

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KERAPATAN
BENDA DENGAN INTENSITAS BUNYI BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA328P**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Fisika



Oleh : **Marwa Asilia Nazhifah**

NIM : 2008026002

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KERAPATAN
BENDA DENGAN INTENSITAS BUNYI BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA328P**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Fisika



Oleh : **Marwa Asilia Nazhifah**

NIM : 2008026002

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Marwa Asilia Nazhifah

NIM : 2008026002

Jurusan : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

“Rancang Bangun Alat Deteksi Kerapatan Benda dengan Intensitas Bunyi Berbasis Mikrokontroler ATmega328p”

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 25 Juni 2024

Pembuat Pernyataan



Marwa Asilia Nazhifah
NIM. 2008026002

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telepon. 024-7601295 Fax. 024-7615387

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Rancang Bangun Alat Deteksi Kerapatan Benda dengan Intensitas Bunyi Berbasis Mikrokontroler ATmega328P
Penulis : **Marwa Asilia Nazhifah**
NIM : 2008026002
Program Studi : Fisika

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Fisika.

Semarang, 27 Juni 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Dr. Phil. Alwiyah Nurhayati, M.Si.

NIP. 198112112011012006

Penguji Utama

Hartono, M.Sc.

NIP. 199009242019031006

Dosen Pembimbing I

Agus Sudarmanto, M.Si.

NIP. 197708232009121001

Sekretaris Sidang

Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc.

NIP. 198210092011011010

Penguji Utama II

Susi Cahyawati, M.Pd.

NIP. 198705072020122003

NOTA DINAS

Semarang, 25 Juni 2024

Yth. Ketua Program Studi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Rancang Bangun Alat Deteksi Kerapatan
Benda dengan Intensitas Bunyi Berbasis
Mikrokontroler ATmega328P

Penulis : **Marwa Asilia Nazhifah**

NIM : 2008026002

Program Studi : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Agus Sudarmanto, M.Si

NIP. 197708232009121001

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kerapatan benda dengan intensitas bunyi. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alat yang digunakan untuk pengecekan, yang bertujuan untuk mengetahui rancang bangun dan hasil uji alat deteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi berbasis Mikrokontroler ATmega 328P. Metode penelitian ini meliputi studi literatur, perancangan *hardware*, perancangan *software*, pengujian, pengambilan data, menganalisis data, dan pembuatan laporan. Nilai hasil uji dari alat deteksi ini terbukti dapat mendeteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi yang menghasilkan nilai koefisien serap bunyi. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori bahwa semakin besar nilai kerapatan suatu benda maka semakin kecil nilai absorpsi bunyinya, akan tetapi pada kerapatan sampel sterofom 0,020 g/cm³ nilai koefisien serap kecil karena permukaan medium lebih rapat dibandingkan dengan spons hitam. Nilai akurasi penelitian ini sebesar 90,09% dengan kesalahan relatif 9,91%.

Kata Kunci : Koefisien Serap Bunyi, Intensitas Bunyi, Kerapatan Benda, Mikrokontroler ATmega328P.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **“Rancang Bangun Alat Deteksi Kerapatan Benda dengan Intensitas Bunyi Berbasis Mikrokontroler ATmega328p”**. Penulisan skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains dalam Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, dan do’a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
2. Ibu Dr. Phil. Alwiyah Nurhayati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika dan Bapak Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Fisika.
3. Bapak Agus Sudarmanto, M.Si., selaku dosen wali studi dan dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran yang senantiasa penuh kesabaran dalam memberikan arahan dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat selesai.

4. Segenap Dosen, Pegawai, dan Civitas Akademik Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan Ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Cinta pertama dan panutanku, Bapak Abdul Qudus dan Ibu Siti Chasanah. Terima kasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan bangku perkuliahan, namun mereka mampu senantiasa memberikan yang terbaik, tak kenal lelah mendoakan serta memberikan perhatian dan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana. Semoga Bapak dan Ibu panjang umur dan sehat selalu.
6. Kakak dan Adik tersayang yaitu Maya Novita Sari dan Dimas Mahiru, yang telah memberikan do'a dan dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Aisyah Faatin Nurosidin sebagai sosok teman seperti saudara, terima kasih untuk tangan yang selalu diulurkan, telinga yang siap mendengar. Terima kasih selalu ada meskipun tak sedarah, terima kasih juga telah hadir dalam setiap prosesku.
8. Keluarga Besar UKM-U NAFILAH, terima kasih telah banyak berperan dalam memberikan pengalaman dan pembelajaran selama berorganisasi, serta rasa kekeluargaan yang membuat nyaman selama proses berorganisasi.

9. Teman-teman Kost PNA 18 (Nila, Salis, Regina, Mya, Novi, Faila, Yuyun, Arin, Qanita) dan Septi Wardiyah terima kasih telah memberikan *support* dan menemani penulis dalam mengerjakan skripsi.
10. Teman-teman Fisika 2020 yang menjadi teman seperjuangan selama masa perkuliahan.
11. Pihak-pihak yang tidak bisa peneliti sebut namanya satu persatu yang telah mendukung baik secara moral maupun material dalam penyusunan skripsi ini.
12. Terakhir, kepada diri saya sendiri Marwa Asilia Nazhifah yang sudah kuat melewati lika-liku yang terjadi. saya bangga pada diri saya sendiri, mari bekerja sama untuk lebih berkembang lagi menjadi pribadi yang lebih baik dari hari ke hari.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih ada banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan juga saran yang sifatnya membangun. Harapannya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi pembaca dan penulis, serta dapat dijadikan referensi demi pengembangan yang lebih baik.

Semarang, 25 Juni 2024

Marwa Asilia Nazhifah
NIM. 2008026002

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
A. Kajian Teori.....	8
1. Kerapatan Benda	8
2. Bunyi.....	9
3. Sifat Bunyi	11
4. Perambatan Bunyi	13
5. Intensitas Bunyi	14

6.	Koefisien Serap Bunyi.....	16
7.	Sensor Suara Mic Condenser	18
8.	Mikrokontroler ATmega328P.....	19
9.	Arduino IDE	21
10.	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	24
B.	Kajian Pustaka	26
BAB III METODE PENELITIAN		30
A.	Jenis Penelitian	30
B.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
C.	Alat dan Bahan Penelitian.....	31
D.	Metodologi Penelitian.....	32
E.	Desain Sistem Alat.....	34
F.	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	35
G.	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	36
H.	Pengujian Sistem.....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		41
A.	Hasil Pengujian Sensor Suara Mic Condenser untuk Intensitas Bunyi	44
B.	Hasil Perhitungan Koefisien Serap.....	47
C.	Pembahasan Keseluruhan <i>Prototype</i>	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		57
A.	Kesimpulan	57
B.	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59
LAMPIRAN		67

RIWAYAT HIDUP..... 85

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2. 1	Klasifikasi kelas koefisien absorpsi suara	17
Tabel 2. 2	Fungsi Pin LCD	25
Tabel 3. 1	Perencanaan Penelitian	30
Tabel 3. 2	Nama dan Fungsi Alat yang digunakan	31
Tabel 3. 3	Nama dan Fungsi Bahan yang digunakan	31
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian Tegangan Sebelum dan Sesudah Diperkuat	46
Tabel 4. 2	Hasil Pengujian Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel	46
Tabel 4. 3	Data Hasil Perhitungan Nilai α Pada Semua Sampel	48
Tabel 4. 4	Hasil Nilai Kerapatan Semua Jenis Bahan	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Sensor Mic Condenser	19
Gambar 2. 2	Mikrokontroler ATmega328P	21
Gambar 2. 3	Tampilan Menu Bar Arduino IDE	22
Gambar 2. 4	Pin-Pin Modul LCD	24
Gambar 3. 1	Proses Implementasi	32
Gambar 3. 2	Desain alat uji	35
Gambar 3. 3	Perancangan Perangkat Keras Alat Deteksi Kerapatan Benda	36
Gambar 3. 4	<i>Flowchart</i> perancangan Perangkat Lunak (<i>software</i>)	37
Gambar 4. 1	Implementasi Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	42
Gambar 4. 2	Sensor Suara (a) Tampak Depan, (b) Tampak Samping, (c) Tampak Belakang	42
Gambar 4. 3	Implementasi <i>prototype</i> penelitian	43
Gambar 4. 4	Tampilan Pada Layar LCD	43
Gambar 4. 5	Sampel untuk diuji kerapatan benda (a) Triplek tumpuk, (b) Sterofoam, (c) Busa gabus, (d) Spons hitam	44
Gambar 4. 6	Rangkaian Pengujian Sensor dan Pengambilan Data	45

Gambar 4. 7	Hasil pengujian sebelum dan sesudah penguatan tegangan	45
Gambar 4. 8	Uji Sampel Koefisien Serap	47
Gambar 4. 9	Rangkaian Pengujian	47
Gambar 4. 10	Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier	48
Gambar 4. 11	Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier	49
Gambar 4. 12	Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier	49
Gambar 4. 13	Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier	49
Gambar 4. 14	Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier	50
Gambar 4. 15	Grafik Data Nilai Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel a (Triplek Tumpuk)	51
Gambar 4. 16	Grafik Data Nilai Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel b (Sterofoam)	51
Gambar 4. 17	Grafik Data Nilai Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel c (Busa Gabus)	51
Gambar 4. 18	Grafik Data Nilai Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel d (Spons Hitam)	52
Gambar 4. 19	Hubungan Nilai Koefisien Serap dengan Kerapatan Benda	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Data sheet Arduino UNO ATMEGA328P	67
Lampiran 2.	Data sheet Mic Condenser	70
Lampiran 3.	Data sheet LCD I2C 20x4	71
Lampiran 4.	Rangkaian Sensor Suara	76
Lampiran 5.	Codingan alat prototype	77
Lampiran 6.	Perhitungan Koefisien Serap (a)	79
Lampiran 7.	Perhitungan Ketelitian	81
Lampiran 8.	Dokumentasi Penelitian	83
Lampiran 9.	Hasil Cek Turnitin	84

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era modern ini, teknologi berkembang dengan sangat cepat. Berbagai produk teknologi tepat guna dibuat untuk membantu manusia menjalankan segala macam aktivitas sehari-hari (Pardosi et al., 2014), terutama dalam menyelesaikan masalah yang muncul di kehidupan modern (Jamaludin et al., 2014). Perkembangan teknologi mikrokontroler telah memungkinkan penggunaan mikrokontroler pada berbagai aplikasi seperti di bidang industri (Sembiring, 2023). Dalam dunia industri modern, penggunaan mikrokontroler dimanfaatkan untuk pengendalian kualitas yang sangat penting dalam proses produksi (Andin, 2023). Pengendalian kualitas merupakan salah satu aspek kritis dalam memastikan produk yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan. Salah satu parameter yang penting dalam pengendalian kualitas adalah kerapatan benda, yang mempengaruhi berbagai sifat fisik dan mekanik produk.

Deteksi kerapatan benda merupakan salah satu topik yang penting dalam berbagai bidang aplikasi, seperti industri manufaktur, robotika, keamanan, dan penginderaan jarak dekat. Informasi mengenai kerapatan benda dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti pemantauan proses, pengendalian otomatis, pengaturan lalu lintas, hingga deteksi gerakan dan posisi benda. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi kerapatan benda adalah dengan memanfaatkan intensitas bunyi.

Bunyi sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, karena sebagai sarana penyambutan dan peringatan bahaya. Penelitian tentang bunyi telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir khususnya di bidang psikologi, kesehatan dan teknologi. Dalam bidang teknologi, bunyi memiliki peran penting dalam pengembangan penelitian. Teknologi sangat memungkinkan manusia untuk mengukur, merekam, dan menganalisis bunyi dengan lebih akurat dan efisien. Hal ini membuka peluang untuk mengembangkan aplikasi bunyi yang lebih bermanfaat untuk kehidupan sehari-hari. Ada tiga syarat agar dapat terjadi bunyi. Pertama, bunyi harus berasal dari benda yang bergetar (sumber

bunyi). Kedua, energi dari sumber dipindahkan melalui medium dalam bentuk gelombang longitudinal, dan ketiga, bunyi dideteksi oleh telinga atau alat yang menerima. Dengan demikian, bunyi adalah gelombang longitudinal yang memerlukan medium untuk perambatannya (Astuti, 2016).

Bunyi yang merambat melalui medium seperti benda, adalah salah satu contoh gelombang mekanik. Fenomena gelombang mekanik sendiri banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam bidang teknik akustik, produksi musik, dan masih banyak lagi. Perambatan gelombang mekanik dipengaruhi oleh kerapatan dan suhu. Semakin rapat susunan partikel dalam medium yang dilalui oleh bunyi, semakin cepat bunyi tersebut merambat (Khairina, 2024). Perambatan gelombang mekanik pada benda padat dan berongga merujuk pada proses perambatan gelombang mekanik melalui benda-benda dengan sifat mekanik yang berbeda. Gelombang mekanik dapat terjadi pada medium padat, cair, dan gas, tetapi tidak melalui vakum, dan dapat berupa gelombang transversal atau longitudinal (Kencanawati, 2017). Ketika gelombang bunyi mengenai suatu benda, sebagian energi bunyi akan dipantulkan kembali. Intensitas bunyi yang

dipantulkan akan berbeda-beda tergantung pada jarak dan kerapatan benda. Semakin dekat dan padat suatu benda, maka intensitas bunyi pantul yang terdeteksi akan semakin kuat.

Penelitian Shidiq (2022) yang menguji koefisien serap bunyi dengan arduino mega 2560 pada bahan seperti styrofoam, busa, dan triplek dengan ketebalan berbeda. Hasilnya menunjukkan nilai ketelitian sebesar 61,3%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Fatkhurrohman, (2013) mengenai tingkat pengujian suatu bahan koefisien serap rata-rata gypsum pada tiga variasi frekuensi adalah yang tertinggi, yaitu $0,19 \text{ cm}^{-1}$, sedangkan triplek memiliki koefisien $0,18 \text{ cm}^{-1}$ dan sterofom $0,07 \text{ cm}^{-1}$. Sehingga gypsum merupakan bahan dengan tingkat redam terbaik di antara ketiga bahan tersebut. Penelitian ini juga memiliki relevansi penting dalam konteks pendidikan dan penelitian. Produk yang dirancang dalam penelitian ini memiliki perbedaan dalam penggunaan sampel bahan dan mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan ialah mikrokontroler ATmega328P yang populer dan relatif mudah dipelajari sehingga dapat menjadi contoh yang baik bagi mahasiswa dan peneliti dalam memahami dan mengembangkan teknologi

pengukuran yang inovatif. Alat ini juga dapat digunakan sebagai platform untuk eksperimen lebih lanjut dalam bidang akustik, sensor, dan sistem kontrol, sehingga mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka diperlukan inovasi baru untuk merancang sebuah alat uji pendeteksi kerepatan benda dengan intensitas bunyi berbasis Mikrokontroler ATmega328P.

B. Batasan Masalah

Berdasarkan masalah yang diidentifikasi diatas, penelitian ini memiliki batasan masalah. Batasan masalah yang akan dibahas di sini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan alat deteksi kerepatan benda dibuat secara *prototype* dengan menggunakan mikrokontroler ATmega328P, sensor suara, dan AFG sebagai sumber suara.
2. Bahan yang digunakan berupa triplek, sterofoam, busa gabus, dan spons hitam dengan ketebalan sampel 7 cm.

3. Menggunakan LCD sebagai penampilan data nilai intensitas bunyi sebelum dan sesudah ada sampel.

C. Rumusan Masalah

Berikut adalah masalah yang diselidiki dalam penelitian ini:

1. Bagaimana rancang bangun alat deteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi berbasis Mikrokontroler ATmega328P?
2. Bagaimana hasil uji alat pendeteksi Kerapatan Benda dengan intensitas bunyi berbasis Mikrokontroler ATmega328P?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui rancang bangun alat deteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi berbasis mikrokontroler ATmega328P.
2. Untuk mengetahui hasil deteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi berbasis mikrokontroler ATmega328P.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini mempunyai dua aspek yakni sebagai berikut:

1. Aspek Teoritis

Skripsi ini diharapkan menjadi acuan/referensi sebagai informasi ilmiah mengenai intensitas bunyi terhadap kerapatan benda berbasis mikrokontroler ATmega328P.

2. Aspek Praktis

a. Bagi Peneliti:

- 1) Dapat mengembangkan keterampilan dalam bidang elektronik dan instrumentasi.
- 2) Sebagai keperluan referensi penelitian di bidang teknologi mikrokontroler dalam mendeteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi.

b. Bagi masyarakat umum:

- 1) Dapat menciptakan alat yang dapat mendeteksi kerapatan benda.
- 2) Sebagai literatur untuk penelitian dalam bidang elektronika dan instrumentasi.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Kerapatan Benda

Kerapatan (*density*) merupakan perbandingan antara massa suatu bahan dan volume bahan tersebut. Densitas sering disebut sebagai massa jenis atau biasa disebut kerapatan massa bahan. Persamaan yang digunakan dalam menghitung densitas massa atau kerapatan massa adalah (Ardi et al., 2016):

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.1)$$

Keterangan:

ρ = Densitas massa suatu bahan (gr/cm³)

m = Massa bahan (gr)

v = Volume bahan (cm³)

Semakin besar volume dan massa suatu bahan, maka kerapatan massa akan semakin kecil. Sebaliknya, semakin kecil volume dan massa suatu bahan, maka kerapatan massa akan semakin besar (Jannah, 2020). Hal ini diperkuat dengan pernyataan Hayat et al., (2013), bahwa semakin besar nilai kerapatan suatu benda maka semakin kecil nilai absorpsi bunyinya. Kerapatan benda padat dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu kerapatan

padat (*solid/particle density*) dan kerapatan curah (*bulk density*) (Pirnando et al., 2022).

Kerapatan padat adalah hasil pembagian antara masa partikel dan volume partikel dalam suatu bahan. Penentuan kerapatan padat dapat dilakukan dengan metode pengapungan menggunakan cairan yang densitasnya sudah diketahui sebelumnya. Syaratnya, suhu benda padat yang diukur harus sama dengan suhu cairan yang densitasnya sudah diketahui. Kerapatan curah adalah kerapatan bahan curah dalam keadaan volume seimbang. Kerapatan curah dipengaruhi oleh kerapatan padat, ukuran partikel, metode pengukuran, bentuk geometris, dan sifat partikel (Jannah, 2020).

2. Bunyi

Bunyi adalah gelombang mekanik jenis longitudinal yang berasal dari suatu getaran (Kalengkongan et al., 2018). Bunyi dan suara adalah serangkaian gelombang yang merambat dari sumber getaran akibat perubahan kerapatan dan tekanan udara (Malau et al., 2021). Sumber bunyi adalah benda bergetar atau medium yang diberi getaran. Bunyi termasuk gelombang mekanis, yang bisa merambat hanya jika ada medium, tanpa medium bunyi tidak bisa merambat (Jati, 2013).

Bunyi terjadi karena benda yang bergetar dapat bergesekan dengan zat di sekitarnya. Benda-benda yang bergetar pada frekuensi batas dengar adalah sumber gelombang bunyi. (Sarojo, 2011). Getaran objek atau udara yang menyentuh partikel zat di dekatnya, berupa gas, cairan, atau padatan, tergantung dimana objek tersebut berada. Sensasi yang ditimbulkan pada pendengaran seseorang sangat mempengaruhi keras lemahnya bunyi (Jamaludin et al., 2014). Jika intensitas bunyi meningkat, keras bunyi meningkat, tetapi peningkatan ini tidak terjadi secara bertahap. Maka bunyi yang dihasilkan akan semakin keras seiring dengan amplitudonya (Hamzah et al., 2022).

Bunyi yang dapat didengar oleh manusia memiliki rentang frekuensi antara 20 Hz hingga 20 kHz. Bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz disebut infrasonik, sedangkan bunyi dengan frekuensi di atas 20 kHz disebut ultrasonik. Dalam rentang frekuensi 20 Hz hingga 20 kHz, bunyi terbagi menjadi tiga kategori: frekuensi rendah (di bawah 1000 Hz), frekuensi sedang (1000-4000 Hz), dan frekuensi tinggi (di atas 4000 Hz). Perbedaan frekuensi ini mempengaruhi tinggi rendahnya nada (Tigana, 2019).

3. Sifat Bunyi

Bunyi mempunyai beberapa sifat diantaranya: bunyi dapat merambat di media tertentu, selain itu bunyi juga dapat dipantulkan dan diserap (Kamal, 2021). Berikut merupakan sifat-sifat dari bunyi (Ningrum, 2017):

a. Bunyi merambat melalui media

Bunyi adalah gelombang yang bergerak melalui sebuah medium. Untuk dapat bergerak, bunyi memerlukan media penghantar seperti gas, cairan, atau benda padat. Tanpa adanya medium tersebut, gelombang bunyi tidak dapat merambat (Fatah, n.d.). Bunyi merambat secara cepat melalui media udara. Oleh karena itu, bunyi tidak dapat merambat di ruang yang tidak memiliki udara (Kamal, 2021).

b. Bunyi dapat dipantulkan (refleksi) dan diserap

Bunyi bisa memantul atau mengalami refleksi karena termasuk dalam jenis gelombang longitudinal (Kamal, 2021). Ketika bunyi mengenai sebuah dinding, bunyi tersebut dapat dipantulkan. Hal yang sama berlaku untuk benda-benda yang mampu menyerap bunyi, yang disebut sebagai peredam bunyi (Eirin, 2022).

c. Bunyi dapat dibiaskan (refraksi)

Bunyi dapat dibiaskan atau mengalami refraksi, jika melewati bidang batas dari dua media yang berbeda (Radicka, 2023).

d. Bunyi termasuk gelombang longitudinal

Gelombang longitudinal adalah jenis gelombang di mana arah perambatannya sejajar dengan arah getaran. Dengan kata lain, jika getaran bergerak ke kanan, gelombang bunyi juga akan merambat ke kanan sampai mengecil dan kemudian habis (Fatah, n.d.)

e. Bunyi mengalami pelenturan (difraksi)

Bunyi mengalami pelenturan atau difraksi karena gelombang bunyi di udara memiliki panjang gelombang dalam rentang sentimeter hingga beberapa meter. Hal ini memudahkan gelombang bunyi untuk mengalami pelenturan (Kamal, 2021).

f. Bunyi mengalami perpaduan (interferensi)

Bunyi dapat mengalami interferensi ketika diterima dari dua sumber yang berbeda. Jika sumber-sumber tersebut memiliki frekuensi yang sama, bunyi akan terdengar lebih keras (Fatah, n.d.). Interferensi bunyi dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu interferensi konstruktif yang

menguatkan bunyi dan interferensi destruktif yang melemahkan bunyi (Kamal, 2021).

4. Perambatan Bunyi

Perambatan bunyi adalah ketika suara bergerak melalui suatu benda. Benda-benda yang bergetar dan menghasilkan bunyi disebut sumber bunyi. Bunyi dapat berasal dari tempat lain melalui media. Perambatan bunyi dapat dilakukan oleh benda padat, cair, dan gas (Suwantin, 2023). Cepat rambat bunyi adalah istilah lain untuk kecepatan perambatan bunyi. Bunyi merambat pada beberapa media:

- a. Bunyi merambat melalui benda padat: Bunyi dapat merambat melalui benda padat karena telepon benang lebih cepat merambat melalui benda padat karena kekerasan mereka di udara.
- b. Bunyi merambat melalui benda cair: Bunyi dapat merambat melalui air. Ketika dua batu dibentur di dalam air, bunyinya bisa terdengar dari luar air, yang menunjukkan bahwa bunyi merambat melalui air, tetapi perambatan bunyi melalui air kurang baik daripada melalui udara.
- c. Bunyi merambat melalui benda gas: Udara adalah contoh benda gas di mana bunyi dapat melalui udara. Bunyi guntur, yang sering didengar saat hujan, menyebabkan tekanan

udara turun. Perubahan tekanan ini terus bergerak melalui tumbukan molekul udara yang kecil. Oleh karena itu, gelombang bunyi merambat ke seluruh dunia dan terdengar dari berbagai arah (Nurhayati, 2018).

5. Intensitas Bunyi

Intensitas bunyi adalah jumlah energi gelombang bunyi yang melewati suatu bidang dalam satuan luas setiap detiknya (Nugroho & Mochammad, 2019). Intensitas bunyi adalah jumlah rata-rata daya bunyi yang dipancarkan oleh sumber bunyi per satuan luas dan bergerak tegak lurus terhadap arah perambatannya. Daya dari sumber bunyi serta jarak atau radius dari sumber bunyi mempengaruhi intensitas bunyi (Susilo, 2016).

Intensitas bunyi adalah kapasitas kekuatan getaran yang dihasilkan oleh satuan logaritmis yang dinyatakan dalam desibel (dB) (Sari, 2022). Intensitas bunyi didefinisikan sebagai laju aliran energi suara yang melewati setiap satuan luas pada jarak tertentu. Dalam arah radial, intensitas suara dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Nisa', 2018):

$$I = \frac{W}{S} = \frac{W}{4\pi r^2} \quad (2.2)$$

Keterangan :

I = Intensitas suara (W/m^2)

W = Daya suara (*watt*)

S = Luas permukaan yang ditembus suara (m^2)

r = Jarak titik dari sumber suara (m)

Skala arah intensitas suara, atau tingkat intensitas suara, dihasilkan dengan menyatakan gelombang ke segala arah dalam skala logaritmis. Dengan menggunakan persama

an 2.3 :

$$TI = 10 \log \left[\frac{I}{I_0} \right] \quad (2.3)$$

Keterangan :

TI = Taraf intensitas suara (*dB*)

I = Intensitas suara (W/m^2)

I_0 = Intensitas suara acuan ($10^{-12}W/m^2$)

Taraf intensitas bunyi menunjukkan seberapa keras suatu bunyi menurut pendengaran manusia (Lapono & Pingak, 2018). Secara fisika, perbandingan nilai logaritma antara intensitas suara (I) dengan intensitas ambang pendengaran (I_0) disebut Taraf intensitas bunyi. DesiBell (*dB*) adalah satuan yang digunakan untuk mengukur intensitas bunyi.

6. Koefisien Serap Bunyi

Koefisien serap bunyi adalah angka tanpa satuan yang mencerminkan perbandingan antara energi bunyi yang diserap oleh suatu material dengan total energi bunyi yang diterimanya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan material dalam menyerap bunyi meliputi kerapatan, modulus elastisitas, kadar air, suhu, intensitas, dan frekuensi bunyi, serta kondisi permukaan material. Material yang memiliki kerapatan dan modulus elastisitas rendah, serta tingkat kadar air dan suhu yang tinggi, biasanya lebih efektif dalam menyerap bunyi (Permatasari & Masturi, 2014). Penghitungan koefisien penyerapan (α) menggunakan Persamaan 2.4:

$$I = I_0 e^{-\alpha t} \quad (2.4)$$

Keterangan :

α = Koefisien serap

I_0 = Intensitas awal (dB)

I = Intensitas yang diteruskan (dB)

t = Tebal komposit

Koefisien serap bahan (α) dapat dihitung dengan persamaan 2.5 (Shidiq, 2022):

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (2.5)$$

Keterangan :

I = Intensitas bunyi setelah sampel

I_0 = Intensitas bunyi sebelum sampel

α = Koefisien serap sampel

x = Ketebalan sampel

Nilai koefisien absorpsi suara (α) berkisar antara 0 hingga 1. Jika nilainya 0 menunjukkan bahwa material tidak menyerap bunyi apa pun, sedangkan jika nilainya 1 menunjukkan bahwa koefisien absorpsi sempurna (Bahri et al., 2016). Menurut ISO 11654, nilai α (koefisien absorpsi) minimum bahan untuk dapat dikategorikan sebagai peredam suara adalah 0.15. Tabel 2.1 berikut menjelaskan mengenai klasifikasi kelas koefisien absorpsi suara (Tigana, 2019).

Tabel 2. 1 Klasifikasi kelas koefisien absorpsi suara

No	Kelas Koefisien Absorpsi	Nilai α
1	A	0,90 – 1,00
2	B	0,8 – 0,89
3	C	0,60 – 0,79
4	D	0,30 – 0,59
5	E	0,16 – 0,29
6	F	0,00 – 0,15

7. Sensor Suara Mic Condenser

Sensor adalah suatu komponen perangkat yang dapat mengkonversi besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga suatu rangkaian listrik dapat membaca atau menyala besaran tersebut. Sensor adalah bagian atau peralatan yang dapat mendeteksi gejala atau sinyal dari perubahan energi (Yusro & Diamah, 2019).

Sensor suara dapat mengubah gelombang sinusoida menjadi gelombang sinus energi listrik (Aris Prastyo, 2022). Komponen yang termasuk dalam sensor suara yaitu *electric condenser microphone* atau mic kondenser (Aryanti et al., 2016).

Microphone adalah transduser yang mendeteksi sinyal suara dan menghasilkan tegangan atau arus elektrik berdasarkan sinyal suara (Maros & Juniar, 2016). *Microphone condenser* adalah jenis mikrofon yang tidak memiliki sumber muatan sendiri. Karena itu, untuk berfungsi dan merespon jika sinyal tekanan bunyi masuk ke area antara plat yang tidak berubah dan membran tipis logam, mereka membutuhkan pencatu daya dari luar. Kelebihan mic condenser ini adalah merespon bunyi dengan baik. Namun, berhati-hatilah saat menggunakannya karena kondensator data dapat meletus dan pecah jika terjadi benturan atau

kelebihan voltase atau tegangan (Jamaludin et al., 2014).

Mic Condenser membutuhkan tenaga dari luar atau sumber daya eksternal. Jika dibandingkan dengan jenis lain, sinyal yang dihasilkannya lebih kuat. Untuk mengambil perbedaan suara, kondenser dapat digunakan karena lebih sensitif dan responsif. (Jamaludin et al., 2014).

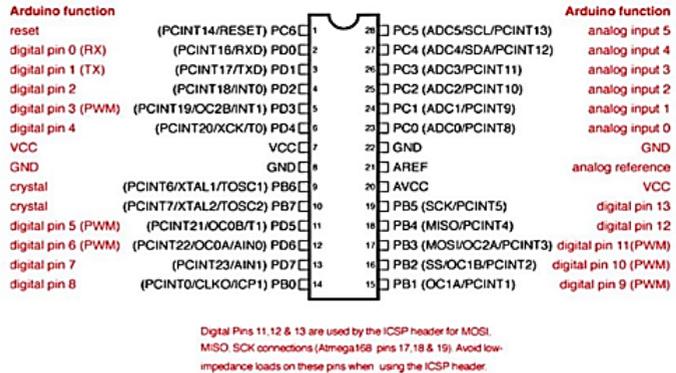


Gambar 2. 1 Sensor Mic Condenser (Prassettyo, 2017)

8. Mikrokontroler ATmega328P

Mikrokontroler adalah sebuah chip, yang terdiri dari inti prosesor, memori, dan perlengkapan input output. Mikrokontroler adalah suatu alat elektronik digital yang memiliki masukan, keluaran, dan kendali melalui program yang dapat ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Mikrokontroler bekerja dengan membaca dan menulis data (Dahlan & Roza, 2021).

ATmega328P adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berdaya rendah berdasarkan arsitektur RISC yang dikembangkan AVR (Firdaus et al., 2023). Dengan menjalankan instruksi yang efisien dalam siklus clock tunggal, ATmega328P mampu mencapai throughput hampir setara dengan 1 MIPS (*Millions of Instructions per Second*) per MHz (Wikarsa et al., 2019). Mikrokontroler ini memiliki 22 pin I/O digital, 6 pin dapat berfungsi sebagai keluaran PWM dan 6 pin dapat berfungsi sebagai pin I/O analog. Tegangan yang beroperasi untuk mikrokontroler ini adalah 2,7-5 volt. Mikrokontroler ATmega328P memiliki 32 Kbyte memori flash untuk menyimpan kode sedangkan 2 Kbyte digunakan untuk *bootloader* (Asad et al., 2015). Program mikrokontroler ATmega328P dapat dengan mudah dikembangkan menggunakan bahasa C, dan proses pengunduhan program dari PC ke mikrokontroler berlangsung dengan cepat (Dahlan & Roza, 2021).



Gambar 2. 2 Mikrokontroler ATMega328P (Firdaus et al., 2023)

9. Arduino IDE

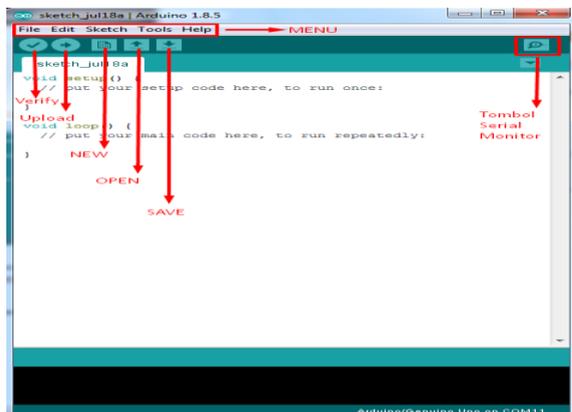
Arduino IDE adalah perangkat lunak (*software*) yang dimaksudkan untuk membantu pengembang memprogram board mikrokontroler Arduino. Perangkat lunak ini memiliki lingkungan pemrograman yang mudah digunakan, bahasa pemrograman yang familiar (C++), dan kumpulan perpustakaan, yang membantu pengembang membuat berbagai proyek elektronik dengan board Arduino (Erintafifah, 2021).

Arduino IDE adalah perangkat lunak *open-source* yang dikembangkan oleh tim Arduino. Perangkat lunak ini dapat diinstal di berbagai macam sistem operasi seperti Windows, Mac, dan Linux. Arduino IDE menyediakan antarmuka grafis yang

mudah digunakan untuk memprogram board Arduino dengan instruksi yang mudah dipahami.

Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler Arduino menggunakan bahasa pemrograman C atau C++. Perangkat lunak ini memiliki antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, bahkan bagi pengguna yang belum berpengalaman dalam pemrograman (Evan, 2023).

Arduino IDE merupakan salah satu *software* yang sangat penting bagi para pengembang dan hobi yang ingin membuat berbagai macam proyek elektronik dengan menggunakan board mikrokontroler Arduino. Dalam penggunaannya, Arduino IDE sangat mudah dipahami dan dioperasikan bahkan bagi pemula sekalipun.



Gambar 2. 3 Tampilan Menu Bar Arduino IDE
(Sumber: <https://www.arduinoindonesia.id/2018/07/software-arduino-ide.html>)

Pada aplikasi Arduino IDE terdapat beberapa bagian, diantaranya:

- a. *Toolbar*: Bagian ini terdapat beberapa tombol yang memungkinkan pengguna untuk melakukan beberapa fungsi seperti membuat, membuka, menyimpan, mengupload program ke board, dan melihat status board.
- b. *Editor Window*: Bagian ini merupakan tempat untuk menuliskan kode program Arduino. Kode program Arduino ditulis menggunakan bahasa pemrograman C++.
- c. *Serial Monitor*: Bagian ini digunakan untuk memantau atau melihat output yang dihasilkan oleh board Arduino. Serial monitor juga dapat digunakan untuk mengirim data ke board.
- d. *Library Manager*: Bagian ini memungkinkan pengguna untuk mengelola dan mengunduh perpustakaan (library) yang dibutuhkan untuk proyek Arduino.
- e. *Ard Manager*: Bagian ini memungkinkan pengguna untuk mengelola board mikrokontroler Arduino yang digunakan dalam proyek.
- f. *Sketchbook*: Bagian ini merupakan tempat penyimpanan program atau sketch Arduino yang telah dibuat oleh pengguna.

- g. Status Bar: Bagian ini menampilkan status dan informasi tentang board Arduino yang digunakan, seperti port serial yang digunakan dan kecepatan transfer data.

10. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis tampilan atau display yang menggunakan teknologi kristal cair untuk menampilkan informasi dalam bentuk teks dan gambar. LCD biasanya ditemukan di berbagai perangkat elektronik, seperti jam tangan digital, telepon genggam, kalkulator, dan alat ukur (Target, 2019).



Gambar 2. 4 Pin-Pin Modul LCD

(Sumber: <https://www.techtonions.com/jumbo-lcd-16x2-tutorial/>)

LCD terdiri dari dua panel polarizer yang dipisahkan oleh lapisan cairan kristal. Ketika listrik diberikan pada lapisan kristal, mereka akan berubah menjadi berbagai macam bentuk dan pola yang

kemudian menghasilkan teks atau gambar pada layar LCD. LCD memiliki beberapa keuntungan seperti konsumsi daya yang rendah, tampilan yang jelas dan tajam, serta ukuran dan berat yang ringan. LCD memiliki banyak jenis dan ukuran, mulai dari yang kecil seperti LCD karakter 16x2 yang biasa digunakan pada Arduino hingga yang lebih besar seperti LCD televisi. LCD juga memiliki beberapa jenis penghubung seperti SPI dan I2C, yang memudahkan penggunaan dan pengendalian pada berbagai macam perangkat mikrokontroler dan sistem terkomputerisasi. Penjelasan pin-pin pada LCD sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Fungsi Pin LCD

No.	Pin	Fungsi
1.	GND	Untuk catudaya berpin negatif
2.	VCC	Untuk catudaya berpin positif
3.	Constrate	Untuk mengatur resolusi kontras pada tulisan LCD
4.	RS (Register Select)	Untuk mengirim data (high) & mengirim instruksi (low)
5.	RW (Read Write)	Untuk mengirim data (high) & mengirim instruksi (low)
6.	E (Enable)	Untuk mengontrol apabila LCD tidak bisa diakses
7.	D0-D7	Untuk data bus 0-7
8.	Backlight +	Untuk dihubungkan ke VCC untuk menhidupkan lampu LCD
9.	Backlight -	Untuk dihubungkan ke GND untuk menhidupkan lampu LCD

B. Kajian Pustaka

1. Menurut Penelitian Shidiq (2022) menguji koefisien serap bunyi dengan arduino mega 2560 pada bahan seperti sterofoam, busa, dan triplek dengan ketebalan yang berbeda. Hasilnya menunjukkan nilai ketelitian sebesar 61,3%. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu menggunakan yang sama untuk diuji, perbedaannya terletak pada mikrokontroler yang digunakan dan tambahan sampel yang diuji.
2. Mitraryana & Alim, (2014) melakukan penelitian tentang pembuatan alat untuk mengukur koefisien serapan akustik (α) dengan menggunakan tabung PVC berbasis komputer. Penelitian ini menemukan nilai koefisien serapan (α) akustik pada frekuensi 400 Hz, 800 Hz, dan 1500 Hz yang masing-masing hasil sebesar 0,9 Hz, 0,77 Hz, dan 0,73 Hz untuk karet. Sedangkan untuk hasil sterofoam 0,89 Hz, 0,89 Hz, dan 0,96 Hz, dan untuk sterofoam plastik sebesar 0,9 Hz, 0,77 Hz, dan 0,75 Hz. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah jenis bahan yang diuji sama dan pengukuran koefisien serap pada berbagai frekuensi. Perbedaannya terletak pada teknologi yang

digunakan yaitu, menggunakan mikrokontroler ATmega328P untuk mendeteksi intensitas bunyi.

3. Febrita & Elvaswer, (2015) meneliti koefisien absorpsi bunyi bahan eceng gondok menggunakan metode tabung. Sampel dengan serat 35,0 g dan matriks 27,5 g memiliki koefisien absorpsi bunyi tertinggi sebesar 0,98 pada frekuensi 6400 Hz, sedangkan sampel dengan serat 30,0 g dan matriks 32,5 g memiliki koefisien terendah sebesar 0,16 pada frekuensi 1600 Hz. Pada frekuensi 6400 Hz, impedansi akustik tertinggi adalah $0,9869 \text{ kg/m}^2\text{s}$ dan terendah adalah $0,8825 \text{ kg/m}^2\text{s}$. Pada frekuensi 400 Hz, densitas terendah adalah $0,67 \text{ g/cm}^3$ dengan koefisien absorpsi bunyi sebesar 0,98, dan densitas tertinggi adalah $0,91 \text{ g/cm}^3$ dengan koefisien absorpsi bunyi sebesar 0,37. Penelitian ini dan penelitian yang akan dilakukan sama-sama menghitung koefisien serap bunyi bahan tertentu, tetapi berbeda dalam teknologi yang digunakan dan jenis bahan yang diuji. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan mikrokontroler ATmega328P untuk mendeteksi intensitas bunyi.
4. Penelitian Permatasari dan Masturi (2014), tentang penentuan koefisien serap bunyi papan partikel dari limbah tongkol jagung yang diuji menggunakan alat

sound level meter (SLM) menghasilkan Koefisien serap bunyi rata-rata 0,215 pada rentang frekuensi 200–1200 Hz, dengan nilai tertinggi 0,273 pada 200 Hz. Koefisien serap bunyi pada komposisi 55% lebih tinggi daripada komposisi 35%, yaitu masing-masing sebesar 0,220 dan 0,108. Komposisi mempengaruhi kerapatan papan partikel, di mana komposisi 55% memiliki kerapatan lebih rendah dibandingkan dengan komposisi 35%. Semakin rendah kerapatannya, semakin besar nilai koefisien serap bunyi yang dihasilkan.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah menyelidiki komposisi dan kerapatan bahan mempengaruhi nilai koefisien serap bunyi. Perbedaannya terletak pada jenis bahan yang diuji dan rentang frekuensi yang digunakan.

5. Fatkhurrohman, (2013) meneliti tingkat pengujian koefisien serap bunyi dari berbagai bahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien serap rata-rata gypsum paling besar pada variasi ketiga frekuensi, yaitu sebesar $0,19 \text{ cm}^{-1}$, sedangkan triplek sebesar $0,18 \text{ cm}^{-1}$ dan styrofoam sebesar $0,07 \text{ cm}^{-1}$. Oleh karena itu, tingkat redam bunyi terbaik dari ketiga bahan tersebut adalah gypsum. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan

adalah penggunaan bahan yang sama. Perbedaannya terletak pada mikrokontroler yang digunakan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau *research and development* (R&D). Penelitian pengembangan digunakan untuk membuat produk tertentu dan menguji seberapa efektif produk tersebut (Okpatrioka, 2023). Penelitian ini membuat desain perancangan sistem yang mendeteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi berbasis Mikrokontroler ATmega 328P.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Elektronika Dasar (ELDAS) Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Tabel 3. 1 Perencanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan					
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1.	Tahap revisi proposal	■	■				
2.	Tahap pembuatan alat		■	■	■		
3.	Tahap uji coba			■	■		
4.	Tahap revisi alat				■	■	
5.	Tahap penelitian						■
6.	Tahap penyusunan laporan						■

C. Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini membutuhkan alat dan bahan yang ditunjukkan oleh Tabel 3.2 dan 3.3, sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Nama dan Fungsi Alat yang digunakan

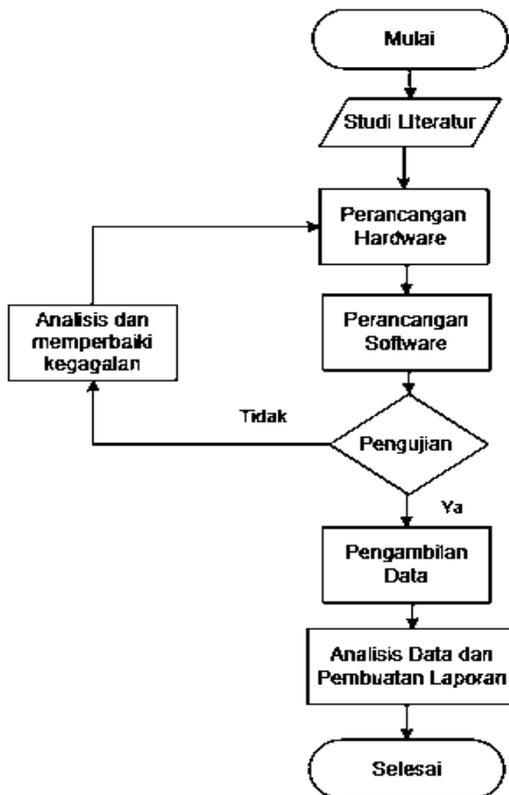
No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Laptop	digunakan untuk pengolahan data
2.	Kabel USB	digunakan sebagai penghubung antara arduino uno dengan laptop
3.	Mikrocontroler ATmega 328P	digunakan untuk penyimpanan coding program
4.	LCD	digunakan sebagai indikasi
5.	Sensor Mic Condenser	digunakan untuk menghitung intensitas bunyi
6.	Osiloskop	digunakan untuk mengukur tegangan dan frekuensi
7.	<i>Audio Function Generator</i>	digunakan sebagai sumber tegangan
8.	Gergaji/Cutter/Gunting	digunakan untuk memotong bahan penelitian
9.	Solder	digunakan untuk menyambungkan komponen

Tabel 3. 3 Nama dan Fungsi Bahan yang digunakan

No.	Nama Bahan	Fungsi
1.	Triplek tumpuk	digunakan untuk bahan objek penelitian
2.	Busa gabus	digunakan untuk bahan objek penelitian
3.	Sterofom	digunakan untuk bahan objek penelitian
4.	Spons hitam	digunakan untuk bahan objek penelitian

D. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian dan pelaksanaan dapat dilihat pada gambar 3.1, menggambarkan proses implementasi yang digunakan. Berikut langkah perancangan alat deteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi berbasis Mikrokontroler ATmega 328P, antara lain:



Gambar 3. 1 Proses Implementasi

1. Studi Literatur

Tahap pertama sebelum melakukan penelitian adalah mencari literatur terlebih dahulu. Studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis teori-teori yang relevan untuk digunakan sebagai dasar penelitian. Literatur dapat dicari dari jurnal-jurnal, buku, serta web yang berkaitan dengan penelitian.

2. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Tahap kedua dari penelitian ini adalah perancangan perangkat keras (*hardware*), yang meliputi persiapan awal dari bahan dan alat yang digunakan. Tujuan pada tahap ini adalah untuk membuat rancangan alat yang akan dibuat, mempersiapkan pengoperasian masing-masing komponen, dan mempersiapkan bentuk akhir dari rancangan bangun yang akan digunakan.

3. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Tahapan yang dilakukan setelah merancang perangkat keras (*hardware*) adalah perancangan perangkat lunak (*software*). Hal ini dilakukan dengan menyusun cara kerja keseluruhan alat yang dituangkan dalam bentuk *source code* di program Arduino IDE.

4. Pengujian dan pengambilan data

Fase keempat melibatkan pengujian komponen elektronik, seperti sensor suara dan LCD. Melakukan pengujian sangat penting karena berdampak pada keberhasilan pengukuran dan akurasi hasil yang diperoleh dari alat yang dirancang.

5. Analisis data dan Pembuatan Laporan

Pada tahap kelima, menganalisis data penelitian. Pada tahap analisis data dan pembuatan laporan yaitu melakukan analisis terhadap data yang diperoleh selama pengujian. Data hasil dari pengujian dan pengumpulan kemudian di analisis dan dibahas di dalam laporan.

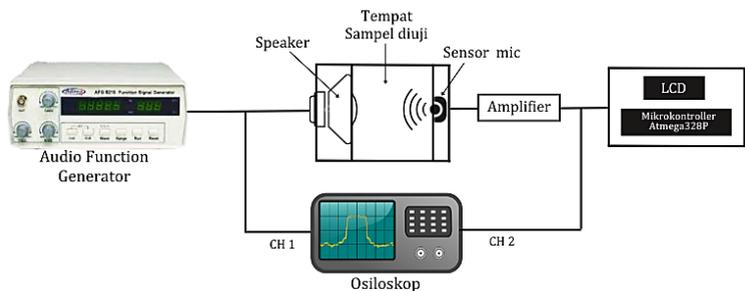
6. Selesai

Langkah terakhir adalah membuat kesimpulan atau menyimpulkan hasil pengujian dan analisis data. Data tersebut berasal dari hasil pengambilan data yang telah diperoleh.

E. Desain Sistem Alat

Desain sistem alat pada penelitian "Rancang Bangun Alat Deteksi Kerapatan Benda dengan Intensitas Bunyi Berbasis Mikrokontroler ATmega328P" meliputi beberapa komponen utama. Pertama, terdapat sebuah

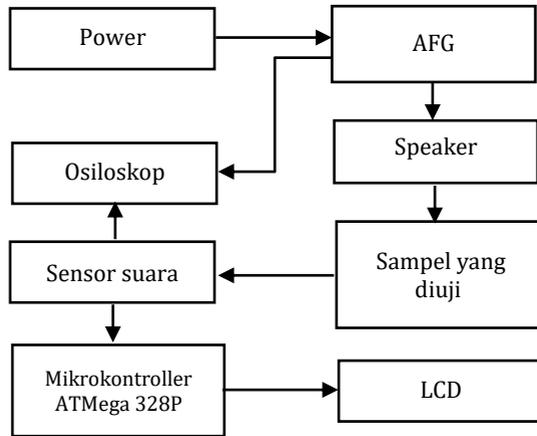
box wadah komponen dengan ukuran 18 cm x 11 cm x 6 cm, yang berfungsi sebagai tempat untuk mikrokontroler ATmega328P dan LCD 20x4. Selanjutnya, terdapat box sensor dengan dimensi 7 cm x 4,5 cm x 2,3 cm, yang dilapisi kembali dengan triplek berukuran 15 cm x 15 cm x 8 cm. Terakhir, sistem ini juga mencakup sebuah tempat sampel uji yang terbuat dari triplek dengan ukuran yang sama, yaitu 15 cm x 15 cm x 8 cm. Desain sistem alat deteksi kerapatan benda dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Desain alat uji

F. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

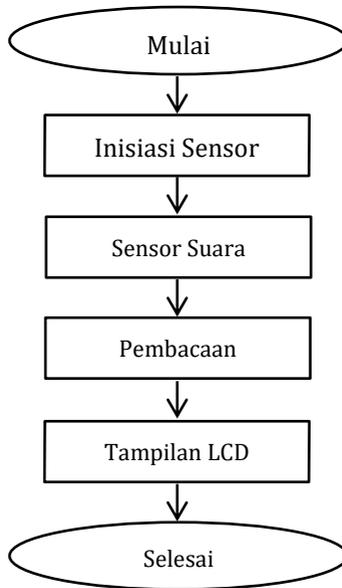
Perancangan perangkat keras (*hardware*) pada rancang bangun alat deteksi kerapatan benda dilakukan dengan merakit komponen elektronika. Komponen-komponen tersebut dirakit sesuai dengan pin yang ada pada mikrokontroler ATmega328P.



Gambar 3. 3 Perancangan Perangkat Keras Alat Deteksi Kerapatan Benda

G. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Penelitian ini menggunakan *software* Arduino IDE. Perancangan *software* dengan mengolah data menggunakan coding sesuai sensor mic condenser kemudian memasukan data dan perhitungan rumus. Perancangan *software* dalam penulisan program bertujuan untuk mengontrol instrumentasi praktikum dengan data yang direkam dari sensor kemudian diolah pada program tersebut. Kemudian data di upload pada arduino dan ditampilkan hasilnya pada LCD tersebut.



Gambar 3. 4 Flowchart perancangan Perangkat Lunak (software)

H. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dari alat deteksi kerapatan benda yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian Mikrokontroler ATmega328P

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan mikrokontroler ATmega328P melakukan pemrograman dengan baik dan benar. Caranya adalah dengan melakukan uji coba pemrograman yang ada di *library* Arduino IDE.

2. Pengujian Sensor

Pengujian Sensor Suara ini dengan cara dikalibrasikan dengan alat *sound level meter*. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui sensor tersebut dapat bekerja dengan baik dan benar.

3. Pengujian Modul LCD

Tujuan dari pengujian modul LCD ini adalah untuk mengetahui modul LCD bekerja dengan baik atau tidak. Caranya dengan modul disambungkan ke Mikrokontroler ATmega328P dan pemrograman digunakan untuk menampilkan teks pada modul LCD.

4. Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini menunjukkan cara alat ukur intensitas bunyi berfungsi secara keseluruhan. Semua parameter yang telah diprogram akan diuji dengan spesifikasi benda berongga (spons hitam, busa gabus, dan sterofoam) dan benda padat (triplek tumpuk) dan proses pengukuran Intensitas Bunyi akan diamati. Setelah semua parameter diuji dengan variasi tegangan dari 4 Vp-p sampai 10 Vp-p setiap sampelnya.

Setelah semua parameter diuji, nilai akurasi ditentukan berdasarkan perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang dengan cara (Tim LFD ITB, 2023):

a. Ketidakpastian Pengukuran Berulang

Ketidakpastian Pengukuran berulang merupakan pengukuran yang pengambilan datanya dilakukan beberapa kali. Nilai ketidakpastian pengukuran berulang dapat ditentukan melalui rumus berikut:

$$\Delta x = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (3.1)$$

Keterangan:

- Δx = Ketidakpastian hasil pengukuran
- n = Jumlah pengukuran
- x_i = Mewakili setiap pengambilan data
- $\sum x_i$ = Jumlah hasil pengukuran
- $\sum x_i^2$ = Jumlah kuadrat hasil pengukuran
- i = Urutan data

Hasil pengukuran dari standar deviasi/simpangan baku kemudian dihitung menggunakan

$$x = \bar{x} \pm \Delta x \quad (3.2)$$

Keterangan:

x = Hasil pengukuran

\bar{x} = Nilai rata-rata pembacaan alat

Δx = ketidakpastian hasil pengukuran

b. Ketidakpastian Relatif ($K_{relatif}$)

Ketidakpastian relatif adalah ukuran ketidakpastian yang diperoleh dari perbandingan antara ketidakpastian hasil pengukurannya, yaitu:

$$K_{relatif} = \frac{\Delta x}{x} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan:

x = Hasil pengukuran

Δx = ketidakpastian hasil pengukuran

c. Ketelitian

Ketelitian yaitu kemampuan alat ukur untuk memberikan hasil ukur yang mendekati nilai yang sebenarnya.

$$Ketelitian = 100\% - K_{relatif}\% \quad (3.4)$$

Keterangan:

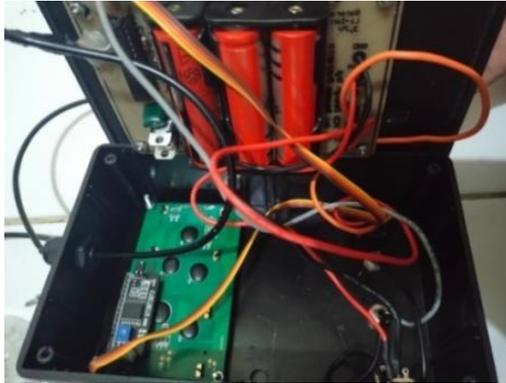
$K_{relatif}$ = Ketidakpastian Relatif

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kerapatan benda dengan intensitas bunyi meliputi pengujian perangkat keras (*hardware*), pengujian perangkat lunak (*software*), serta pengujian keseluruhan sistem. Sampel yang digunakan pada penelitian ini ialah triplek tumpuk, sterofom, busa gabus, dan spons hitam yang divariasikan berdasarkan tegangan dari 4 Vp-p sampai 10 Vp-p. Kemudian, hasil pengujian sensor suara dengan sampel dianalisis untuk mengetahui keakuratan dan keefektifan sensor ketika digunakan dalam pengujian, sehingga alat dapat digunakan sesuai dengan yang sudah dirancang.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu berupa *prototype* dari beberapa komponen seperti Mikrokontroler ATmega328P, Sensor Suara Mic Condenser, dan LCD 20x4 yang telah dirangkai dan diprogram menjadi sebuah alat yang sudah di *packing* kedalam box berwarna hitam. Sensor suara MIC Condenser kemudian dimasukkan kedalam rakitan triplek kayu berukuran 15 cm x 15 cm x 8 cm yang sudah diberi lubang dengan ukuran yang sama seperti box hitam sensor suara tersebut.



Gambar 4. 1 Implementasi Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Gambar 4.1 merupakan bentuk *prototype* yang dapat digunakan untuk mendeteksi kerapatan benda dan hasil rancangan sensor suara dapat dilihat pada Gambar 4.2. Hasil perancangan keseluruhan alat yang telah dirancang saat ini sesuai dengan desain sistem yang telah dirancang pada Gambar 3.2. Hasil perancangan berupa *prototype* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



(a) (b) (c)
Gambar 4. 2 Sensor Suara (a) Tampak Depan, (b) Tampak Samping, (c) Tampak Belakang



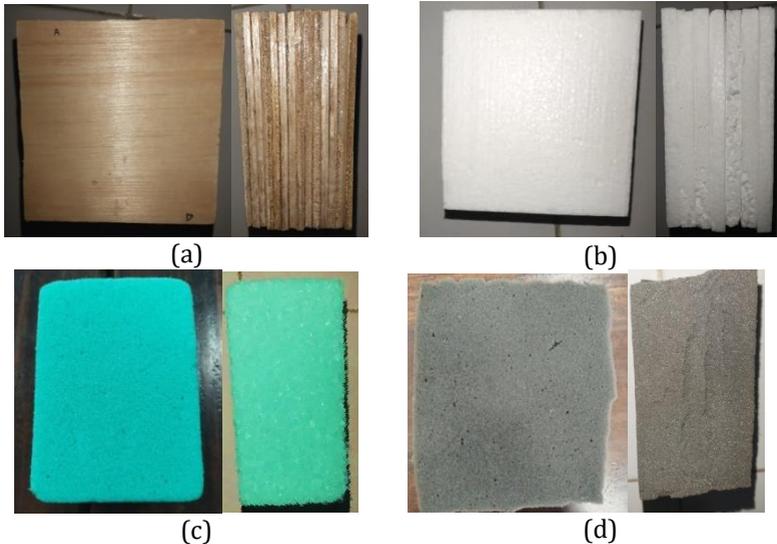
Gambar 4. 3 Implementasi *prototype* penelitian

Gambar 4.1 adalah sebuah rangkaian yang dirakit menjadi sebuah alat deteksi. *Prototype* alat pendeteksi kerapatan benda ini dibuat dengan box berukuran 18 cm x 11 cm x 6 cm dan tempat sampel diuji berukuran 15 cm x 15 cm x 8 cm. Cara kerja alat ini dimulai dari menyalakan saklar OFF menjadi ON pada box hitam, kemudian tampilan layar pada LCD di box hitam akan otomatis menyala, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Tampilan Pada Layar LCD

Sampel yang diuji terdiri dari beberapa jenis kerapatan benda yang diujikan diantaranya triplek tumpuk, sterofom, busa gabus, dan spons hitam. Adapun sampel yang digunakan untuk uji kerapatan benda adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.

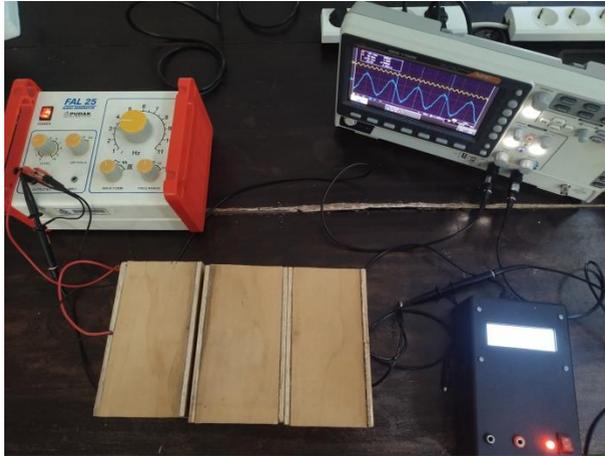


Gambar 4. 5 Sampel untuk diuji kerapatan benda (a) Triplek tumpuk, (b) Sterofom, (c) Busa gabus, (d) Spons hitam

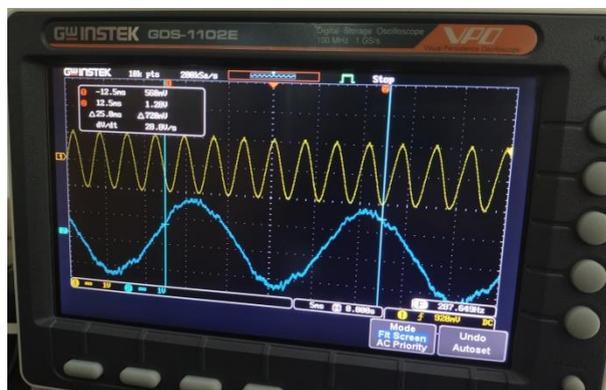
A. Hasil Pengujian Sensor Suara Mic Condenser untuk Intensitas Bunyi

Pengujian sensor suara Mic Condenser bertujuan untuk mengetahui nilai intensitas bunyi pada kerapatan benda. Pegambilan data pengujian sensor ini yaitu dengan cara memposisikan sensor sejajar dengan beberapa sampel yang ditempatkan ke dalam sebuah box

uji (berupa kayu), diberi sumber tegangan dari AFG (Audio Frekuensi Generator) yang divariasikan berdasarkan tegangan dari 4 Vp-p sampai 10 Vp-p. Rangkaian pengujian dan pengambilan data sensor suara, dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Rangkaian Pengujian Sensor dan Pengambilan Data



Gambar 4. 7 Hasil pengujian sebelum dan sesudah penguatan tegangan

Setelah dilakukan pengambilan data, didapatkan hasil pengujian oleh sensor suara Mic Condenser berupa nilai intensitas bunyi sebelum dan sesudah diberi sampel, dan nilai tegangan dengan kondisi sebelum dan sesudah diperkuat yang ditampilkan pada osiloskop seperti pada Gambar 4.7, Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Tegangan Sebelum dan Sesudah Diperkuat

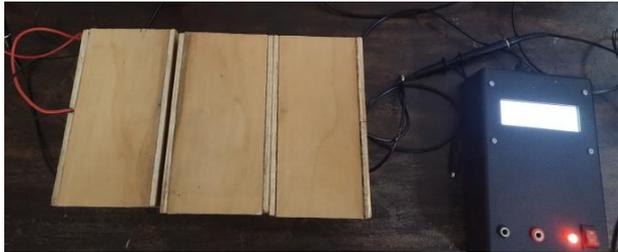
No.	V_{afg}	V_{amp} (Volt)				
		V_o	V_a	V_b	V_c	V_d
1.	560 mV	1,66	1,28	1,34	1,48	1,52
2.	1,00 V	1,8	1,46	1,5	1,56	1,64
3.	1,56 V	2,1	1,66	1,72	1,8	1,85
4.	2,20 V	2,66	2,24	2,28	2,36	2,56

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel

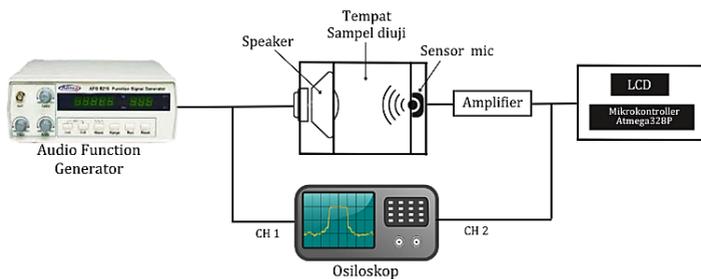
No.	V_{afg}	Intensitas (dB)				
		I_o	I_a	I_b	I_c	I_d
1.	5,60 mV	52,4	42,2	43	49	49,4
2.	1,00 V	53	42,6	43,8	50,4	50,8
3.	1,56 V	53,6	43	44,2	51,2	51,4
4.	2,20 V	54	43,4	44,8	52	52,6

Kemudian, hasil uji sampel koefisien serap dari salah satu sampel yang dimasukkan ke dalam box kayu

yang berada di tengah, dengan hasil pengujian ditampilkan pada layar LCD 20x4 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



Gambar 4. 8 Uji Sampel Koefisien Serap



Gambar 4. 9 Rangkaian Pengujian

B. Hasil Perhitungan Koefisien Serap

Hasil perhitungan uji koefisien serap yang menggunakan persamaan 2.5 yaitu $I = I_0 e^{-ax}$ yang disederhanakan menggunakan logaritma natural (ln) menjadi bentuk linear $\ln I = \ln I_0 + \ln e^{-ax}$ dan disederhanakan oleh logaritma eksponensial menjadi $\ln I = \ln I_0 - ax$, sehingga didapatkan nilai $a = \frac{\ln I_0 - \ln I}{x}$. Dengan I_0 = intensitas suara sebelum diberi sampel, I =

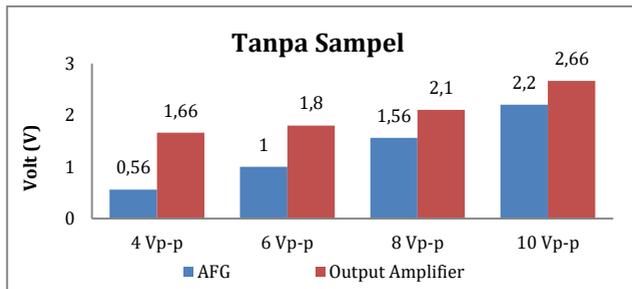
intensitas bunyi setelah diberi sampel, x = ketebalan sampel, dan a = koefisien serap. Adapun hasil perhitungan nilai a (koefisien serap) pada setiap sampel bisa dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data Hasil Perhitungan Nilai a Pada Semua Sampel

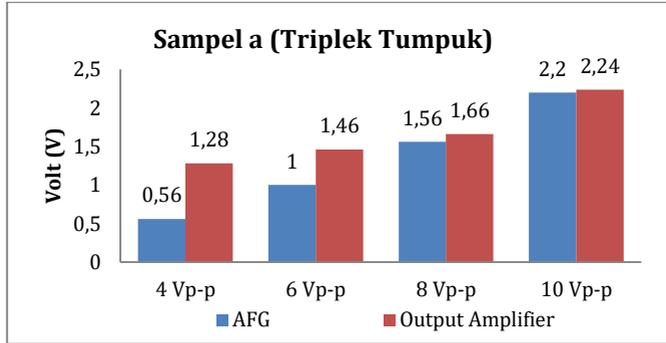
No	Bahan	Koefisien Serap (a)
1.	Triplek tumpuk	0,0085
2.	Sterof foam	0,0356
3.	Busa gabus	0,1262
4.	Spons hitam	0,1406

C. Pembahasan Keseluruhan *Prototype*

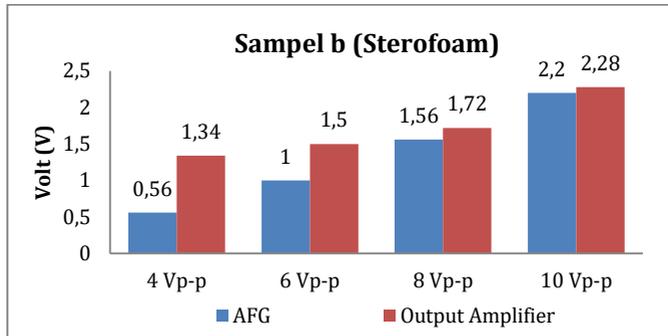
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengujian dilakukan sekali untuk setiap sampel dengan rentang tegangan dari 4 Vp-p sampai 10 Vp-p. Hasil pengujian tegangan sebelum dan sesudah diperkuat ditunjukkan pada Tabel 4.1, Dari data tersebut, dapat dibuat grafik yang menggambarkan nilai tegangan sebelum dan sesudah diperkuat.



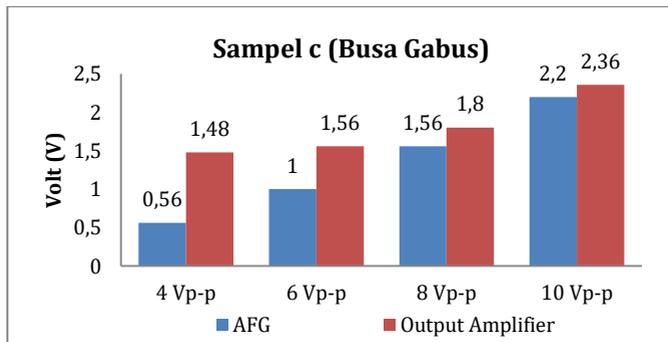
Gambar 4. 10 Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier



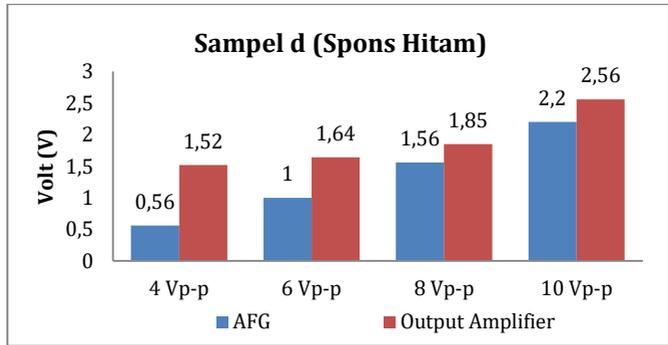
Gambar 4. 11 Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier



Gambar 4. 12 Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier



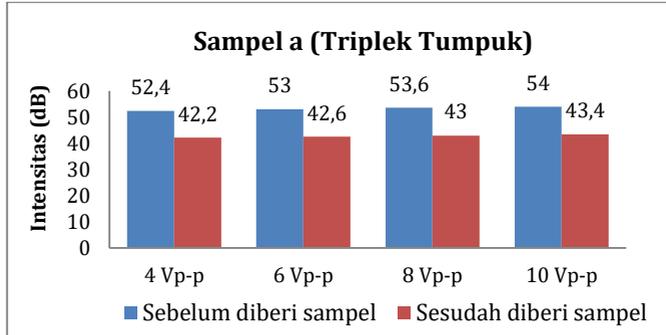
Gambar 4. 13 Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier



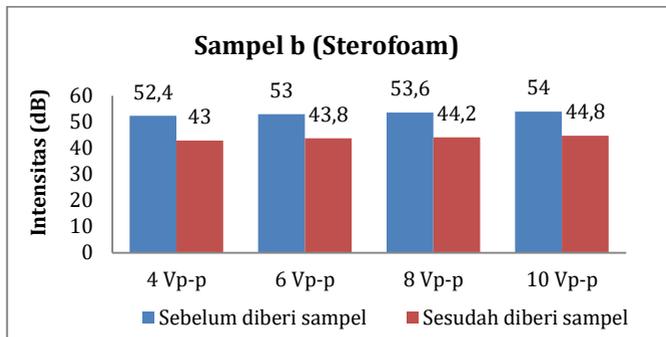
Gambar 4. 14 Grafik Data Tegangan AFG dan Output Amplifier

Berdasarkan hasil grafik pada Gambar 4.10 Sampai Gambar 4.14, dilakukan analisis terhadap nilai tegangan AFG dan output amplifier pada berbagai sampel yang digunakan. Dari hasil grafik tersebut menunjukkan adanya peningkatan, karena melewati sensor mic condenser yang menggunakan salah satu IC OP-AMP yaitu IC CA3130. Dimana OP-AMP berfungsi sebagai penguat sinyal tegangan atau sering disebut penguat operasional (Ldte, 2022). Maka hasil nilai tegangan sesudah diperkuat mengalami peningkatan dari sebelumnya.

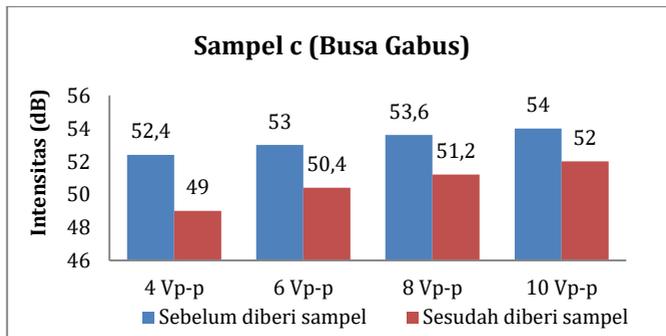
Selain itu, Hasil pengujian intensitas bunyi sebelum dan sesudah diberi sampel ditunjukkan pada Tabel 4.2, Dari data tersebut, dapat dibuat grafik yang menggambarkan nilai intensitas bunyi sebelum dan sesudah diberi sampel.



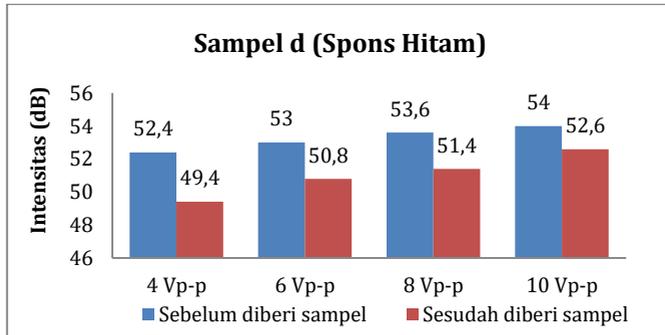
Gambar 4. 15 Grafik Data Nilai Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel a (Triplek Tumpuk)



Gambar 4. 16 Grafik Data Nilai Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel b (Sterofoam)



Gambar 4. 17 Grafik Data Nilai Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel c (Busa Gabus)



Gambar 4. 18 Grafik Data Nilai Intensitas Bunyi Sebelum dan Sesudah Diberi Sampel d (Spons Hitam)

Gambar 4.15 sampai Gambar 4.18 menunjukkan grafik nilai intensitas bunyi yang mengalami penurunan ketika diberi melewati sebuah medium (sampel). Hal ini terjadi karena energi gelombang bunyi yang mengenai permukaan medium ada yang dipantulkan oleh permukaan, ditransmisikan melalui permukaan, dan diserap oleh permukaan. Perbandingan antara energi gelombang bunyi yang diserap dan total energi yang datang disebut koefisien serap. Nilai koefisien serap dari semua sampel ditunjukkan pada Tabel 4.3, pada tabel tersebut nilai koefisien serap terbesar ada pada sampel spons hitam. Sedangkan nilai koefisien serap terkecil ada pada sampel triplek tumpuk.

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan untuk uji koefisien serap pada beberapa sampel seperti triplek tumpuk, sterofoam, busa gabus, dan spons hitam

dengan variasi berdasarkan tegangan dari 4 Vp-p sampai 10 Vp-p pada sumber suara. Nilai α (koefisien serap) setiap sampel berbeda-beda karena bergantung pada kualitas materialnya. Kualitas material penyerap bunyi ditunjukkan oleh koefisien absorpsi bunyi (α). Semakin tinggi koefisien absorpsi bunyi suatu material, maka semakin besar bunyi yang diserap. Sebaliknya, semakin rendah koefisien absorpsi bunyi suatu material, semakin kecil bunyi yang diserap (Risma & Elvaswer, 2020). Hasil koefisien serap tersebut sejalan dengan penelitian Hayat et al., (2013) bahwa semakin tinggi kerapatan benda maka semakin kecil nilai koefisien absorpsinya.

Dari sampel yang digunakan bahan yang paling besar menyerap bunyi yaitu sampel bahan spons hitam dan bahan yang paling kecil menyerap bunyi yaitu sampel bahan triplek tumpuk. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai koefisien serap bunyi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya: struktur material (Permatasari & Masturi, 2014), kerapatan dan ketebalan material (Said L et al., 2020). Pengaruh ketebalan bahan terhadap koefisien serap bunyi terbukti oleh Suhemi Thamrin, seperti yang dinyatakan dalam (Putra, 2020), bahwa ketebalan sampel memengaruhi nilai koefisien serap bunyi (α) dan semakin menurun

dengan bertambahnya ketebalan papan partikel (sampel penyerap).

Salah satu pengaruh faktor koefisien serap, dapat dihitung nilai kerapatan bendanya pada masing-masing bahan dengan menggunakan Persamaan 2.1. Nilai kerapatan benda untuk semua bahan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Nilai Kerapatan Semua Jenis Bahan

No	Jenis Bahan	Nilai Kerapatan Benda
1.	Spons Hitam	0,025 g/cm ³
2.	Busa Gabus	0,033 g/cm ³
3.	Sterofoam	0,020 g/cm ³
4.	Triplek Tumpuk	0,366 g/cm ³

Spons hitam memiliki kerapatan yang lebih rendah dengan nilai kerapatan (densitas) sebesar 0,025 g/cm³ yang berarti spons hitam tersebut memiliki nilai koefisien serap bunyi yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan spons hitam memiliki struktur yang lebih berpori dan berserat sehingga mampu menyerap bunyi lebih baik. Sedangkan nilai koefisien serap terkecil ada pada sampel triplek tumpuk yang ditunjukkan oleh nilai kerapatan yang paling besar yaitu 0,366 g/cm³. Kerapatan yang lebih besar pada triplek tumpuk mengakibatkan kurang efektif dalam menyerap bunyi karena memiliki struktur yang cenderung lebih padat.

Hubungan antara nilai koefisien serap dengan kerapatan benda dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4. 19 Hubungan Nilai Koefisien Serap dengan Kerapatan Benda

Gambar 4.19 sesuai dengan teori bahwa semakin besar nilai kerapatan suatu benda maka semakin kecil nilai absorpsi bunyinya (Hayat et al., 2013).

Analisis data penelitian ini dilakukan dengan menghitung nilai akurasi dan kesalahan relatif. Hasil pengujian kerapatan benda dengan intensitas bunyi diperoleh nilai akurasi sebesar 90,09% dengan kesalahan relatif 9,91%. Hasil pengujian keseluruhan *prototype* menunjukkan bahwa data yang diperoleh alat sudah cukup sesuai dengan hasil yang diharapkan. Data yang ditampilkan berupa nilai intensitas bunyi yang sesuai dengan yang diharapkan. Namun, alat uji deteksi

koefisien serap ini dapat disempurnakan dan ditingkatkan dengan mengembangkan sistem menjadi berbasis IoT yang disambungkan ke platform digital. Selain itu, sebaiknya media sampel yang digunakan berbahan kedap suara.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Penelitian tentang rancang bangun alat deteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi berbasis mikrokontroler ATmega328P telah berhasil dirancang. Sensor suara digunakan untuk mendeteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi dan data ditampilkan menggunakan LCD 20x4, yang dikendalikan oleh komponen utama yaitu mikrokontroler ATmega328P. Selain itu, bahan sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu triplek tumpuk, spons hitam, busa gabus, dan sterofoam.
2. Nilai hasil uji dari alat deteksi ini terbukti dapat mendeteksi kerapatan benda dengan intensitas bunyi yang menghasilkan nilai koefisien serap bunyi. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori bahwa semakin besar nilai kerapatan suatu benda maka semakin kecil nilai absorpsi bunyinya, akan tetapi pada kerapatan sampel sterofoam $0,020 \text{ g/cm}^3$ nilai koefisien serap kecil karena permukaan

medium lebih rapat dibandingkan dengan spons hitam. Nilai akurasi penelitian ini sebesar 90,09% dengan kesalahan relatif 9,91%.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian pada pengembangan pada alat ini selanjutnya, sebagai berikut:

1. Sistem ini dapat dikembangkan menjadi berbasis IoT, yang disambungkan kedalam platform digital.
2. Sebaiknya media sampel yang digunakan berbahan kedap suara, seperti kaca laminasi, panel akustik, karpet tebal, dan fiber gas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aby Saroyo, G. (2011). *Gelombang dan Optika* (I. D.J (ed.)). Salemba Teknika.
- Anastasi Sesoragi Lapono, L., & Kristian Pingak, R. (2018). Rancang Bangun Sound Level Meter Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmu Dasar*, 19(Juli), 111–116.
- Andin, R. M. (2023). Manajemen Produksi & IoT: Tingkatkan Efisiensi dan Kualitas. *Leapfactor*.
- Ardi, A. W., Iswadi, & L, M. S. (2016). Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air dan Densitas Material Batu Bata dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca. *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 3(1), 69–80.
- Aris Prastyo, E. (2022). Pengertian dan Penjelasan tentang Sensor Suara. *Arduino Indonesia*.
https://www.arduinoindonesia.id/2022/09/pengertian-dan-penjelasan-tentang_20.html
- Aryanti, Mekongga, I., & Ramadhan, H. (2016). Implementasi Sensor Suara Sebagai Pengendali Gerakan Robot Penari Humanoid dengan ATMEGA 8535. *Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi Komputer*, 8(1), 1–7.
- Asad, M. R., Nurhayati, O. D., & Widiyanto, E. D. (2015). Sistem Pengaman Pintu Rumah Otomasi via SMS Berbasis Mikroontroller ATmega328P. *Jurnal Teknologi dan*

Sistem Komputer, 3(1), 1–7.

Astuti, I. A. D. (2016). Pengembangan Alat Eksperimen Cepat Rambat Bunyi dalam Medium Udara Dengan Menggunakan Metode Time of Flight (Tof) Dan Berbantuan Software Audacity. *Unnes Physics Education Journal*, 5(3), 18–24.

Bahri, S., T.N. Manik, & Suryajaya. (2016). Pengukuran sifat akustik material dengan metode tabung impedansi berbasis platform arduino. *Jurnal Fisika Flux*, 13(2), 148–154.

Dahlan, F. P., & Roza, I. (2021). Rancangan Sistem Rumah Pintar Type 45 Menggunakan Mikrokontroler Atmega328P Berbasis Aplikasi Android. *JiTEKH*, 9(1), 20–28.

Eirin, G. (2022). *Sebutkan Sifat-Sifat Bunyi Beserta Contohnya, Materi Kelas 4 SD Tema 1*. Bobo.Grid.Com. <https://bobo.grid.id/read/083441146/sebutkan-sifat-sifat-bunyi-beserta-contohnya-materi-kelas-4-sd-tema-1?page=all>

Erintafifah. (2021, October). Mengenal Perangkat Lunak Arduino IDE. *KmTek*. <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide>

Evan, F. (2023). Programing IoT dengan Arduino IDE. *Binus University School of Intermination System*.

<https://sis.binus.ac.id/2023/05/04/programming-iot-dengan-arduio-ide/>

- Fatah. (n.d.). *Sifat-sifat Bunyi, Pengertian, serta Manfaatnya*.
- Fatkhurrohman, M. A. (2013). Tingkat Redam Bunyi Suatu Bahan (Triplek, Gypsum Dan Styrofoam). *Jurnal Fisika Unnes*, 3(2), 79725.
- Febrita, V., & Elvaswer. (2015). Penentuan Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Serat Alam Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan Menggunakan Metode Tabung. *Jurnal Ilmu Fisika | Universitas Andalas*, 7(2), 45–49. <https://doi.org/10.25077/jif.7.2.45-49.2015>
- Firdaus, J. A., Budi, A. S., & Setiawan, E. (2023). *Analisis Performa Algoritma Machine Learning Pada Perangkat Embedded ATmega328P Machine Learning Algorithm Performance Analysis On ATmega328P*. 10(2), 245–254. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2023106196>
- Hamzah, H., Agriawan, M. N., & Kadir, M. R. (2022). Analisis Tingkat Kebisingan Menggunakan Sound Level Meter Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Fisika Papua*, 1(2), 46–51. <https://doi.org/10.31957/jfp.v1i2.9>
- Hayat, W., Syakbaniah, & Darvina, Y. (2013). Pengaruh Kerapatan Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi Papan Partikel Serat Daun Nenas (*Ananas comosus L Merr*). *Pillar of Physics*, 1(April), 44–51.

- Jamaludin, Suriyanto, Adiansyah, D., Sholachuddin A, M., & Sucahyo, I. (2014). Perancangan dan Implementasi Sound Level Meter (SLM) dalam Skala Laboratorium Sebagai Alat Ukur Intensitas Bunyi. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 4(1), 42–46.
<https://doi.org/10.26740/jpfa.v4n1.p42-46>
- Jannah, P. (2020). *Kerapatan (densitas). d.*
- Jeffry Romei Pardosi, Wuwung, J. O., Allo, E. K., & Mamahit, D. J. (2014). Rancang Bangun Alat Pengontrol Motor Listrik Menggunakan Suara Manusia Berbasis Mikrokontroler. *Teknik Elektro Dan Komputer*, 40–46.
- Kalengkongan, T. S., Mamahit, D. J., & Sompie, S. R. U. . (2018). Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 7(2), 183–188.
- Kamal. (2021). *Mengenal Sifat Bunyi: Pengertian, Jenis, dan Manfaatnya.* Gramedia Blog.
<https://www.gramedia.com/literasi/macam-macam-besaran-pokok-dalam-fisika/>
- Kencanawati, C. I. P. K. (2017). Bahan Ajar Mata Kuliah Akustik, Noise, dan Material Penyerap Suara. In *Universitas Udayana.*
- Khairina. (2024). *2 Faktor yang Mempengaruhi Cepat Rambat Bunyi.* Kompas.Com.
<https://www.kompas.com/skola/read/2024/01/30/12>

3636169/2-faktor-yang-mempengaruhi-cepat-rambat-bunyi

Ldte. (2022). *Rangkaian Penguji IC Op-Amp 741*. Ldte.Stei.Itb.
<https://ldte.stei.itb.ac.id/2022/04/05/rangkaian-tes-ic-op-amp-741/>

Malau, N. D., Manao, G. R. S., & Kewa, A. (2021). Analisa Tingkat Kebisingan Lalu lintas di Jalan Raya. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 2(2), 89–98.

Maros, H., & Juniar, S. (2016). *Condensor Mic*. 1–23.

Mitrayana, & Alim, F. W. (2014). Rancang Bangun Alat Ukur Koefisien Serapan Akustik (Halaman 26 s.d. 30). *Jurnal Fisika Indonesia*, 17(51), 26–30.
<https://doi.org/10.22146/jfi.24430>

Murdaka Eka Jati, B. (2013). *Pengantar Fisika 1* (1st ed.). Gajah Mada University Press.

Ningrum, D. A. (2017). *Getaran, Geombang, dan Optika*. Istana Media.

Nisa', U. (2018). Pembuatan Komposit Material Peredam Akustik Berbahan Dasar Dari Serat Sabut Kelapa, Pelepah Pisang, Lidah Mertua dan Epoxy Resin. In *eprints.walisongo.ac.id*.

Nugroho, P. C. S. I., & Mochammad, H. d. (2019). Sound Level Meter Berbasis Arduino Dengan Sensor Bunyi Dan Sensor Ultrasonic Untuk Menentukan Hubungan Jarak Dengan Intensitas Bunyi. *Seminar Nasional Pendidikan*

- (*Sendika*), 3(November), 117–124.
- Nurhayati, N. (2018). Getaran dan Perambatan Bunyi Serta Macam-Macam Perambatan Bunyi. *Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*, 1–14. [http://eprints.umsida.ac.id/1729/1/GETARAN%2C 28-02-2018.pdf](http://eprints.umsida.ac.id/1729/1/GETARAN%2C%2028-02-2018.pdf)
- Okpatrioka. (2023). *Research And Development (R & D) Penelitian yang Inovatif dalam Pendidikan. Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(1), 86–100.
- Permatasari, O. I., & Masturi. (2014). Penentuan Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel dari Limbah Tongkol Jagung. *Jurnal Fisika Unnes*, 4(1), 79808.
- Pirnando, H., Tamrin, Rahmawati, W., & Warji. (2022). Pembuatan Beras Analog Berbahan Tepung Sukun (*Artocarpus communis*). *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(1), 43–53. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ABE/index>
- Prassettyo, D. (2017). Monitoring Ketinggian Dan Aliran Air Pada Sistem Irigasi Tanaman Padi Berbasis Atmega 16 Menggunakan Komunikasi GSM. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 5(2), 40–51.
- Radicka, S. N. (2023). *Mengenal Sifat-sifat Bunyi dan Contohnya, Materi Kelas 4 SD Tema 1*. Sonora.Id. <https://www.sonora.id/read/423757704/mengenal-sifat-sifat-bunyi-dan-contohnya-materi-kelas-4-sd-tema->

1?page=all

- Risma, Y., & Elvaswer, E. (2020). Optimasi Koefisien Absorpsi dan Impedansi Akustik Komposit Berbahan Dasar Serat Lumut (Moss) dengan Metode Tabung. *Jurnal Fisika Unand*, 9(2), 196–201. <https://doi.org/10.25077/jfu.9.2.196-201.2020>
- Said L, M., Nurmin, N., & Zelviani, S. (2020). Studi Analisis Koefisien Absorpsi Papan Akustik Pada Ketebalan Bervariasi Berbahan Dasar Limbah Kulit Jagung Dan Sabut Kelapa (Solusi Alternatif Ramah Lingkungan). *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 7(1), 24. <https://doi.org/10.24252/jft.v7i1.13484>
- Sari, J. (2022). Analisis Penurunan Intensitas Bunyi oleh Tanaman berdasar pada Luas Penutupan Tajuk. In *unhas.ac.id* (Issue 8.5.2017).
- Sembiring, J. P. (2023). *Mikrokontroler: Teknologi yang Membantu Meningkatkan Efisiensi dan Akurasi dalam Kehidupan Sehari-hari*.
- Setia Putra, A. (2020). Penentuan Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel Dari Limbah Pelepeh Kelapa Sawit. *Jurnal Surya Teknika*, 7(2), 182–185. <https://doi.org/10.37859/jst.v7i2.2386>
- Shidiq, M. A. (2022). *Rancang Bangun Alat Uji Koefisien Serap Bunyi Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560*.
- Susilo. (2016). *Sumber Belajar Penunjang Plpg 2016 Mata*

Pelajaran/Paket Keahlian Fisika Bab Xi Intensitas Bunyi.

- Suwantin, S. (2023). Peningkatan Hasil Belajar IPA Materi Sifat-Sifat Bunyi melalui Metode Demonstrasi. *Jurnal Pembelajaran Dan Ilmu Pendidikan*, 3(1), 83–90.
- Target, K. T. (2019). Apa itu LCD (Layar Kristal Cair)? <https://www.techtarget.com/whatis/definition/LCD-liquid-crystal-display>
- Tigana, O. (2019). Pengaruh Densitas terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara Komposit Polypropylene/ Serat Kapuk. In *Jurnal Sains dan Seni ITS* (Vol. 53, Issue 1). Sepuluh Nopember Institute of Technology.
- Tim LFD ITB. (2023). Modul 01 - Dasar Pengukuran dan Ketidakpastian. *Modul Praktikum Semester I*.
- Wikarsa, F., Fajar, M., & Rahman, S. (2019). Desain Node Sensor Untuk Monitoring Lahan Persawahan Berbasis Mikrokontroler Atmega328p. *Jurnal Ilmu Komputer*, 99–106.
- Yusro, M., & Diamah, A. (2019). Sensor dan Transduser Teori dan Aplikasi. In *Universitas Negeri Jakarta*.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Data sheet Arduino UNO ATMEGA328P

1 Introduction

The UNO model from ARDUINO is an electronic card whose heart is an ATMEL microcontroller of reference ATMEGA328. The ATMEGA328 is an 8-bit microcontroller of the AVR family which can be programmed in C/C++ language.

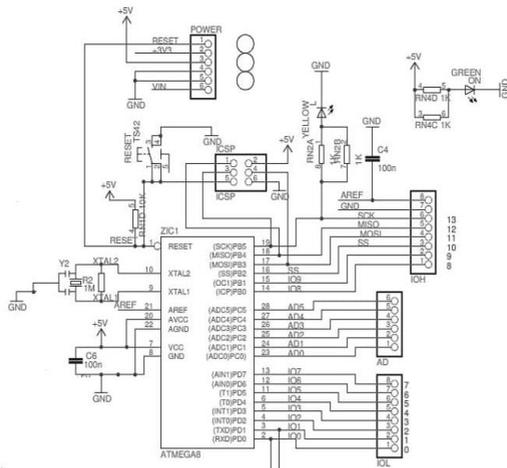
The main interest of the ARDUINO cards (other models exist : Mega, Nano...) is their ease of implementation. A development environment (IDE), based on open-source tools, is provided. In addition, loading the compiled program into the memory of the microcontroller is very simple (via USB port). Finally, a lot of function libraries are also provided for the use of common I/Os: logical I/O, ADC converters, generation of PWM signals, operation of TWI/I2C busses, LCD displays ...

The objective of the Microcontrollers course is not only to know how to use the Arduino UNO board. It is above all an opportunity to tackle low-level programming problems (the binary value of the manipulated variables is very important) and to learn how to use the C language for this low-level programming, in particular by knowing how to manage registers/variables "at bit level". So, when you're complicating the task, when an Arduino function exists, tell yourself that it's intentional.

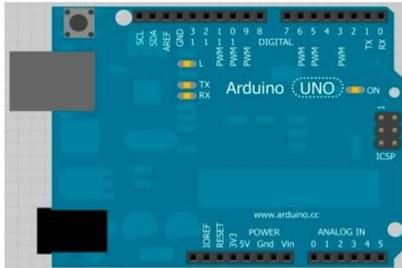
The purpose of this document is to highlight some technical information concerning the operation of integrated peripherals, especially when you don't use the "turnkey" functions of ARDUINO, in order to understand how it works!

2 Arduino UNO schematic

The pins of the microcontroller are connected to connectors according to the diagram below.



Viewed from above, the picture provides the following information:



(connector) Numbers 0 to 7 <-> Pins PD0 to PD7 (microcontroller)

(connector) Numbers 8 to 13 <-> Pins PB0 to PB5 (microcontroller)

(connector) ANALOG IN 0 to 5 <-> Pins PC0 to PC5 (microcontroller)

WARNING: with the Arduino functions (`pinMode`, `digitalRead`, `digitalWrite` ...), the signals are marked according to the numbering of the connectors (left part). When programming at low level, however, the names of the registers/pins of the microcontroller are used (right-hand side).

```
digitalWrite(10,HIGH); //Arduino sets output PB2 of the micro. to HIGH.
analogRead(1); //Arduino reads the analog input from PC1
```

3 Microcontroller ATMEL ATmega328

The microcontroller of the Arduino UNO card is an **ATmega328**. It is an ATMEL microcontroller of the AVR 8bits family. The main features are :

FLASH = program memory 32Ko

SRAM = data 2Ko

EEPROM = data (persistent) 1Ko

Digital I/O = 3 ports PortB, PortC, PortD
(23 I/O pins)

Timers/Counters : Timer0 et Timer2 (8 bits),
Timer1 (16bits)
Each timer can be used to generate PWM signals. (6 pins OCxA/OCxB)

(PCINT14/RESET) PC8	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLK0/CP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Multi-function pins: all pins have several different functions, chosen by programming. They therefore have several names on the pinout.

For example, pins PB1, PB2, PB3, PD3, PD5, PD6 can be used as PWM (Pulse Width Modulation) outputs, i.e. outputs that will act as analog outputs. They correspond to the pins of connectors 3,5,6,9,10 and 11. The other role is linked to the timers and these pins are then called OCxA or OcxB in the documentation. They are the same pins, but for a different function.

PWM = 6 pins **OC0A(PD6), OC0B(PD5), OC1A(PB1), OC1B(PB2), OC2A(PB3), OC2B(PD3)**

Pins from PORTC can be converted with a ADC device (Analog to Digital Converter).

Analog to Digital Converter (10bits) = 6 multiplexed inputs **ADC0(PC0) à ADC5(PC5)**

I2C bus (aka TWI Two Wire Interface) = pins **SDA(PC5)/SCL(PC4)**.

Serial port (USART) = transmit receive **TXD(PD1)/RXD(PD0)**

Analog Comparator = pins AIN0(PD6) and AIN1 (PD7) can trigger an interrupt

Watchdog Timer.

INTERRUPTS (24 possible causes (cf interrupt vectors)) : in summary

- Interrupts for inputs **INT0 (PD2) and INT1 (PD3)**
- Interrupts on Pin Change **PCINT0 to PCINT23**
- Interrupts for Timers 0, 1 et 2 (different settings)
- Interrupt for the Analog Comparator
- Interrupt for **ADC**
- Interrupt for the serial port **USART**
- Interrupt for the **TWI (I2C) bus**

Lampiran 2.

Data sheet Mic Condenser

Panasonic

Microphone Cartridges

Omnidirectional Electret Condenser Microphone Cartridge

Series: **WM-034B/034DB** (pin type)
WM-034C/034D



■ Features

- Useful for almost any type telephone and other applications
- Low operation voltage of 1.0V to 10V (2M-034D type)
- Microphone with pins for PCB (WM-034B/034DB type)

■ Sensitivity

WM-034B/034C

Vs = 4.5V	X	-46±3dB
RL = 2.2kΩ	Y	-42±3dB
	Z	-38±3dB

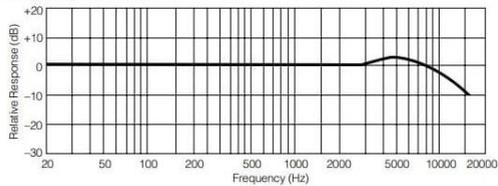
WM-034DB/034D

Vs = 1.5V	M	-44±2dB
RL = 1.5kΩ	H	-42±2dB
	P	-40±2dB
	R	-38±2dB
	U	-36±2dB

■ Specifications

Sensitivity	See next page (0dB = 1V/pA, 1kHz)
Impedance	Less than 2.2k Ω [1.5k Ω]
Directivity	Omnidirectional
Frequency	20–16,000 Hz
Max. operation voltage	10V
Standard operation voltage	4.5V [1.5V]
Current consumption	Max. 0.8mA [0.3mA]
Sensitivity reduction	Within -3dB at 3V [(M.H.): Within -3dB at 1V] [(P.R.U.): Within -2dB at 1V]
S/N ratio	More than 60dB

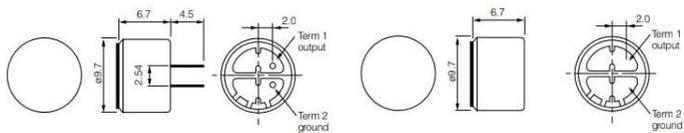
■ Typical Frequency Response Curve



■ Dimensions in mm (not to scale)

WM-034B/034DB

WM-34C/034D



Design and specifications are subject to change without notice. Ask factory for technical specifications before purchase and/or use.
Whenever a doubt about safety arises from this product, please contact us immediately for technical consultation.

Lampiran 3.

Data sheet LCD I2C 20x4

HT

Handson Technology

User Guide

I2C Serial Interface 20x4 LCD Module

This is I2C interface 20x4 LCD display module, a new high-quality 4 line 20 character LCD module with on-board contrast control adjustment, backlight and I2C communication interface. For Arduino beginners, no more cumbersome and complex LCD driver circuit connection. The real significance advantages of this I2C Serial LCD module will simplify the circuit connection, save some I/O pins on Arduino board, simplified firmware development with widely available Arduino library.



SKU: [DSP-1165](#)

Brief Data:

- Compatible with Arduino Board or other controller board with I2C bus.
- Display Type: Black on yellow green backlight.
- I2C Address: 0x38-0x3F (0x3F default)
- Supply voltage: 5V
- Interface: I2C to 4bits LCD data and control lines.
- Contrast Adjustment : built-in Potentiometer.
- Backlight Control: Firmware or jumper wire.
- Board Size: 98x60 mm.

1 |www.handsontec.com

Setting Up:

Hitachi's HD44780 based character LCD are very cheap and widely available, and is an essential part for any project that displays information. Using the LCD piggy-back board, desired data can be displayed on the LCD through the I2C bus. In principle, such backpacks are built around PCF8574 (from NXP) which is a general purpose bidirectional 8 bit I/O port expander that uses the I2C protocol. The PCF8574 is a silicon CMOS circuit provides general purpose remote I/O expansion (an 8-bit quasi-bidirectional) for most microcontroller families via the two-line bidirectional bus (I2C-bus). Note that most piggy-back modules are centered around PCF8574T (SO16 package of PCF8574 in DIP16 package) with a default slave address of 0x27. If your piggy-back board holds a PCF8574AT chip, then the default slave address will change to 0x3F. In short, if the piggy-back board is based on PCF8574T and the address connections (A0-A1-A2) are not bridged with solder it will have the slave address 0x27.



Address selection pads in the I2C-to-LCD piggy-back board.

Table 5. PCF8574A address map

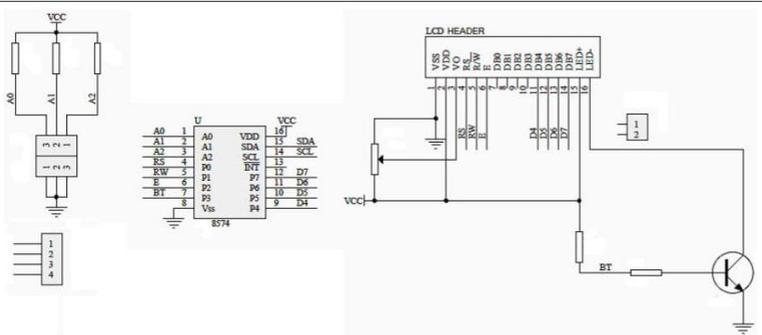
Pin connectivity			Address of PCF8574A								Address byte value		7-bit hexadecimal address_ without R/W
A2	A1	A0	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R/W	Write	Read	
V _{SS}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	0	0	0	-	70h	71h	38h
V _{SS}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	0	0	1	-	72h	73h	39h
V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	0	1	0	-	74h	75h	3Ah
V _{SS}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	0	1	1	-	76h	77h	3Bh
V _{DD}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	1	0	0	-	78h	79h	3Ch
V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	1	0	1	-	7Ah	7Bh	3Dh
V _{DD}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	1	1	0	-	7Ch	7Dh	3Eh
V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	1	1	1	-	7Eh	7Fh	3Fh

Address Setting of PCD8574A (extract from PCF8574A data specs).

Note: When the pad A0~A2 is open, the pin is pull up to VDD. When the pin is solder shorted, it is pull down to VSS.

The default setting of this module is A0~A2 all open, so is pull up to VDD. The address is 3Fh in this case.

Reference circuit diagram of an Arduino-compatible LCD backpack is shown below. What follows next is information on how to use one of these inexpensive backpacks to interface with a microcontroller in ways it was exactly intended.



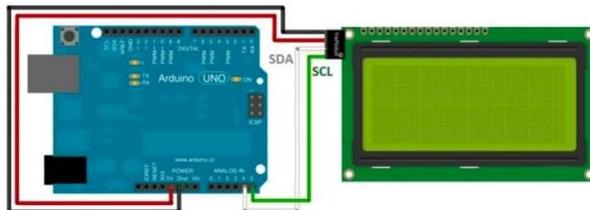
Reference circuit diagram of the I2C-to-LCD piggy-back board.

I2C LCD Display.

At first you need to solder the I2C-to-LCD piggy-back board to the 16-pins LCD module. Ensure that the I2C-to-LCD piggy-back board pins are straight and fit in the LCD module, then solder in the first pin while keeping the I2C-to-LCD piggy-back board in the same plane with the LCD module. Once you have finished the soldering work, get four jumper wires and connect the LCD module to your Arduino as per the instruction given below.



LCD display to Arduino wiring.



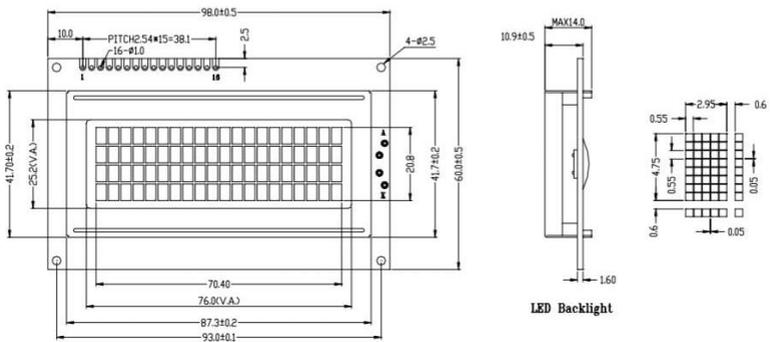
GDM2004D-FL-YBW

SPECIFICATIONS OF LCD MODULE

1.Features

1. 5x8 dots with cursor
2. STN(Yellow-Green), Positive, Transflective
3. 1/16 duty cycle
4. Viewing direction: 6:00 o'clock
5. Built-in controller (S6A0069 or equivalent)
6. +5V power supply
7. Yellow-Green LED BKL ,to be driven by A, K

2.Outline dimension

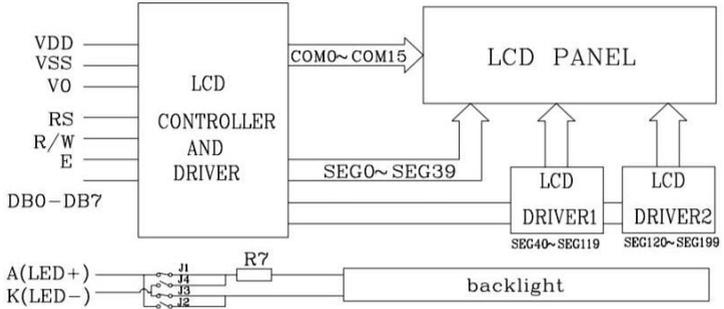


Unit: mm

3.Absolute maximum ratings

Item	Symbol	Standard	Standard	Unit	
Power voltage	$V_{DD}-V_{SS}$	0	-	7.0	V
Input voltage	V_{in}	VSS	-	VDD	
Operating temperature range	Top	-20	-	+70	°C
Storage temperature range	Tst	-30	-	+80	

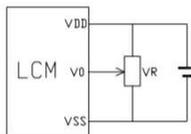
4. Block diagram



5. Interface pin description

Pin no.	Symbol	External connection	Function
1	V _{SS}	Power supply	Signal ground for LCM (GND)
2	V _{DD}		Power supply for logic (+5V) for LCM
3	V ₀		Contrast adjust
4	RS	MPU	Register select signal
5	R/W	MPU	Read/write select signal
6	E	MPU	Operation (data read/write) enable signal
7~10	DB0-DB3	MPU	Four low order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU and the LCM. These four are not used during 4-bit operation.
11~14	DB4-DB7	MPU	Four high order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU
15	A(LED+)	LED BKL power Supply	Power supply for BKL(Anode)
16	K(LED-)		Power supply for BKL (GND)

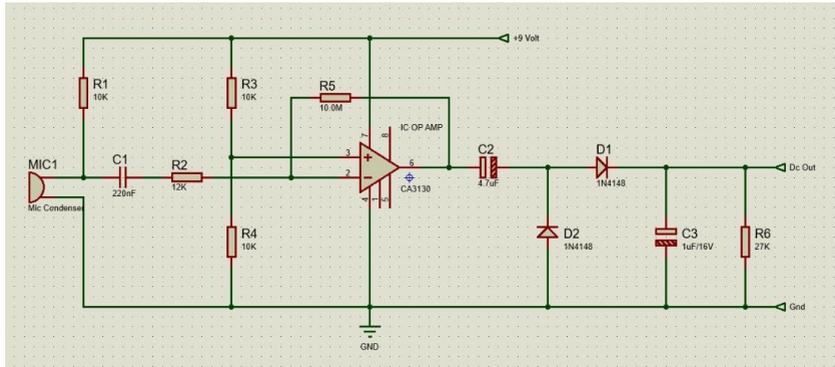
6. Contrast adjust



V_{DD}-V₀: LCD Driving voltage
 VR: 10k~20k

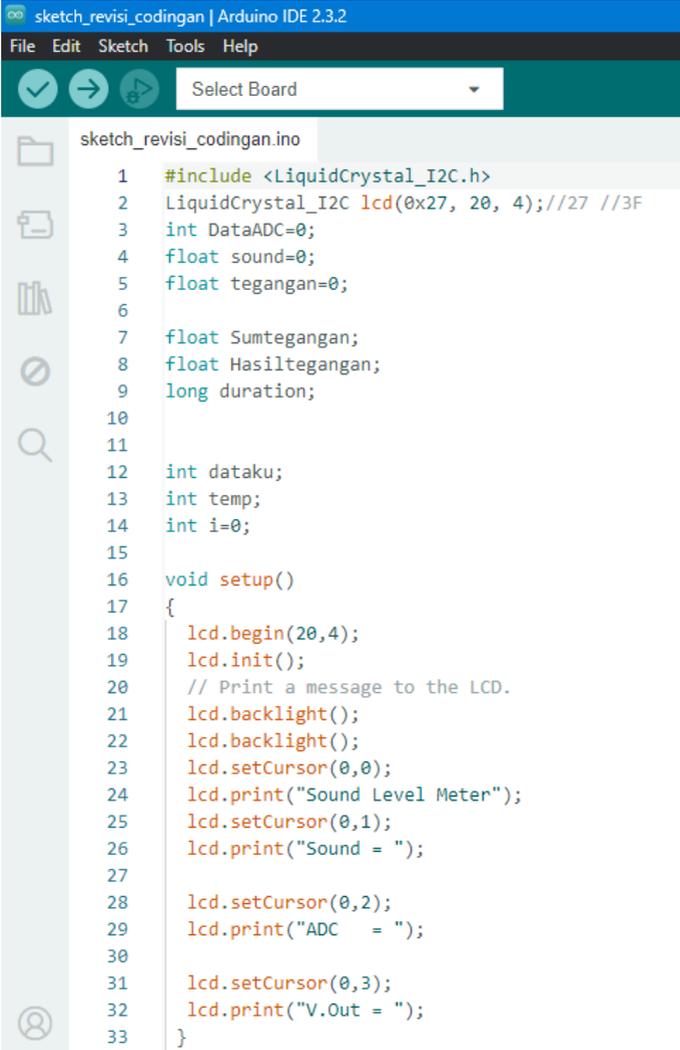
Lampiran 4.

Rangkaian Sensor Suara



Lampiran 5.

Codingan Alat *Prototype*



```
sketch_revisi_codingan | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board

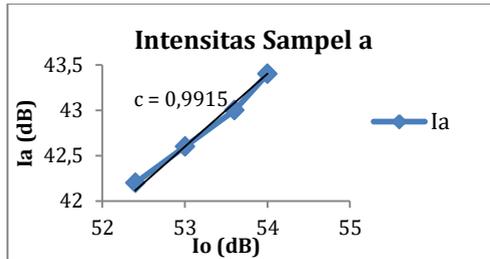
sketch_revisi_codingan.ino
1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); //27 //3F
3 int DataADC=0;
4 float sound=0;
5 float tegangan=0;
6
7 float Sumteganggan;
8 float Hasilteganggan;
9 long duration;
10
11
12 int dataku;
13 int temp;
14 int i=0;
15
16 void setup()
17 {
18     lcd.begin(20,4);
19     lcd.init();
20     // Print a message to the LCD.
21     lcd.backlight();
22     lcd.backlight();
23     lcd.setCursor(0,0);
24     lcd.print("Sound Level Meter");
25     lcd.setCursor(0,1);
26     lcd.print("Sound = ");
27
28     lcd.setCursor(0,2);
29     lcd.print("ADC = ");
30
31     lcd.setCursor(0,3);
32     lcd.print("V.Out = ");
33 }
```

```
sketch_revisi_codingan | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
sketch_revisi_codingan.ino
35 void loop()
36 {
37     for (int x=0; x < 40; x++)
38     {
39         DataADC= analogRead(A0);
40         tegangan =float(DataADC*0.0048875855327468*1.1);
41         Sumteganggan+=tegangan;
42         delay(8);
43     }
44
45     Hasilteganggan= (Sumteganggan/40);
46     Sumteganggan=0;
47     tegangan=0;
48
49     sound=((Hasilteganggan*38.21)-41.975)*0.6;
50     show();
51     delay(20);
52 }
53
54 void show()
55 {
56     if (sound<120.1)
57     {
58         lcd.setCursor(8,1);
59         lcd.print(" ");
60         lcd.setCursor(8,1);
61         lcd.print(sound,0);
62         lcd.print(" dB ");
63     }
64
65     if (sound>120.0)
66     {
67         lcd.setCursor(8,1);
68         lcd.print(" ");
69         lcd.setCursor(8,1);
70         lcd.print("120 dB Max! ");
71     }
72
73     lcd.setCursor(8,2);
74     lcd.print(DataADC);
75     lcd.print(" ");
76
77     lcd.setCursor(8,3);
78     lcd.print(" ");
79     lcd.setCursor(8,3);
80     lcd.print(Hasilteganggan,2);
81     lcd.print(" Volt ");
82 }
83
```

Lampiran 6.

Perhitungan Koefisien Serap (α)

1. Mencari Nilai Koefisien Sampel a (Triplek Tumpuk)



$$y = x + c$$

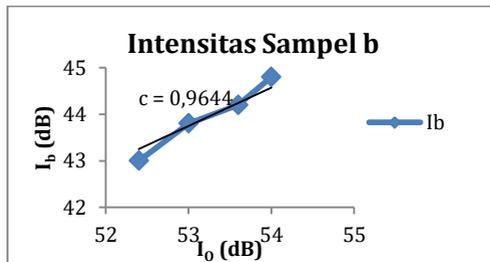
$$y = x + 0,9915$$

$$1 = x + 0,9915$$

$$x = 1 - 0,9915$$

$$x = 0,0085 \text{ cm}^{-1}$$

2. Mencari Nilai Koefisien Sampel b (Sterofoam)



$$y = x + c$$

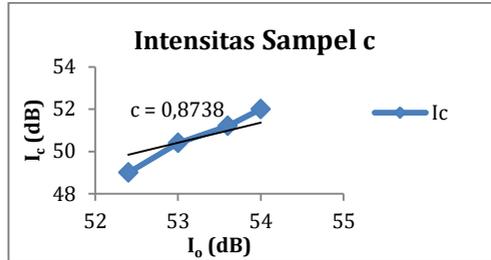
$$y = x + 0,9644$$

$$1 = x + 0,9644$$

$$x = 1 - 0,9644$$

$$x = 0,0356 \text{ cm}^{-1}$$

3. Mencari Nilai Koefisien Sampel c (Busa Gabus)



$$y = x + c$$

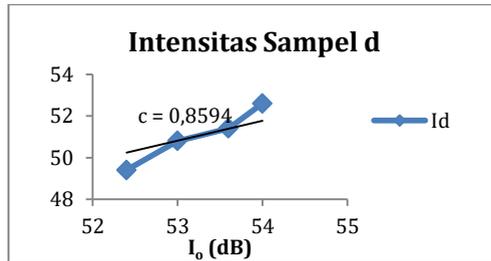
$$y = x + 0,8738$$

$$1 = x + 0,8738$$

$$x = 1 - 0,8738$$

$$x = 0,1262 \text{ cm}^{-1}$$

4. Mencari Nilai Koefisien Sampel (Spons Hitam)



$$y = x + c$$

$$y = x + 0,8594$$

$$1 = x + 0,8594$$

$$x = 1 - 0,8594$$

$$x = 0,1406 \text{ cm}^{-1}$$

Lampiran 7.

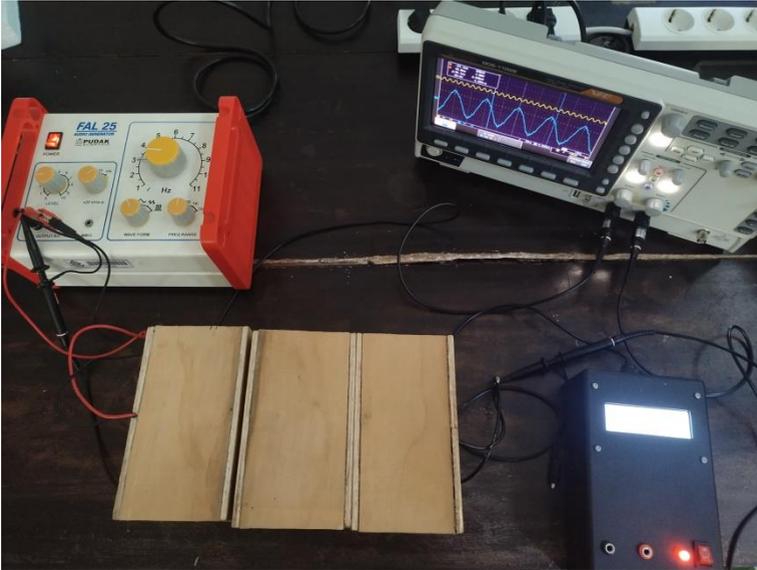
Perhitungan Ketelitian

No.	V	I	I ²	keterangan
1	4	52,4	2745,76	Tidak ada bahan
2	6	53	2809	
3	8	53,6	2872,96	
4	10	54	2916	
5	4	42,2	1780,84	Triplek tumpuk
6	6	42,6	1814,76	
7	8	43	1849	
8	10	43,4	1883,56	
9	4	43	1849	Sterofoam
10	6	43,8	1918,44	
11	8	44,2	1953,64	
12	10	44,8	2007,04	
13	4	49	2401	Busa gabus
14	6	50,4	2540,16	
15	8	51,2	2621,44	
16	10	52	2704	
17	4	49,4	2440,36	Spons hitam
18	6	50,8	2580,64	
19	8	51,4	2641,96	
20	10	52,6	2766,76	
Total semua data		966,8	47096,32	

Nilai rata-rata	$\bar{x} = \frac{966,8}{20}$ $\bar{x} = 48,34$
Ketidakpastian hasil pengukuran	$\Delta x = \sqrt{\frac{20(47096,32) - (966,8)^2}{20(20 - 1)}}$ $\Delta x = \sqrt{\frac{941926,4 - 934702,24}{380}}$ $\Delta x = \sqrt{\frac{4289345}{380}}$ $\Delta x = 4,36$
Hasil pengukuran	$x = 48,34 - 4,36$ $x = 43,98$
Ketidakpastian relatif	$K_{relatif} = \frac{4,36}{43,98} \times 100\%$ $K_{relatif} = 9,91\%$
Ketelitian	$Ketelitian = 100\% - 9,91\%$ $Ketelitian = 90,09\%$

Lampiran 8.

Dokumentasi Penelitian



Lampiran 9.

HASIL CEK TURNITIN

BAB I-5 MARWA FIX.pdf

ORIGINALITY REPORT

23%

SIMILARITY INDEX

22%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	9%
2	docplayer.info Internet Source	2%
3	repository.its.ac.id Internet Source	1%
4	text-id.123dok.com Internet Source	1%
5	doaj.org Internet Source	1%
6	repository.upy.ac.id Internet Source	1%
7	id.scribd.com Internet Source	1%
8	savoirs.usherbrooke.ca Internet Source	1%
9	repository.ub.ac.id Internet Source	<1%
10	you-gonever.icu Internet Source	<1%

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

5. Nama Lengkap : Marwa Asilia Nazhifah
6. Tempat Tanggal Lahir : Bandung, 28 November 2001
7. Alamat Rumah : Kp. Cirata Rt. 02 Rw. 01
Ds. Ciroyom Kec. Cipeundeuy
Kab. Bandung Barat
8. HP : 083829798871
9. E-mail : marwaasilia@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
a. TK Assalafiyah Ciroyom
b. SDN 1 Cisauheun
c. MTs Terpadu Al-Bidayah Cangkorah
d. MAS Al-Bidayah Cangkorah
2. Pendidikan Non-Formal
a. Pondok Pesantren Terpadu Al-Bidayah Cangkorah

Semarang, 25 Juni 2024

Marwa Asilia Nazhifah
NIM : 2008026002