen dilakukan sebelum proses pembuatan spesimen uji dilakukan. Adapun material spesimen yang dipersiapkan berupa serat sabut kelapa (*Cocos nucifera*), larutan air hasil destilasi, padatan NaOH teknis, perekat polyurethane dan resin epoxy.



Gambar 3.2 NaOH Teknis



Gambar 3.3 Polyurethane dan Resin Epoxy

3.3 Persiapan Serat Sabut Kelapa

Sedangkan untuk serat sabut kelapa yang digunakan diperoleh dari hasil pengayakan sabut kelapa, yaitu serat (*cocofiber*) yang bersih dari *cocopeat*. Serat (*cocofiber*) yang bersih ini dapat dibeli di pasaran dimana serat ini umum digunakan untuk keperluan rumah tangga maupun bahan kerajinan. Serat tersebut kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering yang kemudian dapat masuk ke tahap perendaman Alkali.



Gambar 3.4 Sabut Kelapa

3.4 Pembuatan Serat Sabut Kelapa dengan Perlakuan Perendaman Alkali

Pembuatan serat sabut Kelapa dengan perendaman Alkali NaOH dilakukan dengan menyiapkan bahan kimia berupa NaOH teknis berbentuk padat sebagai zat terlarut ke dalam zat pelarut berupa air hasil destilasi. Pada penelitian ini larutan Alkali dibuat dengan kadar 15%. Pembuatan larutan Alkali dengan konsentrasi tersebut dibuat sesuai dengan rumus Molaritas sebagai berikut.

$$M = \frac{\rho \times 10 \times \%}{Mr} \quad (10)$$

Dimana, M : Molaritas larutan (mol/ liter atau Molar)
 ρ : Massa jenis larutan (g/mL)
 % : Kadar atau prosentase massa
 Mr : Massa molekul relatif zat terlarut

Setelah diketahui Molaritas dari larutan maka langkah selanjutnya adalah menentukan Mol (n) dari volume dan Molaritas larutan sesuai dengan rumus berikut,

$$n = M \cdot V \quad (11)$$

Dimana, n : Mol larutan (mol)
 M : Molaritas larutan (mol/ liter atau Molar)
 V : Volume (L)

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan massa NaOH yang dibutuhkan dengan rumus sebagai berikut.

$$m = n \cdot M \quad (12)$$

Dimana, m : Massa (gram)
n : Mol (mol)
M : Molaritas (kg)

Selain menggunakan persamaan tersebut, massa NaOH yang dibutuhkan untuk membuat larutan NaOH dengan kadar tertentu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$M = \frac{m \times 1000}{Mr \times V (ml)} \quad (13)$$

$$m = \frac{M \times Mr \times V (ml)}{1000} \quad (14)$$

Dimana, M : Molaritas larutan (mol/ liter atau Molar)
m : massa NaOH yang dibutuhkan (gram)
Mr : Massa molekul relatif zat terlarut
V : Volume larutan dalam mililiter (ml)

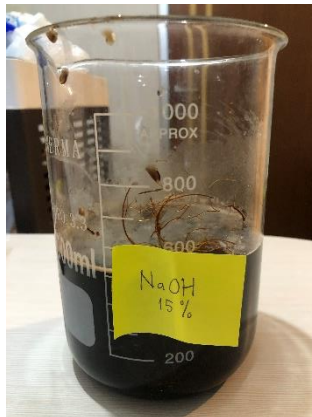
Setelah massa NaOH didapat, kemudian padatan NaOH tersebut dilarutkan dalam air hasil destilasi dengan volume sesuai dengan perhitungan masing-masing variasi kadar NaOH. Pada penelitian ini digunakan kadar NaOH sebesar 15%. Hasil pencampuran NaOH dan air hasil destilasi dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Larutan NaOH

Dalam penelitian ini serat sabut kelapa pada kadar NaOH sebesar 15% dilakukan proses perendaman dengan durasi 2 jam. Berdasarkan Gambar 3.6. larutan NaOH

berubah warna menjadi kecokelatan akibat dari luruhnya zat lignin dan selulosa dari sabut kelapa yang direndam di larutan tersebut.



Gambar 3.6 Proses Perendaman Alkali NaOH

Setelah dilakukan perendaman, kemudian serat dikeringkan dengan cara menjemur serat di bawah sinar matahari selama 3 hari atau lebih hingga serat benar-benar kering.



Gambar 3.7 Proses Pengeringan Sabut Kelapa

Setelah serat benar-benar kering dan bersih dari kotoran, serat siap digunakan dalam pembuatan spesimen dimana dapat ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Hasil Pengeringan Sabut Kelapa dengan Perendaman Alkali NaOH

3.5 Pembuatan Spesimen Uji

Pembuatan spesimen dilakukan dengan melakukan perendaman sabut kelapa dengan larutan alkali berupa NaOH dengan matriks berupa polyurethane dan resin epoxy. Spesimen dibuat untuk mengetahui nilai koefisien penyerapan suara material yang nantinya spesimen dengan hasil paling optimal akan digunakan sebagai rekomendasi pembuatan peredam suara. Massa jenis sabut kelapa divariasikan dengan berat massa jenis yaitu 0.1 g/cm^3 , 0.2 g/cm^3 , dan 0.3 g/cm^3 serta ketebalan yang divariasikan yaitu 30 mm, 20 mm dan 10 mm. Selain itu variasi juga dilakukan pada matriks perekat yaitu dengan penggunaan dua jenis matriks diantaranya adalah matriks polyurethane dan matriks resin epoxy. Secara lebih detail, berikut adalah daftar komposisi spesimen yang dibuat dimana komposisi yang dibuat sebanyak dua kali karena penggunaan dari dua jenis matriks sehingga total menjadi 18 spesimen.

1. Spesimen 1 = Sabut kelapa dengan perendaman NaOH (15%) selama 2 jam dengan ketebalan 30 mm dan massa jenis 0.3 g/cm^3
2. Spesimen 2 = Sabut kelapa dengan perendaman NaOH (15%) selama 2 jam dengan ketebalan 30 mm dan massa jenis 0.2 g/cm^3
3. Spesimen 3 = Sabut kelapa dengan perendaman NaOH (15%) selama 2 jam dengan ketebalan 30 mm dan massa jenis 0.1 g/cm^3
4. Spesimen 4 = Sabut kelapa dengan perendaman NaOH (15%) selama 2 jam dengan ketebalan 20 mm dan massa jenis 0.3 g/cm^3
5. Spesimen 5 = Sabut kelapa dengan perendaman NaOH (15%) selama 2 jam dengan ketebalan 20 mm dan massa jenis 0.2 g/cm^3
6. Spesimen 6 = Sabut kelapa dengan perendaman NaOH (15%) selama 2 jam dengan ketebalan 20 mm dan massa jenis 0.1 g/cm^3
7. Spesimen 7 = Sabut kelapa dengan perendaman NaOH (15%) selama 2 jam dengan ketebalan 10 mm dan massa jenis 0.3 g/cm^3
8. Spesimen 8 = Sabut kelapa dengan perendaman NaOH (15%) selama 2 jam dengan ketebalan 10 mm dan massa jenis 0.2 g/cm^3
9. Spesimen 9 = Sabut kelapa dengan perendaman NaOH (15%) selama 2 jam dengan ketebalan 10 mm dan massa jenis 0.1 g/cm^3

Setelah diketahui komposisi spesimen yang akan dibuat selanjutnya akan dijelaskan mengenai tahapan – tahapan yang dilakukan dalam proses pembuatan spesimen uji:

- Menyiapkan bahan material berupa serat sabut kelapa yang sudah diberi perlakuan kimia alkali NaOH sebesar 15% selama 2 jam
- Mengukur bahan material pada poin (a) sesuai komposisi yang sudah ditetapkan menggunakan timbangan digital.
- Mencampur bahan dengan matriks polyurethane dan matriks resin epoxy dengan perbandingan massa sabut kelapa dengan massa polyurethane dimana nilai perbandingannya yaitu 3:1. Dalam mencari nilai perbandingan digunakan persamaan massa jenis sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (15)$$

$$m = \rho \times v \quad (16)$$

Dimana, ρ : Massa jenis (kg/m^3)

m : Massa (kg)

V : Volume (m^3)

- Membentuk spesimen sesuai cetakan yang terbuat dari pipa PVC berdiameter 9 cm dan variasi tinggi 10 mm, 20 mm, dan 30 mm
- Mengeluarkan spesimen dari cetakan
- Mengeringkan spesimen hingga kering



Gambar 3.9 Spesimen yang Telah Dicitak

3.6 Pengujian Spesimen

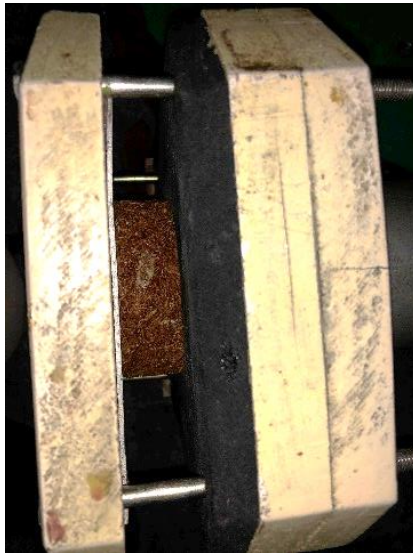
Pengujian spesimen pada tahap ini meliputi pengujian kemampuan penyerapan suara pada spesimen. Pengujian kemampuan penyerapan suara pada spesimen ditunjukkan dengan nilai koefisien penyerapan suara. Nilai koefisien penyerapan suara yang diuji berkisar antara 0 hingga 1 dimana semakin besar nilai koefisien penyerapan suaranya maka semakin baik material tersebut digunakan sebagai bahan untuk peredam suara. Berikut ini ada tahapan-tahapan dari pengujian spesimen.

3.6.1 Pengujian Nilai Koefisien Penyerapan Suara (α)

Pengujian nilai koefisien penyerapan suara (α) dilakukan dengan melakukan pengujian di Laboratorium Akustik, Departemen Fisika, FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pengujian nilai koefisien penyerapan suara (α) dilakukan dengan menggunakan metode tabung impedansi yang merujuk pada standar ISO 10534-1. Dalam pengujian koefisien penyerapan suara tersebut terdapat 3 tahap. Tahap-tahap tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan Spesimen

Spesimen yang telah dibuat dan akan diuji koefisien penyerapan suara harus memiliki bentuk yang sesuai dengan alat uji. Dimana spesimen harus berbentuk silinder dengan permukaan alas dan permukaan atas rata dimana permukaan yang rata tersebut dapat mempengaruhi daya serap suara pada spesimen selain itu permukaan yang rata dapat memudahkan memasang spesimen diantara papan uji dengan tabung. Pemasangan spesimen pada alat uji dapat dilihat pada Gambar 3.10.

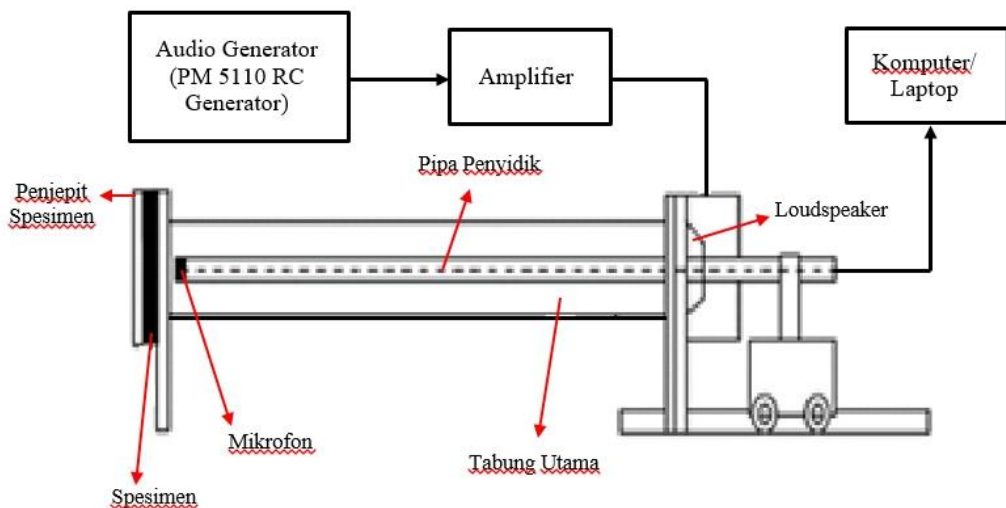


Gambar 3.10 Pemasangan Spesimen dengan Alat Uji

2. Tahap Persiapan Alat

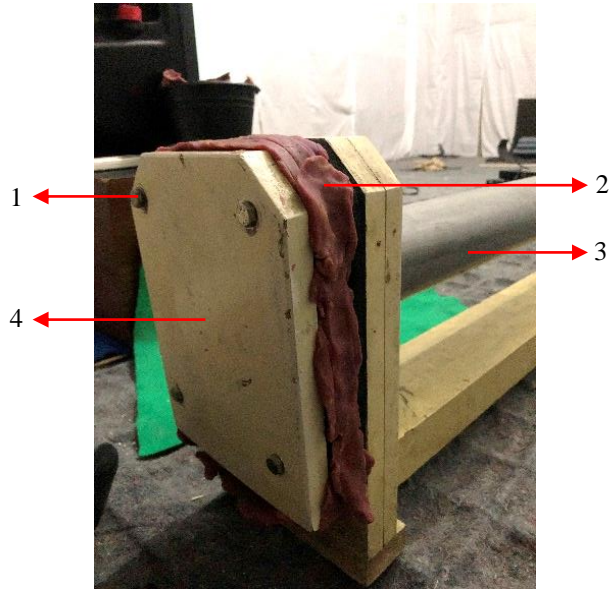
Berikut ini adalah tahapan persiapan alat yang akan digunakan untuk menguji spesimen peredam suara yang akan diuji:

- a. Mempersiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan yaitu:
 - 1 unit *loudspeaker* + amplifier
 - 1 unit mikrofon “ECM 8000
 - 1 unit sound card “Tascam”
 - 1 unit notebook dengan perangkat lunak akustik *Realtime Analyzer*
 - 1 unit kalibrator
 - 1 unit kabel ekstensi elektrik
 - 1 unit tripod
 - Kabel-kabel penghubung antar instrumen elektro-akustik
 - Sampel bahan yang akan diuji
 - 1 set Peralatan Tabung impedansi
- b. Merangkai sistem perlatan uji penyerapan suara berupa tabung impedansi dengan benar sesuai dengan prosedur seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Set Peralatan Tabung Impedansi
(Sumber: Modul Praktikum Fisika Laboratorium Akustik, FMIPA – ITS)

- c. Memastikan mikrofon dan *loudspeaker* pada tabung impedansi dapat berfungsi dengan baik serta memastikan pengunci pada papan penjepit lengkap sehingga spesimen dapat terpasang dengan baik.
- d. Menempatkan spesimen dengan menggunakan papan penjepit dan melapisi celah dengan menggunakan plastisin dengan tujuan suara yang dihasilkan oleh mikrofon tidak menyebar.



- Keterangan: 1 : Skrup Pengencang
 2 : Plastisin
 3 : Tabung Utama
 4 : Papan Penjepit

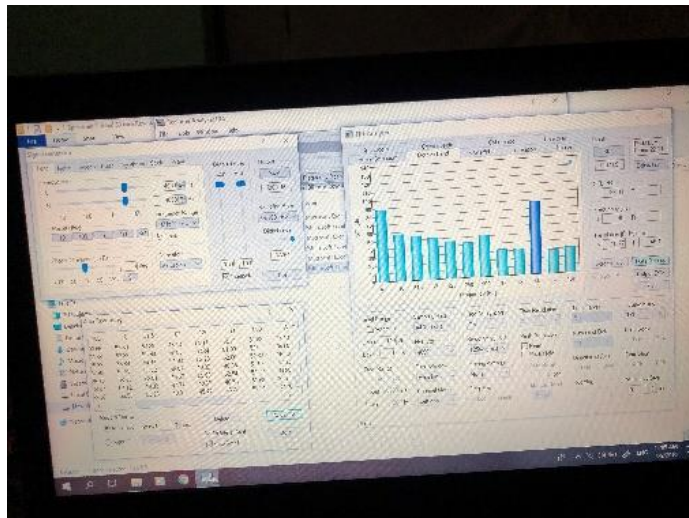
Gambar 3.12 Spesimen yang Telah Terpasang pada Alat Uji Penyerapan Suara.

- e. Memastikan mikrofon dan *loudspeaker* pada tabung impedansi telah tersambung dengan amplifier yang digunakan untuk mengatur tegangan dan arus dari sinyal audio serta memastikan amplifier sudah terhubung dengan audio generator. Amplifier yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Amplifier dan Audio Generator

- f. Menyabungkan amplifier dengan notebook dan mengaktifkan software *Real Time Analyzer* untuk mengatur besarnya frekuensi yang akan diuji. Tampilan software *Real Time Analyzer* dapat terlihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Software *Real Time Analyzer*

- g. Setelah peralatan yang diperlukan sudah terpasang maka dapat dilakukan pengambilan data.
3. Tahap Pengambilan Data
- Setelah alat yang digunakan untuk menguji spesimen peredam suara sudah dipersiapkan dengan maka langkah pengambilan data dapat dijelaskan sebagai berikut:
- Rakit peralatan sesuai dengan skema pengukuran pada Gambar 3.11.
 - Kalibrasi mikrofon yang digunakan dengan kalibrator (114 dB pada frekuensi 250 Hz).
 - Nyalakan semua alat (audio generator, amplifier, dan komputer).
 - Atur frekuensi pada audio generator pada frekuensi 125 Hz.
 - Atur penguatan sinyal masukkan sehingga pada SLM terbaca nilai 90 dB.
 - Letakkan specimen (bahan absorpsi) pada ujung tabung impedansi seperti Gambar 3.10.
 - Geser pipa penyelidik sedikit demi sedikit dengan cara menggeser penyangga beroda hingga pembacaan pada komputer menunjukkan sinyal amplitudo maksimum dan minimum secara bergantian.
 - Catat nilai tingkat tekanan maksimum dan minimum yang terbaca di layar komputer serta posisi mikrofon yang dapat dilihat pada mistar.
 - Ulangi pengukuran seperti langkah di atas untuk frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz.
 - Hitung nilai koefisien absorpsi dari data yang diperoleh.
 - Lakukan pengukuran untuk variasi jenis bahan.

3.7 Analisa Data

Analisa yang dimaksud adalah mengkaji hal apa saja yang berpengaruh. Tujuan daripada analisis ini untuk mengetahui kekurangan agar dapat terus dikembangkan dan memiliki manfaat yang besar. Percobaan yang telah dilakukan akan menghasilkan data hasil. Dari data tersebut dilakukan analisa berdasarkan nilai koefisien penyerapan suara yang dapat dicapai oleh peredam suara berbahan sabut kelapa yang telah diberi alkali dengan peredam suara berbahan glasswool.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan Perlakuan Kimia Serat

Kandungan pada sabut kelapa diantaranya adalah lignin sekitar 35% – 45% dan selulosa 23% – 43% (Carrijo, dkk 2002). Secara kimia, selulosa merupakan senyawa polisakarida dengan bobot molekul yang tinggi, strukturnya teratur berupa polimer yang linear, dan memiliki rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$. Sedangkan lignin adalah gabungan dari beberapa senyawa yang hubungannya erat satu sama lain, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen, dengan rumus kimia $C_9H_{10}O_2(OCH_3)_n$. Lignin tidak larut dalam air dan berfungsi sebagai perekat antara selulosa dan hemiselulosa. Gaya adhesi antara serat dan matriks memiliki nilai yang rendah hal tersebut terjadi dikarenakan sifat hidrofilik yang dimiliki serat alami sehingga untuk meningkatkan sifat selulosa dan meningkatkan gaya adhesi antara serat dengan matriks polimer diperlukan perlakuan secara fisik maupun kimia pada permukaan serat. Salah satu proses perlakuan kimia adalah alkalisasi yang merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk menghilangkan kandungan lignin dan minyak yang menutupi permukaan luar serat. Metode ini digunakan untuk menghilangkan kandungan lignin yang menutupi permukaan luar serat sehingga dengan dilakukannya perlakuan alkalisasi yakni berubahnya ikatan hidrogen dalam struktur jaringan serat yang mengakibatkan permukaan serat menjadi kasar.

Pada penelitian ini perlakuan kimia serat menggunakan metode alkalisasi dengan melakukan proses perendaman serat kedalam larutan alkali berupa larutan NaOH. Larutan NaOH dipilih sebagai bahan penelitian dengan maksud untuk mencari alternatif larutan alkali jenis lain yang banyak digunakan pada skala industri seperti larutan NaOH serta harga larutan NaOH yang relatif terjangkau. Na^+ dalam larutan NaOH memiliki sifat reaktif dan memiliki diameter partikel yang sangat kecil (dapat masuk ke dalam pori terkecil serat) sehingga dapat melepaskan kontaminan berupa lignin dan minyak lebih baik dibandingkan larutan alkali lainnya. Variabel yang digunakan dalam perlakuan kimia serat pada penelitian ini perendaman serat dalam larutan alkali NaOH 15%. Dalam proses perendaman serat sabut kelapa ke dalam larutan NaOH 15% dibutuhkan massa NaOH tertentu yang kemudian dilarutkan ke dalam pelarut berupa air hasil destilasi sebesar 500 ml. Untuk melarutkan padatan NaOH dengan kadar 15% dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini.

Dimana, Volume aquades (v)	: 500 ml
	: 0,5 liter
Massa jenis NaOH (ρ)	: 2,13 g/cm ³
Massa molekul relatif NaOH (Mr)	: 56
% massa	: 15

Maka larutan NaOH 15%

$$\text{Molaritas (M)} = \frac{\rho \times 10 \times \%}{Mr}$$

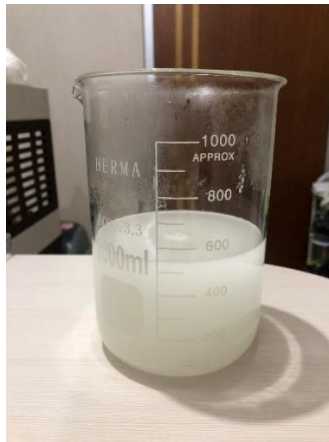
$$= \frac{2,13 \times 10 \times 15}{40}$$

$$= 7,9875 \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol (n) NaOH} &= M \times v \\ &= 7,9875 \times 0,5 \\ &= 3,99375 \text{ mol} \end{aligned}$$

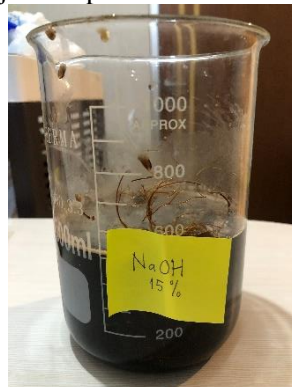
$$\begin{aligned} \text{Massa NaOH} &= n \times Mr \\ &= 3,99375 \times 40 \\ &= 159,75 \text{ gram} \end{aligned}$$

Sehingga untuk membuat larutan NaOH 15% ke dalam 500 ml pelarut air hasil destilasi dibutuhkan massa NaOH sebanyak 159,75 gram. Hasil dari pelarutan padatan NaOH terhadap aquades 500 ml dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Larutan Alkali NaOH

Setelah dilakukan proses pelarutan padatan NaOH pada air hasil destilasi, kemudian serat sabut kelapa direndam selama 2 jam pada larutan NaOH berkonsentrasi 15%. Proses perendaman ditunjukkan pada Gambar 4.2.

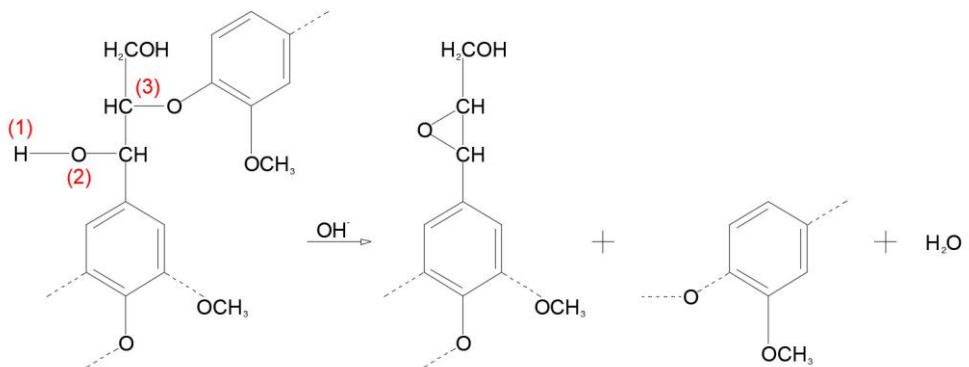


Gambar 4.2 Proses Perendaman Serat Sabut Kelapa



Gambar 4.3 Hasil Perendaman Serat Sabut Kelapa Sebelum dan Sesudah Perlakuan Alkali NaOH

Berdasarkan Gambar 4.3, tampak perbedaan warna dimana serat tanpa perlakuan kimia memiliki warna yang terang sedangkan serat dengan perlakuan kimia memiliki warna yang cenderung lebih gelap. Selain itu juga terjadi perubahan diameter serat dimana serat dengan perlakuan kimia NaOH memiliki diameter yang semakin kecil dikarenakan terjadi perubahan struktur kimia di dalam serat. Proses penambahan NaOH akan menghilangkan lignin yang merupakan pengotor serat dan memunculkan selulosa serat sehingga sifat mekanis serat akan menjadi lebih baik dan memperkuat ikatan antara serat dengan matriks thermosetting dibandingkan tanpa perlakuan perendaman serat ke dalam larutan alkali. Reaksi yang berlangsung selama proses alkalisasi diilustrasikan seperti berikut.



Gambar 4.4 Reaksi kimia serat dengan perendaman NaOH

Gambar 4.4 menunjukkan reaksi yang terjadi saat proses alkalisasi berlangsung, lignin bereaksi dengan larutan NaOH yang terdisosiasi menjadi Na^+ dan OH^- . Ion OH^- bereaksi dengan gugus H pada lignin kemudian membentuk H_2O . Hal ini menyebabkan gugus O menjadi radikal bebas dan reaktif terhadap C membentuk cincin epoksi (C-O-C) sehingga mengakibatkan serangkaian gugus melepaskan ikatan pada gugus O dan menghasilkan dua buah cincin benzena yang terpisah. Kedua cincin benzena tersebut

masing – masing memiliki gugus O yang reaktif dan bereaksi dengan Na^+ kemudian ikut larut dalam larutan basa sehingga lignin hilang apabila dibilas serta diameter serat menjadi ikut berkurang.

4.2 Hasil Perhitungan Massa untuk Pembuatan Spesimen

Dalam perumusannya massa jenis merupakan massa zat dalam tiap satuan volumenya. Dalam penelitian ini massa jenis telah ditentukan sebelumnya yaitu sebesar 0.3 g/cm^3 , 0.2 g/cm^3 dan 0.1 g/cm^3 . Sehingga untuk mencari nilai massa spesimen maka massa jenis spesimen dikalikan dengan volume spesimen. Volume spesimen yang dihitung berdasarkan bentuk dari cetakan dalam pembuatan spesimen. Dalam penelitian ini cetakan yang digunakan adalah cetakan yang berbentuk silinder dengan diameter 90 mm dan ketebalan cetakan yaitu 30 mm, 20 mm dan 10 mm. Berikut adalah contoh perhitungan berdasarkan Persamaan (16).

** Data spesimen dengan variasi tebal 30 mm dan massa jenis 0.3 g/cm^3 .

Diketahui, T : 3 cm
D : 9 cm
r : 4.5 cm

Maka,

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi 4.5^2$$

$$A = 63.643 \text{ cm}^2$$

$$V = A \times T$$

$$V = 63.643 \times 3$$

$$V = 190.929 \text{ cm}^2$$

Sehingga,

$$m = \rho \times v$$

$$m = 0.3 \times 190.929$$

$$m = 57.279 \text{ gr}$$

Dari perhitungan tersebut maka didapat data seluruh hasil perhitungan massa spesimen yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Massa Tiap Spesimen

No. Spesimen	Ds (cm)	As (cm ²)	Ts (cm)	Volume (cm ³)	Massa Jenis (gr/cm ³)	Massa Total (gr)
1	9	63.643	3	190.929	0.3	57.279
2	9	63.643	3	190.929	0.3	38.186
3	9	63.643	3	190.929	0.3	19.093
4	9	63.643	2	127.286	0.2	38.186
5	9	63.643	2	127.286	0.2	25.457
6	9	63.643	2	127.286	0.2	12.729

(Tabel dilanjutkan pada halaman selanjutnya)

(Tabel lanjutan dari halaman sebelumnya)

No. Spesimen	Ds (cm)	As (cm ²)	Ts (cm)	Volume (cm ³)	Massa Jenis (gr/cm ³)	Massa Total (gr)
7	9	63.643	1	63.643	0.1	19.093
8	9	63.643	1	63.643	0.1	12.729
9	9	63.643	1	63.643	0.1	6.364
10	9	63.643	3	190.929	0.3	57.279
11	9	63.643	3	190.929	0.3	38.186
12	9	63.643	3	190.929	0.3	19.093
13	9	63.643	2	127.286	0.2	38.186
14	9	63.643	2	127.286	0.2	25.457
15	9	63.643	2	127.286	0.2	12.729
16	9	63.643	1	63.643	0.1	19.093
17	9	63.643	1	63.643	0.1	12.729
18	9	63.643	1	63.643	0.1	6.364

Setelah mendapatkan massa total yang terdiri dari campuran massa sabut kelapa dengan massa matriks untuk tiap spesimen kemudian dicari nilai masing-masing massa baik massa sabut kelapa dan massa matriks. Dalam mencari nilai massa tersebut digunakan perbandingan massa sabut kelapa banding massa matriks sebesar 3:1. Nilai masing-masing massa pada tiap spesimen ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Massa Sabut Kelapa dengan Massa Perekat

Nomor Spesimen	Perbandingan Massa Sabut dengan Massa Perekat (3:1)		
	Massa Sabut (gr)	Massa Matriks Polyurethane (gr)	Massa Matriks Resin Epoxy (gr)
1 - 10	42.959	9.546	9.546
2 - 11	28.639	9.546	9.546
3 - 12	14.320	4.773	4.773
4 - 13	28.639	9.546	9.546
5 - 14	19.093	6.364	6.364
6 - 15	9.546	3.182	3.182
7 - 16	14.320	4.773	4.773
8 - 17	9.546	3.182	3.182
9 - 18	4.773	1.591	1.591

4.3 Hasil dan Pembahasan Pembuatan Spesimen

Dalam pembuatan material peredam suara pembuatan spesimen perlu dilakukan guna mengetahui data berupa hasil pengujian. Pada penelitian ini, pengujian yang dilakukan berupa pengujian koefisien penyerapan suara. Bahan material pada penelitian

berupa sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang telah diberi perlakuan kimia berupa perendaman alkali NaOH dan dilakukan variasi massa jenis serta ketebalan. Hasil uji spesimen nantinya akan dibandingkan dengan hasil uji glasswool mengenai koefisien penyerapan suara. Berikut ini adalah spesimen yang dibuat pada penelitian ini.

1. Spesimen 1



Gambar 4.5 Spesimen 1

Spesimen 1 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,3 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 30 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa polyurethane. Spesimen berwujud padat dengan nilai kerapatan rongga antar material yang tinggi dan tebal.

2. Spesimen 2



Gambar 4.6 Spesimen 2

Spesimen 2 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,2 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 30 mm. Spesimen dibuat dengan

menggunakan matriks berupa polyurethane. Spesimen berwujud padat dan tebal dengan rongga antar material di permukaan tidak terlalu rapat dibandingkan dengan spesimen 1.

3. Spesimen 3



Gambar 4.7 Spesimen 3

Spesimen 3 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,1 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 30 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa polyurethane. Spesimen berwujud padat dan tebal dengan rongga antar material di permukaan yang lebih renggang dari pada spesimen 2.

4. Spesimen 4



Gambar 4.8 Spesimen 4

Spesimen 4 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,3 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 20 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa polyurethane. Spesimen berwujud padat dan memiliki

ketebalan yang lebih tipis dibandingkan dengan spesimen 1, 2 dan 3 dengan rongga antar material di permukaan yang sangat rapat.

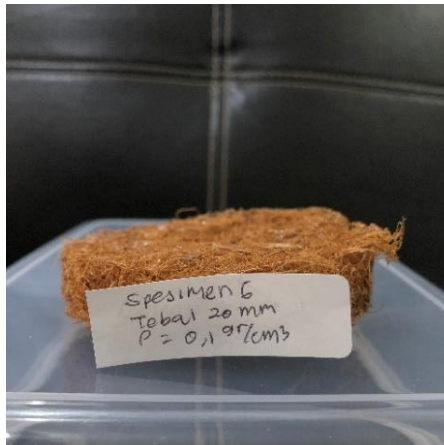
5. Spesimen 5



Gambar 4.9 Spesimen 5

Spesimen 5 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,2 \text{ gr/cm}^3$ dan dengan ketebalan 20 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa polyurethane. Spesimen berwujud padat dengan rongga antar material di permukaan lebih renggang jika dibandingkan dengan spesimen 4.

6. Spesimen 6

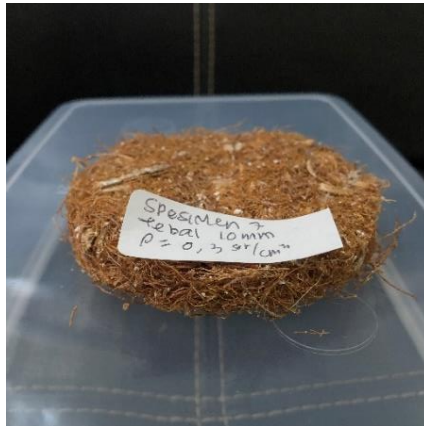


Gambar 4.10 Spesimen 6

Spesimen 6 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,1 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 20 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa polyurethane. Spesimen berwujud padat dengan

rongga antar material di permukaan yang lebih renggang dari pada spesimen 5 selain itu cukup tampak permukaan yang tidak rata dikarenakan kepadatan spesimen yang lebih rendah membuat rongga pada spesimen lebih renggang sehingga spesimen lebih sulit untuk dicetak.

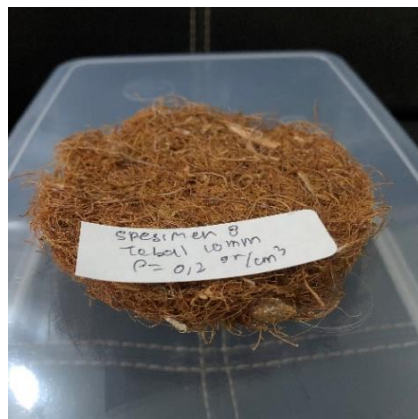
7. Spesimen 7



Gambar 4.11 Spesimen 7

Spesimen 7 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,3 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 10 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa polyurethane. Spesimen berwujud padat dan memiliki ketebalan yang sangat tipis dengan rongga antar material di permukaan yang sangat rapat.

8. Spesimen 8

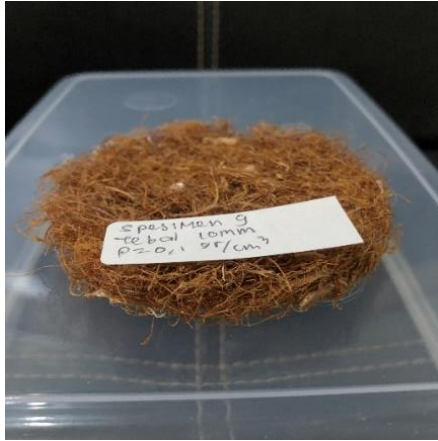


Gambar 4.12 Spesimen 8

Spesimen 8 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,2 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 10 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa polyurethane. Spesimen berwujud padat dan memiliki

ketebalan yang sangat tipis dengan rongga antar material di permukaan yang lebih renggang dari pada spesimen 7.

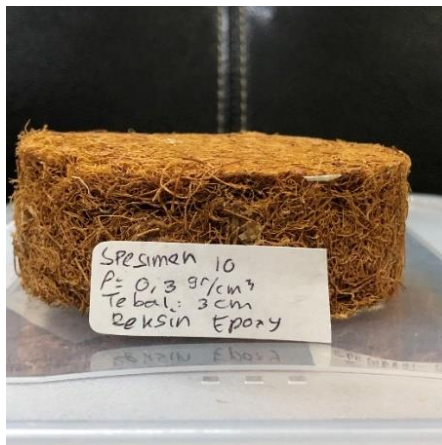
9. Spesimen 9



Gambar 4.13 Spesimen 9

Spesimen 9 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,1 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 10 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa polyurethane. Spesimen berwujud padat dan memiliki ketebalan yang sangat tipis dengan rongga antar material di permukaan yang sangat renggang dan memiliki permukaan yang tidak rata dikarenakan proses pencetakan yang sulit.

10. Spesimen 10

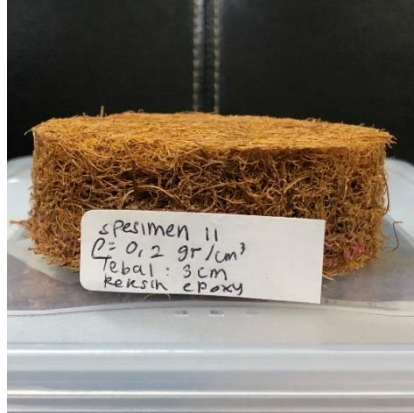


Gambar 4.14 Spesimen 10

Spesimen 10 memiliki komposisi serat sabut kelapa dengan perendaman larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,3 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 30 mm. Spesimen dibuat dengan

menggunakan matriks berupa resin epoxy. Spesimen berwujud padat dan tebal dengan rongga antar material di permukaan lebih rapat dibandingkan dengan spesimen 1.

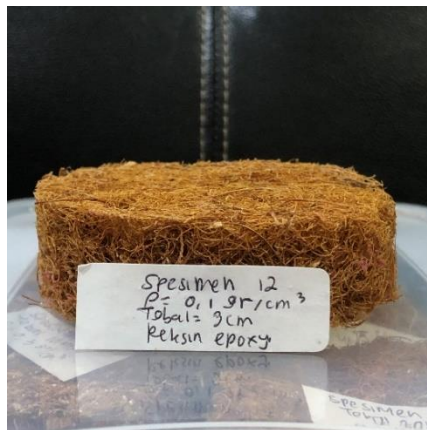
11. Spesimen 11



Gambar 4.15 Spesimen 11

Spesimen 11 memiliki komposisi serat sabut kelapa yang dilakukan perendaman selama 2 jam dengan larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,2 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 30 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa resin epoxy. Spesimen berwujud padat dan tebal dengan rongga yang lebih rapat pada material dibandingkan dengan spesimen 2 dan lebih renggang dibandingkan dengan spesimen 10.

12. Spesimen 12



Gambar 4.16 Spesimen 12

Spesimen 12 memiliki komposisi serat sabut kelapa yang dilakukan perendaman dengan konsentrasi NaOH sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,1 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 30 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa resin epoxy. Spesimen berwujud padat dan tebal

dengan rongga yang lebih rapat pada material dibandingkan dengan spesimen 3 dan lebih longgar dibandingkan dengan spesimen 11.

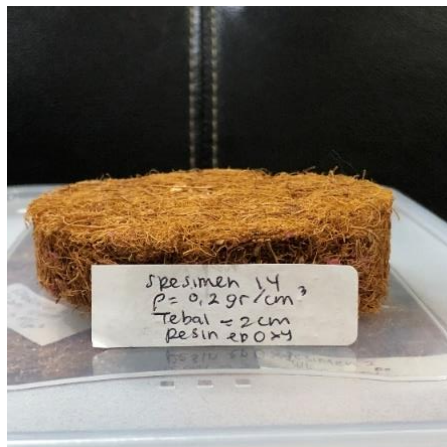
13. Spesimen 13



Gambar 4.17 Spesimen 13

Spesimen 13 memiliki komposisi serat sabut kelapa yang dilakukan perendaman menggunakan konsentrasi NaOH sebesar 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,3 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 20 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa resin epoxy. Spesimen berwujud padat dan tidak lebih tebal jika dibandingkan dengan spesimen 10, spesimen 11, dan spesimen 12, spesimen 13 dan memiliki rongga yang lebih rapat pada material dibandingkan dengan spesimen 4 dan spesimen 12.

14. Spesimen 14



Gambar 4.18 Spesimen 14

Spesimen 14 memiliki komposisi serat sabut kelapa yang dilakukan perendaman selama 2 jam menggunakan larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,2 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 20 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa resin epoxy. Spesimen

berwujud padat dan tidak lebih tebal jika dibandingkan dengan spesimen 10, spesimen 11, dan spesimen 12, spesimen 13 dan memiliki rongga yang lebih rapat pada material dibandingkan dengan spesimen 5 dan lebih renggang dibandingkan dengan spesimen 13.

15. Spesimen 15



Gambar 4.19 Spesimen 15

Spesimen 15 memiliki komposisi serat sabut kelapa yang dilakukan perendaman selama 2 jam menggunakan larutan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15% dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,1 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 20 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa resin epoxy. Spesimen berwujud padat dan memiliki ketebalan yang sama dengan spesimen 14, spesimen 15 dan memiliki rongga yang lebih rapat pada material dibandingkan dengan spesimen 6 dan lebih renggang dibandingkan dengan spesimen 15.

16. Spesimen 16

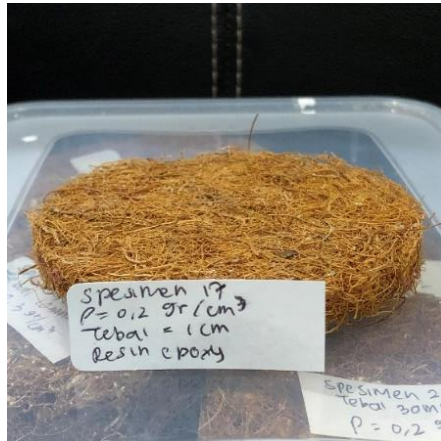


Gambar 4.20 Spesimen 16

Spesimen 16 memiliki komposisi serat sabut kelapa yang dilakukan perendaman NaOH dengan konsentrasi 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,3 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 10 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa resin epoxy. Spesimen berwujud padat dan memiliki

ketebalan yang tipis dan rongga yang lebih rapat pada material dibandingkan dengan spesimen 7.

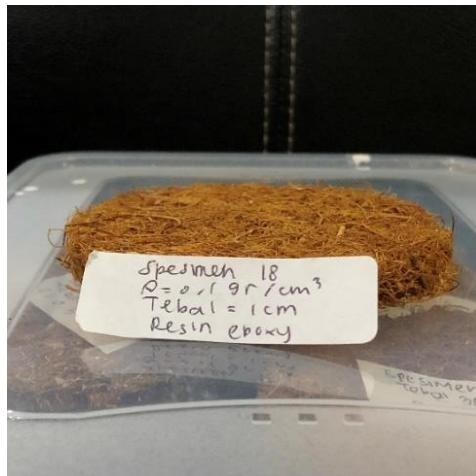
17. Spesimen 17



Gambar 4.21 Spesimen 17

Spesimen 17 memiliki komposisi serat sabut kelapa yang dilakukan perendaman NaOH dengan konsentrasi 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,2 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 10 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa resin epoxy. Spesimen berwujud padat dan memiliki ketebalan yang tipis dan rongga yang lebih rapat pada material dibandingkan dengan spesimen 8 dan lebih rengang dibandingkan spesimen 16.

18. Spesimen 18



Gambar 4.22 Spesimen 18

Spesimen 18 memiliki komposisi serat sabut kelapa yang dilakukan perendaman NaOH dengan konsentrasi 15% selama 2 jam dengan massa jenis yang telah ditentukan sebesar $0,1 \text{ gr/cm}^3$ dan ketebalan 10 mm. Spesimen dibuat dengan menggunakan matriks berupa resin epoxy. Spesimen berwujud padat dan memiliki

ketebalan yang tipis dan rongga yang lebih rapat pada material dibandingkan dengan spesimen 9 dan lebih rengang dibandingkan spesimen 17.

4.4 Hasil dan Pembahasan Pengujian Spesimen

4.4.1 Hasil Pengujian Koefisien Penyerapan Suara

Pengujian spesimen untuk pengukuran koefisien penyerapan suara dilakukan dengan menguji spesimen dengan dijepit pada pemegang sampel, sumber suara dihasilkan oleh *loudspeaker* yang terhubung oleh bagian ujung lainnya di dalamnya terdapat material spesimen yang akan diuji. Sedangkan diantara sumber suara dengan batas permukaan material spesimen ditempatkan *microphone* sehingga diperoleh hasil rekaman gelombang bunyi dalam tabung impedansi yang kemudian dikonversikan menggunakan software *Real Time Analyzer* percobaan dilakukan pada frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz. Tabel 4.3 merupakan data yang direkam oleh *microphone* berupa nilai SPL minimum dan SPL maksimum.

Tabel 4.3 Nilai *Sound Pressure Level* pada Spesimen yang Diuji

Specimen Num.	f (Hz)	SPLmax	SPLmin	Δ SPL	Specimen Num.	f (Hz)	SPLmax	SPLmin	Δ SPL
1	250	101.14	85.02	16.12	10	250	92.44	80.08	12.36
	500	101.65	92.98	8.67		500	111.92	97.73	14.19
	1000	88.96	79.01	9.95		1000	109.31	97.48	11.83
	2000	98.02	87.04	10.98		2000	102.26	95.09	7.17
	4000	87.91	62.96	24.95		4000	100.14	89.98	10.16
2	250	102.59	83.88	18.71	11	250	93.81	76.59	17.22
	500	101.87	88.41	13.46		500	112.14	94.48	17.66
	1000	89.02	77.93	11.09		1000	109.74	96.47	13.27
	2000	97.58	87.71	9.87		2000	102.03	94.46	7.57
	4000	88.71	67.98	20.73		4000	100	90.64	9.36
3	250	104.17	82.24	21.93	12	250	81.88	60.93	20.95
	500	101.55	87.75	13.8		500	92.79	71.95	20.84
	1000	88.8	74.48	14.32		1000	92.36	75.86	16.5
	2000	101	86.84	14.16		2000	92.81	82.25	10.56
	4000	88.4	64.92	23.48		4000	89.15	75.94	13.21
4	250	100.71	83.3	17.41	13	250	75.83	57.72	18.11
	500	103.39	89.6	13.79		500	98.4	76.11	22.29
	1000	88.65	80.21	8.44		1000	90.57	70.26	20.31
	2000	99.91	86.64	13.27		2000	92.54	78.71	13.83
	4000	87.55	72.76	14.79		4000	90.58	79.63	10.95
5	250	102	82.76	19.24	14	250	80.13	61.20	18.93
	500	103.67	86.35	17.32		500	93.74	75.37	18.37
	1000	87.38	80.18	7.2		1000	92.32	75.51	16.81
	2000	99.24	86.61	12.63		2000	93.09	80.76	12.33
	4000	89.41	82.2	7.21		4000	90.58	77.8	12.78
6	250	100.83	79.9	20.93	15	250	80.77	60.4	20.37
	500	104.28	89.2	15.08		500	95.61	73.11	22.5
	1000	87.62	79.46	8.16		1000	92.86	71.84	21.02
	2000	98.43	87.99	10.44		2000	92.7	75.89	16.81
	4000	91.88	75.43	16.45		4000	89.5	71.43	18.07
7	250	100.09	81.52	18.57	16	250	76.14	53.82	22.32
	500	104.1	87.42	16.68		500	98.26	69.98	28.28
	1000	88.67	79.65	9.02		1000	90.17	64.75	25.42
	2000	98.66	85.84	12.82		2000	92.06	74.54	17.52
	4000	89.93	74.33	15.6		4000	87.87	78.74	9.13
8	250	100.78	80.53	20.25	17	250	76.56	53.42	23.14
	500	104.88	85.44	19.44		500	97.16	68.42	28.74
	1000	88.04	79.81	8.23		1000	90.77	63.13	27.64
	2000	98.42	86.8	11.62		2000	92.96	71.82	21.14
	4000	92.41	68.23	24.18		4000	92.19	77.99	14.2
9	250	98.41	79.42	18.99	18	250	76.19	47.69	28.5
	500	105.23	87.28	17.95		500	96.48	62.45	34.03
	1000	88.77	80.66	8.11		1000	89.89	59.49	30.4
	2000	98.69	83.33	15.36		2000	93.01	65.43	27.58
	4000	91.19	69.63	21.56		4000	90.07	56.79	33.28

Berdasarkan nilai SPL minimum dan SPL maksimum yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai dari koefisien penyerapan suara masing-masing spesimen. Perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan Persamaan (9) berdasarkan standar ISO 10534-1 sebagai berikut.

- Menghitung Nilai Koefisien Penyerapan Suara

Dimana, α : Koefisien Penyerapan Suara

ΔSPL : Selisih *Sound Pressure Level* Maksimum dan *Sound Pressure Level* Minimum (dB)

Berikut adalah salah satu contoh perhitungan dari persamaan diatas

** Data spesimen serabut kelapa yang diberi perlakuan NaOH dengan tebal 30 mm dan massa jenis 0.3 g/cm³ pada frekuensi 4000 Hz.

SPL_{max} : 87.91

SPL_{min} : 62.96

ΔSPL : 87.91-62.96 = 24.95

$$\begin{aligned}\alpha &= 1 - \left(\frac{\left(10^{\frac{\Delta SPL}{20}} - 1 \right)^2}{\left(10^{\frac{\Delta SPL}{20}} + 1 \right)^2} \right) \\ &= 1 - \left(\frac{\left(10^{\frac{24.95}{20}} - 1 \right)^2}{\left(10^{\frac{24.95}{20}} + 1 \right)^2} \right) \\ &= 0.2748\end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan diatas maka didapatkan nilai koefisien penyerapan suara. Nilai koefisien penyerapan suara berkisar antara 0 hingga 1. Semakin tinggi nilai penyerapan suaranya maka semakin baik material tersebut dalam menyerap suara. Nilai koefisien material sudah memenuhi syarat untuk peredam suara sesuai dengan klasifikasi koefisien serap bising minimal sebesar 0,15 (Asmaa, 2010). Hasil perhitungan koefisien penyerapan suara untuk keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Koefisien Penyerapan Suara pada Spesimen dengan Matriks Polyurethane

Nilai Koefisien Penyerapan Suara (α)									
f (Hz)	Tebal 30 mm			Tebal 20 mm			Tebal 10 mm		
	Spc 1	Spc 2	Spc 3	Spc 4	Spc 5	Spc 6	Spc 7	Spc 8	Sc 9
250	0.39	0.35	0.31	0.37	0.34	0.32	0.35	0.33	0.34
500	0.61	0.45	0.44	0.44	0.37	0.41	0.38	0.34	0.36
1000	0.56	0.52	0.43	0.62	0.68	0.63	0.59	0.63	0.63
2000	0.52	0.56	0.43	0.46	0.47	0.54	0.47	0.50	0.41
4000	0.27	0.32	0.29	0.42	0.68	0.39	0.40	0.28	0.31

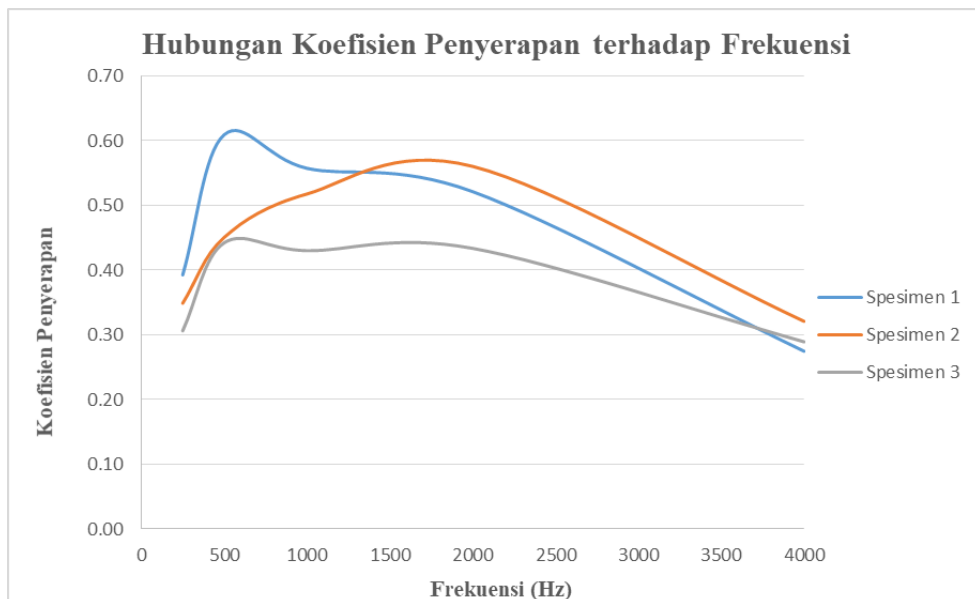
*Spc = spesimen

Tabel 4.5 Koefisien Penyerapan Suara pada Spesimen dengan Matriks Resin Epoxy

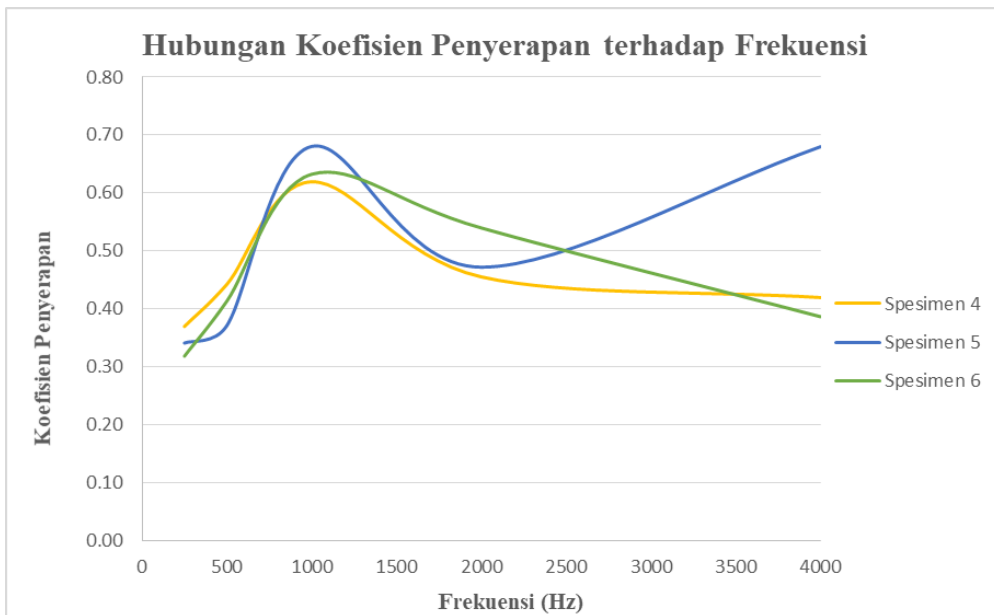
Nilai Koefisien Penyerapan Suara (α)									
f (Hz)	Tebal 30 mm			Tebal 20 mm			Tebal 10 mm		
	Spc 10	Spc 11	Spc 12	Spc 13	Spc 14	Spc 15	Spc 16	Spc 17	Sc 18
250	0.48	0.37	0.32	0.36	0.35	0.33	0.30	0.29	0.25
500	0.43	0.37	0.32	0.30	0.35	0.30	0.25	0.24	0.21
1000	0.49	0.46	0.39	0.33	0.38	0.32	0.27	0.25	0.23
2000	0.68	0.66	0.54	0.44	0.48	0.38	0.37	0.32	0.25
4000	0.55	0.58	0.46	0.52	0.47	0.36	0.59	0.43	0.21

*Spc = spesimen

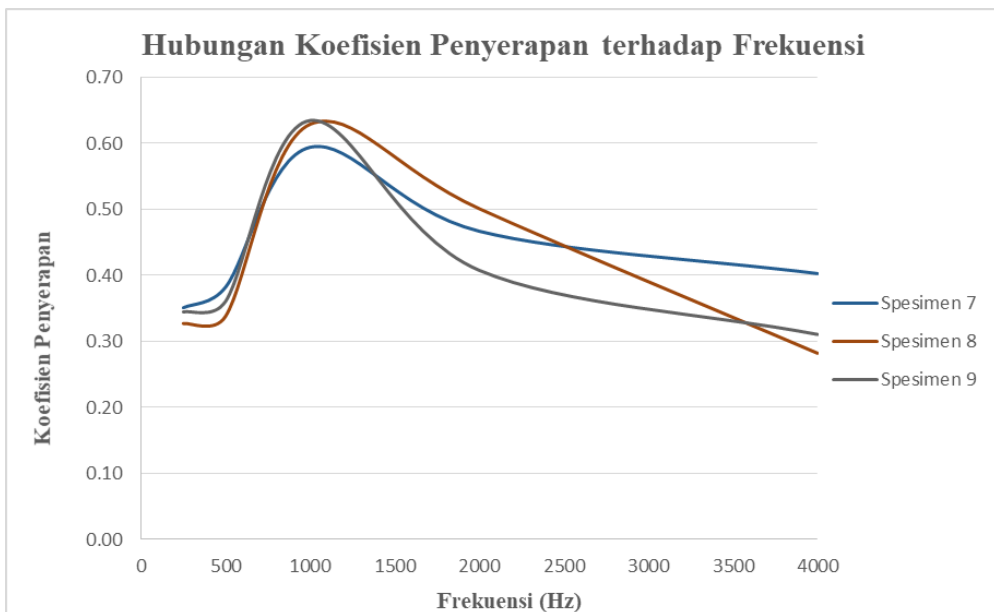
Hasil perhitungan pada Tabel 4.4 dan 4.5 merupakan hasil pengujian spesimen yang divariasikan pada nilai massa jenis, ketebalan dan penggunaan dua jenis matriks perekat yang berbeda yaitu matriks polyurethane dan matriks resin epoxy. Untuk memperjelas pengamatan mengenai hasil performa pengujian dalam mencari nilai koefisien penyerapan suara maka nilai koefisien penyerapan suara pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 divisualisasikan dalam bentuk grafik. Berikut merupakan grafik nilai koefisien penyerapan suara pada spesimen.



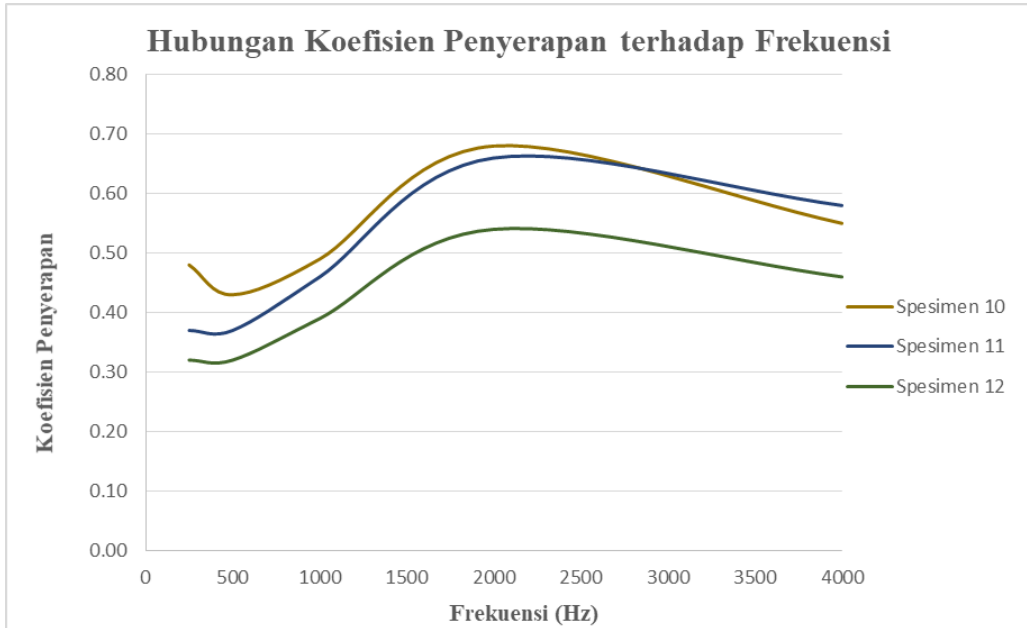
Gambar 4.23 Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 1-3



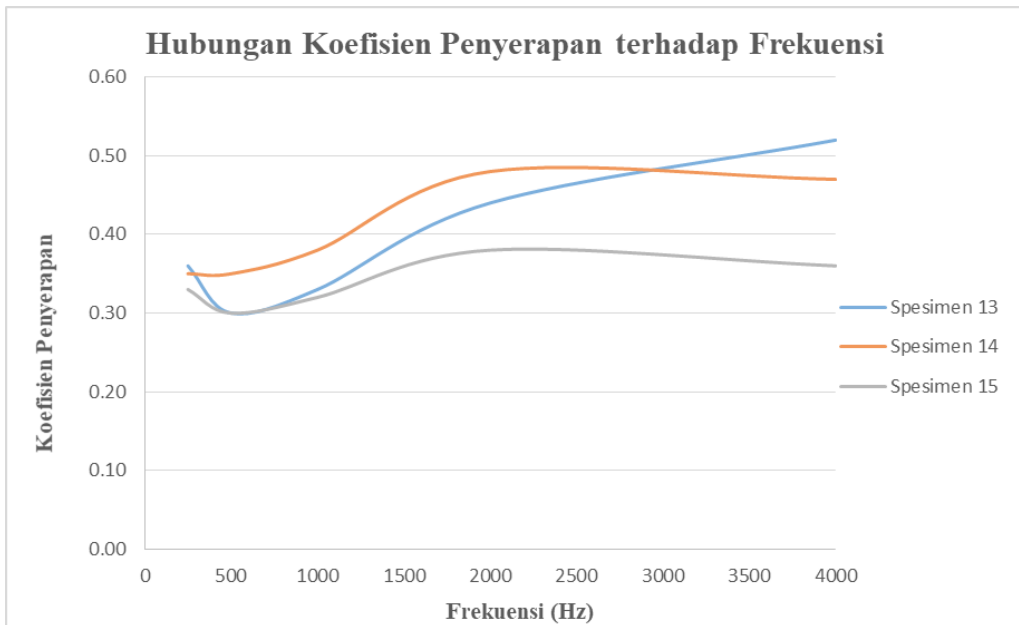
Gambar 4.24 Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 4-6



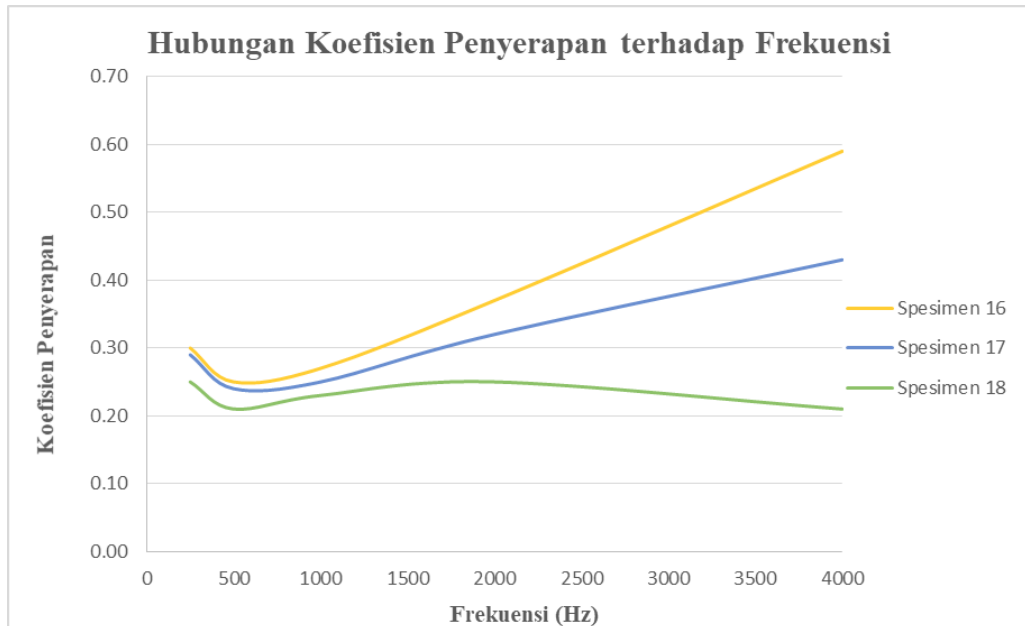
Gambar 4.25 Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 7-9



Gambar 4.26 Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 10-12



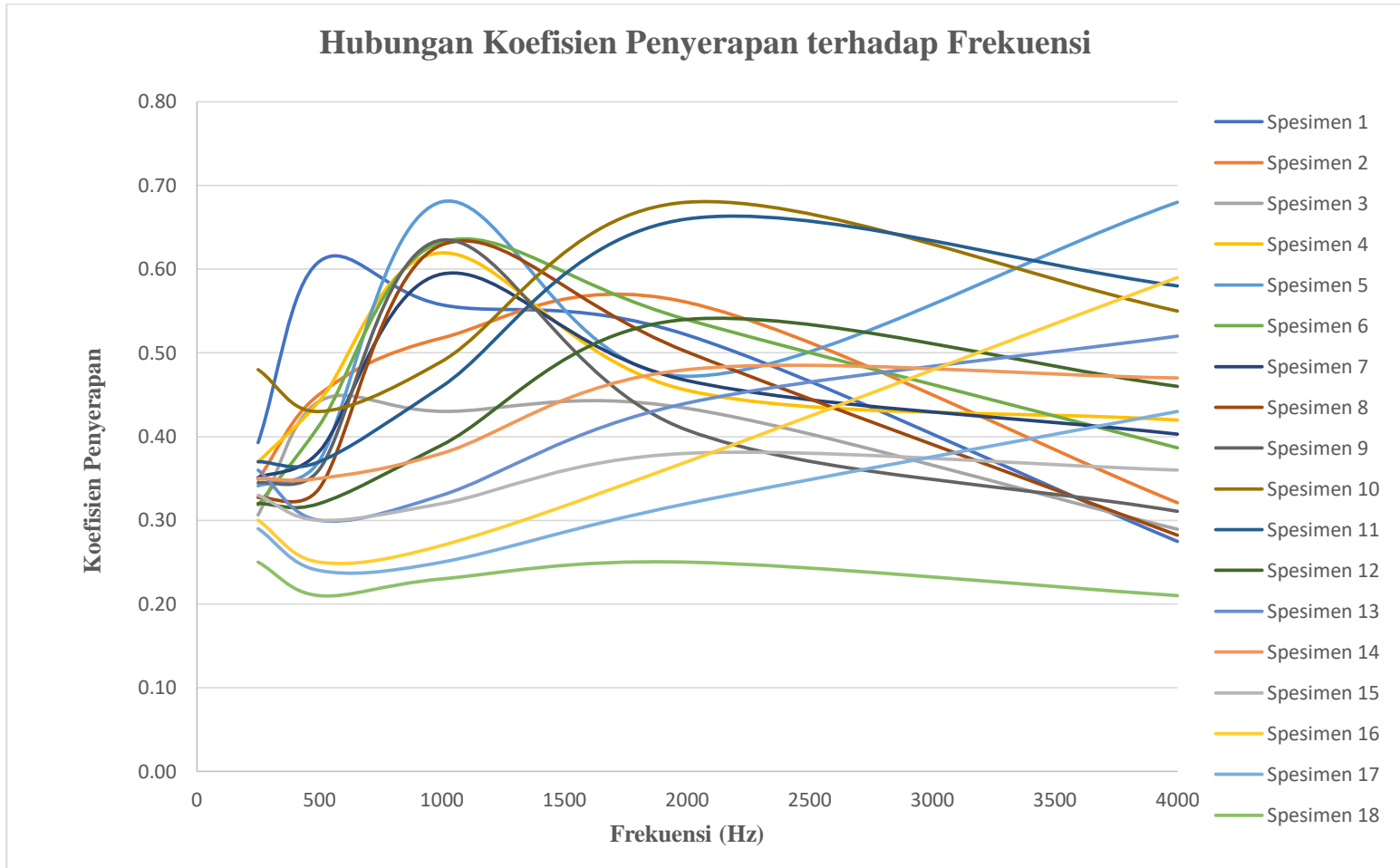
Gambar 4.27 Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 13-15



Gambar 4.28 Grafik Performansi Penyerapan Suara pada Spesimen 16-18

Berdasarkan Grafik 4.29 spesimen 18 dengan tebal 10 mm dan massa jenis 0.1 g/cm³ dengan komposisi sabut kelapa dengan perlakuan perendaman alkali NaOH 15% memiliki nilai koefisien penyerapan suara terendah dibandingkan spesimen lain dimana nilai terendahnya terjadi pada frekuensi 500 Hz dan 4000 Hz. Sedangkan spesimen 5 dengan tebal 20 mm dan massa jenis 0.2 g/cm³ menggunakan matriks polyurethane serta spesimen 10 dengan tebal 30 mm dan massa jenis 0.3 g/cm³ menggunakan matriks resin epoxy dimana keduanya memiliki komposisi sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH 15% memiliki nilai koefisien penyerapan suara tertinggi pada frekuensi tertentu. Spesimen 5 memiliki nilai koefisien penyerapan tertinggi pada frekuensi 1000 Hz dan 4000 Hz dimana pada kedua frekuensi tersebut nilai koefisien penyerapan suara (α) yakni 0.68 sedangkan Spesimen 10 memiliki nilai penyerapan suara tertinggi pada frekuensi 2000 Hz dengan nilai koefisien penyerapan suara (α) yakni 0.68. Pada penelitian ini, semakin tinggi nilai koefisien penyerapan suara (α) pada material maka semakin baik pula sifat penyerapan material terhadap suara sehingga material tersebut sangat baik apabila digunakan untuk material peredam suara. Nilai koefisien penyerapan suara (α) berkisar dari 0 sampai 1.

Selain itu analisa yang dilakukan diantaranya meliputi analisa pengaruh ketebalan pada spesimen, analisa pengaruh berat massa jenis pada spesimen, analisa penggunaan matriks perekat pada spesimen dan analisa pengaruh perlakuan perendaman serat menggunakan larutan alkali NaOH 15% terhadap nilai koefisien penyerapan suara.



Gambar 4.29 Grafik Performansi Spesimen 1-18

- a. Pengaruh Perbandingan Ketebalan terhadap Nilai Koefisien Penyerapan Suara
Tabel 4.6 merupakan tabel hasil pengujian nilai koefisien penyerapan suara pada variasi ketebalan

Tabel 4.6 Pengaruh Ketebalan Terhadap Performansi Penyerapan Suara

Nilai Koefisien Penyerapan Suara (α)								
Tebal 30 mm								
f (Hz)	Matriks Polyurethane			Matriks Resin Epoxy			α Avg per Freq.	α Avg
	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Spesimen 10	Spesimen 11	Spesimen 12		
250	0.39	0.35	0.31	0.48	0.37	0.32	0.37	0.45
500	0.61	0.45	0.44	0.43	0.37	0.32	0.44	
1000	0.56	0.52	0.43	0.49	0.46	0.39	0.47	
2000	0.52	0.56	0.43	0.68	0.66	0.54	0.57	
4000	0.27	0.32	0.29	0.55	0.58	0.46	0.41	
Tebal 20 mm								
f (Hz)	Matriks Polyurethane			Matriks Resin Epoxy			α Avg per Freq.	α Avg
	Spesimen 4	Spesimen 5	Spesimen 6	Spesimen 13	Spesimen 14	Spesimen 15		
250	0.37	0.34	0.32	0.36	0.35	0.33	0.34	0.43
500	0.44	0.37	0.41	0.30	0.35	0.30	0.36	
1000	0.62	0.68	0.63	0.33	0.38	0.32	0.49	
2000	0.46	0.47	0.54	0.44	0.48	0.38	0.46	
4000	0.42	0.68	0.39	0.52	0.47	0.36	0.47	
Tebal 10 mm								
f (Hz)	Matriks Polyurethane			Matriks Resin Epoxy			α Avg per Freq.	α Avg
	Spesimen 7	Spesimen 8	Spesimen 9	Spesimen 16	Spesimen 17	Spesimen 18		
250	0.35	0.33	0.34	0.30	0.29	0.25	0.31	0.36
500	0.38	0.34	0.36	0.25	0.24	0.21	0.30	
1000	0.59	0.63	0.63	0.27	0.25	0.23	0.43	
2000	0.47	0.50	0.41	0.37	0.32	0.25	0.39	
4000	0.40	0.28	0.31	0.59	0.43	0.21	0.37	

Dapat dilihat pada Tabel 4.6 bahwa pada spesimen dengan variasi ketebalan yang berbeda memiliki nilai koefisien penyerapan suara yang berbeda pula. Nilai koefisien penyerapan suara (α) berkisar dari 0 sampai 1. Semakin tinggi nilai koefisien penyerapan suara maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Berdasarkan Tabel 4.6 telah dihitung nilai rata-rata koefisien penyerapan suara pada tiap frekuensi yaitu frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz. Nilai rata-rata koefisien penyerapan suara tiap frekuensi pada spesimen dengan ketebalan 30 mm mengalami peningkatan nilai sampai dengan frekuensi 2000 Hz dengan nilai rata-rata koefisien penyerapan suara masing-masing frekuensi tertinggi yaitu 0.57 pada frekuensi 2000 Hz kemudian mengalami penurunan pada frekuensi 4000 Hz dimana nilai koefisien penyerapan suaranya menjadi 0.41 sedangkan nilai koefisien penyerapan suara rata-rata dari seluruh frekuensi sebesar 0.45. Untuk spesimen dengan ketebalan 20 mm, nilai rata-rata koefisien penyerapan suara pada tiap frekuensi cenderung tidak konstan dimana nilai koefisien penyerapan suara pada frekuensi 1000 Hz dan frekuensi 4000 Hz adalah sebesar 0.49 dan 0.47 pada frekuensi tersebut pula nilai rata-rata koefisien penyerapan suara tiap frekuensi memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan spesimen dengan ketebalan 30 mm, sedangkan nilai koefisien penyerapan suara rata-rata dari seluruh frekuensi pada spesimen dengan tebal 20 mm sebesar 0.43 dimana nilai tersebut lebih rendah dari pada nilai koefisien penyerapan suara seluruh frekuensi pada spesimen dengan ketebalan 30 mm. Untuk spesimen dengan ketebalan 10 mm, nilai rata-rata koefisien penyerapan suara tiap frekuensinya cenderung tidak konstan dan memiliki nilai penyerapan suara yang lebih

rendah dari pada spesimen dengan ketebalan yang lebih tebal (30 mm dan 20 mm) dimana spesimen dengan ketebalan 10 mm memiliki nilai koefisien penyerapan suara rata-rata seluruh frekuensi sebesar 0.36 dimana nilai tersebut paling kecil jika dibandingkan dengan spesimen dengan ketebalan 30 mm dan 20 mm.

Sehingga dapat disimpulkan jika spesimen dengan ketebalan 30 mm memiliki nilai rata-rata penyerapan suara dari seluruh frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai koefisien penyerapan pada spesimen dengan ketebalan yang lebih tipis dimana nilai rata-rata tertinggi sebesar 0.45 didapatkan dari variasi spesimen dengan ketebalan 30 mm.

- b. Pengaruh Massa Jenis pada Spesimen terhadap Nilai Koefisien Penyerapan Suara
Apabila spesimen dikelompokkan berdasarkan variasi massa jenis yakni 0.3 g/cm^3 , 0.2 g/cm^3 dan 0.1 g/cm^3 maka akan diperoleh data nilai koefisien penyerapan suara sebagai berikut.

Tabel 4.7 Pengaruh Massa Jenis Terhadap Performansi Penyerapan Suara

Nilai Koefisien Penyerapan Suara (α)								
Massa Jenis 0.3 g/cm^3								
f (Hz)	Matriks Polyurethane			Matriks Resin Epoxy			α Avg per Freq.	α Avg
	Spesimen 1	Spesimen 4	Spesimen 7	Spesimen 10	Spesimen 13	Spesimen 16		
250	0.39	0.37	0.35	0.48	0.36	0.30	0.38	0.44
500	0.61	0.44	0.38	0.43	0.30	0.25	0.40	
1000	0.56	0.62	0.59	0.49	0.33	0.27	0.48	
2000	0.52	0.46	0.47	0.68	0.44	0.37	0.49	
4000	0.27	0.42	0.40	0.55	0.52	0.59	0.46	
Massa Jenis 0.2 g/cm^3								
f (Hz)	Matriks Polyurethane			Matriks Resin Epoxy			α Avg per Freq.	α Avg
	Spesimen 2	Spesimen 5	Spesimen 8	Spesimen 11	Spesimen 14	Spesimen 17		
250	0.35	0.34	0.33	0.37	0.35	0.29	0.34	0.43
500	0.45	0.37	0.34	0.37	0.35	0.24	0.35	
1000	0.52	0.68	0.63	0.46	0.38	0.25	0.49	
2000	0.56	0.47	0.50	0.66	0.48	0.32	0.50	
4000	0.32	0.68	0.28	0.58	0.47	0.43	0.46	
Massa Jenis 0.1 g/cm^3								
f (Hz)	Matriks Polyurethane			Matriks Resin Epoxy			α Avg per Freq.	α Avg
	Spesimen 3	Spesimen 6	Spesimen 9	Spesimen 12	Spesimen 15	Spesimen 18		
250	0.31	0.32	0.34	0.32	0.33	0.25	0.31	0.37
500	0.44	0.41	0.36	0.32	0.30	0.21	0.34	
1000	0.43	0.63	0.63	0.39	0.32	0.23	0.44	
2000	0.43	0.54	0.41	0.54	0.38	0.25	0.43	
4000	0.29	0.39	0.31	0.46	0.36	0.21	0.34	

Dapat dilihat pada Tabel 4.7 bahwa pada spesimen dengan variasi massa jenis yang berbeda memiliki pengaruh pada nilai koefisien penyerapan suara. Nilai koefisien penyerapan suara (α) berkisar dari 0 sampai 1. Semakin tinggi nilai koefisien penyerapan suara maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Berdasarkan Tabel 4.7 telah dihitung nilai rata-rata koefisien penyerapan suara pada tiap frekuensi yaitu frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz. Pada Tabel 4.7, spesimen dengan variasi massa jenis 0.3 g/cm^3 memiliki nilai rata-rata koefisien penyerapan suara pada tiap frekuensi yang cenderung meningkat sampai dengan frekuensi 2000 Hz yang kemudian

nilai tersebut menurun pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai tertingginya dari rata-rata koefisien penyerapan tiap frekuensi yaitu sebesar 0.49 pada frekuensi 2000 Hz dan mengalami penurunan pada frekuensi 4000 Hz menjadi 0.46 sedangkan nilai koefisien penyerapan suara rata-rata seluruh frekuensi sebesar 0.44. Sama seperti spesimen dengan massa jenis 0.3 g/cm^3 , spesimen dengan variasi 0.2 g/cm^3 memiliki nilai rata-rata koefisien penyerapan suara tiap frekuensi yang meningkat sampai dengan frekuensi 2000 Hz dan mengalami penurunan pada frekuensi 4000 Hz dimana nilai tertinggi dari rata-rata koefisien penyerapan suara tiap frekuensi yang dicapai adalah sebesar 0.50 pada frekuensi 2000 Hz sedangkan nilai koefisien penyerapan suara rata-rata dari seluruh frekuensi sebesar 0.43. Sedangkan untuk spesimen dengan variasi 0.1 g/cm^3 , memiliki nilai rata-rata koefisien penyerapan suara tiap frekuensi yang tidak konstan dengan nilai tertingginya dari rata-rata koefisien penyerapan tiap frekuensi adalah 0.44 pada frekuensi 1000 Hz sedangkan koefisien penyerapan suara rata-rata dari seluruh frekuensi sebesar 0.37.

Dari ketiga variasi massa jenis tersebut, spesimen dengan variasi massa jenis 0.3 g/cm^3 memiliki nilai koefisien penyerapan suara rata-rata dari seluruh frekuensi paling tinggi yakni sebesar 0.44. Sehingga semakin besar nilai massa jenis maka semakin baik spesimen tersebut dalam menyerap suara.

c. Pengaruh Penggunaan Matriks Perekat pada Spesimen terhadap Nilai Koefisien Penyerapan Suara

Tabel 4.8 merupakan nilai dari hasil pengujian koefisien penyerapan suara pada spesimen yang menggunakan dua jenis matriks yang berbeda dimana pada spesimen 1 hingga spesimen 9 menggunakan matriks polyurethane sedangkan spesimen 10 hingga spesimen 18 menggunakan matriks resin epoxy. Nilai koefisien penyerapan suara berkisar dari 0 sampai 1. Semakin tinggi nilai koefisien penyerapan suara maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara.

Berdasarkan Gambar 4.23 sampai dengan Gambar 4.28 dapat terlihat hasil koefisien penyerapan pada spesimen uji berdasarkan jenis penggunaan matriks perekat yang berbeda. Spesimen yang menggunakan matriks polyurethane memiliki kecenderungan meningkat pada frekuensi 500 Hz hingga 1000 Hz dimana nilai tertinggi dari matriks polyurethane dihasilkan oleh spesimen 7 pada Frekuensi 1000 Hz dengan nilai koefisien suara sebesar 0.68 dan nilai terendah dihasilkan oleh spesimen 1 pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai koefisien penyerapan suara sebesar 0.27 sedangkan nilai koefisien penyerapan suara rata-rata pada frekuensi 4000 Hz yakni sebesar 0.37. Untuk spesimen dengan matriks resin epoxy nilai koefisien penyerapan suara cenderung meningkat pada frekuensi 1000 Hz hingga 2000 Hz dengan nilai tertinggi dihasilkan oleh spesimen 10 pada frekuensi 2000 Hz dengan nilai penyerapan suara sebesar 0.68 dan nilai terendah dihasilkan oleh spesimen 18 pada frekuensi 500 Hz dan 4000 Hz dengan nilai koefisien penyerapan suara sebesar 0.21 sedangkan pada frekuensi 4000 Hz nilai koefisien penyerapan suara rata-rata yakni sebesar 0.46.

Dari kedua variasi matriks tersebut, hasil nilai koefisien penyerapan suara rata-rata pada frekuensi pengujian tertinggi yakni pada frekuensi 4000 Hz, spesimen dengan matriks resin epoxy memiliki nilai koefisien penyerapan suara tertinggi yakni sebesar 0.46.

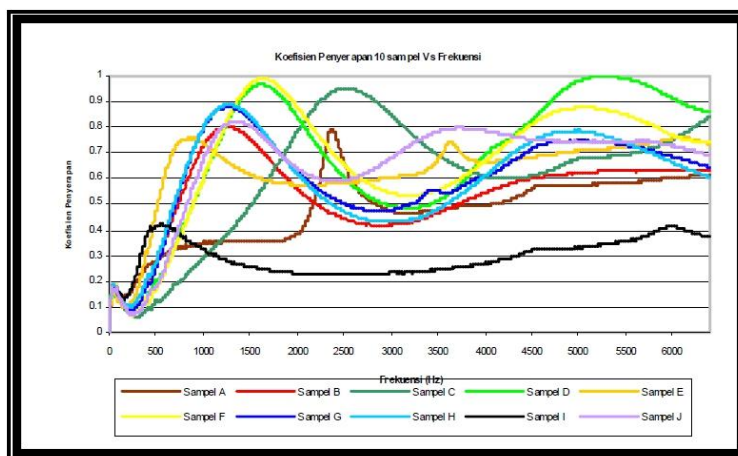
Tabel 4.8 Pengaruh Matriks Terhadap Performansi Penyerapan Suara

Nilai Koefisien Penyerapan Suara (α)										
Spesimen dengan Matriks Polyurethane										
f (Hz)	Tebal 30 mm			Tebal 20 mm			Tebal 10 mm			α Avg per Freq.
	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Spesimen 4	Spesimen 5	Spesimen 6	Spesimen 7	Spesimen 8	Spesimen 9	
250	0.39	0.35	0.31	0.37	0.34	0.32	0.35	0.33	0.34	0.34
500	0.61	0.45	0.44	0.44	0.37	0.41	0.38	0.34	0.36	0.42
1000	0.56	0.52	0.43	0.62	0.68	0.63	0.59	0.63	0.63	0.59
2000	0.52	0.56	0.43	0.46	0.47	0.54	0.47	0.50	0.41	0.48
4000	0.27	0.32	0.29	0.42	0.68	0.39	0.40	0.28	0.31	0.37
Spesimen dengan Matriks Resin Epoxy										
f (Hz)	Tebal 30 mm			Tebal 20 mm			Tebal 10 mm			α Avg per Freq.
	Spesimen 10	Spesimen 11	Spesimen 12	Spesimen 13	Spesimen 14	Spesimen 15	Spesimen 16	Spesimen 17	Spesimen 18	
250	0.48	0.37	0.32	0.36	0.35	0.33	0.30	0.29	0.25	0.34
500	0.43	0.37	0.32	0.30	0.35	0.30	0.25	0.24	0.21	0.31
1000	0.49	0.46	0.39	0.33	0.38	0.32	0.27	0.25	0.23	0.35
2000	0.68	0.66	0.54	0.44	0.48	0.38	0.37	0.32	0.25	0.46
4000	0.55	0.58	0.46	0.52	0.47	0.36	0.59	0.43	0.21	0.46

d. Pengaruh Perlakuan Perendaman Serat Sabut Kelapa Menggunakan Larutan Alkali NaOH 15% terhadap Nilai Koefisien Penyerapan Suara

Penelitian yang telah dilakukan yakni penelitian mengenai penyerapan gelombang bunyi oleh peredam suara berbahan dasar material penyusun sabut kelapa oleh Ainie Khuriati. Pada penelitian ini peredam suara dibuat dengan komposisi dasar yang berbeda. Sampel yang dibuat berjumlah 12 sampel yang terdiri dari 1 sampel sabut kelapa alami dan 11 sampel dari serat dan daging sabut kelapa dengan komposisi tertentu. Dari 12 tersebut sampel hanya 10 sampel untuk diuji. Dalam pengukuran koefisien penyerapan suara digunakan metode tabung impedansi dua mikrofon dengan standarisasi ASTM E-1050:1990. Sedangkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai α_w di atas 0.15 yang menunjukkan sabut kelapa memenuhi persyaratan untuk peredam suara sesuai ISO 11654. Pada penelitian yang telah dilakukan, nilai α_w sampel yang dibuat adalah A:0.30, B:0.44, C:0.27, D:0.44, E:0.51, F:0.44, G:0.47, H:0.49, I:0.31, J:0.41. Sehingga dari penelitian tersebut dapat diklasifikasikan bahwa sampel A, B, D, E, F, G, H, I dan J dapat diklasifikasikan dalam peredam suara kelas-D sedangkan sampel C dalam kelas-E.

Hasil pengujian sampel pada penelitian yang telah dilakukan ditunjukkan dalam bentuk grafik hubungan antara koefisien penyerapan bunyi versus frekuensi seperti pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Grafik Hasil Pengujian Koefisien Penyerapan 10 Sampel Uji
(Sumber: Ainie Khuriati dkk, *Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya*)

Berdasarkan Gambar 4.30 dari penelitian disain peredam suara berbahan dasar sabut kelapa dan pengukuran koefisien penyerapan bunyinya (Khuriati, 2006), pada penelitian ini dimana sabut kelapa yang dijadikan sampel tidak diperlakukan perendaman alkali NaOH 15% dimana nilai koefisien penyerapan suara pada frekuensi 500-1000 Hz lebih tinggi dengan nilai tertingginya berada di range 0.70 hingga 0.80 sedangkan sabut kelapa yang telah dilakukan perendaman alkali NaOH 15% pada frekuensi tersebut berdasarkan grafik pada Gambar 4.29 memiliki nilai lebih rendah dengan nilai koefisien penyerapan suara tertinggi pada frekuensi 500-1000 Hz sebesar 0.68 yang dihasilkan oleh spesimen 5. Sedangkan pada frekuensi 4000 Hz sabut kelapa tanpa perlakuan alkali

NaOH 15% memiliki nilai koefisien penyerapan suara lebih tinggi dengan nilai koefisien penyerapan suara yang mencapai 0.80 pada sampel J dimana hasil pengujian nilai koefisien penyerapan suara pada sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH 15% tidak lebih tinggi dengan nilai capaian maksimum pada frekuensi 4000 Hz sebesar 0.68 pada spesimen 5. Perendaman NaOH yang bertujuan memunculkan selulosa dan menghilangkan pengotor (lignin) pada permukaan serat sabut kelapa yang mengakibatkan diameter dari serat menjadi berkurang. Sehingga proses perendaman serat ke dalam larutan alkali NaOH dapat memperbaiki sifat mekanis serat dan memperkuat ikatan antara serat dengan matriks *thermosetting* dibandingkan tanpa perlakuan perendaman serat ke dalam larutan alkali.

Dapat disimpulkan bahwa perlakuan alkali NaOH tidak berdampak banyak terhadap peningkatan nilai koefisien penyerapan suara pada serat sabut kelapa yang akan digunakan sebagai bahan peredam suara hal ini dapat terjadi dikarenakan perbedaan komposisi sabut kelapa yang digunakan maupun jenis matriks perekat yang digunakan dengan penelitian sebelumnya. Perendaman alkali NaOH sendiri berdampak pada perbaikan sifat mekanis pada serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH dapat berdampak pada kekuatan serat dan umur pemakaian peredam suara berbahan serat sabut kelapa sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menguji kekuatan serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali sebagai efek dari perendaman NaOH sebesar 15% pada sabut kelapa. Manfaat lain dari perlakuan alkali NaOH yaitu mengurangi nilai konduktivitas termal material serat sehingga serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH dapat menjadi alternatif material insulasi selain insulasi untuk peredam suara diantaranya sebagai insulasi yang digunakan pada kotak pendingin (*coolbox*).

4.4.2 Hasil Pengujian Performa Glasswool

Pengujian bahan peredam suara glasswool sebagai bahan peredam yang banyak digunakan baik digunakan di rumah maupun skala industri bertujuan untuk mengetahui perfoma dari peredam suara berbahan glasswool serta membandingkan perfoma penyerapan suara bahan glasswool dengan bahan peredam suara dari sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH sebesar 15%.



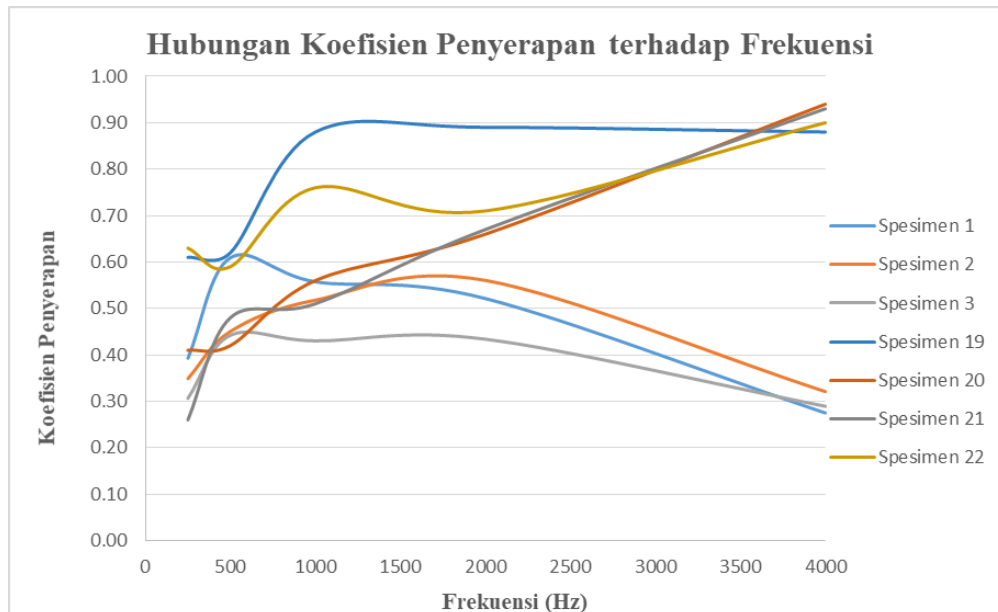
Gambar 4.31 Glasswool dengan Variasi Ketebalan

Glasswool yang diuji divariasikan dengan ketebalan yang berbeda yakni dengan tebal 40 mm, 30 mm, 20 mm dan 10 mm dan dari variasi tersebut dinamakan menjadi empat nama yang berbeda yaitu spesimen 19, spesimen 20, spesimen 21 dan spesimen 22. Hasil pengujian nilai koefisien penyerapan suara glasswool dapat dilihat pada Tabel 4.9.

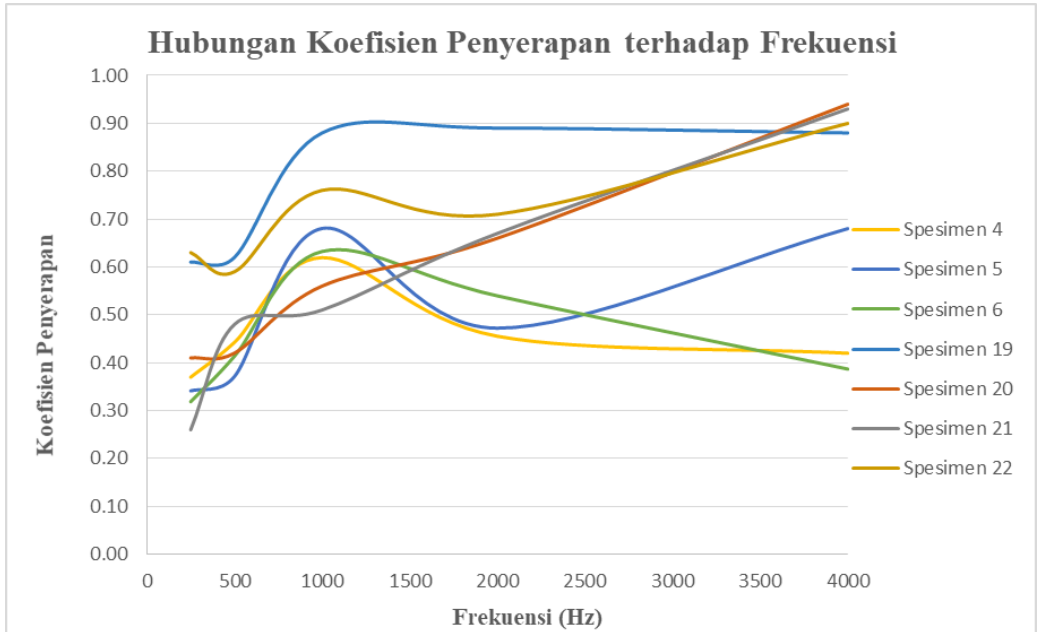
Tabel 4.9 Nilai Koefisien Penyerapan Suara Glasswool

Nilai Koefisien Penyerapan Suara (α)				
f (Hz)	Tebal 30 mm	Tebal 20 mm	Tebal 10 mm	Tebal 40 mm
	Spesimen 19	Spesimen 20	Spesimen 21	Spesimen 22
250	0.61	0.41	0.26	0.63
500	0.62	0.42	0.48	0.59
1000	0.88	0.56	0.51	0.76
2000	0.89	0.66	0.67	0.71
4000	0.88	0.94	0.93	0.90

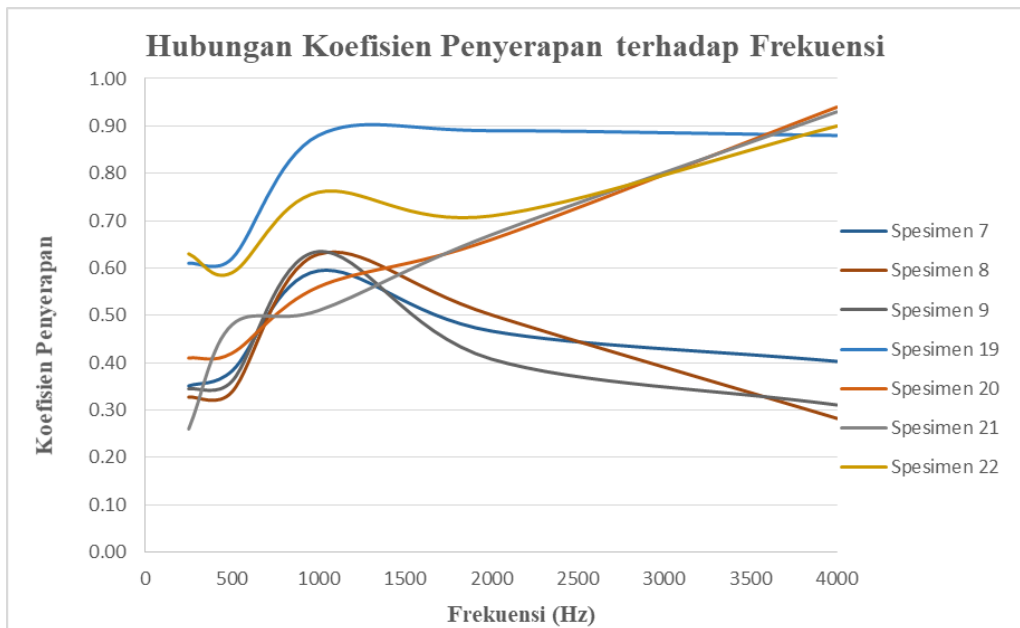
Berdasarkan nilai koefisien penyerapan suara pada Tabel 4.9 dimana spesimen 19, spesimen 20, spesimen 21 dan spesimen 22 merupakan peredam glasswool dengan variasi ketebalan berurutan 30 mm, 20 mm, 10 mm dan 40 mm yang kemudian dilakukan perbandingan dengan nilai koefisien penyerapan suara sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH sebesar 15% yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



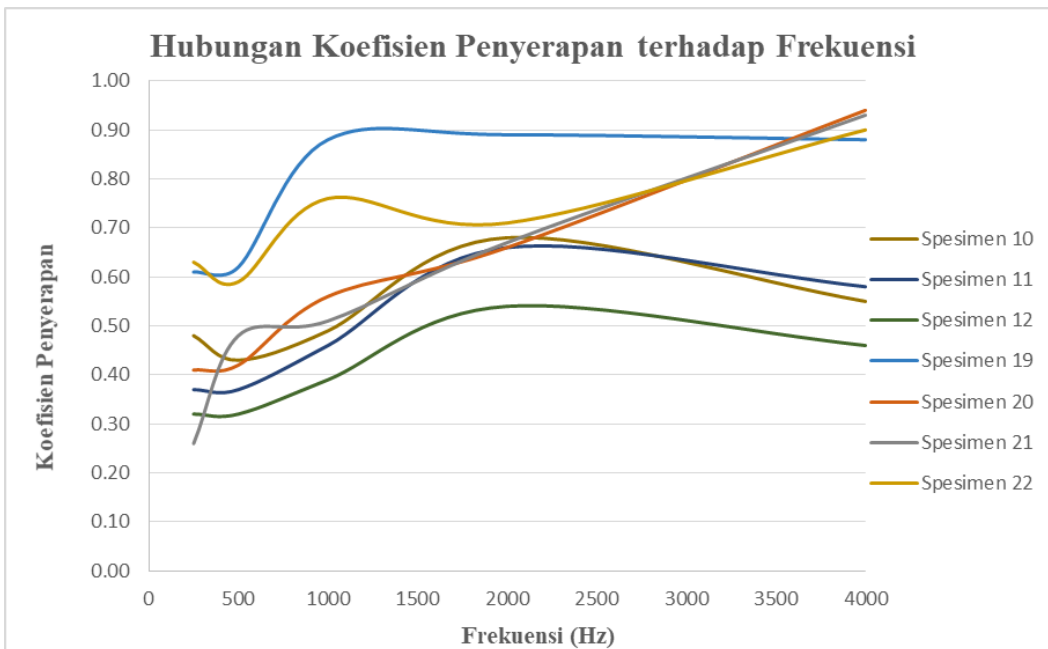
Gambar 4.32 Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 1-3 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)



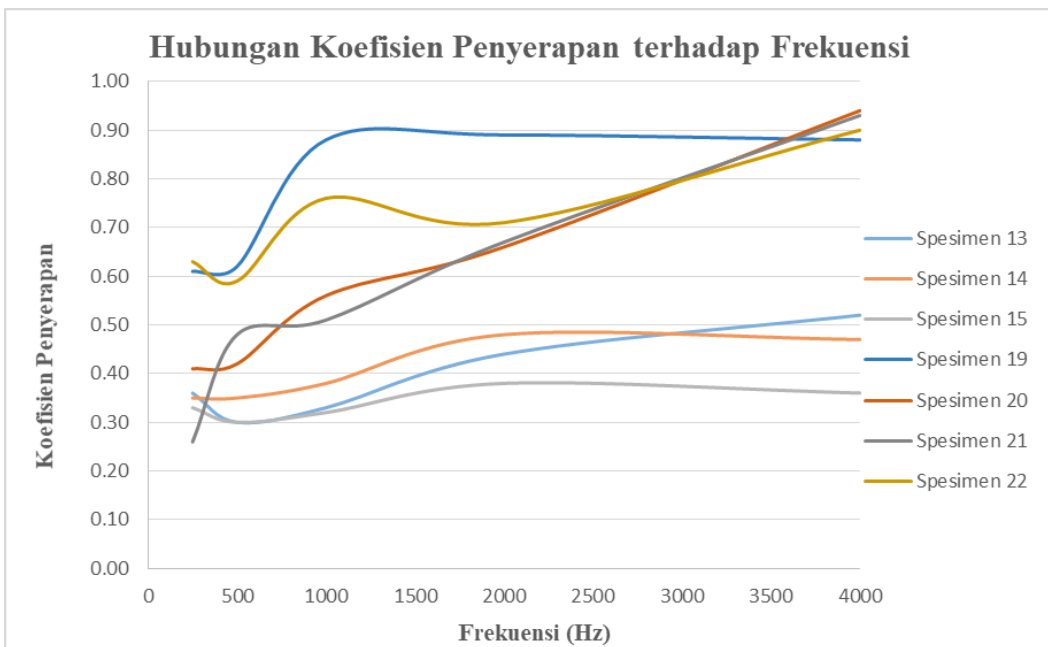
Gambar 4.33 Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 4-6 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)



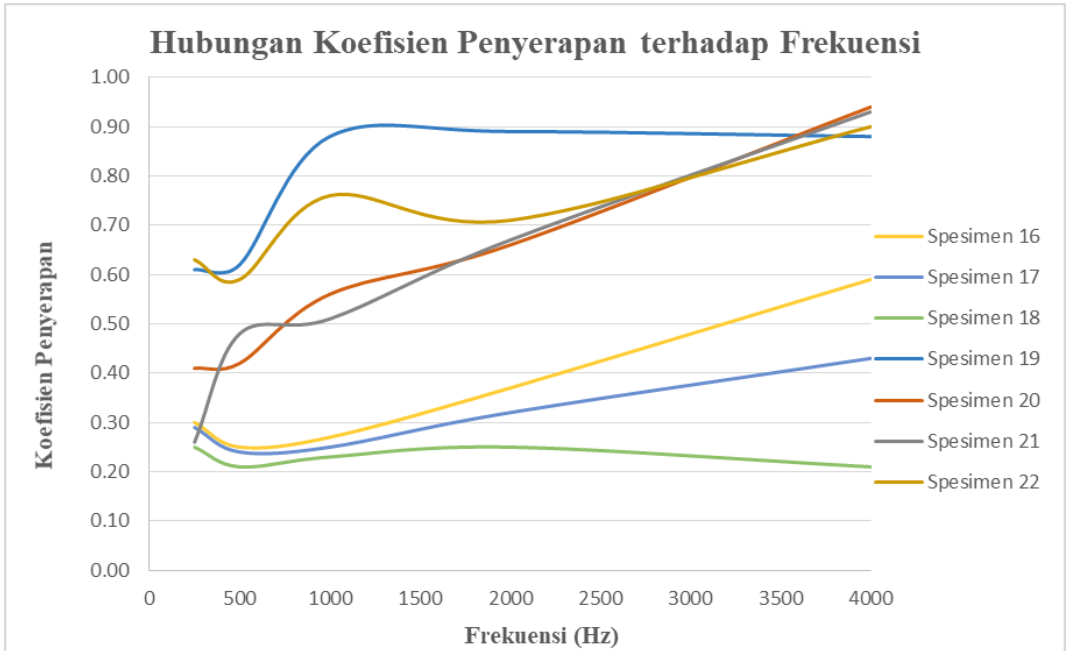
Gambar 4.34 Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 7-9 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)



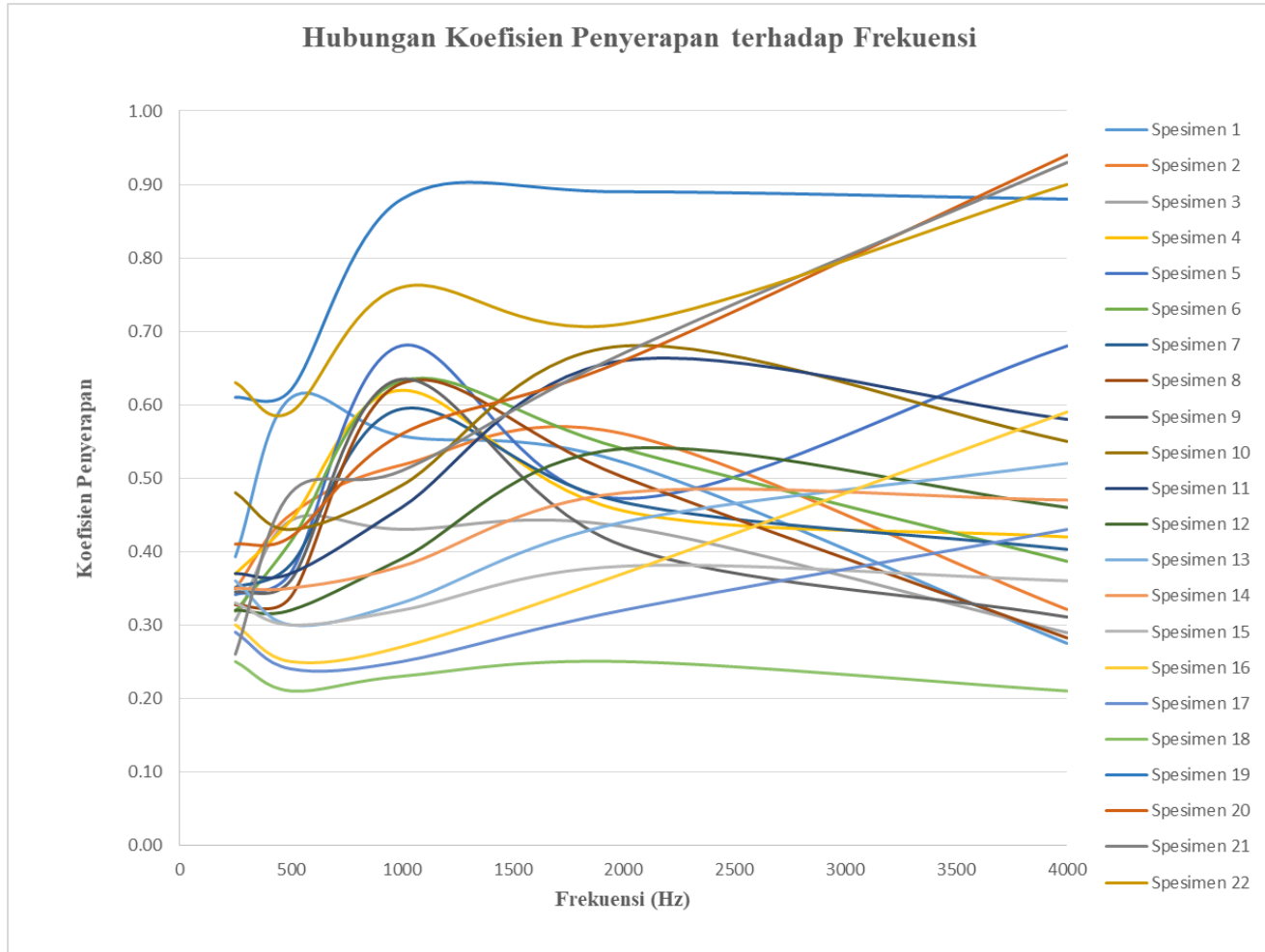
Gambar 4.35 Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 10-12 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)



Gambar 4.36 Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 13-15 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)



Gambar 4.37 Perbandingan Nilai Koefisien Penyerapan Suara Spesimen 16-18 (Sabut Kelapa) dengan Spesimen 19-22 (Glasswool)



Gambar 4.38 Grafik Performansi Sabut Kelapa Alkali dengan Glasswool

Berdasarkan Gambar 4.32 sampai dengan Gambar 4.37 nilai koefisien penyerapan suara yang dihasilkan oleh glasswool jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai koefisien suara sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH sebesar 15%. Dimana nilai koefisien penyerapan suara berkisar dari 0 sampai 1. Nilai koefisien penyerapan suara tertinggi pada frekuensi pengujian terendah yaitu pada frekuensi 250 Hz yakni sebesar 0.63 yang dihasilkan oleh spesimen 22 dengan tebal 40 mm yang kemudian diikuti oleh spesimen 19 dengan tebal 30 mm yang menghasilkan nilai koefisien penyerapan suara sebesar 0.61, pada ketebalan yang sama yakni tebal 30 mm untuk bahan peredam sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH 15% nilai koefisien suara tertingginya dihasilkan oleh spesimen 10 dengan nilai sebesar 0.48 pada frekuensi 250 Hz. Untuk frekuensi pengujian tertinggi yaitu frekuensi 4000 Hz nilai koefisien penyerapan suara tertinggi pada peredam suara glasswool sebesar 0.94 yang dihasilkan oleh spesimen 20 dengan tebal 20 mm sedangkan nilai koefisien penyerapan suara tertinggi pada frekuensi 4000 Hz untuk peredam suara sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH 15% adalah sebesar 0.68 yang dihasilkan oleh spesimen 5 dengan ketebalan 20 mm.

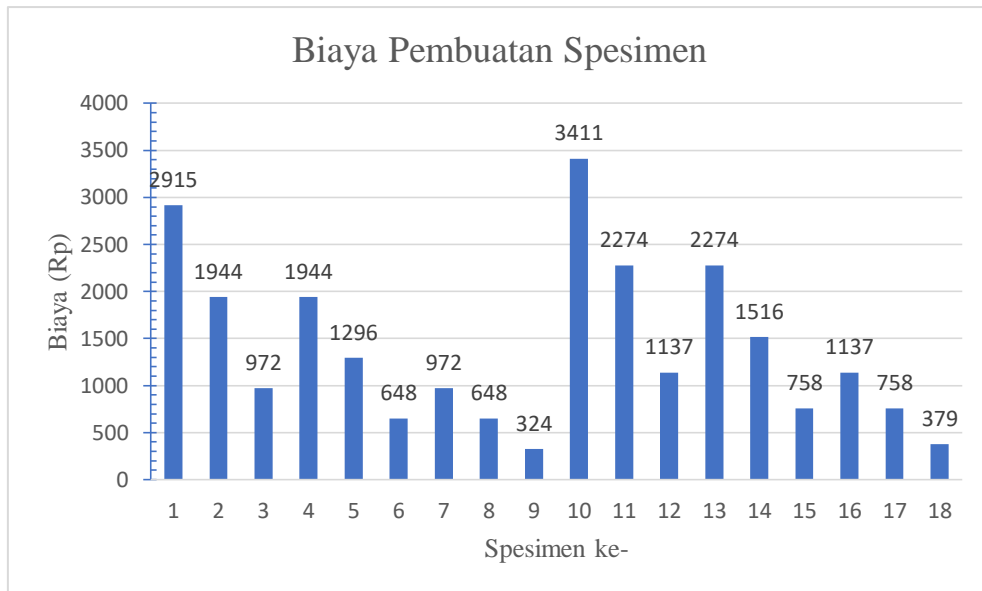
Sehingga dapat disimpulkan performa penyerapan suara yang dihasilkan oleh peredam suara berbahan glasswool memiliki nilai yang lebih tinggi, baik di frekuensi rendah maupun di frekuensi tinggi dibandingkan dengan peredam suara berbahan sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH sebesar 15%.

4.4.3 Hasil Perhitungan Biaya Pembuatan Tiap Spesimen

Dalam pembuatan masing-masing spesimen bahan yang digunakan berbeda berdasarkan komposisi tiap spesimen. Perbedaan tersebut yaitu terdiri dari jumlah massa sabut kelapa dan perlakuan kimia alkali NaOH pada sabut kelapa. Maka dari itu harga material dari masing-masing spesimen pun bervariasi. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan spesimen beserta harga satuannya adalah sebagai berikut.

1. Serat Sabut Kelapa (Rp 10/gram)
2. NaOH teknis padat (Rp 25/gram)
3. Air hasil destilasi (Rp 2/ml)
4. Polyurethane (Rp 23/gram)
5. Resin Epoxy (Rp 57/gram)

Biaya pembuatan spesimen dihitung berdasarkan harga satuan pada lima point diatas sehingga perhitungan biaya pembuatan spesimen dapat dilihat pada tabel yang terlampir. Berikut ini adalah grafik biaya pembuatan spesimen.



Gambar 4.39 Grafik Biaya Pembuatan Spesimen

Berdasarkan Gambar 4.39 bahwa dengan komposisi yang berbeda dari masing-masing spesimen mengakibatkan nilai ekonomis yang juga berbeda. Dapat disimpulkan bahwa perlakuan alkali NaOH pada serat sabut kelapa menambah harga dari pembuatan material karena semakin banyak material serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH maka semakin besar pula NaOH teknis dan air hasil destilasi yang dibutuhkan selain itu pemilihan penggunaan matriks sebagai perekat juga berdampak pada naiknya harga pembuatan material. Berdasarkan Gambar 4.39 spesimen 10 memiliki nilai ekonomis tertinggi dimana spesimen tersebut memiliki harga produksi sebesar Rp 3411. Tingginya harga tersebut dikarenakan spesimen 10 dengan massa jenis 0.3 gr/cm^3 dengan matriks resin epoxy membutuhkan serat sabut kelapa paling banyak dan harga matriks resin epoxy yang lebih mahal dibandingkan dengan matriks polyurethane. Sedangkan spesimen dengan biaya pembuatan paling murah adalah spesimen 9 dengan harga Rp 324.

4.4.4 Pemilihan Spesimen

Berdasarkan aspek-aspek spesimen pada point sebelumnya yaitu aspek nilai koefisien penyerapan suara, massa jenis, ekonomis dan kemudahan pembuatan spesimen kemudian dapat dipilih spesimen dengan nilai terbaik pada setiap aspek tersebut. Berikut adalah langkah-langkah dalam pemilihan spesimen.

1. Perhitungan skor tiap spesimen

Dalam penilaian skor tiap spesimen diperoleh dari fungsi nilai maksimum hasil perhitungan, nilai minimum hasil perhitungan, dan nilai dari tiap spesimen. Dimana skor memiliki jarak nilai dari 0 hingga 1. Dalam perhitungannya berikut ini adalah persamaan dalam mencari nilai skor:

$$Skor = \left| \frac{Nilai\ maksimum - Nilai\ spesimen}{Nilai\ maksimum - Nilai\ minimum} \right|$$

Dimana,

Nilai maksimum : Nilai maksimum yang diperoleh dari 18 data perhitungan spesimen (α ; gr/cm³; Rp)

Nilai minimum : Nilai minimum yang diperoleh dari 18 data perhitungan spesimen (α ; gr/cm³; Rp)

Nilai spesimen : Nilai spesimen (α ; gr/cm³; Rp)

2. Perhitungan skor spesimen dengan pembobotan

Pembobotan penilaian untuk koefisien penyerapan suara adalah 50% pada penelitian ini digunakan koefisien penyerapan suara pada frekuensi tertinggi dalam pengujian yaitu pada frekuensi 4000 Hz , untuk massa jenis adalah 20%, untuk ekonomis sebesar 25%, dan untuk kemudahan dalam pembuatan spesimen sebesar 5%. Dimana skor yang diperoleh dari tiap spesimen kemudian dikalikan dengan bobot tiap aspek.

3. Perjumlahan total skor spesimen dan pemberian ranking spesimen.

Berdasarkan persamaan diatas maka didapatkan hasil penilaian yang tertulis pada tabel dalam lampiran dimana skor terbaik didapatkan dengan nilai sebesar 0.811 yang dihasilkan pada spesimen 5 dengan nilai koefisien penyerapan suara (α) sebesar 0.68, massa jenis sebesar 0.2 gr/cm³, biaya pembuatan sebesar Rp 1296, dan skor kemudahan dalam pembuatan sebesar 0.8. Dimana spesimen tersebut memiliki komposisi sabut kelapa dengan perendaman alkali NaOH sebesar 15% selama 2 jam dengan matriks polyurethane.

Tabel 4.10 Hasil Pemilihan Spesimen

No. Spesimen	Koefisien Penyerapan Suara (50%)			Massa Jenis (20%)			Ekonomis (25%)			Pembuatan (5%)		Skor Total	Rank
	α	Skor	50%	ρ	Skor	20%	Rp	Skor	25%	Skor	5%		
1	0.275	0.14	0.07	0.3	0	0	2915	0.16	0.04	0.8	0.04	0.149	18
2	0.321	0.24	0.12	0.2	0.5	0.1	1944	0.48	0.12	0.85	0.0425	0.379	17
3	0.289	0.17	0.08	0.1	1	0.2	972	0.79	0.2	0.75	0.0375	0.519	10
4	0.42	0.45	0.22	0.3	0	0	1944	0.48	0.12	0.85	0.0425	0.384	16
5	0.68	1	0.5	0.2	0.5	0.1	1296	0.69	0.17	0.8	0.04	0.811	1
6	0.387	0.38	0.19	0.1	1	0.2	648	0.9	0.22	0.75	0.0375	0.649	3
7	0.403	0.41	0.21	0.3	0	0	972	0.79	0.2	0.85	0.0425	0.445	13
8	0.282	0.15	0.08	0.2	0.5	0.1	648	0.9	0.22	0.8	0.04	0.441	14
9	0.311	0.21	0.11	0.1	1	0.2	324	1	0.25	0.75	0.0375	0.595	7
10	0.55	0.72	0.36	0.3	0	0	3411	0	0	0.8	0.04	0.402	15
11	0.58	0.79	0.39	0.2	0.5	0.1	2274	0.37	0.09	0.85	0.0425	0.628	5
12	0.46	0.53	0.27	0.1	1	0.2	1137	0.74	0.18	0.75	0.0375	0.688	2
13	0.52	0.66	0.33	0.3	0	0	2274	0.37	0.09	0.8	0.04	0.462	12
14	0.47	0.55	0.28	0.2	0.5	0.1	1516	0.61	0.15	0.8	0.04	0.57	9
15	0.36	0.32	0.16	0.1	1	0.2	758	0.86	0.21	0.75	0.0375	0.612	6
16	0.59	0.81	0.4	0.3	0	0	1137	0.74	0.18	0.85	0.0425	0.631	4
17	0.43	0.47	0.23	0.2	0.5	0.1	758	0.86	0.21	0.8	0.04	0.589	8
18	0.21	0	0	0.1	1	0.2	379	0.98	0.25	0.75	0.0375	0.483	11

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian mengenai “Pengaruh Perlakuan Kimia Alkali NaOH pada Pemanfaatan Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) sebagai Bahan Peredam Suara di Ruang Akomodasi Kapal” yakni sebagai berikut:

1. Spesimen 5 dengan komposisi sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15%, massa jenis sebesar 0.2 gr/cm^3 , menggunakan matriks polyurethane dengan ketebalan sebesar 20 mm dan Spesimen 10 dengan komposisi dengan komposisi sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH dengan konsentrasi sebesar 15%, massa jenis sebesar 0.3 gr/cm^3 , menggunakan matriks resin epoxy dengan ketebalan sebesar 30 mm sebagai peredam suara dengan hasil terbaik yang memiliki nilai koefisien penyerapan suara (α) tertinggi dimana spesimen 5 menghasilkan nilai koefisien penyerapan suara sebesar 0.68 pada frekuensi 4000 Hz dan spesimen 10 menghasilkan nilai koefisien penyerapan suara sebesar 0.68 pada frekuensi 2000 Hz.
2. Hasil pengaruh variasi yang meliputi ketebalan, massa jenis dan penggunaan matriks perekat diantaranya seiring dengan bertambahnya ketebalan pada spesimen, nilai rata-rata koefisien penyerapan suara pada spesimen pun meningkat dimana nilai tertinggi yang dihasilkan spesimen sebagai peredam suara untuk variasi ketebalan dalam penelitian ini adalah spesimen dengan ketebalan 30 mm dengan nilai rata-rata koefisien penyerapan suara (α) sebesar 0.45. Untuk variasi massa jenis, nilai massa jenis spesimen yang dihasilkan dari bahan dengan perbandingan massa serat dan massa matriks secara berurutan yakni perbandingan 3:1 dimana terjadi peningkatan nilai rata-rata koefisien penyerapan suara seiring dengan bertambahnya nilai massa jenis dengan nilai rata-rata penyerapan suara (α) tertinggi yakni 0.44 yang dihasilkan spesimen dengan massa jenis 0.3 gr/cm^3 . Sedangkan penggunaan perekat polyurethane dan resin epoxy berdampak pada karakteristik spesimen peredam suara. Spesimen dengan perekat polyurethane mengalami peningkatan penyerapan pada frekuensi 500 Hz – 1000 Hz sedangkan spesimen dengan perekat resin epoxy mengalami peningkatan penyerapan pada frekuensi 1000 Hz – 2000 Hz.
3. Perlakuan perendaman alkali NaOH 15% pada sabut kelapa tidak memiliki dampak yang signifikan pada peningkatan nilai penyerapan suara namun perendaman alkali NaOH 15% pada sabut kelapa dapat meningkatkan sifat mekanis pada serat sabut kelapa yang berpengaruh pada kekuatan serat serta umur penggunaan serat jika digunakan sebagai bahan peredam suara.
4. Dalam pengujiannya sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH sebesar 15% memiliki performa penyerapan tidak lebih baik dibandingkan dengan performa penyerapan pada glasswool. Hasil pengujian peredam suara dengan bahan glaswool pada frekuensi terendah dalam pengujian yakni pada frekuensi 250 Hz mencapai nilai penyerapan sebesar 0.61 untuk tebal 30 mm sedangkan hasil pengujian dari sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH sebesar 15% pada frekuensi 250 Hz nilai tertingginya yaitu 0.48 yang dihasilkan oleh spesimen 10 dengan tebal 30 mm dan pada frekuensi tertinggi dalam pengujian yaitu pada frekuensi 4000 Hz peredam suara

berbahan glasswool mampu mencapai nilai penyerapan sebesar 0.94 untuk tebal 20 mm sedangkan hasil pengujian dari sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH sebesar 15% pada frekuensi 4000 Hz nilai tertingginya yaitu 0.68 yang dihasilkan oleh spesimen 5 dengan tebal 20 mm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan dalam penelitian ini, peneliti memberikan saran mengenai beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses penelitian diantaranya sebagai berikut:

1. Perlakuan kimia alkali NaOH sebaiknya padatan NaOH yang digunakan yakni padatan NaOH jenis pro analis bukan teknis agar hasil lebih maksimal.
2. Perlu adanya penambahan variasi komposisi serat baik dengan jenis serat yang sama maupun berbeda untuk mencari komposisi dengan nilai penyerapan suara tertinggi
3. Perlu adanya pengujian kekuatan untuk material peredam suara untuk mengetahui peningkatan kekuatan pada serat yang telah direndam oleh alkali NaOH.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2014. *Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Asmaa, A. S. 2010. *Pengaruh Komposit Core Berbasis Limbah Kertas, Dengan Pencampuran Sekam Padi, Dan Serabut Kelapa Terhadap Kekuatan Bending Panel*. Skripsi. Dipublikasikan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Astika, I Made dan I Gusti Komang Dwijana. 2016. *Karakteristik Serapan Suara Komposit Polyester Berpenguat Serat Tapis Kelapa*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran, Bali.
- BS EN ISO 10534-1:2001. *Acoustic Determination of Absorption Coefficient and Impedance in Impedance Tubes, Part 1: Method Using Standing Wave Ratio*. In British Standard Annual Book, ISO 10534-1:2001.
- Carrijo, O.A., Liz, R.S., Makishima, N. 2002. *Fiber of Green Coconut shell as Agriculture substratum, Brazilian Horticulture, 20, 533-535*.
- Dowell. E., H. 1978. *Reverberation time, absorption, and impedance (Journal of the Acoustical Society of America 64, City), p. 181*.
- Eriningsih, Rifaida, dkk. 2014. *Pembuatan dan Karakterisasi Peredam Suara dari Bahan Baku Serat Alam*. Bandung.
- Hamond, Conrad J. 1982. *Engineering Acoustic & Noise Control*, Prentice Hall
- Hidayat, Mochamad. 2017. *Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu sebagai Campuran Polyurethane pada Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional*: Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS.
- Khuriati, Ainie, dkk. 2006. *Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya*. Jurusan Fisika Universitas Diponegoro.
- Kisserah, Achmad Taufik Rendi. 2019. *Pemanfaatan Campuran Limbah Serbuk Kayu Jati (Tectona Grandis L.F) dan Serat Ampas Tebu (Saccharum officinarum) dengan Perlakuan Variasi Susunan Serat dan Perendaman Alkali NaOH sebagai Bahan Insulasi Kotak Pendingin*: Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS.
- Lubis, Haidir Halomoan. 2016. *Analisis Koefisien Penyerapan Frekuensi Bunyi dari Beberapa Jenis Bahan Akustik Tetrapack*. Jurusan Fisika Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Mukti, Girindra Wahyu. 2012. *Pengaruh Perendaman NaOH Terhadap Kekuatan Impak Komposit Sandwich Bambu Kertas yang Bersifat Serap Bising*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Munir, Abdul. *Dinding Beton Busa sebagai Isolator Termal untuk Efisiensi Energi Bangunan*. Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.
- Munir, Muhammad dan Dzulkifli. 2015. *Pemanfaatan Fluk pada Styrofoam sebagai Bahan Dasar Peredam Suara dengan Metode Tabung Impedansi*. Jurusan Fisika, FMIP – UNESA.

- Nisa, Ultilatun. 2018. *Pembuatan Komposit Material Peredam Akustik Berbahan Dasar dari Serat Sabut Kelapa, Pelepah Pisang, Lidah Mertua dan Epoxy Resin*. Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- Nurhayati, A., 2015. *Bending Properties of Elephant Grass Fiber Reinforced Epoxy Resin Composites*. Journal of Natural Sciences and Mathematics Research, 1(1), pp.36–40.
- Pratama, R. D., Farid, M., Nurdiansah, H. 2017. Pengaruh Proses Alkalisasi terhadap Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara.
- Pradana, M. A. 2017. *Pemisahan Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Rahman, Auliya, Moh. Farid, Hosta Ardhyanta. *Pengaruh Komposisi Material Komposit dengan Matriks Polypropylene Berpenguat Serat Alam Terhadap Morfologi dan Kekuatan Sifat Fisik*. Departemen Teknik Material dan Metalurgi, FTI-ITS.
- Shavira, Rheina Aurely, M. Ibrahim H., Faridawati M.Si. *Koefisien Absorpsi Bunyi*. Departemen Fisika, FMIPA – ITS.
- Sultoni, Yusuf. Moh. Farid, Alvian T. Wibisono. 2017. *Pengaruh Proses Alkali dan Fraksi Massa Serat terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Komposit Polyurethane/Coir Fiber*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Widhantoro, Arif. 2013. *Pengukuran Koefisien Absorpsi Bunyi dari Bahan Ampas Tebu dengan Metode Ruang Akustik Kecil*. Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- Yassar, Hilmy. 2019. *Desain Modifikasi Cool Box pada Kapal Nelayan Tradisional Menggunakan Insulasi Campuran Serbuk Gergaji Kayu Sengon dan Sabut Kelapa dengan Perendaman Larutan Kalium Hidroksida*: Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS.
- Zainal, M. Dan F Yulius. 2005. *Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesian Center for Estate Crops and Development*. Bogor.

LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN I: PERHITUNGAN BIAYA PEMBUATAN SPESIMEN

1. Perhitungan Biaya Pembuatan Spesimen

No. Spesimen	Sabut Kelapa %	NaOH %	Sabut Kelapa Alkali gram	Sabut Kelapa gram	NaOH ml	Aquades ml	PU & Epoxy gram
1	100	15	42.96	89.50	57.19	179.00	14.32
2	100	15	28.64	59.67	38.13	119.33	9.55
3	100	15	14.32	29.83	19.06	59.67	4.77
4	100	15	28.64	59.67	38.13	119.33	9.55
5	100	15	19.09	39.78	25.42	79.55	6.36
6	100	15	9.55	19.89	12.71	39.78	3.18
7	100	15	14.32	29.83	19.06	59.67	4.77
8	100	15	9.55	19.89	12.71	39.78	3.18
9	100	15	4.77	9.94	6.35	19.89	1.59
10	100	15	42.96	89.50	57.19	179.00	14.32
11	100	15	28.64	59.67	38.13	119.33	9.55
12	100	15	14.32	29.83	19.06	59.67	4.77
13	100	15	28.64	59.67	38.13	119.33	9.55
14	100	15	19.09	39.78	25.42	79.55	6.36
15	100	15	9.55	19.89	12.71	39.78	3.18
16	100	15	14.32	29.83	19.06	59.67	4.77
17	100	15	9.55	19.89	12.71	39.78	3.18
18	100	15	4.77	9.94	6.35	19.89	1.59

No. Spesimen	Sabut Kelapa %	NaOH %	Sabut Kelapa	NaOH	Aquades	PU & Epoxy	Total
			Rupiah				
1	100	15	895	1430	268	322	2915
2	100	15	597	953	179	215	1944
3	100	15	298	477	89	107	972
4	100	15	597	953	179	215	1944
5	100	15	398	635	119	143	1296
6	100	15	199	318	60	72	648
7	100	15	298	477	89	107	972
8	100	15	199	318	60	72	648
9	100	15	99	159	30	36	324
10	100	15	895	1430	268	818	3411
11	100	15	597	953	179	546	2274
12	100	15	298	477	89	273	1137
13	100	15	597	953	179	546	2274
14	100	15	398	635	119	364	1516
15	100	15	199	318	60	182	758
16	100	15	298	477	89	273	1137
17	100	15	199	318	60	182	758
18	100	15	99	159	30	91	379

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN II: DATA REKAMAN *SOUND PRESSURE LEVEL*

1. Data Rekaman *Sound Pressure Level*

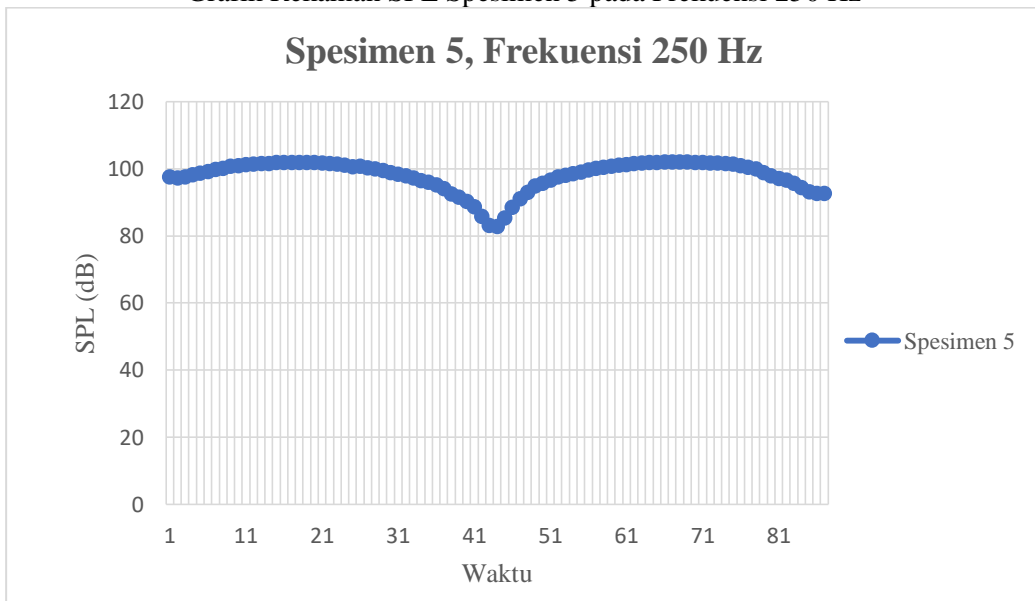
Pada lampiran data rekaman SPL dilampirkan data SPL dari spesimen 5 sebagai spesimen dengan nilai koefisien penyerapan suara tertinggi pada frekuensi 4000 Hz yaitu sebesar 0.68 dan nilai tertinggi untuk poin *scoring*.

Tabel Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 250 Hz

No.	Sec.	ALL	16	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
1	1	97.42	54.94	52	55.53	67.26	97.52	69.07	60.7	46.14	43.37	42.82	42.48
2	2	97.12	54.03	50.61	48.79	55.19	97.23	69.51	61.31	43.36	34.67	32.18	31.28
3	3	97.44	55.22	50.85	50.87	59.83	97.54	68.86	61.56	44.22	39.49	40.75	36.65
4	4	98.06	56.06	51.29	49.15	58.81	98.17	69.73	59.47	42	39.62	40.15	37.51
5	5	98.48	55.11	51.99	52.52	69.21	98.57	72.49	58.29	44.73	44.27	46.17	42.37
6	6	99.06	55.83	52.81	51.54	61.12	99.16	71.58	57.98	40.8	40.27	39.06	35.78
7	7	99.59	54.57	50.57	51.35	59.84	99.69	69.93	55.39	38.77	36.13	36.31	34
8	8	100	54.11	49.25	47.95	54.71	100.11	69.78	51.98	38.29	33	31.79	30.74
9	9	100.55	54.36	52.24	52.91	57.67	100.66	70.2	49.14	45.81	38.56	38.26	33.65
10	10	100.78	56.54	53.6	53.85	58.31	100.89	68.3	47.66	40.16	29.81	29.83	30.19
11	11	101.02	56.12	54.85	53.47	57.34	101.13	67.88	50.57	42.32	33.46	32.4	31.03
12	12	101.31	55.77	51.57	51.86	62.06	101.42	68.08	53.02	43.87	38.15	36.16	32.67
13	13	101.4	53.19	50.45	51.16	58.53	101.51	66.83	54.4	41.88	33.93	32.81	31.53
14	14	101.47	55.23	52.65	52.1	58.37	101.58	64.58	56.19	40.57	35.37	36.35	32.36
15	15	101.68	54.92	52	51.44	63.54	101.79	66.04	59.61	47.33	44.71	42.73	37.41
16	16	101.72	55.29	53.58	54.7	63.36	101.83	62.62	59.87	39.58	34.55	34.05	31.47
17	17	101.73	54.97	53.31	57.34	63.24	101.84	59.83	59.6	37.7	31.61	31.9	30.48
18	18	101.74	53.62	52	51.9	68.38	101.85	60.35	59.99	43.6	39.79	44.53	42.45
19	19	101.74	55.11	52.01	50.8	59.58	101.86	59.45	60.57	40.06	35.51	39.04	37.61
20	20	101.69	53.53	51.99	51.17	65.49	101.8	59.7	61.51	42.42	35.58	34.37	31.88
21	21	101.56	56.01	55.98	60.85	77.06	101.66	61.95	59.75	41.97	35.5	34.37	32.36
22	22	101.33	55.65	52.31	50.89	64.1	101.44	65.96	59.85	48.66	37.82	35.42	32.24
23	23	101.17	54.39	56.07	56.28	66.01	101.28	63.28	57.95	45.26	39.27	40.79	37.13
24	24	100.93	55.97	53.8	54.32	62.65	101.04	63.72	56.71	40.54	32.81	32.01	31.18
25	25	100.43	55.04	53.24	51.14	59.68	100.54	66.46	54.88	38.84	32.81	32.27	30.61
26	26	100.58	53.41	54.5	56.03	68.2	100.68	68.91	54.24	40.93	34.9	33.67	31.19
27	27	100.16	52.92	51.37	53.43	64.25	100.27	68.07	56.83	43.38	38.06	36.6	32.77
28	28	99.82	54.78	52.67	56.91	63.32	99.93	69.26	55.74	40.6	33.49	32.44	30.67
29	29	99.3	54.13	52.31	52.5	61.07	99.41	68.85	57.89	39.23	33.9	31.78	30.56
30	30	98.63	55.89	53.56	55.31	61.18	98.74	71.14	58.85	45.19	36.48	34.36	31.59
31	31	98.24	55.21	53.19	55.02	66.4	98.34	70.64	60.43	45.12	38.56	35.44	32.24
32	32	97.79	52.93	54.52	62.54	76.71	97.85	72.47	62.62	50.79	41.69	38.19	34.12
33	33	97.05	52.81	53.86	56.29	63.33	97.15	70.7	62.74	42.06	35.98	33.78	31.5
34	34	96.35	51.35	50.98	53.28	61.39	96.45	70	62.44	37.61	32.32	31.79	30.38
35	35	95.86	52.95	52.77	54.56	64.37	95.96	70.1	62.46	38.51	33.49	32.59	30.7
36	36	95.05	51.03	50.55	56.13	63.29	95.15	69.22	63.73	42.63	35.03	33.99	31.79
37	37	93.96	53.73	52.79	52.99	63.02	94.05	68.52	63.29	42.56	30.74	30.23	30.23
38	38	92.4	53.74	51.98	53.55	60.44	92.49	67.16	62.56	42.95	32.01	31.06	30.43
39	39	91.38	53.76	51.81	54.04	63.07	91.46	67.25	60.6	42.38	35.86	34.33	31.61
40	40	90.15	52.53	54.73	56.99	68.67	90.2	66.56	58.44	43.23	38.87	36.93	33.13
41	41	88.53	54.74	53.99	57.99	65.57	88.58	65.3	58.07	47.44	40.84	39.03	34.68
42	42	85.72	50.64	54.06	55.97	64.74	85.76	63.44	59.26	47.34	45.21	42.84	37.62
43	43	83.08	51.17	52.68	58.79	64.9	83.08	57.54	52.4	36.8	32.17	32.45	30.67
44	44	82.69	51.01	49.28	51.79	57.96	82.76	57.08	52.37	37.6	32.55	33.23	31.42
45	45	85.17	50.18	51.46	54	64.45	85.22	59.75	55.51	41.68	36.39	34.96	32
46	46	88.41	52.34	55.58	60.84	65.76	88.47	62.42	58.13	45.28	41.68	38.79	34.61
47	47	90.99	52.11	57.52	63.81	71.8	91.02	64.26	60.06	47.28	42.28	39.83	35.53
48	48	92.94	53.42	57.32	65	72.14	92.99	65.86	62.73	46.1	37.47	35.72	32.31
49	49	94.7	53.89	53.16	53.72	56.63	94.8	67.16	63.3	41.67	36.38	33.84	30.98
50	50	95.57	52.72	52.57	52.45	55.4	95.67	67.57	63.11	38.39	32.26	31.36	30.02
51	51	96.48	53.06	53.67	53.67	55.06	96.59	68.13	63.27	39.84	32.74	32.07	30.5
52	52	97.36	51.97	56.55	55.55	58.71	97.47	69.1	62.45	39.66	33.71	32.11	30.66
53	53	97.88	52.44	53.01	55.61	62.45	97.98	70.42	62.64	43.7	36.57	35.42	32.51
54	54	98.45	52.54	54.38	57.32	62.51	98.55	69.84	62.05	41.2	34.53	33.48	31.31
55	55	98.92	52.59	54.12	58.9	61.85	99.03	70.82	61.42	41.1	32.57	31.73	30.26

56	56	99.53	51.9	54.02	56.85	61.42	99.64	72.22	58.19	38.08	34.26	32.98	30.88
57	57	99.92	52.91	55.08	58.35	63.66	100.02	73.26	55.51	39.26	36.57	34.39	31.5
58	58	100.25	52.19	60.1	61.97	67.7	100.36	71.49	55.26	46.55	43.65	40.38	36.32
59	59	100.58	46.45	52.8	61.09	64	100.69	70.17	50.59	40.92	37.53	35.5	32.25
60	60	100.96	49.38	56	58.52	56.6	101.07	69.52	49.41	39.55	35.46	33.92	31.42
61	61	101.15	49.63	55.37	58.27	59.41	101.26	69.09	53.12	42.07	34.1	33.21	30.76
62	62	101.32	50.78	56.73	59.04	59.97	101.43	67.79	56.5	42.67	36.29	34.84	31.47
63	63	101.52	49.63	54.32	55.92	60.82	101.63	67.43	58.92	42.37	37.9	35.64	32.05
64	64	101.64	48.38	55.52	59.27	57.17	101.75	64.86	59.94	38.05	34.77	33.65	30.86
65	65	101.73	48.88	54.33	58.5	56.46	101.84	63.08	61.41	34.75	30.93	32.32	30.09
66	66	101.81	49.96	56	59	55.38	101.93	61.21	61.61	34.92	31.04	31.54	29.82
67	67	101.81	51.45	56.13	57.39	56.28	101.92	60.72	61.11	38.1	31.91	31.94	30.16
68	68	101.89	51.4	54.86	56.96	59.68	102	60.42	60.95	40.88	35.67	34.9	31.5
69	69	101.85	48.94	54.02	56.34	61.76	101.96	60.87	60.79	40.6	36.64	33.93	30.93
70	70	101.75	50.69	54.44	56.99	51.11	101.86	61.58	60.48	38.38	31.58	31.44	30.04
71	71	101.75	52.79	57.2	57.67	54.66	101.86	62.86	60.3	40.42	34.61	33	30.72
72	72	101.63	51.17	54.52	58.65	51.56	101.74	63.35	59.8	38.31	31.89	30.63	29.98
73	73	101.56	51.6	55.9	58.8	58.85	101.67	64.89	57.26	37.87	33.23	31.48	30.32
74	74	101.47	51.95	59.12	63.93	57.68	101.58	67.04	56.13	37.46	32.78	32.26	30.34
75	75	101.17	51.69	59.61	60.03	55.52	101.28	68.84	55.1	39.63	35.82	34.24	31.25
76	76	100.8	53.67	56.01	57.93	55.63	100.9	70.29	53.14	40.69	37.08	35.18	31.96
77	77	100.34	51.82	57.99	58.15	56.97	100.44	71.17	52.12	43.44	36.94	35.25	31.77
78	78	99.76	52.46	61.45	63.58	69.44	99.86	72.36	61.43	50.72	49.58	46.16	40.76
79	79	98.75	52.77	54.63	57.44	59.06	98.85	72.22	60.29	47.57	41.42	38.52	34.38
80	80	97.75	51.42	54.31	57.6	56.54	97.85	71.65	61.74	40.87	36	34.16	31.14
81	81	96.94	50.67	57.94	58.29	57.7	97.03	71.82	62.14	41.94	35.94	33.97	30.72
82	82	96.45	48.52	54.33	56.76	50.42	96.54	71.6	62.07	43.36	37.12	35.44	31.83
83	83	95.59	53.49	58.63	57.36	57.07	95.68	70.91	61.44	42.08	36.74	34.29	31.15
84	84	94.32	49.83	52.75	56.05	61.88	94.41	70.06	60.63	44.62	34.29	34.24	30.78
85	85	93.03	49.92	55.43	56.58	67.64	93.11	68.98	60.45	44.33	33.98	33.62	30.54
86	86	92.48	50.6	52.52	56.19	55.93	92.57	68.23	60.23	40.62	30.13	32.29	29.74
87	87	92.47	50.26	53.59	54.16	45.7	92.56	68.89	60.27	39.37	30.58	32.35	30.04

Grafik Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 250 Hz

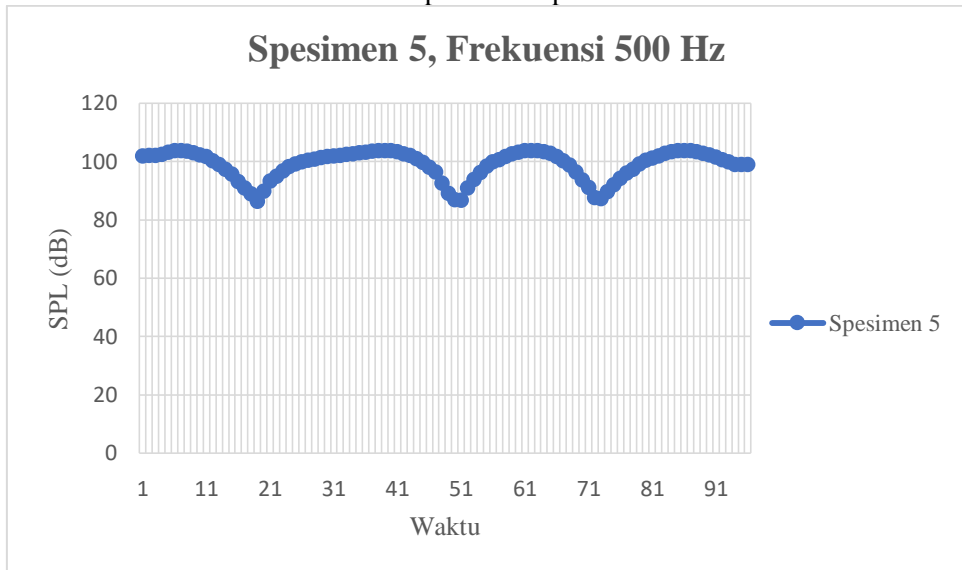


Tabel Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 500 Hz

No.	Sec.	ALL	16	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
1	1	101.88	59.75	58.14	49.84	47.81	57.02	101.86	62.04	69.62	46.22	36.93	30.51
2	2	102.04	55.63	58.84	65.91	68.11	55.98	102.01	58.02	68.43	44.59	37.42	31.8
3	3	102.05	55.25	51.95	51.86	53.96	53.93	102.03	55.72	65.96	39.62	35.27	32.74
4	4	102.41	56.01	54.9	54.24	58.69	58.49	102.39	56.47	65.43	42.79	41.1	38.83
5	5	103.17	76.12	78.18	58.63	60.84	58.21	103.12	58.42	63.71	48.19	49.1	45.73
6	6	103.63	61.93	68.23	57.95	58.96	59.02	103.61	59.36	57.96	44.28	42.28	39.26
7	7	103.69	56.68	56.08	53.32	63.62	58.85	103.67	61.09	56.46	43.64	36.15	32.96
8	8	103.46	55.8	54.04	55.54	63.8	61.52	103.44	60.98	60.17	40.18	33.06	30.87
9	9	103.01	53.29	52.49	60.75	69.18	58.99	102.98	63.96	66.25	50.37	46.56	41.62
10	10	102.28	56.71	58.07	56.38	62.48	61.57	102.26	62.18	66.79	50.36	44.78	42.16
11	11	101.59	57.76	57.07	59.79	64.43	58.37	101.56	62.7	67.48	48.09	38.72	33.45
12	12	100.18	55.25	53.46	53.47	62.25	59.5	100.15	63.01	67.33	49.67	39.74	34.62
13	13	98.91	54.32	56.8	60.21	68.73	61.36	98.88	61.98	66.26	51.51	42.7	37.66
14	14	97.35	55.71	53.46	56.15	66.02	66.02	97.32	60.81	64.47	48.9	37.04	32.13
15	15	95.56	53.72	52.75	52.26	58.53	57.53	95.53	60.07	62.36	46.95	35.86	30.92
16	16	93.15	54.5	52.05	54.31	58.96	58.55	93.12	59.33	59.75	45.86	35.85	31.34
17	17	90.86	56.02	53.23	54.27	59.76	56.22	90.82	59.06	60.92	45.51	34.46	30.27
18	18	88.89	53.88	53.44	54.95	59.56	56.26	88.84	60.18	63.88	49.43	43.56	38.49
19	19	86.52	54.29	51.18	49.3	59.39	66.93	86.35	62.7	68.33	50.08	39.77	33.86
20	20	89.86	55.47	52.65	59.42	64.36	65.74	89.76	64	68.95	45.86	36.93	31.94
21	21	93.23	55.33	52.65	52.33	57.67	66.39	93.18	63.85	67.69	44.74	35.86	31.1
22	22	94.95	54.03	52.28	53.4	64.47	69.75	94.9	63.31	66.2	48.09	36.8	32.9
23	23	96.82	56.64	55.35	53.5	63.6	66.9	96.78	64.03	63.67	47.05	37.02	32.1
24	24	98.22	54.82	53.81	54.82	65.12	69.6	98.18	63.87	59.57	45.71	41.35	35.34
25	25	99.19	54.34	53.5	53.83	69.16	66.61	99.16	62.67	57.93	47.12	40.77	34.99
26	26	99.76	57.9	57.17	58.76	57.87	56.8	99.73	62.25	61.45	44.83	35.99	30.38
27	27	100.36	54.33	52.01	52.27	61.18	64.46	100.33	60.19	64.61	45.08	35.65	31.1
28	28	100.71	53.98	52.82	53.72	63.41	59.65	100.69	57.94	65.65	42.68	34.94	32.4
29	29	101.33	55.84	52.24	52.69	62.94	61.95	101.3	59.6	67.46	45.37	40.36	36.54
30	30	101.66	56.41	54.98	54.76	69.48	65.7	101.64	60.03	68.38	47.19	41.46	36.68
31	31	101.91	55.5	54.78	56.51	59.28	55.27	101.89	59.07	67.9	46.35	40.02	35.74
32	32	102.02	55.56	54.66	54.29	55.97	57.11	102	57.41	66.55	40.34	31.23	30.04
33	33	102.4	52.94	53.05	55.68	61.69	64.44	102.38	57.83	66.23	40.39	35.99	33.62
34	34	102.58	55.67	54.41	57.79	62.34	57.44	102.56	57.87	66.01	40.95	33.65	30.71
35	35	102.9	55.04	54.45	54.54	65.3	66.22	102.88	59.68	65.69	45.25	39.05	34.41
36	36	103.17	53.99	55.14	65.06	77.61	68.24	103.14	61.49	64.97	49.13	44.37	40.39
37	37	103.44	55.88	57.55	55.61	59.31	57.82	103.41	63.09	63.74	46.06	35.33	30.44
38	38	103.7	56.5	54.58	55.14	70.15	67.59	103.67	64.52	61.58	46.65	41.22	36.56
39	39	103.69	54.26	53.16	58.79	72.34	64.21	103.67	65.25	59.19	46.46	38.19	31.74
40	40	103.6	54.12	53.16	55.84	62.25	59.01	103.58	65.91	62.67	47.98	36.54	31.43
41	41	103.36	56.5	55.14	57	69.38	55.95	103.33	65.7	66.06	48.86	37.52	31.6
42	42	102.59	53.06	53.48	54.98	62.75	63.6	102.57	65.62	68.26	48.18	34.08	30.6
43	43	101.97	55.19	54.19	54.6	67.11	60.05	101.95	64.54	68.4	45.88	38.13	34.06
44	44	100.89	53.48	51.61	59.54	66.78	59	100.87	62.02	67.18	44.29	33.6	30.68
45	45	99.55	52.71	52.59	55.45	64.71	63.25	99.53	62.45	66.85	48.22	37.32	31.66
46	46	98.08	54.18	56.47	55.52	64.91	66.47	98.05	61.15	65.66	48.78	37.11	32.82
47	47	96.44	52.67	55.64	60.02	65.91	54.36	96.41	59.34	63.86	49.93	41.55	35.48
48	48	92.59	53.28	55.81	56.15	65.44	56.99	92.55	57.7	60.81	47.27	38.47	33.21
49	49	89.08	57.15	59.56	55.38	63.61	57.17	89.02	58.24	63.72	48.59	38.22	33.99
50	50	86.85	57.03	58.14	62.47	65.39	50.65	86.72	59.08	66.53	48.35	34.94	30.48
51	51	86.8	53.29	55.8	56.3	62.75	54.17	86.68	60.28	67.81	47.85	38.03	34.21
52	52	90.98	53.6	55.28	58.38	62.79	56.73	90.91	63.63	69.32	47.43	38.57	37.83
53	53	93.79	52.03	53.34	54.49	59.93	59.77	93.74	65.23	68.43	47.63	34.89	31.67
54	54	96.23	54.76	54.82	55.58	61.77	55.65	96.2	66.36	66.35	48.11	36.13	32.25
55	55	98.44	54.37	54.04	55.11	60.29	53.21	98.41	65.33	59.55	48.7	36.01	31

56	56	99.8	52.43	54.4	57.38	63.38	57.45	99.77	56.16	59.8	39.23	33.96	31.41
57	57	100.63	54.2	54.33	59.08	69.19	63.61	100.61	56.08	63.19	45.9	48.14	50.1
58	58	101.66	54.34	55.1	55.66	56.09	54.67	101.64	56.4	65.43	34.46	32.39	30.85
59	59	102.52	52.75	54.78	57.18	61.65	56.48	102.49	56.86	65.43	34.59	32.34	30.61
60	60	103.07	53.67	57.15	57.34	54.31	60.58	103.05	59.22	65.37	41.17	32.26	30.38
61	61	103.63	55.56	55.44	58.94	62.64	61.02	103.61	64.06	64.37	46.28	39.38	33.76
62	62	103.71	53.25	53.19	56.56	59.58	69.9	103.68	63.79	60.76	44.26	38.01	33.53
63	63	103.6	55.09	52.8	54.55	62.03	61.67	103.58	60.35	55.04	41.05	34.88	31.4
64	64	103.27	53.53	58.19	57.57	55.95	57.56	103.25	63.97	65.5	48	40.79	35.85
65	65	102.74	54.72	56.66	58.51	58.29	55.26	102.72	64.67	68.17	45.89	37.14	31.78
66	66	101.61	54.11	54.61	55.62	56.05	58.12	101.58	64.59	69.1	45.7	36.33	30.53
67	67	100.19	49.09	57.02	57.22	55.16	55.71	100.16	63.42	68.01	47.59	37.91	31.69
68	68	98.68	54.36	54.13	55.16	55.27	62.81	98.66	61.77	66.22	48.64	36.68	32.77
69	69	96.36	51.59	54.47	55.24	56.74	56.52	96.33	60.16	63.81	48.41	38.45	30.97
70	70	93.6	53.95	55.11	56.2	55.39	55.83	93.57	59.19	60.94	49.82	36.61	30.46
71	71	90.99	55.41	55.97	57.7	59.51	56.43	90.95	58.92	61.74	50.93	39.49	32.16
72	72	87.68	52.8	55.69	56.9	52.11	54.82	87.61	60	65.93	49.97	37.63	30.41
73	73	87.2	53.16	56.81	54.86	52	55.27	87.11	59.84	67.46	45.98	34.15	30.21
74	74	89.59	51.56	56.19	57.7	56.26	59.18	89.53	57.46	66.8	44.19	33.46	30.99
75	75	91.9	56.52	54.99	58.87	57.9	55.89	91.86	54.26	65.96	39.87	33.37	31.16
76	76	94.22	52.36	57.32	55.91	51.97	55.52	94.19	53.6	64.45	32.1	31.02	29.98
77	77	96	54.68	55.8	59.44	56.89	56.19	95.97	53.19	62.31	34.75	32.87	30.96
78	78	97.2	54.96	57.71	59.65	57.02	54.96	97.18	52.98	60.14	35.98	31.83	30.43
79	79	99.12	50.77	56.47	61.11	55.99	56.96	99.09	63.19	58.7	49.85	35.15	30.5
80	80	100.32	54.06	57.37	59.27	56.04	60.17	100.29	62.75	65.24	48.33	38.53	32.08
81	81	101.14	52.68	54.76	55.95	55.84	58.99	101.11	54.05	65.95	37.32	32.86	30.99
82	82	101.76	54.65	54.52	55.93	52.95	60.33	101.74	54.23	66.17	31.28	30.27	29.89
83	83	102.8	53.72	57.34	56.62	57.12	59.08	102.78	57.37	65.95	41.64	32.54	30.81
84	84	103.32	51.34	58.8	57.13	63.59	69.82	103.29	62.69	64.27	48.25	44.64	40.87
85	85	103.71	53.15	52.43	52.27	55.5	58.69	103.68	64.79	62.48	48.05	34.83	30.11
86	86	103.71	49.45	54.08	54.53	54.46	57.94	103.69	64.99	59.55	47.59	34.5	30.11
87	87	103.64	55.07	54.61	53.98	52.53	57.8	103.62	65.45	60.55	47.31	34.03	29.87
88	88	103.3	53.42	53.3	55.17	52.16	62.11	103.28	65.55	65.9	47.29	36.61	31.31
89	89	102.8	54.15	53.76	55.59	50.19	58.78	102.78	65.75	68.6	47.44	35.66	31.83
90	90	102.22	51.44	52.98	56.08	49.27	54.66	102.2	64.74	68.78	45.48	34.44	29.86
91	91	101.54	51.24	55.63	55.86	49.86	55.58	101.51	64.68	68.94	47.47	34.45	29.89
92	92	100.66	51.07	52.54	53.26	72.24	73.01	100.62	64.19	68.19	48.14	34.26	30.26
93	93	99.76	52.97	53.71	54.83	52.73	62.68	99.73	63.12	67.52	47.58	34.41	30.34
94	94	98.99	55.2	57.1	70.48	65.06	57.84	98.96	62.62	66.63	46.66	33.83	29.96
95	95	98.97	49.48	56.66	57.57	50.61	49.04	98.94	62.46	66.47	46.11	33.73	30
96	96	98.92	52.53	57.13	57.36	46.44	49.14	98.89	62.01	66.26	45.17	32.43	29.65

Grafik Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 500 Hz

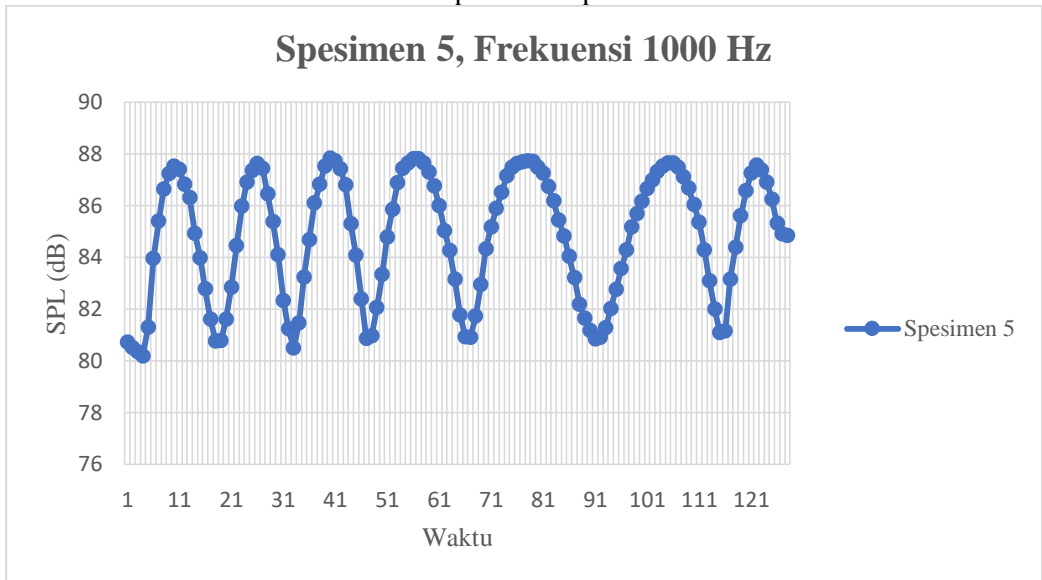


Tabel Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 1000 Hz

No.	Sec.	ALL	16	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
1	1	80.91	56.36	53.12	52.37	60.59	54.69	62.4	80.71	57.76	54.1	39.99	36.39
2	2	80.63	56.25	55.36	58.07	56.94	57.71	54.88	80.49	48.23	45.79	37.53	33.37
3	3	80.44	57.09	53.63	50.98	56.88	53.77	52.86	80.34	40.63	39.2	34.08	32.29
4	4	80.31	55.39	52.44	51.98	59.11	58.47	53.7	80.18	49.76	44.17	40.69	35.41
5	5	81.42	56.69	53.95	53.74	63.19	56.3	53.54	81.28	52.07	48.17	39.92	31.62
6	6	84	54.4	52.61	53.22	56.88	56.34	53.91	83.94	50.19	55.42	35.38	32.39
7	7	85.46	56.38	53.13	53.37	61.8	60.28	56.73	85.38	50.08	52.33	38.21	32.23
8	8	86.67	55.99	54.19	52.85	60.24	59.7	55.18	86.62	48.71	47.13	47.86	43.69
9	9	87.26	55.68	51.93	50.26	56.96	54.03	55.81	87.22	54.06	50.48	36.66	30.58
10	10	87.57	55.42	52.46	53.87	63.49	59.58	56.24	87.51	55.34	55.17	41.11	35.07
11	11	87.43	56.38	52.95	53.71	59.66	60.41	54.74	87.38	53.7	58.68	40.68	36.57
12	12	86.86	54.89	53.59	55.52	60.73	52.67	52.28	86.81	52.09	59.69	37.56	30.68
13	13	86.38	56.7	54.35	51.68	63.16	61.46	53.31	86.29	52.82	61.1	39.15	34
14	14	84.99	55.51	52.99	53.34	54.44	52.61	51.46	84.91	60.51	63.32	41.1	31.93
15	15	84.21	57.62	58.41	61.73	65.09	56.38	52.73	83.97	65.55	64.36	42.11	33.37
16	16	83.15	56.83	54.9	61.08	67.21	57.92	52.5	82.76	68.17	62.77	46.24	34.33
17	17	82.1	54.65	55.26	59.94	67.77	57.72	50.16	81.59	68.96	60.06	42.14	31.03
18	18	81.52	55.44	54.67	62.08	70.42	61.45	50.68	80.74	68.61	59.07	42.8	32.89
19	19	81.28	55.05	56.59	63.63	67.52	58.18	48.53	80.76	66.25	60.66	44.87	31.67
20	20	81.77	54.8	52.54	53.14	59.32	53.67	48.84	81.6	62.76	60.09	36.74	32.17
21	21	82.96	54.72	53.85	56.15	61.88	59.9	52.66	82.83	59.28	58.67	43.72	33.49
22	22	84.57	56.64	53.61	53.11	62.74	59.27	52.13	84.44	63.63	56.96	41.55	34.34
23	23	86.07	54	52.55	53.61	57.23	62.29	49.22	85.96	66.49	56.21	41.17	35.06
24	24	87.09	55.57	54.53	56.07	65.34	69.58	55.49	86.89	67.6	55.71	39.6	34.03
25	25	87.5	54.78	55.99	56.1	68.4	57.27	50.08	87.35	68.79	56.92	40.39	32.81
26	26	87.7	56.04	52.69	52.65	64.78	60.27	50.93	87.62	62.56	56	38.42	33.3
27	27	87.51	51.87	49.84	53.16	67.77	61.36	51.23	87.42	55.27	50.6	39.39	31.8
28	28	86.5	56.54	53.56	52.72	62.36	61.63	54.69	86.43	52.41	50.9	43.99	38.6
29	29	85.48	55.58	53.66	53.02	66.45	60.35	53.22	85.36	60.34	57.16	43.81	37.56
30	30	84.17	56.24	54.18	53.13	56.3	53.09	49.21	84.08	63.17	57.84	36.18	30.77
31	31	82.47	55.1	54.71	54.62	63.39	58.31	50.5	82.31	61.37	55.62	41.1	33.25
32	32	81.42	56.13	52.81	55.7	63.6	58.58	53.47	81.23	59.66	53.65	42.64	36.41
33	33	80.66	53.71	52.32	51.64	62.17	52.39	50.55	80.48	61.06	55.3	38.43	31.39
34	34	81.69	54.52	54.37	56.69	65.67	56.6	54.89	81.45	58.97	59.79	41.7	37.01
35	35	83.75	55.6	55.29	55.77	73.29	63.49	54.88	83.22	58.07	61.28	45.35	42.7
36	36	84.77	56.06	55.02	54.87	55.76	50.15	50.89	84.67	64.22	60.14	39.93	31.13
37	37	86.24	54.29	55.85	56.26	62.55	55.88	54.89	86.09	68.16	61.27	41.08	32.43
38	38	86.94	54.05	54.45	55.82	60.97	54.8	51.85	86.8	69.13	62.33	42.29	31.8
39	39	87.68	55.61	54.44	55.84	65.43	53.43	52.32	87.52	70.65	63.74	41.88	33.22
40	40	87.95	53.62	55.69	56.4	65.26	56.17	55.02	87.82	69.04	63.63	43.07	35.24
41	41	87.8	54.23	54.05	54.16	55	51.82	51.7	87.72	66.47	62.54	39.33	30.27
42	42	87.46	53.58	53.78	55.49	61.93	53.87	54.98	87.4	59.55	58.92	41.59	32.28
43	43	86.89	55.51	54.43	56.93	67.17	62.05	61.09	86.78	54.63	56.81	42.54	35.64
44	44	85.39	56.14	54.3	58.38	62.14	57.55	56.23	85.28	62.69	60.88	42.53	35.15
45	45	84.27	54.67	54.59	56.31	66.64	56.37	53.32	84.06	65.97	61.02	41.54	33.71
46	46	82.63	55.22	53.93	52.85	58.5	49.09	51.41	82.38	68.54	57.43	42.49	31.17
47	47	81.26	53.4	53.58	56.2	63.79	57.78	53.96	80.86	68.13	56.39	41.27	33.47
48	48	81.51	54.86	57.38	61.62	69.68	55.03	54.5	80.96	65.24	58.56	44.51	33.5
49	49	82.27	53.18	53.78	57.77	66.74	54.97	55.05	82.04	60.04	58.76	40.41	32.51
50	50	83.62	54.98	53.91	57.05	70.67	55.65	53.76	83.33	56.75	56.94	43.97	35.05
51	51	84.93	55.79	53.79	56.46	68.11	55.9	53.36	84.77	61.53	55.88	42.77	32.91
52	52	86.07	53.28	54.87	55.49	71.35	52.09	52.14	85.85	65.92	55.65	42.59	34.09
53	53	87	53.99	55.02	62.67	62.79	49.08	50.2	86.88	68.56	57.6	39.46	31.51
54	54	87.55	53.08	52.6	53.61	58.3	48.01	50.09	87.43	69.76	59.33	40.51	30.7
55	55	87.76	54.34	58.13	56.65	62.61	50.69	50.77	87.63	70.2	59.57	40.87	31.64
56	56	87.9	55.3	54.3	57.08	57.93	50.33	49.75	87.79	69.78	59.88	37.17	30.88
57	57	87.89	53.43	56.8	60.73	58.31	50.87	52.76	87.79	68	60.33	40.46	30.49
58	58	87.7	54.79	54.94	55.94	56.29	49.08	49.93	87.63	65.47	60.34	40.62	30.65
59	59	87.34	55.09	53.45	56.09	60.63	51.18	51.39	87.28	60.65	61.39	38.69	31.57
60	60	86.81	53.49	53.59	55.53	60.93	50.32	50.72	86.75	57.24	62.43	37.53	31.1
61	61	86.06	54.33	57.18	58.01	62.39	50.78	50.39	85.98	58.74	62.86	41.56	30.87
62	62	85.11	55.01	53.99	58.91	60.04	51.22	49.48	85.02	58.72	60.82	36.19	30.7
63	63	84.33	54.03	55.39	56.72	61.47	49.73	49.85	84.26	43.84	50.89	33.15	30.34
64	64	83.21	54.27	51.47	55.47	62.2	54.14	50.57	83.13	40.89	47.32	33.33	31.01
65	65	81.84	51.82	54.37	55.26	58.82	54.25	50.33	81.76	50.53	49.07	37.94	32.38

66	66	81.08	55.04	54.95	58.4	64.29	50.57	50.09	80.91	46.73	47.65	36.2	31.39
67	67	80.96	54.18	52.93	54.52	52.41	48.37	47.95	80.9	40.06	47.57	31.47	29.91
68	68	81.79	54.41	55.94	55.29	54.09	50.75	48.88	81.71	50.73	55.19	35.4	30.68
69	69	83.03	54.4	53.37	54.37	57.89	55.6	56.12	82.94	54.99	58.69	41.64	32.59
70	70	84.4	54.3	54.95	54.89	59.48	49.91	49.84	84.32	59.96	58.02	41.38	31.39
71	71	85.24	53.15	57.17	57.06	53.78	47.64	49.86	85.16	63.15	57.82	39.75	30.31
72	72	85.96	53.56	56.46	52.59	54.83	48.42	48.7	85.89	63.84	56.7	40.94	30.35
73	73	86.56	54.02	57.82	55.23	55.34	46.45	49.49	86.5	64.14	54.94	40.76	30.53
74	74	87.2	54.56	54.6	53.92	53.4	49.3	49.19	87.13	66.19	55.63	38.18	30.59
75	75	87.53	53.96	53.75	57.38	57.39	49.44	49.28	87.46	66.84	56.26	39.19	31.25
76	76	87.68	55.59	55.61	53.79	58.54	55.34	51.02	87.61	65.4	56.36	39.78	31.67
77	77	87.75	52.28	57.01	60.22	58.04	46.57	49.56	87.68	65.85	55.48	40.37	29.97
78	78	87.77	54.27	54.52	54.57	53.69	47.4	49.15	87.71	66.15	53.19	39.7	30.49
79	79	87.75	52.55	54.68	58.26	59.43	49.21	49.73	87.69	65.29	51.62	39.62	30.3
80	80	87.65	56.33	62.64	66.33	70.74	60.08	52.05	87.47	62.46	51.36	39.11	30.63
81	81	87.28	53.52	53.2	54.12	58.71	46.94	49.57	87.24	60.49	53.76	38.58	30.68
82	82	86.76	54.28	54.81	55.81	50.84	44.94	49.43	86.72	57.62	57.86	37.99	30.89
83	83	86.23	55.53	56.81	56.71	52.29	45.64	49.05	86.17	60.31	60.12	40.92	30.49
84	84	85.5	53.02	54.35	54.01	54.54	46.87	49.59	85.42	62.8	61.79	40.32	30.52
85	85	84.92	54.89	54.49	58.22	53.17	48.4	49.37	84.81	64.5	62.33	36.98	31.1
86	86	84.19	55.2	57.78	58.97	53.21	47.96	49.41	84.02	66.52	62.48	37.5	30.9
87	87	83.43	52.29	54.35	56.27	51.42	46.88	49.36	83.21	68.4	63.02	41.49	30.13
88	88	82.55	54.06	55.31	55.47	50.41	47.94	49.55	82.18	70.09	63.81	39.65	31.01
89	89	82.03	53.88	55.61	55.56	54.52	48.41	50.05	81.63	69.81	64.13	36.68	30.58
90	90	81.58	53.56	55.98	57.6	54.66	47.71	49.45	81.15	69.43	64.36	37	30.26
91	91	81.25	53.77	54.69	56.58	49.14	44.91	50.19	80.82	68.86	65	40.5	30.12
92	92	81.25	51.58	54.62	55.33	51.17	46.85	49.85	80.89	67.43	65.18	42.78	30.59
93	93	81.57	54.65	54.96	58.99	60.36	54.71	50.47	81.26	64.93	65.2	41.69	30.98
94	94	82.18	52.17	53.39	56.12	55.55	47.77	51.01	82.01	61.53	64.59	37.41	30.55
95	95	82.87	52.48	53.83	54.3	53.51	49.01	51.2	82.75	58.18	63.82	38.8	30.59
96	96	83.64	53.81	54.73	52.93	46.26	44.65	50.31	83.55	58.22	62.89	40.55	29.97
97	97	84.36	53.39	55.27	56.12	53.54	52.92	51.03	84.28	58.27	61.53	39.53	30.33
98	98	85.22	53.32	54.83	57.97	52.2	50.48	51.07	85.16	57.91	60	36.67	30.65
99	99	85.73	54.65	55.41	57.11	59.38	49.92	51.39	85.67	54.78	58	38.07	30.51
100	100	86.18	52.23	53.09	55.99	53.01	48.53	51.38	86.15	48.75	53.94	36.89	30.18
101	101	86.68	52.33	55.3	54.76	49.87	45.93	51.34	86.64	51.7	55.55	35.78	30.07
102	102	87.01	51.96	55.4	57.06	51.13	47.51	51.77	86.98	59.61	49.46	30.75	29.83
103	103	87.39	61.13	66.04	59.99	54.46	51.85	51.59	87.31	36.66	48.17	29.69	30.18
104	104	87.56	61.06	59.76	56.61	57.35	52.43	51.98	87.5	36.17	47.86	29.63	30.15
105	105	87.68	57.73	57.61	54.05	49.76	46.39	51.71	87.64	35.54	47.28	28.43	29.84
106	106	88.12	74.39	75.65	60.63	51.77	52.13	52.08	87.63	36.37	46.65	29.14	29.92
107	107	87.5	51.95	56.34	59.31	56.4	53.33	51.37	87.46	38.05	47.46	32	30.49
108	108	87.13	51.78	53.37	56.81	52.26	49.08	51.43	87.09	48.29	56.6	40.33	30.33
109	109	86.71	53.76	56.1	55.95	51.04	50.29	51.06	86.66	54.05	60.64	35.39	30.07
110	110	86.09	51.68	53.01	60.88	58.88	54.41	52.56	86.03	57.46	59.31	39.12	31.19
111	111	85.43	52.06	55.97	57.77	52.64	51.28	51.44	85.35	63.82	56.73	41.58	30.49
112	112	84.37	52.86	55.29	55.74	49.49	50.89	50.94	84.27	65.39	55.16	37.09	30.33
113	113	83.12	52.82	54.49	55.03	50.48	51.52	51.62	83.08	45.44	43.11	32.95	30.29
114	114	82.09	54.17	57.67	57.51	54.16	59.12	53.21	81.99	40.55	38.71	34.45	32.01
115	115	81.21	55.36	55.53	57.79	58.81	60.88	51.34	81.07	48.52	44.95	34.35	31.54
116	116	81.2	54.62	55.35	56.15	52.08	50.78	50.67	81.13	49.15	47.88	38.3	30.44
117	117	83.27	55.55	59.41	59.03	58.66	57.05	54.24	83.14	57.51	59.01	42.8	36.68
118	118	84.48	53.27	55.57	56.72	51.59	61.12	52.4	84.38	60.53	60.61	42.25	31.95
119	119	85.73	51.53	57.75	57.97	59.6	62.76	55.73	85.6	64.87	61.88	38.25	31.14
120	120	86.73	53.94	57.98	62.61	64.3	63.57	53.07	86.56	67.74	62.49	41.01	30.58
121	121	87.37	52.04	56.35	56.2	50.14	58.5	50.76	87.24	69.51	62.92	42.26	30.95
122	122	87.65	53.12	54.01	54.82	48.63	58.76	51.23	87.56	67.97	62.08	39.63	30.8
123	123	87.47	50.16	52.94	56.42	56.16	67.36	52.77	87.37	63.41	61.22	41.05	30.83
124	124	86.96	53.93	56.06	56.26	50.79	61.3	53.45	86.9	58.28	62.28	39.53	30.95
125	125	86.42	51.65	53.88	55.95	52.53	70.5	59.27	86.24	59.71	63.23	42.3	31.5
126	126	85.77	54.1	55.63	54.91	57.79	74.97	56.64	85.3	63.99	63.66	42.3	33.51
127	127	85.02	53.72	56.9	60.36	51.58	50.06	48.39	84.9	64.61	63.23	39.72	30.22
128	128	84.95	52.2	55.38	55.29	48.64	47.53	47.29	84.83	65.76	63.28	38.83	30.15

Grafik Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 1000 Hz



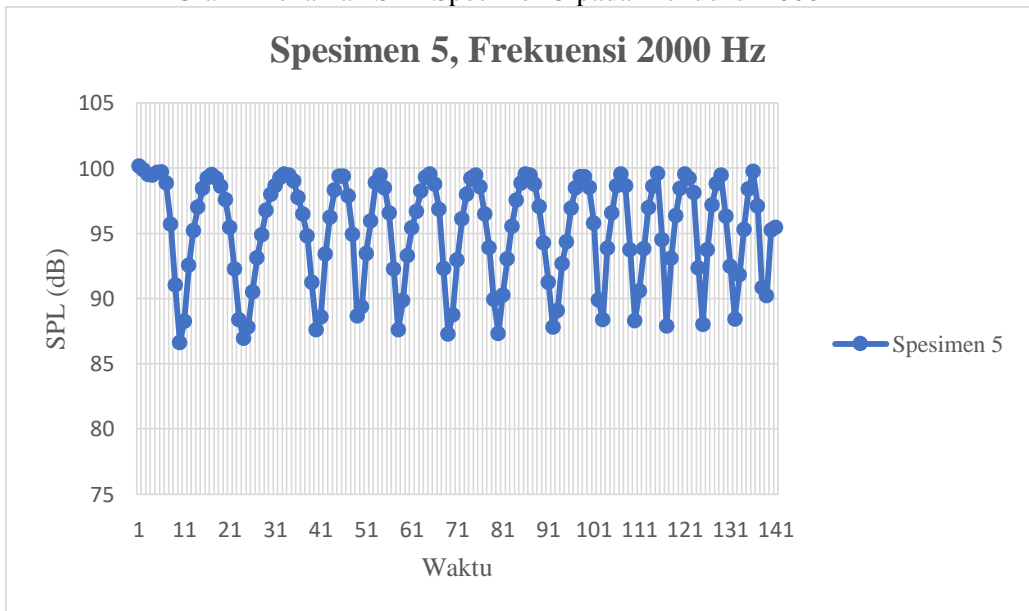
Tabel Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 2000 Hz

No.	Sec.	ALL	16	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
1	1	100.14	55.46	53.33	51.19	57.77	52.21	51.57	48.57	100.15	44.72	43.89	31.55
2	2	99.89	57.22	62.35	69.07	71.65	59.55	52.81	38.75	99.89	46.69	44.93	31.19
3	3	99.49	55.74	52.88	53.97	55.72	55.65	55.08	40.46	99.5	47.23	44.46	30.89
4	4	99.44	55.79	55.09	55.09	56.52	54.82	55.85	45.85	99.45	49.04	45.3	38.83
5	5	99.68	56.48	55.51	51.84	51.64	47.21	52.48	38.39	99.69	47.78	42.77	30.46
6	6	99.7	55.44	54.63	51.84	52.18	49.95	55.03	40.9	99.71	47.85	40.77	31.72
7	7	98.85	55.11	52.88	51.45	57.09	52.95	54.26	42.45	98.87	46.33	37.95	35.41
8	8	95.69	55.18	53.46	51.15	54.62	50.73	53.06	40.38	95.7	40.12	38.02	32.32
9	9	91.06	54.92	51.84	50.26	56.54	52.06	53.53	40.39	91.06	36.24	37.43	31.99
10	10	86.61	55.79	51.71	49.52	53.76	50.27	53.55	39.16	86.61	35.74	38.91	31.27
11	11	88.28	54.08	51.67	55.29	65.7	58.07	58.25	45.24	88.25	41.35	43.01	34.07
12	12	92.55	54.55	53.7	56.54	63.22	56.34	58.86	46.87	92.55	44.34	43.89	35.6
13	13	95.21	54.74	51.46	53.02	60.37	56.6	56.59	47.56	95.22	45.38	42.43	35.01
14	14	97	55.13	52.48	52.31	59.08	53.72	56.95	49.43	97.01	46.54	42.28	33.63
15	15	98.43	54.1	52.63	50.42	58.1	50.86	52.91	38.66	98.44	45.21	42.77	32.69
16	16	99.24	55.61	51.96	50.97	54.14	50.3	53.25	39.38	99.25	45.69	44.64	32.49
17	17	99.5	55.99	53.01	53.24	67.3	54.69	53.58	42.13	99.51	46.29	44.54	33.14
18	18	99.23	55.11	52.48	53.3	62.47	57.78	55.2	48	99.24	44.36	43.44	35.5
19	19	98.59	55.41	53.38	54.17	60.92	55.86	55.6	46.92	98.6	43.84	42.18	34.27
20	20	97.58	55.83	53.78	50.71	54.11	49.01	52.32	34.88	97.59	36.97	38.11	30.17
21	21	95.45	53.92	53.16	50.5	55.76	52.18	52.06	36.87	95.46	43.86	40.37	32
22	22	92.28	55.78	54.19	52.64	58.51	51.89	52.72	42.19	92.28	43.97	40.38	32.31
23	23	88.39	56.08	55.26	54.39	59.93	52.78	52.09	37.26	88.39	42.43	38.32	31.55
24	24	87.01	55.89	52.6	54.88	68.33	58.52	53.31	43.3	86.95	43.92	39.5	32.99
25	25	87.83	54.49	53.31	51.62	61.81	54.78	52.75	43.66	87.82	44.14	38.85	33.68
26	26	90.53	56.44	54.31	52.53	56.45	49.12	50.91	34.13	90.53	42.67	34.99	30.03
27	27	93.17	55.8	52.8	57.29	73.91	57.22	51.13	40.7	93.13	44.99	35.43	30.23
28	28	94.9	56.5	53.08	60.73	67.91	53.39	50.85	36.84	94.9	46.3	36.17	31.11
29	29	96.75	55.8	55.2	54.61	65.55	54.97	51.11	47.66	96.76	49.76	47.25	43.78
30	30	98	53.89	54.14	55.14	62.07	55.59	50.74	38.82	98.01	49.24	33.69	31.24
31	31	98.64	56.26	54.59	57.71	66.57	55.86	51.78	42.11	98.64	50.31	33.65	31.13
32	32	99.25	56.49	53.22	53.7	69.62	58.75	51.41	41.62	99.26	50.11	35.78	32.38
33	33	99.56	55.87	55.8	55.56	62.57	53.52	49.89	39.08	99.57	49.71	36.15	32.16
34	34	99.45	55.84	54.29	51.52	57.11	52.5	49.44	37.65	99.46	48.97	32.28	30.31
35	35	99	55.15	52.25	51.37	63.86	55.75	50.3	39.6	99.01	47.3	33.54	31.21
36	36	97.72	55.39	55.24	53	58.4	52.66	49.79	39.36	97.73	43.89	37.72	31.24
37	37	96.47	56.3	53.35	53.92	60.97	55.25	50.88	41.08	96.48	44	39.93	31.54
38	38	94.78	55.85	53.82	53.24	59.23	58.04	50.77	44.43	94.79	48.11	41.48	33.51
39	39	91.24	55.71	52.4	56.13	61.03	53.22	51.54	46.74	91.24	50.04	40.51	33.49
40	40	87.62	55.85	55.3	57.34	61.5	52.99	49.02	41.29	87.61	53.84	38.65	31.36
41	41	88.56	54.1	53.52	52.29	58.03	52.09	47.83	38.13	88.57	53.98	39.1	31.3
42	42	93.41	55.53	53.93	53.32	63.12	59.01	49.22	42.72	93.41	55.44	39.96	32.98
43	43	96.23	56.34	52.53	52.15	64.88	62.46	49.35	41.9	96.24	48.93	39.47	32.52
44	44	98.31	53.7	52.56	54.07	63.65	57.53	48.69	43.18	98.32	49.18	40.53	33.67
45	45	99.39	61.31	61.39	56.83	63.8	57.91	49.04	40.5	99.4	50.5	40.18	34.07
46	46	99.38	58.38	58.17	56.03	63.37	57.64	48.93	45.3	99.39	49.01	37.55	33.12
47	47	97.87	53.31	51.95	52.25	55.31	53.69	47.91	38.61	97.88	43.12	35.23	30.12
48	48	94.92	54.73	58.5	54.46	60.22	62.76	50.7	44.92	94.91	37.82	41.02	30.88
49	49	88.7	54.69	54.85	53.78	58.17	59.66	49.78	41.04	88.69	33.08	37.3	30.92
50	50	89.35	47.39	52.75	52.33	62.05	56.3	49.11	42.93	89.35	37.14	39.21	30.89

51	51	93.47	49.9	51.69	54.39	63.4	57.74	48.94	39.66	93.47	40.86	36.65	30.41
52	52	95.96	53.54	56.1	57.6	66.96	65.37	52.6	46.71	95.96	44.34	35.04	31.54
53	53	98.88	52.28	53.16	55.45	65.48	58.54	53.88	43.1	98.89	47.82	38.75	33.58
54	54	99.47	47.91	55.18	58.9	69.34	59.32	57.05	43.81	99.48	47.67	40.1	33.99
55	55	98.46	53.04	55.2	60.26	71.65	57.53	50.38	39.3	98.47	44.3	35.92	35.23
56	56	96.56	55.91	56.33	63.72	65.68	53.08	49.83	36.9	96.56	41.12	39.59	40.72
57	57	92.3	54.51	55.13	61.29	68.7	56.11	51.8	40.14	92.29	38.55	39.1	37.62
58	58	87.65	51.79	57.06	61.52	68.71	55.49	52.12	42.98	87.59	42.09	39.03	33.1
59	59	89.85	53.03	53.44	59.07	62.9	54.09	52.16	38.21	89.85	52.23	38.58	33.64
60	60	93.28	54.28	57.21	55.02	62.18	52.43	52.81	40.42	93.28	51.95	40.41	38.32
61	61	95.41	52.15	54.68	53.77	66.9	57.75	52.21	39.07	95.42	48.21	39.6	37.85
62	62	96.7	53.87	54.38	55.81	67.19	58.9	53.6	42.87	96.7	47.46	39.95	38.53
63	63	98.25	53.95	55.18	56.31	66.63	59.93	54.48	42.69	98.26	45.08	39.56	37.17
64	64	99.31	52.22	53.42	56.57	70.78	70.32	57.17	47.65	99.31	45.28	40.12	37.48
65	65	99.52	51.37	54.31	57.62	69.15	60.62	53.03	44.95	99.53	46.91	42.42	43.47
66	66	98.78	52.82	52.64	55.05	65.34	52.77	53.28	46.71	98.78	48.04	42.94	41.09
67	67	96.86	52.12	56.93	55.17	58.19	58.85	52.33	38.61	96.87	41.02	37.44	32.6
68	68	92.31	63.09	64.98	58.78	61.14	52.88	51.96	37.72	92.31	38.78	35.9	35.37
69	69	87.3	52.7	53.07	55.41	58.14	50.38	52.65	38.39	87.29	37.93	39.73	38.32
70	70	88.79	54.19	55.37	57.72	64.04	60.13	52.91	40	88.77	36.73	41.19	35.45
71	71	92.98	51.54	55.1	56.43	61.08	52.31	52.61	39.64	92.98	39.13	40.23	39.48
72	72	96.09	52.39	54.07	56.65	62.4	57.36	53.95	46.2	96.1	43.73	45.53	44.99
73	73	98	52.65	54.26	55.84	62.83	57.02	52.96	41.58	98.01	46.76	47.74	48.03
74	74	99.2	53.47	54.93	56.34	59.44	54.03	51.72	40.56	99.21	47.72	47.11	47.38
75	75	99.44	52.86	54.55	55.61	66.96	57.23	52.49	40.31	99.45	46.02	38.61	34.09
76	76	98.56	53.05	53.59	57.17	69.68	61.43	53.86	43.66	98.56	44.36	42.55	37.75
77	77	96.48	51.4	56.22	65.17	68.35	55.89	52.55	40.73	96.48	37.85	42.52	34.45
78	78	93.9	52.33	55.55	61.75	69.76	56.47	52.75	38.7	93.89	41.24	41.26	35.56
79	79	89.99	52.68	56.57	65.76	71.29	57.38	53.83	42.49	89.92	45.33	40.81	42.37
80	80	87.38	53.04	60.94	62.9	66.91	52.86	52.09	39.87	87.33	42.76	37.04	33.8
81	81	90.27	51.79	54.54	61.65	62.05	50.86	51.27	36.83	90.27	43.01	41.76	41.13
82	82	93.05	54.14	56.07	58.77	60.19	51.22	51.37	36.97	93.05	44.01	38.15	33.71
83	83	95.7	75.74	79.41	66.71	60.26	53.33	51.88	40.78	95.56	46.65	38.57	39.25
84	84	97.55	59.59	61.06	56.45	60.71	52.6	51.17	39.03	97.56	48.34	39.55	40.6
85	85	98.85	50.83	54.6	61.74	60.02	53.86	51.32	41.67	98.86	49.68	38.39	36.41
86	86	99.55	51.85	58.14	58.65	63.01	53.29	51.06	40.07	99.56	51.46	39.69	37.67
87	87	99.47	50.89	55.51	56.61	62.81	56.45	50.8	37.79	99.48	50.23	40.43	40.01
88	88	98.77	52.94	56.46	59.91	68.73	62.57	52.78	41.57	98.77	47.71	41.98	40.4
89	89	97.04	50.77	53.62	57.15	68.55	57.4	52.81	43.93	97.04	41.61	43.22	34.61
90	90	94.27	52.37	57.14	59.56	67.25	57.93	52.07	45.06	94.27	39.35	42.83	32.69
91	91	91.24	53.05	56.79	58.85	68.55	54.66	50.84	40.45	91.23	41.35	44.31	43.62
92	92	87.83	51.36	55.83	58.81	66.03	55.49	51.77	43.08	87.8	41.87	44.06	43.65
93	93	89.17	53.55	56.04	60.19	71.5	61.45	55.45	48.33	89.09	40.68	44.48	39.92
94	94	92.68	55.55	57.62	59.32	69	59.64	51.51	40.62	92.66	38.35	45.13	32.06
95	95	94.37	53.33	55.45	58.3	61.29	49.81	48.97	36.14	94.37	37.01	43.86	30.87
96	96	96.91	54.65	57.22	61.22	69.01	59	51.93	41.53	96.92	41.99	40.11	31.45
97	97	98.49	52.14	56.69	56.34	59.51	49.04	48.79	36.4	98.5	44.62	40.31	30.14
98	98	99.33	52.16	53.09	57.86	62	52.08	49.99	38.84	99.34	46.06	41.99	30.21
99	99	99.34	52.73	52.14	53.83	58.31	50.69	49.28	37.59	99.36	45.61	40.86	30.38
100	100	98.51	50.29	55.04	55.9	57.1	48.9	48.7	37.21	98.52	43.18	35.25	30.3
101	101	95.77	55.11	55.57	56.42	62.34	67.99	57.49	43.87	95.77	41.13	39.77	35.15
102	102	89.91	53.02	55.64	56.35	62.37	62.21	52.73	40	89.9	35.07	36.2	31.59
103	103	88.4	51.76	53.18	55.72	61.53	61.64	54.4	44.92	88.39	41.36	43.13	36.02
104	104	93.87	50.28	54.79	56.37	58.95	61.48	52.69	42.42	93.87	40.7	41.41	32.54
105	105	96.54	51.38	54.34	54.75	57.31	48.27	49.75	37.07	96.55	42.27	36.93	30.16
106	106	98.64	52.23	57.13	57.79	58.64	48.76	50.36	36.77	98.65	46.23	40.54	30
107	107	99.56	52.69	55.74	57.05	60.05	53	52.2	39.06	99.57	46.93	43.74	32.14
108	108	98.62	52.66	57.21	63.69	67.64	54.76	51.46	39.91	98.63	42.65	41.15	32.42
109	109	93.73	53.13	56.89	62.42	62.18	57.21	51.77	39.76	93.74	36.15	37.89	31.85
110	110	88.32	50.58	57.18	57.23	57.82	50.21	50.38	36.75	88.31	37.31	34.34	30.48
111	111	90.59	48.89	54.48	59.14	61.4	50.55	50.38	36.77	90.59	43.03	33	30.76
112	112	93.83	51.58	54.06	60.72	64.2	50.83	51.93	40.9	93.84	43.65	36.57	33.24
113	113	96.96	50.79	53.16	56.38	61.53	52.06	52.41	41.15	96.97	45.56	34.43	31.21
114	114	98.6	49.85	55.82	58.01	60.26	49.93	51.67	39.17	98.62	45.54	41.22	33.33
115	115	99.6	52.8	52.87	55.89	55.74	52.39	54.11	42.46	99.61	44.13	43.25	37.01

116	116	94.5	52.52	57.29	66.63	67.21	60.2	54.16	45.27	94.5	56.79	45.41	37.73
117	117	87.92	51.46	53.29	62.08	56.98	52.39	51.4	41.04	87.91	53.91	39.71	31.21
118	118	93.13	69.29	71.66	63.26	54.57	52.98	54.03	37.81	93.08	53	40.83	34.62
119	119	96.34	54.04	56.79	56.91	50	52.24	52.11	36.91	96.35	46.57	34.98	30.34
120	120	98.45	51.81	55.45	59.07	52.57	53.12	51.78	36.14	98.46	43.95	31.98	29.97
121	121	99.53	52.09	54.82	55.19	52.58	50.75	51.52	36.28	99.54	46.38	32.81	30.43
122	122	99.22	70.34	73.81	64.42	56.04	53.97	52.51	38.99	99.22	45.9	35.66	30.49
123	123	98.09	59.3	60.57	56.23	53.37	51.6	52.02	37.29	98.1	44.14	38.64	34.55
124	124	92.35	51.73	52.17	56.18	53.45	50.93	51.97	38.97	92.36	35.18	34.25	30.93
125	125	88	52.11	54.16	58.2	52.64	52.44	51.63	38.11	88	38.8	38.75	30.83
126	126	93.75	50.95	53.12	55.79	49.47	51.31	51.52	38.54	93.76	43.04	39.01	30.91
127	127	97.16	53.26	53.76	58.69	56.91	57.38	52.41	40.7	97.17	47.27	34.73	31.77
128	128	98.81	52.83	55.14	57.39	55.29	55.14	52.11	38.61	98.82	45.03	36	30.49
129	129	99.47	52.44	56.15	59.3	57.61	63.28	53.9	42.55	99.48	46.77	37.29	32.16
130	130	96.29	53.84	57.21	58.53	59.32	55.75	52.1	46.2	96.3	41.43	37.82	34.42
131	131	92.46	49.63	55.7	56.98	52.16	60.89	52.56	39.99	92.46	37.48	35.89	31.54
132	132	88.45	50.09	53.27	57.46	54.52	60.61	52.79	42.46	88.44	32.17	42.53	30.42
133	133	91.8	53.25	56.48	57.78	56.22	59.34	51.89	40.58	91.81	38.68	44.68	33.47
134	134	95.3	52.84	54.8	59.29	57.03	59.8	51.9	42.33	95.3	44.31	40.31	33.42
135	135	98.41	48.87	54.39	58.7	63.66	64.98	52.36	43.63	98.42	47.41	40.84	31.02
136	136	99.73	49.93	55.3	57.07	55.9	59.63	50.45	40.11	99.74	47.02	38.2	31.21
137	137	97.08	50.12	55.16	56.84	51.4	61.66	54.09	42.05	97.09	43.6	39.95	33.28
138	138	90.83	50.36	55	58.07	60.4	65.57	54.04	46.55	90.82	43.18	35.09	31.74
139	139	90.23	53.4	57.75	62.63	61.69	61.4	53.21	48.55	90.22	48.03	34.82	31.39
140	140	95.23	51.25	56.21	56.57	56.36	58.43	51.7	53.31	95.24	42.3	33.88	30.78
141	141	95.44	50.97	55.09	54.94	47.18	47.62	47.29	34.97	95.45	47.84	34.6	29.92

Grafik Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 2000 Hz



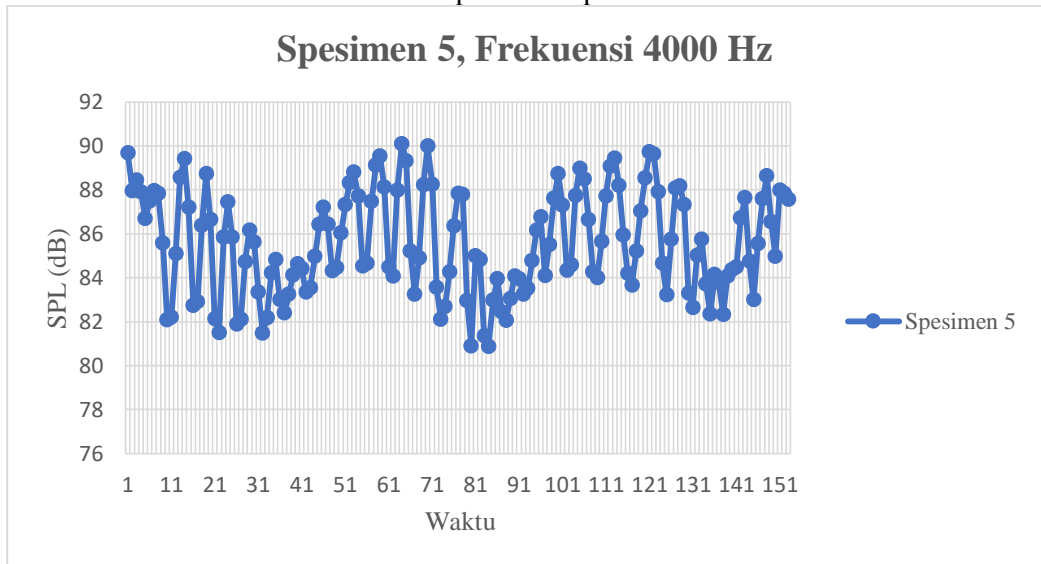
Tabel Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 4000 Hz

No.	Sec.	ALL	16	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
1	1	89.69	53.66	50.76	49.4	46.16	55.22	58.19	43.17	58.56	89.68	37.14	31.07
2	2	88.2	56.95	62.37	70.34	73.83	60.42	56.32	44.62	39.14	87.94	36.64	33
3	3	88.45	53.65	51.52	48.95	53.86	51.16	52.18	38.75	36.56	88.44	36.19	33.2
4	4	87.92	53.6	51.52	52.41	53.99	51.86	51.85	39.11	35.53	87.91	36.52	35.78
5	5	86.7	52.19	50.49	48.86	58.82	55.62	54.7	46.29	42.86	86.68	44.13	41.56
6	6	87.51	52.1	51.07	49.79	59.11	57.05	52.93	44.34	41.01	87.49	35.53	33.51
7	7	87.96	54.62	51.98	50.8	60.12	56.55	54.31	46.49	42.67	87.94	39.36	35.89
8	8	87.86	55.74	54.26	53.11	58.77	57.85	55.91	47.88	43.39	87.84	40.88	35.84
9	9	85.59	53.67	51.36	50.8	60.64	58.29	55.59	47.84	42.71	85.56	39.58	34.95
10	10	82.26	52.22	49.59	55.87	67.46	56.44	55.53	48.89	42.62	82.07	39.45	35.12
11	11	82.39	54.36	53.53	57.03	67.16	57.07	56.44	49.58	42.8	82.2	39.96	34.93
12	12	85.1	52.43	50.09	49.39	55.56	56.04	53.91	44.1	39.41	85.08	40.27	36.66
13	13	88.57	54.75	52.58	48.04	59.45	58.2	55.24	46.46	42.98	88.55	41.26	37.7
14	14	89.42	52.02	52.93	51.4	57.93	56.57	58.04	49.97	44.66	89.41	43.32	39.44
15	15	87.23	53.46	52.12	53.17	59.49	59.32	60.79	50.69	42.77	87.2	40.72	36.36
16	16	82.77	53.26	51.64	50.67	52.04	50.34	55.99	47.25	41.81	82.74	41.24	35.95
17	17	82.96	53.59	51.58	51.69	59.6	54.27	54.74	46.14	42.73	82.91	40.71	37.19
18	18	86.41	53.17	51.39	51.13	63.12	53.59	55.28	48.64	44.74	86.38	43.99	38.29
19	19	88.75	50.81	50.3	57.47	58.85	56.91	56.18	51.36	46.52	88.73	46.58	43.27
20	20	86.65	52.27	51.13	50.58	52.71	51.34	51.76	36.51	35.06	86.64	33.35	32.12
21	21	82.16	52.2	51.67	49.82	56.69	49.25	51.49	34.87	31.81	82.13	29.37	31.2
22	22	81.57	50.99	49.8	52.95	61.74	50.46	51.3	36.14	32.8	81.5	30.54	30.68
23	23	85.86	52.82	51.86	49.64	58.24	55.83	51.85	39.19	39.6	85.84	40.09	37.21
24	24	87.47	53.46	51.56	52	61.98	56.91	51.11	41.86	39.96	87.44	34.8	32.66
25	25	85.91	52.73	52.14	52.74	65.73	58.04	51.44	41.96	39.68	85.85	36.47	32.91
26	26	81.94	51.35	51.02	51.53	62.41	53.66	50.9	40.23	37.79	81.87	38.44	35.69
27	27	82.15	53.01	53.03	51.27	60.49	54.74	49.9	39.2	36.27	82.09	33.7	31.65
28	28	84.76	52.66	50.54	49.79	61	55.29	50.03	43.73	38.83	84.73	35.68	35.12
29	29	86.18	52.02	49.1	48.32	61.04	53.2	49.72	40.46	37	86.16	34.8	32.69
30	30	85.66	53.62	52.36	51.69	59.76	55.26	50.13	44.11	40.51	85.63	37.8	33.86
31	31	83.4	54.2	53.75	55.51	60.56	57.16	49.94	44.91	38.89	83.34	36.4	32.87
32	32	81.66	51.52	49.42	53.85	67.12	54.89	49.91	46.06	40.47	81.47	36.59	31.23
33	33	82.25	51.09	49.86	51.3	60.4	59.73	49.19	43.07	34.96	82.18	36.53	33.33
34	34	84.26	53.17	50.92	51.74	60.95	59.89	49.03	40.64	39.42	84.21	36.09	32
35	35	84.99	55.38	53.8	52.36	68.95	66.36	53.77	47.43	42.07	84.81	37.7	33.2
36	36	83.07	52.36	52.97	53.88	63.24	57.33	48.21	38.15	34.36	82.99	33.67	32.53
37	37	82.44	54.56	50.85	54.32	57.39	52.17	47.18	38.79	35.31	82.4	33.72	31.69
38	38	83.26	53.9	51.43	51.26	56.7	52.11	46.78	38.03	31.09	83.23	33.37	39.56
39	39	84.18	54.03	51.42	53.35	62.4	60.63	49.28	44.44	36.26	84.11	31.17	31.37
40	40	84.69	49.76	50.34	53.44	62.41	63.17	49.44	41.39	39.21	84.62	34.51	33.71
41	41	84.54	53.45	53.18	58.13	66.77	63.53	52.59	43.21	40.26	84.41	34.96	32.84
42	42	83.48	53.43	52.58	54.26	66.27	61.48	49.85	39.64	39.8	83.35	34.69	32.38
43	43	83.57	54.03	52.82	52.06	57.54	53.38	47.66	33.99	29.94	83.54	30.3	31.25
44	44	84.99	53.66	53.05	51.47	57.37	57.79	48.07	36.68	32.27	84.96	30.59	30
45	45	86.44	53.15	50.92	51.41	59.52	54.77	47.56	36.96	35.06	86.42	32.7	31.62
46	46	87.21	52.86	51.18	51.08	59.81	55.19	48.13	37.25	31.58	87.19	31.65	30.64
47	47	86.43	53.42	54.41	52.37	58.28	55.97	49.13	37.21	34.78	86.41	33.81	31.38
48	48	84.34	53.3	51.26	52.24	59.41	56.75	48.26	36.82	33.12	84.31	30.32	31.28
49	49	84.51	52.23	51.98	54.26	62.86	59.28	51.57	41.27	36.91	84.45	31.53	31.4
50	50	86.09	52.27	49.82	56.46	64.47	59.52	52.09	41.32	38.82	86.04	33.53	32.58
51	51	87.42	54.78	53.23	55.39	69.33	62.07	56.61	48.65	45.79	87.32	41.64	35.53
52	52	88.35	50.92	50.74	57.33	60.99	61.19	55.91	46.17	42	88.32	35.84	32.13
53	53	88.8	52	51.22	51.52	59.07	54.54	49.98	33.81	30.91	88.79	31.17	31.74
54	54	87.74	50.33	49.7	51.36	59.9	52.61	50.25	35.06	32.51	87.72	29.71	31.42
55	55	84.55	52.99	52.65	51.97	59.46	53.71	50.18	35.28	35.72	84.52	36.08	31.45

56	56	84.68	47.9	51.48	52.94	61.37	54.52	50.71	37.14	35.09	84.64	34.29	30.97
57	57	87.52	53.19	54.27	59.82	66.6	57.81	52.88	42.55	45.2	87.46	36.86	33.41
58	58	89.17	54.94	55.85	59.81	67.05	64.43	59.32	46.21	44.02	89.11	39.68	35.65
59	59	89.58	50.61	54.07	62.18	65.79	59.2	55.92	43.03	40.2	89.54	38.74	33.34
60	60	88.23	54.14	58.66	66.08	69.29	63.4	55.03	40.29	36.32	88.12	34.29	35.42
61	61	84.51	51.55	51.24	52.37	59.29	51.45	52.5	36.87	32.08	84.48	30.78	30.97
62	62	84.11	51.88	52.56	54.63	61.19	54.79	51.66	39.57	32.82	84.06	31.44	31.54
63	63	87.98	53.34	52.27	54.37	58.17	50.5	51.12	37.52	34.84	87.97	32.55	30.95
64	64	90.1	51.16	51.66	53.64	57.79	53.7	51.69	36.99	34.47	90.09	35.26	30.92
65	65	89.34	53.42	54.48	57.33	60.45	54.04	53.14	37.64	38.05	89.32	34.97	31.41
66	66	85.26	53.55	52.94	58.97	61.05	57.19	53.54	41.26	40.77	85.21	37.33	34.1
67	67	83.36	52.17	54.23	62.12	65.23	56.53	54.23	42.52	40.7	83.23	37.14	34.1
68	68	84.99	54.76	55.33	63.46	64.97	56.86	52.94	43.96	41.56	84.89	37.87	34.88
69	69	88.27	53	57.2	61.67	67.55	57.14	54.6	42.07	36.36	88.21	32.73	33.27
70	70	90.03	52.93	59.41	61.83	65.89	54.97	52.52	46.07	43.1	89.99	38.28	33.5
71	71	88.4	55.56	61.52	67.66	71.78	56.61	55.5	39.86	37.32	88.25	33.07	34.08
72	72	83.61	53.85	52.77	57.59	62.96	50.2	51.26	36.07	33.46	83.55	31.49	30.77
73	73	82.15	51.4	53.88	55.25	59.04	48.6	51.46	34.05	29.76	82.1	29.58	31.36
74	74	82.74	51	53.88	57.98	58.22	48.6	51.99	35.41	30.84	82.69	29.63	32.82
75	75	84.3	52.64	52.18	53.31	60.18	49.07	51.28	35.83	31.75	84.26	30.52	32.81
76	76	86.45	51.71	54.31	62.78	67.91	53.93	51.16	34.93	30.26	86.36	32.43	30.17
77	77	87.85	52.64	52.5	54.17	58	49.35	51.27	34.99	31.33	87.83	34	30.79
78	78	87.83	53.77	54.03	55.47	65.96	58.76	54.5	43.28	44.6	87.78	38.97	34.61
79	79	83.09	54.73	53.86	56.36	66.24	58.14	53.14	40.71	37.46	82.95	34.25	31.97
80	80	81.04	51.18	53.98	59.36	64.39	51.21	52.1	38.47	35.87	80.89	31.99	32.9
81	81	85.03	53.57	52.95	54.18	61.09	52.78	51.24	38.34	36.21	84.99	33.14	31.48
82	82	84.88	52.8	51.87	57.44	62.99	54.28	51.83	41.25	38.96	84.83	33.68	32.19
83	83	81.59	50.21	54.22	55.85	67.87	60.05	52.33	40.73	39.27	81.34	34.98	32.27
84	84	81.71	56.48	61.88	67.69	72.35	61.07	53.89	45.32	41.52	80.86	37.24	34.04
85	85	83.57	55.69	57.17	64.67	73.91	60.08	52.43	41.57	41.19	82.98	34.07	31.37
86	86	84.13	51.2	54.76	61.52	68.81	55.57	51.7	40.16	39.18	83.95	33.39	32.59
87	87	82.66	55.07	56.9	62.48	67.46	60.28	52.48	40.71	41.07	82.43	36.17	33.17
88	88	82.32	53.56	57.53	60.38	68.72	57.32	53.44	43.32	42.04	82.06	37.02	33.45
89	89	83.34	55	56.47	62.2	70.55	57.72	53.93	47.35	39.78	83.04	33.9	31.73
90	90	84.28	52.32	51.91	60.4	70.36	54.77	50.02	39.21	34.31	84.07	32.47	33.26
91	91	84.08	52.54	52.4	61.65	67.28	54.34	50.73	39.12	37.26	83.95	35.56	35.86
92	92	83.29	51.02	53.5	54.95	62.24	54.32	48.72	37.13	35.38	83.23	31.99	35.49
93	93	83.63	51.59	55.26	59.14	67.03	56.76	49.65	38.61	36.51	83.5	34.12	37.75
94	94	84.84	51.34	53.5	56.93	65.9	52.47	48.68	36.89	34.26	84.77	32.49	32.59
95	95	86.18	53.05	53.7	56.75	61.86	51.47	48.14	35.77	33.97	86.15	31.91	30.92
96	96	86.79	53.29	51.92	57.52	62.52	52.07	48.88	38.24	37.17	86.76	33.64	32.25
97	97	84.16	54.63	56.13	58.1	64.21	55.77	51.94	39.98	41.85	84.08	36.98	34.02
98	98	85.57	52.41	55.4	57.39	60.66	61.5	54.14	40.07	43.06	85.51	36.94	34.82
99	99	87.64	51.05	53.38	57.51	62.26	52.4	48.85	37.85	38.33	87.61	35.04	34.44
100	100	88.75	54.08	53.66	59.18	63.46	55.65	51.7	42.22	42.83	88.72	38.88	36.21
101	101	87.31	51.66	54.1	56.31	56.22	51.31	49.15	35.81	32.29	87.29	31.12	33.88
102	102	84.36	51.45	53.48	57.57	55.69	50.75	50.03	37.79	33.45	84.33	30.53	31.36
103	103	84.61	51.96	52.34	55.54	57.91	50.86	49.66	36.93	34.97	84.58	32.54	34.38
104	104	87.77	49.81	55.47	61.53	63.63	53.83	51.89	39.27	36.61	87.74	33.91	32.06
105	105	89	49.21	53.71	57.38	62.13	51.91	49.65	38.13	38.06	88.98	34.47	33.65

106	106	88.52	52.36	56.96	61.17	62.41	54.91	51.63	41.85	40.2	88.49	37.29	33.97
107	107	86.65	52.24	54.31	56.62	58.29	50.9	49.14	36.3	34.86	86.63	33.41	33.22
108	108	84.32	52.81	56.34	58.01	62.36	57.66	50.32	40.48	37.09	84.25	32.59	33.83
109	109	84.06	52.75	57.18	56.76	62.21	53.28	49.67	37.74	33.84	84	31.24	31.44
110	110	85.66	52.49	52.57	57.64	57.52	45.15	49.12	34.57	29.6	85.64	31.26	31.87
111	111	87.74	51.79	51.24	52.91	55.07	47.08	48.96	35.25	30.63	87.72	33.25	32.19
112	112	89.08	53.01	52.83	54.3	56.78	50.92	49.73	38.24	32.34	89.07	33.15	31.39
113	113	89.46	51.16	52.65	57.05	62.12	57.54	54.93	51.96	43.48	89.44	35.59	33.38
114	114	88.21	53.92	53.9	57.04	60.72	47.43	49.39	36.3	31.7	88.19	33.8	31.25
115	115	85.95	50.45	53.18	53.06	52.19	45.45	48.96	34.32	29.8	85.94	34.27	31.68
116	116	84.2	49.87	53.41	54	52.99	44.99	49.45	34.34	30.11	84.18	32.38	31.96
117	117	83.68	50.83	51.83	53.12	51.36	52.75	49.27	35.65	31.49	83.66	30.13	30.3
118	118	85.21	49.01	49.8	51.25	50.64	50.47	49.32	34.64	31.59	85.2	33.02	35.62
119	119	87.05	51.6	53.53	54.44	52.88	45.8	49.68	34.55	31.18	87.04	35.63	35.07
120	120	88.54	50.83	52.5	51.61	50.56	47.19	49.82	34.42	31.48	88.54	37.12	31.81
121	121	89.72	52.69	52.41	53.45	50.41	46.71	49.67	34.6	32.08	89.72	34.62	36.66
122	122	89.65	51.59	53.72	54.17	55.18	49.53	50.3	33.74	31.35	89.63	33.31	39.49
123	123	87.92	52.15	54.13	57.7	51.03	47.38	49.73	34.42	31.14	87.9	36.23	34.54
124	124	84.65	52.15	53.09	52.13	51.19	46.13	50.34	33.99	31.62	84.64	33.13	34.54
125	125	83.23	48.93	53.94	54.89	50.96	46.29	50.75	33.83	31.31	83.21	29.76	32.24
126	126	85.76	51.65	52.34	54.47	51.83	46.51	50.75	34.15	33.07	85.75	30.14	31.66
127	127	88.08	50.3	51.24	53.59	54.63	50.26	50.92	34.84	33.73	88.07	32.75	30.86
128	128	88.19	51.45	51.07	53.69	57.6	53.09	50.82	36.42	36.51	88.18	31.88	31.17
129	129	87.35	49.53	53.08	64.37	52.79	47.19	51.18	34.25	29.38	87.31	28.6	30.87
130	130	83.31	48.01	51.44	55.86	54.57	53.8	52.43	34.97	34.75	83.28	31.46	32.11
131	131	82.67	53.26	52.83	53.22	53.55	48.48	51.39	34.95	31.88	82.64	29.76	31.45
132	132	85.03	49.54	51.91	54.82	52.83	49.51	51.03	34.05	31.82	85.02	33.15	30.4
133	133	85.76	50.91	53.04	55.85	52.44	52.9	51.59	36.42	32.47	85.74	31.39	31.84
134	134	83.73	51.11	52.06	54.5	52.41	51.31	51.34	36.61	34.26	83.7	32.02	31.12
135	135	82.4	50.93	53.97	58.02	56.24	55.54	51.49	37.58	36.05	82.34	31.49	31.58
136	136	84.16	53.14	55.17	55.58	52.78	52.02	51.43	37.81	35.69	84.13	32.65	30.57
137	137	83.8	51.6	55.44	56.94	54.49	55.35	51.27	36.68	33.5	83.77	30.7	31.51
138	138	82.37	54.15	54.54	55.8	55.25	56.83	51.15	37.14	36.48	82.31	32.7	32.2
139	139	84.13	50.07	51.46	53.48	55.46	63.41	53.04	47.69	37.18	84.07	31.95	32.38
140	140	84.4	53.83	57.61	57.32	57.5	57.37	53.64	42.89	39.97	84.35	40.25	41.65
141	141	84.76	55.53	60.93	59.98	66.03	69.21	62.66	58.49	52.38	84.49	48.98	47.52
142	142	86.77	52.42	53.41	55.89	55.95	65.65	55.94	48.3	42.41	86.72	35.07	32.28
143	143	87.65	51.2	56.75	56.57	55.19	59.75	51.63	39.05	34.99	87.63	33.42	31.89
144	144	84.8	52.11	54.04	55.36	54.28	63.93	55.32	44.32	41.04	84.74	34.05	31.99
145	145	83.03	52	54.22	55.82	50.75	55.27	50.94	39.82	33.88	82.99	29.93	30.98
146	146	85.57	51.47	53.97	54.46	54.21	55.13	50.87	37.97	34.82	85.55	30.86	32.02
147	147	87.6	52.29	52.17	52.84	54.84	52.54	49.11	35.78	31.4	87.58	33.05	31.13
148	148	88.65	50.8	52.78	59	59.09	60.45	48.84	36.57	36.42	88.62	35.25	33.82
149	149	86.62	51.62	55.31	57.87	61.89	64.6	58.29	52.53	44.53	86.55	42.15	38.67
150	150	85	50.96	53.97	55.65	54.7	58.86	51.26	45.92	38.39	84.96	33.27	32.09
151	151	87.99	49.66	54.7	56.26	55.78	59.63	50.41	46.26	37.25	87.97	34.3	32.61
152	152	87.86	51.27	53.35	52.98	56.91	60.56	52.64	45.72	35.91	87.84	30.24	32.43
153	153	87.58	46.27	49.74	53.53	48.91	48.45	46.78	33.77	28.91	87.57	29.13	33.23

Grafik Rekaman SPL Spesimen 5 pada Frekuensi 4000 Hz





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS ILMU ALAM
DEPARTEMEN FISIKA

Kampus ITS Sukolilo – Surabaya 60111
 Telp: 031-5943351, Fax: 031-5943351, PABX: 1210
<http://www.physics.its.ac.id>

SERTIFIKAT PENGUJIAN

I. DATA BAHAN

- 1.1 Pengirim : Albertus Ferdy
 Teknik Sistem Perkapalan ITS
 1.2 Jenis / Merk : Glasswool dan resin epoxy
 1.3 Contoh diterima : 18 September 2019
 1.4 Tanggal Pengujian : 20 September 2019
 1.5 jenis pengujian : Koefisien penyerapan Suara (α)

II. HASIL PENGUJIAN

Koefisien penyerapan Suara (α)

Nilai Alfa bahan	Frekuensi (Hz)				
	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
spesimen 10	0,48	0,43	0,49	0,68	0,55
spesimen 11	0,37	0,37	0,46	0,66	0,58
spesimen 12	0,32	0,32	0,39	0,54	0,46
spesimen 13	0,36	0,30	0,33	0,44	0,52
spesimen 14	0,35	0,35	0,38	0,48	0,47
spesimen 15	0,33	0,30	0,32	0,38	0,36
spesimen 16	0,30	0,25	0,27	0,37	0,59
spesimen 17	0,29	0,24	0,25	0,32	0,43
spesimen 18	0,25	0,21	0,23	0,25	0,21
spesimen 19	0,61	0,62	0,88	0,89	0,88
spesimen 20	0,41	0,42	0,56	0,66	0,94
spesimen 21	0,26	0,48	0,51	0,67	0,93
spesimen 22	0,63	0,59	0,76	0,71	0,90

III. KESIMPULAN

1. Hasil koefisien penyerapan suara yang diperoleh rata-rata material bersifat reflektif untuk spesimen 10-18 hal ini dikarenakan spesimen berupa resin yang cenderung bersifat reflektif. Terkecuali untuk frekuensi ≥ 2000 Hz, Sedangkan spesimen 19-22 bersifat absorber.

Keterangan :

- Hasil uji ini hanya berlaku untuk jenis dan kualitas bahan yang sama, dari contoh uji yang diterima.

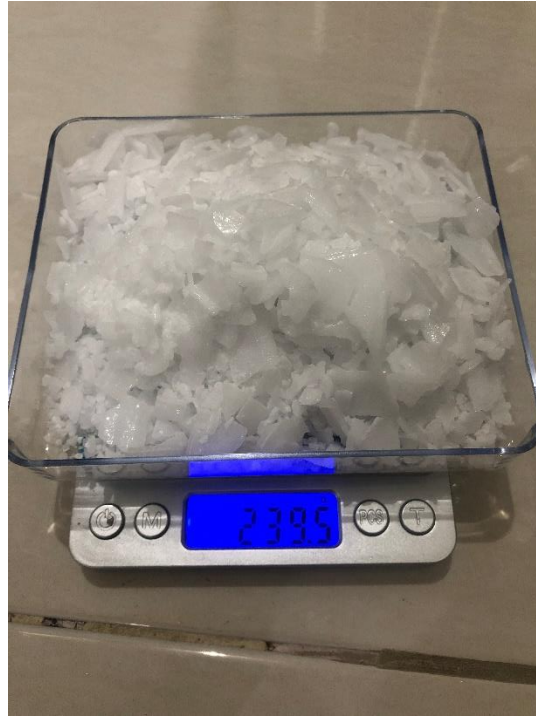
Kordinator Laboratorium Akustik
 Departemen Fisika FSains ITS

Dr. Suyatno

NIP: 19760620200212 1 004

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**LAMPIRAN III: PROSES PEMBUATAN SPESIMEN DAN PENGAMBILAN
DATA**



Proses Penimbangan NaOH



Proses Pencampuran NaOH dengan Air Hasil Destilasi Skala Besar



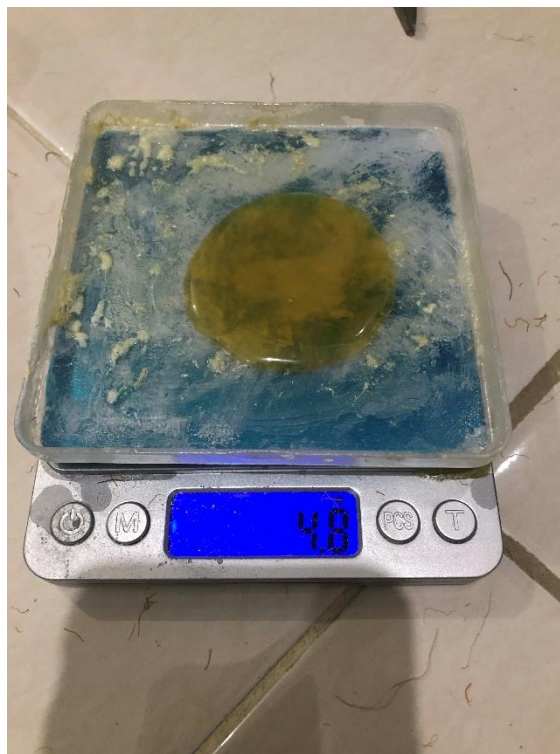
Proses Perendaman Sabut Kelapa Skala Besar



Proses Pengeringan Sabut Kelapa yang Telah Direndam Alkali NaOH



Proses Penimbangan Sabut Kelapa yang Telah Direndam Alkali NaOH



Proses Penimbangan Matriks Perekat



Spesimen yang Akan Diuji



Glasswool Sebagai Pemanding



Tabung Impedansi yang Digunakan dalam Pengambilan Data



Proses Perekaman Data Penyerapan Suara

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Albertus Ferdy Darmawan dilahirkan di Jakarta pada tanggal 27 November 1997. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Alfonsus Susilarso dan Kusdarmastuti Fransica. Selama hidupnya penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Tarakanita 2 Jakarta, SD Tarakanita 2 Jakarta, SMP Tarakanita 1 Jakarta dan SMA Kolese Gonzaga Jakarta. Pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 0421154000077 melalui jalur mandiri (PKM). Dalam menunjang kegiatan *soft skill* mahasiswa, penulis mengikuti beberapa kegiatan organisasi dan kepanitiaan diantaranya sebagai tim kreatif dari HIMASISKAL pada masa kepengurusan 2016-2017, penulis juga mengikuti organisasi di luar kampus yakni AIESEC dengan jabatan sebagai anggota di Departemen Hubungan Luar AIESEC dengan masa kepengurusan 2016-2017. Untuk kepanitiaan penulis mengikuti kegiatan acara di jurusan maupun skala kampus diantaranya menjadi ketua dokumentasi panitia wisuda jurusan untuk wisuda 114 ITS dan anggota panitia dokumentasi di PETROLIDA 2017. Selama perkuliahan penulis juga mengikuti kompetisi karya tulis ilmiah sebanyak 5 kali dimana 4 diantaranya mendapatkan penghargaan salah satunya adalah penghargaan berupa Prosiding Paper ISSN 2620-4819 setelah menjadi juara pertama lomba paper ISSC (*Indonesian Science Student Conference*) di Universitas Gadjah Mada pada tahun 2017. Penulis juga diberi kesempatan untuk melakukan kegiatan Kerja Praktik selama 2 kali dimana pada tahun 2017, penulis melakukan kegiatan Kerja Praktik pertama di PT. Daya Rada Utama Shipyard di Jakarta dan pada tahun 2018, penulis melakukan kegiatan Kerja Praktik kedua di *China National Offshore Oil Corporation (CNOOC) Southeast Sumatra Ltd.* di Jakarta.

Albertus Ferdy Darmawan

Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan – FTK ITS, Surabaya
albertferdy@gmail.com