

**ANALISA KINERJA AKUSTIK SANDWICH PANEL SEBAGAI
KOMPONEN PARTISI RUANGAN**



Disusun Oleh:
ABIDIA NAZARUDDIN
M0212001

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Juli, 2017

**ANALISA KINERJA AKUSTIK *SANDWICH PANEL* SEBAGAI
KOMPONEN PARTISI RUANGAN**



SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Juli, 2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISA KINERJA AKUSTIK *SANDWICH* PANEL SEBAGAI
KOMPONEN PARTISI RUANGAN**

**Oleh:
ABIDIA NAZARUDDIN
M0212001**

Telah disetujui oleh

Pembimbing I



Drs. Iwan Yahya, M.Si.
NIP. 19670730199304001

Tanggal.....*4 Juni 2017*.....

Pembimbing II



Ubaidillah, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 198408252010121004

Tanggal.....*5 Juni 2017*.....

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Analisa Kinerja Akustik *Sandwich Panel* sebagai
Komponen Partisi Ruangan

Yang ditulis oleh

Nama : Abidia Nazaruddin
NIM : M0212001

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Senin
Tanggal : 17 Juli 2017

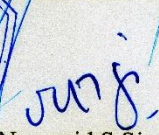
Dewan Penguji

1. Ketua Penguji
Dr. Nuryani, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19690303 200003 1 001
2. Sekretaris Penguji
Darsono, S.Si., M.Si.
NIP. 19700727 199702 1 001
3. Anggota Penguji I
Drs. Iwan Yahya, M.Si
NIP. 19670730 199302 1 001
4. Anggota Penguji I
Ubaidillah, S.T, M.Sc, Ph.D
NIP. 19840825 201012 1 004

Disahkan pada tanggal 12-09-2017
oleh

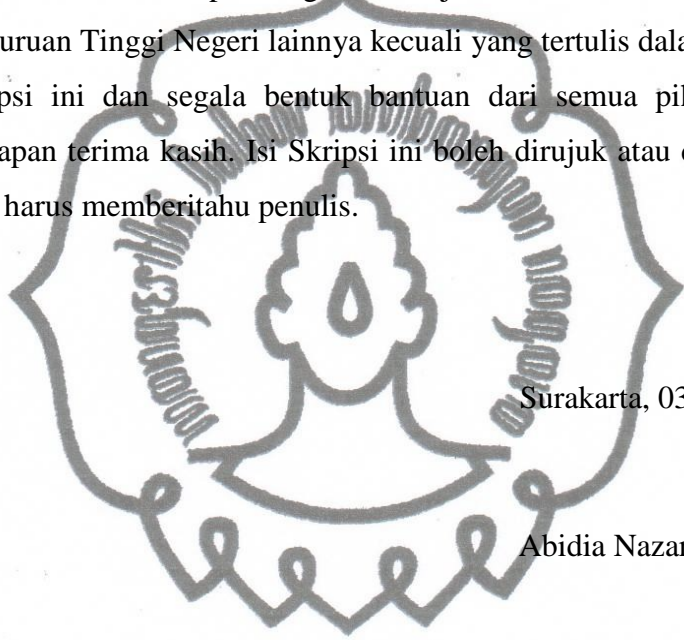
Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta




Dr. Fakhru Nurosvid S.Si., M.Si
NIP. 19721013 200003 1 002

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual dari penelitian saya dengan judul “ Analisa Kinerja Akustik *Sandwich Panel* sebagai Komponen Partisi Ruangan” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi ini tidak berisi materi penelitian orang lain maupun telah dipublikasikan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi Negeri lainnya kecuali yang tertulis dalam daftar pustaka dalam Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis dibagian ucapan terima kasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta, 03-07-2017

Abidia Nazaruddin

HALAMAN MOTTO

“Bukan seberapa banyak kita pernah terjatuh, tapi seberapa banyakkah kita dapat berdiri kembali ketika terjatuh dan terpuruk”

(Abidia Nazaruddin)

“Banyak hal baik di dunia, termasuk bertemu dengan orang yang baik yang dapat menghantarkan kita kepada mimpi-mimpi kita. Tapi permasalahannya adalah seberapa baikkah kita dapat mengenalinya

(Iwan Yahya)

“Do the best, Be the best, GOD takes the rest”

(MB UNS)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Karya kecilku ini, aku persembahkan teruntuk :
Ayah Ibu tercinta, yang menjadi motivasi terbesarku untuk menggapai semua
mimpiku, yang selalu menyelipkan namaku di setiap doa"nya
yang membuatku selalu bangkit

Teman- teman terbaikku
Sahabat" ku, IARG
MB UNS

HALAMAN ABSTRAK

Analisa Kinerja Akustik *Sandwich Panel* sebagai Komponen Partisi Ruangan

Abidia Nazaruddin

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

Penelitian ini berfokus pada kinerja akustik *sandwich panel* berupa kombinasi lapisan *multilayer felt* dengan membran fleksibel. *Sandwich panel* terdiri dari dua lapisan/*layer* yang ditengahnya dipisahkan oleh resonator yang disusun sejajar. Masing-masing lapisan tersusun atas *felt* yang diberi lapisan *aquaproof*, plastik, silikon, *hard felt* dan resonator. Koefisien serap bunyi diuji dengan menggunakan tabung impedansi dua mikrofon B&K 4206 dengan standar ASTM E-1050. Sedangkan *transmission loss* diuji dengan menggunakan tabung impedansi empat mikrofon. Sampel *sandwich panel* menunjukkan nilai koefisien serap pada masing masing *layer* dan pengaruh kombinasi bahan pada nilai koefisien serapnya. Pelapisan *felt* dengan *aquaproof* dapat menambah nilai koefisien serap dari 0,2 menjadi 0,7 pada frekuensi 1,4 kHz untuk *felt* 5 mm. Kombinasi membran fleksibel, *felt*, *hard felt* dan resonator dapat meningkatkan nilai koefisien serapnya dari 0,7 menjadi 0,4 pada frekuensi 800 Hz menjadi 200 Hz untuk lapisan ganda. Nilai *transmission loss*nya mencapai 62 dB pada frekuensi 5 kHz. Kombinasi material yang tepat mampu meningkatkan nilai koefisien serap bunyi dan menambah nilai *transmission loss* pada *sandwich panel*.

Kata kunci : *non woven felt*, resonan absorber, membran fleksibel

HALAMAN ABSTRACT

Performance Analysis of Acoustic Sandwich Panel as a Room Partition Components

Abidia Nazaruddin

Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sebelas Maret University

This study focuses on the acoustic performance of sandwich panels in the form of a multilayer combination felt coatings with flexible membranes. Sandwich panel consists of two layers in the middle separated by resonator arranged parallel. Each layer is composed of felt with aquaproof, plastic, silicone, hard felt and resonator. Sound absorption coefficients were tested using an impedance tube of two B & K 4206 microphones with ASTM standard E-1050. Transmission Loss is tested using an impedance tube of four microphones. The sandwich panel shows the sound absorption value on each layer and the effect of material combination on sound absorption coefficients. The felt coating with aquaproof can increase the absorption from 0.2 to 0.7 at a frequency of 1.4 kHz for felt 5 mm. The combination of flexible membrane, felt, hard felt and resonator can increase the absorption coefficient value of 0.7 at 800 Hz frequency for layer one and 0.4 at 200 Hz for both layers. Transmission Loss reaches 62 dB at 5 kHz frequency. This materials combination have been successfully to increase the value of sound absorption coefficients and transmission loss of sandwich panels.

Keyword : non woven felt, resonant absorber, flexible membrane

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puja dan Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kekuatan serta semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan lancar. Skripsi yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains ini penulis beri judul ” Analisa Kinerja Akustik *Sandwich Panel* sebagai Komponen Partisi Ruangan”.

Skripsi ini merupakan akhir dari kehidupan mahasiswa S1 Universitas Sebelas Maret Surakarta. Selama menjadi mahasiswa S1 Universitas Sebelas Maret Surakarta, penulis telah banyak mendapatkan pelajaran berharga baik selama awal kuliah sampai menyelesaikan skripsi ini. Penulis banyak belajar mengenai cara berfikir, mencari ilmu, membagi waktu, memimpin tim, mengenal, memperlakukan orang lain dan berbicara didepan umum yang sebelumnya penulis tidak mampu melakukannya.

Kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Skripsi ini penulis ucapkan terima kasih, secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. Iwan Yahya M.Si., Selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan dukungan secara penuh kepada penulis sealama proses studi hingga memperoleh gelar sarjana.
2. Ubaidillah, S.T, M.Sc., Ph.D., Selaku Dosen Pembimbing II atas saran dan masukan positif untuk menunjang kesuksesan penulis.
3. Bapak dan ibu dirumah yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.
4. Seseorang terbaik dan teman terbaik yang selalu menemaniku Afifah Shafa Shelviana, dan Devara Ega F, Intan Cahya R
5. Teman-teman IARG yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi dan hiburan saat pengerjaan skripsi.
6. Teman-teman CFC 2012 yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan kepada penulis dari awal hingga lulus

7. MB UNS yang selalu mengisi aktivitasku
8. Teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu demi satu yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, dengan terselesaikannya penulisan skripsi ini semoga skripsi yang telah penulis susun ini dapat memberikan banyak manfaat bagi penulis maupun bagi seluruh pembaca secara umum.



Surakarta, 4 Juli 2017

Penulis

Abidia Nazaruddin

HALAMAN PUBLIKASI

Sebagian skripsi berjudul “ *Cardboard based Multi-layered Honeycomb for Building Noise Control Applications* ” telah dipresentasikan pada *The 2nd International Joint Conference on Advanced Engineering and Technology* (IJCAET 2017) tanggal 24-26 Agustus 2017 di Bali.



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN ABSTRAK	viii
HALAMAN ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
HALAMAN PUBLIKASI.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR GRAFIK.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SIMBOL	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Perumusan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Akustik.....	6
2.2 Gelombang Bunyi.....	6
2.3 Intensitas Bunyi	7
2.4 Impedansi Akustik.....	7
2.5 Interaksi Gelombang Bunyi pada Medium.....	8
2.6 Material Akustik	8
2.6.1 Material Penyerap.....	8
2.6.2 Material Non-woven.....	9
2.7 <i>Type Absorber</i>	10

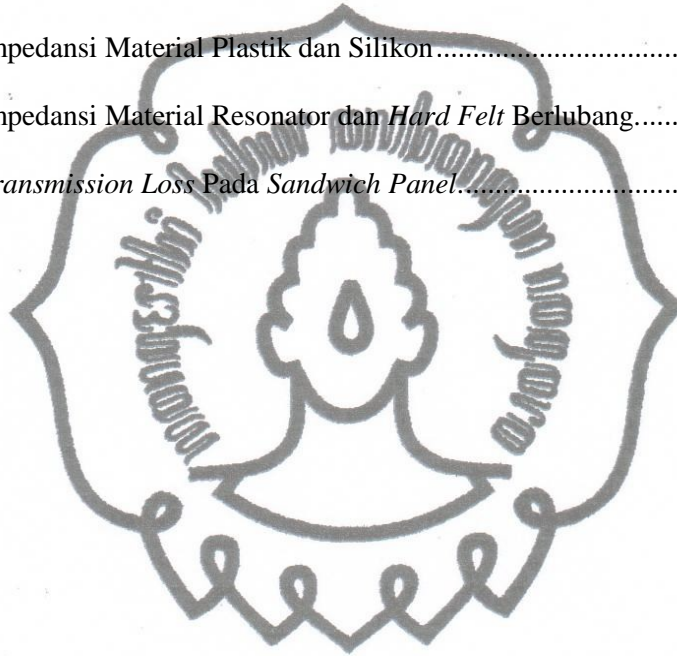
2.7.1 Porous Absorber.....	10
2.7.2 Resonance Absorber.....	12
2.8 Penyerapan pada Felt Ganda dan Membran Fleksibel.....	13
2.9 Penyerapan pada Felt dengan kombinasi Rongga Udara dan <i>Microperforated</i> panel (MPP).....	14
2.10 Mekanisme Penyerapan pada Porous Material.....	16
2.11 Metode Tabung Impedansi Dua Mikrofon (<i>Two Microphones Impedance Tube Method</i>).....	19
2.12 Metode Tabung Impedansi Empat Mikrofon (<i>Four Microphones Impedance Tube Method</i>).....	20
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	22
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2. Alat dan Bahan.....	22
3.2.1 Alat yang digunakan.....	22
3.2.2 Bahan yang digunakan.....	22
3.3. Prosedur Penelitian.....	22
3.3.2. Pembuatan Sampel.....	24
3.3.3. Pengujian.....	28
3.3.4. Analisa.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Koefisien Serap Bunyi Sampel Pada Bahan <i>Felt</i>	32
4.2. Sampel Layer 1 Sandwich Panel	33
4.3. Koefisien Serap Bunyi Sampel Pada Penambahan Bahan Pada <i>Layer 1</i>	36
dan 2 36	
4.4. <i>Impedance Ratio</i> Pada <i>Non woven Felt</i>	37
4.5. Impedansi Pada Fleksibel Membran.....	38
4.7. <i>Transmission Loss</i>	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Interaksi Gelombang Melalui Bidang Batas Dua Medium	8
Gambar 2.2 Material Berpori (Virgan, 2008)	9
Gambar 2.3 Membran <i>Absorber</i> (Virgan, 2008).....	9
Gambar 2.4 Ilustrasi Struktur Pori-pori Terbuka Pada Penyerapan Suara.....	10
Gambar 2.5 <i>Layer Porous Material</i> Dengan Ketebalan l Dengan Jarak Antara.....	11
Gambar 2.6 Bentuk Kurva Koefisien Serap Pada <i>Layer Porous Material</i>	11
Gambar 2.7 (a) Panel Absorber (b) Helmholtz Absorber	12
Gambar 2.8 Skema konfigurasi <i>layer</i> tunggal dan struktur <i>multilayer</i>	13
Gambar 2.9 Koefisien Absorpsi <i>layer</i> tunggal dan struktur <i>multilayer</i>	14
Gambar 2.10 Skematik dari MPP dengan penambahan rongga udara dibagian	15
Gambar 2.11 Skematik dari MPP dengan penambahan <i>porous material (felt)</i> dan.....	15
Gambar 2.12 Perbandingan hasil pengukuran Koefisien absorpsi (a). MPP dengan.....	16
Gambar 2.13 Representasi <i>multilayer</i> struktur material berpori	17
Gambar 2.14 <i>Set-Up</i> Tabung Impedansi Dua Mikrofon	19
Gambar 2.15 <i>Set-Up</i> Tabung Impedansi Empat Mikrofon	21

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Koefisien Serap Pada <i>Layer Felt</i>	32
Grafik 4.2 (a).Koefisien Serap Setiap Material Penyusun. (b). Koefisien Serap	33
Grafik 4.3 Koefisien Serap Bunyi 2 <i>Layer</i>	36
Grafik 4.4 Impedansi Material <i>Nonwoven Felt</i>	37
Grafik 4.5 Impedansi Material Plastik dan Silikon.....	38
Grafik 4.6 Impedansi Material Resonator dan <i>Hard Felt</i> Berlubang.....	39
Grafik 4.7 <i>Transmission Loss</i> Pada <i>Sandwich Panel</i>	40



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konfigurasi lapisan eksperimental.....	13
Tabel 2.2 Variasi Ketebalan Pada <i>Layer Soft Felt</i> Untuk Pengujian	27



DAFTAR SIMBOL

t	: Waktu	s, detik
ω	: Kecepatan sudut	rad/s
v	: Kecepatan gelombang	m/s
K	: Bilangan gelombang	1/m
P_0, P	: Tekanan	Pa, N/m ²
ρ_0, ρ	: Kerapatan, <i>effective density</i>	kg/m ³
γ	: Tetapan adiabatik	-
x	: Posisi partikel	m
η	: Simpangan partikel	m
I_0, I	: Intensitas gelombang bunyi	J/s.m ² , Watt/m ²
r, R	: Koefisien refleksi	-
α	: Koefisien serap	-
T	: Koefisien transmisi	-
Z_s	: Impedansi spesifik	Kg/m ² s
Z_a	: Impedansi akustik	Kg/m ⁴ s
u	: Kecepatan partikel medium	m/s
S	: Luas penampang	m ²
D	: Diameter	m
R	: Resistor	kg/m ⁴ s
TI	: Tingkat Intensitas suara	dB
c_0, c	: Cepat rambat bunyi di udara	m/s ²
σ	: Flow resistivity	Pa s/m ²
P_r	: Bilangan Prandtl	-
α_∞	: Kelenturan bahan	-
Λ	: karakteristik Viskos	-
Λ'	: karakteristik Termal	-
H	: Transfer function	-
Δx	: Jarak	m
M	: Massa	kg
∂	: Diferensial	-
\int	: Integral	-
K	: konstanta	-
g	: Percepatan gravitasi	m/s ²
B	: Modulus Bulk	Pa, N/m ²