

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Metode Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	16
3.1 Bunyi.....	16
3.1.1 Cepat rambat gelombang bunyi	17
3.1.2 Perambatan gelombang bunyi.....	17
3.1.3 Intensitas bunyi, tingkat intensitas bunyi, dan tingkat tekanan Bunyi	20
3.2 Resonator Helmholtz.....	23
3.3 Transduksi	24
3.3.1 Gaya magnetik pada sebuah kawat yang mengalirkan arus induksi elektromagnetik	25
3.3.2 Induksi elektromagnetik	28
3.3.3 Daya pada arus bolak-balik	29
3.3.4 Induksi elektromagnetik pada mikrofon dan loudspeaker.....	31
3.4 Konsep Pemanenan Energi Akustik dengan Menggunakan Loudspeaker dan Resonator Helmholtz	33
BAB IV METODE PENELITIAN	35
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian	35
4.2 Alat dan Bahan.....	35
4.2.1 Peralatan.....	35

4.2.2 Bahan	38
4.3 Tahapan Eksperimen	38
4.3.1 Pemilihan diameter leher.....	39
4.3.2 Pembuatan leher dengan variasi panjang untuk masing-masing diameter.....	40
4.3.3 Pembuatan sisi depan resonator Helmholtz	41
4.3.4 Pengambilan data eksperimen alat pemanen energi akustik dengan variasi panjang dan diameter leher resonator Helmholtz	42
4.3.5 Analisis data eksperimen.....	43
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
5.1 Alat Pemanen Energi Akustik yang Dibuat dan Diteliti Dalam Penelitian Ini.....	44
5.2 Spektrum Frekuensi	46
5.3 Frekuensi-Frekuensi Optimum.....	51
5.4 Daya Listrik <i>rms</i> Keluaran	54
5.5 Analisa Secara Keseluruhan.....	57
BAB VI PENUTUP	61
6.1 Kesimpulan	61
6.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	64
1. Data Penelitian	64
2. Abstrak dan Sertifikat Publikasi Ilmiah	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema percobaan alat pemanen energi akustik dengan resonator Helmholtz yang dilakukan oleh Dimastya (2018).....	7
Gambar 2.2 Grafik hubungan daya listrik rms yang dihasilkan oleh alat pemanen energi akustik dan frekuensi bunyi yang mengenainya dengan SPL tetap 80 dB. Panjang leher resonator 2 cm (Dimastya, 2018).....	8
Gambar 2.3 Pemanenan energi akustik dengan balok kantilever (Izhar dan Khan, 2018).....	9
Gambar 2.4 Grafik hubungan daya listrik rms yang dihasilkan oleh alat pemanen energi akustik dan frekuensi bunyi yang mengenainya dengan menggunakan resistansi 1 k Ω (Izhar dan Khan 2018).....	9
Gambar 2.5 Peralatan eksperimen untuk karakterisasi pemanenan (a) diagram skematis, (b) peralatan eksperimental yang dikembangkan oleh Khan dan Izhar (2015).....	11
Gambar 2.6 Pemanenan energi akustik (a) skema eksperimen (b) set up eksperimen pengujian eigenmode pertama dengan resonator seperempat panjang gelombang tabung lurus (Li dkk, 2012)	12
Gambar 2.7 Grafik dari (a) pelat <i>PVDF</i> di dalam resonator tabung seperempat panjang gelombang dengan ukuran 58 cm (d) Pelat <i>PZT</i> di dalam resonator tabung seperempat panjang gelombang dengan ukuran 42 cm. Tegangan keluaran (b) pelat <i>PVDF</i> dan (e) Pelat <i>PZT</i> . Daya yang pada frekuensi 199 Hz, masing-masing dengan <i>SPL</i> 100 dB dan jarak tiap pelat 5 cm (Li dkk, 2012).....	14
Gambar 2.8 (a) Model secara global (b) pelat piezoelektrik berjumlah 8 yang ditempatkan di dalam resonator (c) salah satu model dari pelat piezoelektrik (d) struktur dan rangkaian listrik pada pelat piezoelektrik bimorph paralel (Li dkk, 2012)	15
Gambar 3.1 (a) Suatu gelombang bunyi, merambat melewati sebuah tabung panjang berisi udara dengan laju v menghubungkan suatu pergerakan, model periodik ekspansi dan kompresi udara. Gelombang ditunjukkan secara sembarang dan sesaat. (b) suatu pandangan melebar secara horizontal dari potongan pendek tabung. Ketika gelombang berlalu, suatu elemen udara dengan ketebalan Δx bergetar ke kiri dan ke kanan dalam gerak harmoni sederhana di sekitar posisi kesetimbangan. Pada gambar sesaat yang ditunjukkan di (b), elemen dipindahkan sejauh s ke kanan dari titik kesetimbangan. Perpindahan maksimumnya, apakah ke kanan atau ke kiri, adalah S_m (Halliday dan Resnick, 2014)	19
Gambar 3.2 (a) Plot fungsi perpindahan s_{maks} sebagai fungsi posisi x pada $t = 0$ dan (b) plot yang serupa dari fungsi variasi tekanan Δp sebagai fungsi posisi x pada saat $t = 0$ (Halliday dan Resnick, 2014)	20

Gambar 3.3 Sebuah sumber titik S memancarkan gelombang bunyi dengan seragam ke semua arah. Gelombang melewati suatu bola khayal dengan jejari r yang berpusat di S (Halliday dan Resnick, 2014)	21
Gambar 3.4 (a) Struktur resonator Helmholtz dan (b) analogi model massa-pegas (Noh dkk, 2013)	24
Gambar 3.5 Sebuah kawat lentur membentang di antara kutub magnet (hanya permukaan kutub yang jauh yang ditunjukkan), (a) tanpa arus dalam kawat, kawat itu lurus, (b) dengan arus mengarah ke atas, kawat terdefleksi ke kanan, (c) dengan arus mengarah ke bawah, kawat terdefleksi ke kiri. Koneksi-koneksi untuk mengalirkan arus ke dalam kawat di satu ujung dan keluar dari kawat di ujung lain tidak diperlihatkan disini (Halliday dan Resnick, 2010).....	26
Gambar 3.6 Gambaran rinci di dalam ruas kawat pada Gambar 3.5 (b). Arah arus adalah ke atas, elektron-elektron mengalir ke bawah. Medan magnet yang muncul keluar dari bidang gambar menyebabkan elektron-elektron dan kawat terdefleksi ke kanan (Halliday dan Resnick, 2010).....	27
Gambar 3.7 Sebuah kawat yang membawa arus i membuat sudut ϕ dengan magnet \vec{B} . Panjang kawat itu di dalam medan magnet adalah L dan vektor panjang \vec{L} (dalam arah arus). Sebuah medan magnet magnet $\vec{F}_B = i\vec{L} \times \vec{B}$ bekerja pada kawat (Halliday dan Resnick, 2010)	28
Gambar 3.8 Sebuah resistor dihubungkan melintasi sebuah generator arus bolak-balik (Halliday dan Resnick, 2010)	30
Gambar 3.9 Arus i_R dan beda potensial V_R pada resistor itu diplot pada grafik yang sama, keduanya terhadap waktu t . Keduanya sefase dan menyelesaikan satu siklus dalam satu periode T , (b) sebuah diagram fasor menunjukkan informasi yang sama dengan (a) (Halliday dan Resnick, 2010).....	30
Gambar 3.10 Skema dan prinsip kerja mikrofon(Aulia dkk, 2018).....	31
Gambar 3.11 Skema bagian-bagian <i>loudspeaker</i> (Putrie, 2018).....	32
Gambar 3.12 Skema alat pemanen energi akustik menggunakan resonator Helmholtz dan <i>loudspeaker</i> (Dimastya, 2018).....	33
Gambar 4.1 <i>Loudspeaker</i> Sumber.....	35
Gambar 4.2 <i>Audio Function Generator</i>	35
Gambar 4.3 Unit Penguat Audio.....	36
Gambar 4.4 <i>Loudspeaker</i> Konversi	36
Gambar 4.5 Resonator Helmholtz.....	37
Gambar 4.6 <i>Sound Pressure Level-meter (SPL-meter)</i> Digital.....	37
Gambar 4.7 Resistor Beban.....	37
Gambar 4.8 Multimeter Digital.....	37
Gambar 4.9 Diagram alir tahapan eksperimen.....	39
Gambar 4.10 Skema leher resonator Helmholtz	40
Gambar 4.11 Ilustrasi dinding depan resonator Helmholtz	41
Gambar 4.12 Resonator Helmholtz tampak samping dengan tambahan variasi diameter leher, panjang leher, dan <i>loudspeaker</i> konversi	41
Gambar 4.13 Skema susunan peralatan eksperimen	42

Gambar 4.14 Susunan peralatan eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Fisika Atom dan Molekul.....	43
Gambar 5.1 Resonator Helmholtz yang terdiri dari rongga resonator, <i>loudspeaker</i> konversi, diameter leher, dan panjang leher (resistansi beban tidak ditunjukkan dalam gambar ini)	44
Gambar 5.2 Variasi diameter leher resonator berjumlah empat variasi yaitu 5,2 cm, 6,9 cm, 8,2 cm, dan 5,2 cm.....	45
Gambar 5.3 Variasi panjang leher resonator berjumlah lima variasi yaitu 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, dan 10 untuk masing-masing diameter leher 5,2 cm, 6,9 cm, 8,2 cm, dan 10,4 cm (a) tampak atas, (b) tampak samping	45
Gambar 5.4 Grafik hubungan daya listrik rms yang dihasilkan oleh alat pemanen energi akustik dengan frekuensi bunyi yang mengenainya pada <i>SPL</i> tetap 90 dB untuk diameter sisi depan 5,2 cm dan berbagai variasi panjang, (a) panjang 2 cm, (b) panjang 4 cm, (c) panjang 10 cm.....	47
Gambar 5.5 Grafik hubungan daya listrik rms yang dihasilkan oleh alat pemanen energi akustik dengan frekuensi bunyi yang mengenainya pada <i>SPL</i> tetap 90 dB untuk diameter sisi depan 6,9 cm dan berbagai variasi panjang, (a) panjang 2 cm, (b) panjang 4 cm, (c) panjang 6 cm, (d) panjang 8 cm, (e) panjang 10 cm.....	48
Gambar 5.6 Grafik hubungan daya listrik rms yang dihasilkan oleh alat pemanen energi akustik dengan frekuensi bunyi yang mengenainya pada <i>SPL</i> tetap 90 dB untuk diameter sisi depan 8,2 cm dan berbagai variasi panjang, (a) panjang 2 cm, (b) panjang 4 cm, (c) panjang 6 cm, (d) panjang 8 cm, (e) panjang 10 cm.....	49
Gambar 5.7 Grafik hubungan daya listrik rms yang dihasilkan oleh alat pemanen energi akustik dengan frekuensi bunyi yang mengenainya pada <i>SPL</i> tetap 90 dB untuk diameter sisi depan 10,4 cm dan berbagai variasi panjang, (a) panjang 2 cm, (b) panjang 4 cm, (c) panjang 6 cm, (d) panjang 8 cm, (e) panjang 10 cm	50
Gambar 5.8 Grafik hubungan antara frekuensi optimum (f_{opt}) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk diameter leher (D_n) sesuai dengan teori pada persamaan (3.15).....	51
Gambar 5.9 Grafik hubungan antara frekuensi optimum (f_{opt}) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk diameter leher (D_n) 5,2 cm.....	52
Gambar 5.10 Grafik hubungan antara frekuensi optimum (f_{opt}) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk diameter leher (D_n) 6,9 cm.....	53
Gambar 5.11 Grafik hubungan antara frekuensi optimum (f_{opt}) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk diameter leher (D_n) 8,2 cm.....	53
Gambar 5.12 Grafik hubungan antara frekuensi optimum (f_{opt}) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk diameter leher (D_n) 10,4 cm.....	54
Gambar 5.13 Grafik hubungan antara daya listrik rms yang dihasilkan ($P_{rms-maks}$) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk diameter leher (D_n) 5,2 cm	55

Gambar 5.14 Grafik hubungan antara daya listrik rms yang dihasilkan ($P_{rms-maks}$) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk diameter leher (Dn) 6,9 cm	56
Gambar 5.15 Grafik hubungan antara daya listrik rms yang dihasilkan ($P_{rms-maks}$) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk diameterleher (Dn) 8,2 cm	56
Gambar 5.16 Grafik hubungan antara daya listrik rms yang dihasilkan ($P_{rms-maks}$) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk diameterleher (Dn) 10,4 cm	57
Gambar 5.17 Grafik hubungan antara frekuensi optimum (f_{opt}) pada puncak tertinggi pertama (27 Hz) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk berbagai macam diameter yang berbeda (Dn).....	58
Gambar 5.18 Grafik hubungan antara frekuensi optimum (f_{opt}) pada puncak tertinggi kedua (55 Hz) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk berbagai macam diameter yang berbeda (Dn).....	59
Gambar 5.19 Grafik hubungan antara frekuensi optimum (f_{opt}) pada puncak tertinggi ketiga (82 Hz) dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk berbagai macam diameter yang berbeda (Dn).....	59
Gambar 5.20 Grafik hubungan antara daya listrik rms keluaran pada puncak tertinggi pertama dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk berbagai macam diameter yang berbeda (Dn).....	60
Gambar 5.21 Grafik hubungan antara daya listrik rms keluaran pada puncak tertinggi kedua dan panjang leher (L) resonator Helmholtz untuk berbagai macam diameter yang berbeda (Dn).....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar besarnya tingkat intensitas bunyi untuk berbagai jenis kondisi lingkungan (Hallidy dan Resnick, 2010)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Empat variasi diameter pipa Dn sebagai leher resonator Helmholtz	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Matriks kombinasi variasi panjang dan diameter leher resonator	Error! Bookmark not defined.
Tabel L.1 Data yang diperoleh pada penelitian ini terkait dengan frekuensi pada puncak satu dan frekuensi pada puncak 2, serta daya listrik rms yang dihasilkan pada puncak satu dan puncak dua	64
Tabel L.2 Data yang diperoleh pada penelitian ini terkait dengan frekuensi pada puncak satu dan frekuensi pada puncak 2, serta frekuensi resonansi resonator Helmholtz yang telah dihitung menggunakan persamaan (3.15)	65
Tabel L.3 Data Hasil Penelitian pada Diameter 5,2 cm dan Panjang Leher 2 cm	66
Tabel L.8 Data Hasil Penelitian pada Diameter 6,9 cm dan Panjang Leher 2 cm	67
Tabel L.13 Data Hasil Penelitian pada Diameter 8,2 cm dan Panjang Leher 2 cm	68
10 cm	83
Tabel L.18 Data Hasil Penelitian pada Diameter 10,4 cm dan Panjang Leher 2 cm	69