

**PENGEMBANGAN ANEMOMETER DIGITAL
DAN SENSOR DHT22 DENGAN OUTPUT
SUARA BERBASIS ARDUINO**

(SKRIPSI)

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-
Syarat Guna Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Fisika

Oleh :

ADITHIA VISKY ANTORO

NPM : 1611090224



Jurusan : Pendidikan Fisika

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1445 H / 2023 M**

**PENGEMBANGAN ANEMOMETER DIGITAL
DAN SENSOR DHT22 DENGAN OUTPUT
SUARA BERBASIS ARDUINO**

(SKRIPSI)

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-
Syarat Guna Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Fisika

Oleh :

ADITHIA VISKY ANTORO

NPM : 1611090224

Pembimbing I : Sri Latifah, M.Sc

Pembimbing II : Ardian Asyhari, M.Pd.

Jurusan : Pendidikan Fisika

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1445 H / 2023 M**

ABSTRAK

Telah dilakukannya penelitian pengembangan anemometer digital dan sensor DHT22 dengan output suara berbasis Arduino. Pengembangan alat ukur sangat diperlukan guna mempertajam Pemahaman dan skill mengenai suatu alat ukur yang harus dikuasai oleh calon tenaga didik khususnya di Pendidikan fisika, berdasarkan fakta dilapangan pengalaman dalam menggunakan alat ukur menjadi suatu hal yang pokok bagi calon tenaga didik ketika sudah mulai terjun pada proses belajar mengajar.

Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development (R&D) dan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*). Instrumen penelitian untuk mengumpulkan data penelitian menggunakan angket validasi produk ahli materi, ahli media dan angket respon asisten praktikum.

Hasil yang di dapatkan setelah melakukan validasi produk kepada ahli materi memiliki presentase rata – rata total sebesar 84% dengan kriteria sangat efektif, ahli media memperoleh presentase rata – rata total sebesar 81% dengan kriteria sangat efektif, sehingga alat ukur anemometer dan buku panduan penggunaan dinyatakan dalam kategori layak digunakan. Hasil data yang didapatkan dari uji respon asisten praktikum memperoleh presentase rata – rata total sebesar 76% dengan kriteria efektif. Data dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan alat ukur anemometer dan sensor DHT22 dengan output suara berbasis Arduino, efektif, menarik dan layak digunakan guna menambah pengetahuan dan wawasan bagi mahasiswa mengenai rancangan anemometer dan sensor DHT22 dengan menggunakan Arduino serta bermanfaat sebagai bahan referensi untuk penelitian lebih lanjut.

Kata Kunci: Alat ukur, Anemometer, Sensor DHT22, Arduino

ABSTRACT

Research has been conducted on the development of digital anemometers and DHT22 sensors with Arduino-based sound output. The development of measuring instruments is needed to sharpen the understanding and skills regarding a measuring instrument that must be mastered by prospective students, especially in physics education, based on the facts in the field, experience in using measuring instruments is a basic thing for prospective students when they have started to plunge into the teaching and learning process.

This research is a Research and Development (R&D) study and uses the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation). The research instrument to collect research data uses a product validation questionnaire for material experts, media experts and a response questionnaire for practicum assistants.

The results obtained after conducting product validation to material experts have a total average percentage of 84% with very effective criteria, media experts get a total average percentage of 81% with very effective criteria, so that the anemometer measuring instrument and usage guide book are declared in the category worth using. The data results obtained from the practicum assistant response test obtained a total average percentage of 76% with effective criteria. The data from the research results show that the development of anemometer measuring instruments and DHT22 sensors with Arduino-based sound output, effective, interesting and feasible to use in order to increase knowledge and insight for students regarding the design of anemometers and DHT22 sensors using Arduino and useful as reference material for further research.

Keywords: Measuring instrument, Anemometer, DHT22 Sensor, Arduino

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ADITHIA VISKY ANTORO

NPM : 1611090224

Jurusan/prodi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“pengembangan anemometer digital dan sensor DHT22 dengan output suara berbasis arduino”** adalah benar-benar hasil karya penyusunan sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila dilain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 27 agustus 2022

Penulis,



ADITHIA VISKY ANTORO

NPM. 1611090224



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat Jl. Letkol Endro Suratmin, Sukarame, Bandar
Lampung 35131 Telp. (0721) 783260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengembangan Anemometer Digital dan Sensor
DHT22 Dengan Output Suara Berbasis Arduino
Nama : Adithia Visky Antoro
NPM : 1611090224
Jurusan : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Telah Dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam Sidang
Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan
Lampung

Pembimbing I

Sri Latifah, M.Sc.
NIP. 197903212011012003

Pembimbing II

Ardian Asyhari, M.Pd.
NIP. 198908082015031011

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

Sri Latifah, M.Sc.
NIP. 197903212011012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat Jl. Letkol Endro Suratmin, Sukarame, Bandar
Lampung 35131 Telp. (0721) 783260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“PENGEMBANGAN ANEMOMETER DIGITAL DAN SENSOR DHT22 DENGAN OUTPUT SUARA BERBASIS ARDUINO ”** disusun oleh **Adithia Visky Antoro, NPM.**

1611090224, Program Studi Pendidikan Fisika, telah diujikan dalam sidang Munaqosah di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, pada Hari/Tanggal: Selasa/18 juli 2023.

TIM MUNAQOSAH

Ketua : Prof. Dr. Yuberti, M.Pd. (.....) 

Sekretaris : Vandan Wiliyanti, S.Pd., M.Si (.....)

Penguji Utama : Rahma Diani, M.Pd (.....) 

Penguji I : Sri Latifah, M.Sc (.....) 

Penguji II : Ardian Asyhari, M.Pd (.....) 

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. H. Nirva Diana, M.Pd.

NIP. 196408281988032002



MOTTO

عَنِّي وَاعْفُ وَعَافِنِي وَاهْدِنِي وَارْزُقْنِي وَارْفَعْنِي وَاجْبُرْنِي وَارْحَمْنِي اغْفِرْ لِي رَبِّ

Artinya: “*Ya Tuhanku, ampunilah aku, kasihanilah aku, cukupkanlah segala kekuranganku, angkatlaah derajatku, berilah rezeki kepadaku, berilah aku petunjuk, berilah kesehatan kepadaku, dan berilah ampunan kepadaku.*”



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur saya persembahkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang selalu memudahkan urusan hamba-Nya sehingga pada akhirnya tugas akhir (skripsi) ini dapat terselesaikan atas pertolongan-Nya. Sholawat beriring salam selalu kita curahkan kepada nabi akhir zaman, suri tauladan terbaik untuk para ummatnya nabi Muhammad Shalallahu 'alaihi wasallam pembawa syafaat di yaumul akhir kelak. Semoga kita selalu istiqomah mengikuti ajaran-ajaran Rasulullah Shalallahu 'alaihi wasallam. Karya sederhana ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya yang terkasih dan tersayang, Bapak Sujud Nugroho dan ibu Sutinah yang telah menyayangi saya sejak lahir hingga sampai detik ini, yang selalu melakukan yang terbaik terhadap saya, mengorbankan semua hal untuk mewujudkan impian saya. Berkat kasih sayang dan kekuatan dari kalianlah saya bisa bertahan dan berjuang sejauh ini. Terimakasih sudah menjadi panutan yang terbaik semoga kita bisa dibersamabakan kembali di surga-Nya.
2. Adikku tercinta Dhesta dan Dhesti yang senantiasa mendoakan untuk keberhasilan saya.
3. Teman – teman seperjuangan dari Prodi Pendidikan Fisika Angkatan 2016 dan Teman Sekaligus Keluarga di GH 46 yang senantiasa membantu dan memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Almamaterku tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Adithia Visky Antoro lahir di Ngestirahayu, Lampung pada tanggal 09 Juli 1999, anak pertama dari tiga bersaudara yang merupakan anak dari Bapak Sujud Nugroho dan Ibu Sutinah. Pendidikan awal yang ditempuh dimulai dari Sekolah Dasar Negeri (SDN) 3 Ngestirahayu dan selesai pada tahun 2010. Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 2 Punggur selesai pada tahun 2013. Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Punggur selesai pada tahun 2016 dan melanjutkan pendidikan tingkat tinggi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Fakultas Tarbiyah dan Kependidikan Jurusan Pendidikan Fisika.

Saat memulai perkuliahan pada tahun 2016 sebagai mahasiswa fisika UIN Raden Intan Lampung, penulis bergabung ke dalam organisasi jurusan Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) sebagai anggota pada periode 2016/2017 dan 2017/2018, dan pada periode 2018/2019 sebagai kepala departemen Dana dan Usaha. Peneliti melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Talang Way Sulan kecamatan Way Sulan Lampung Selatan, kemudian dilanjutkan dengan PPL di SMAN 9 Bandar Lampung. Selama kuliah di UIN Raden Intan Lampung peneliti bertemu dengan Bapak dan Ibu dosen yang hebat, berkenalan dengan teman-teman dan pengalaman baru yang berkesan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT, karena rahmad dan hidayahnya maka peneliti dapat menyelesaikan proposal yang berjudul **“PENGEMBANGAN ANEMOMETER DIGITAL DAN SENSOR DHT22 DENGAN OUTPUT SUARA BERBASIS ARDUINO”** ini. Shalawat beserta salam semoga selalu senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW dan keluarganya yang senantiasa menjadi uswatun hasanah bagi umat manusia.

Proposal ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik guna diseminarkan pada studi sastra satu (S1) Pendidikan fisika UIN Raden Intan Lampung yang nantinya akan dilanjutkan dengan penyusunan skripsi dan dilakukan seminar hasil untuk memperoleh gelar sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam studi Pendidikan.

Dalam penulisan proposal ini peneliti tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini peneliti sampaikan ucapan terima kasih kepada Ibu Sri Latifah, M.Sc selaku pembimbing I dan kepada Bapak Ardian Asyhari, M.Pd selaku pembimbing II yang telah membagi ilmu, memberikan bimbingan dan arahan yang sangat berharga dalam menyelesaikan proposal ini. Dengan kerendahan hati, peneliti menyampaikan salam hormat dan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. HJ. Nirva Diana, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung beserta jajarannya.
2. Ibu Sri Latifah, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika sekaligus sebagai Dosen Pembimbing 1, Terimakasih atas segala waktu dan bimbingannya sejak awal penulisan skripsi hingga akhir.
3. Ibu Rahma Diani, M.Pd, selaku sekertaris program studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
4. Bapak Ardian Asyhari, M.Pd selaku Dosen Pembimbing 2, Terimakasih atas segala waktu dan bimbingannya sejak awal penulisan skripsi hingga akhir.

5. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (Khususnya dosen program studi Pendidikan Fisika) yang telah memberikan ilmu selama menempuh Pendidikan di UIN Raden Intan Lampung.
6. Asisten praktikum prodi Pendidikan Fisika yang telah membantu peneliti dalam mendapatkan data untuk penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh keluarga besarku yang telah memberikan do'a dan dukungan dalam penyusunan skripsi.

Semoga ketulusan dan kebaikan semuanya diberikan pahala yang melimpah oleh Allah SWT.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang peneliti miliki. Maka dari itu kepada para pembaca hendaknya dapat memaklumi, dan peneliti berharap semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bandar Lampung, 17 juli 2023
Peneliti

ADITHIA VISKY ANTORO
NPM.1611090224

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	iii
SURAT PERNYATAAN	v
PERSETUJUAN	vi
PENGESAHAN	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
RIWAYAT HIDUP	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Penegasan Judul.....	1
B. Latar Belakang Masalah.....	3
C. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah	11
D. Rumusan Masalah.....	12
E. Tujuan Penelitian.....	12
F. Manfaat Penelitian.....	12
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	13
H. Sistematika Penulisan.....	16
BAB II LANDASAN TEORI	19
A. Konsep Pengembangan Model	19
B. Acuan Teoritik.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	39
A. Tempat dan Waktu Penelitian	39
B. Karakteristik Sasaran Penelitian.....	39
C. Pendekatan dan Metode Penelitian.....	39
D. Langkah-Langkah Pengembangan Model	40

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	49
A. Hasil Penelitian.....	49
B. Deskripsi dan Analisis Data Hasil Uji Coba	55
C. Kajian produk Akhir.....	59
BAB V PENUTUP	63
A. Kesimpulan.....	63
B. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	71



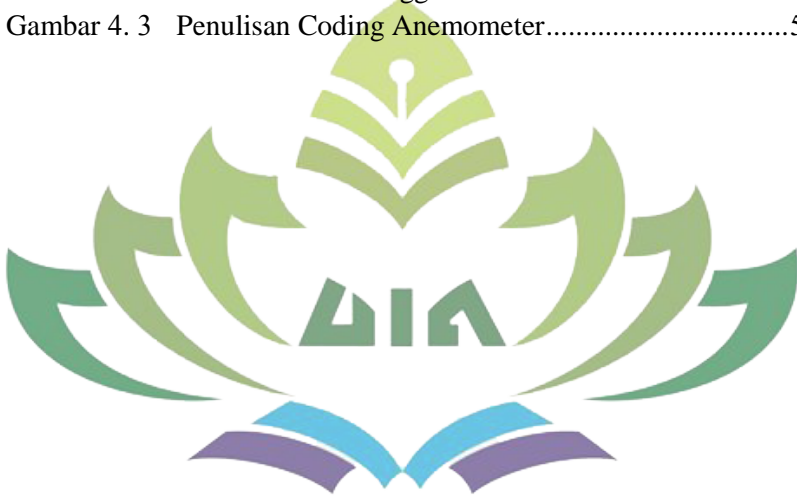
DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Kriteria Interpretasi Tanggapan Para Ahli Validasi	45
Tabel 3. 2	Kriteria Interpretasi Respon Asisten Praktikum.....	47
Tabel 4. 1	Hasil Validasi Ahli Materi pertama.....	56
Tabel 4. 2	Hasil Validasi Ahli Materi Revisi	57
Tabel 4. 3	Hasil Validasi Ahli Media Pertama.....	58
Tabel 4. 4	Hasil Validasi Ahli Media Revisi.....	58
Tabel 4. 5	Hasil Respon Asisten Praktikum.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Rangkaian dasar dan Optocoupler.....	27
Gambar 2. 2	Sensor DHT22.....	29
Gambar 2. 3	Arduino Uno AT-Mega 328.....	30
Gambar 2. 4	Website resmi Arduino.cc.....	31
Gambar 2. 5	Interface Arduino IDE.....	32
Gambar 2. 6	(a) Modul 12C, (b) LCD dengan Konverter 12C	35
Gambar 2. 7	(a) Speaker, (b) DFP Player Mini MP3.....	36
Gambar 3. 1	Tahapan Model ADDIE	40
Gambar 4. 1	Skema Rancangan Anemometer	51
Gambar 4. 2	Buku Panduan Penggunaan Anemometer	52
Gambar 4. 3	Penulisan Coding Anemometer.....	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kisi – Kisi Instrumen Wawancara Laboran	70
Lampiran 2 Angket Pra Penelitian	72
Lampiran 3 Kisi – Kisi Instrumen Validasi Ahli Materi	75
Lampiran 4 Instrumen Validasi Ahli Materi	76
Lampiran 5 Hasil Validasi Pertama Ahli Materi	80
Lampiran 6 Hasil Validasi Kedua Ahli Materi	81
Lampiran 7 Kisi – Kisi Instrumen Validasi Ahli Media	82
Lampiran 8 Instrumen Validasi Ahli Media	83
Lampiran 9 Hasil Validasi Pertama Ahli Media	87
Lampiran 10 Hasil Validasi Kedua Ahli Media	88
Lampiran 11 Kisi – Kisi Instrumen Respon Asisten Praktikum	89
Lampiran 12 Instrumen Respon Asisten Praktikum	90
Lampiran 13 Hasil Respon Asisten Praktikum	95
Lampiran 14 Dokumentasi	96
Lampiran 15 Angket form	101
Lampiran 16 Anemometer	102
Lampiran 17 Buku Panduan Anemometer	104
Lampiran 18 Penelitian di Laboratorium	105
Lampiran 19 Nota Dinas Pembimbing 1	109
Lampiran 20 Nota Dinas Pembimbing 2	110
Lampiran 21 Pengesahan Proposal	111
Lampiran 22 Surat Tugas Validasi	112

BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Sebagai kerangka awal dalam sistematika penulisan dan untuk menghindari kesalahan konsep dalam memahami pengertian dari skripsi ini. Sebelum melangkah pada pembahasan yang selanjutnya, terlebih dahulu akan dijelaskan tentang makna atau definisi dari tiap istilah yang terkandung dalam judul. Adapun judul skripsi ini adalah Pengembangan Anemometer Digital dan Sensor DHT22 dengan Output Suara Berbasis Arduino. Dari pemaparan diatas dapat dijabarkan beberapa istilah pada skripsi ini sebagai berikut :

1. Pengembangan

Pengembangan adalah suatu upaya yang di lakukan untuk meningkatkan kemampuan memahami teknis, memahami teori, memahami konsep, dan memahami moral sesuai dengan apa yang di butuhkan melalui proses pengajaran / pendidikan dan proses latihan. Pengembangan merupakan suatu proses untuk merancang terlaksananya pembelajaran yang bersifat logis, serta sistematis dalam menetapkan segala sesuatu yang di pilih dan di implementasikan pada kegiatan belajar yang berfokus pada potensi dan kompetensi.¹

2. Alat Ukur

Alat ukur merupakan alat yang digunakan untuk membantu keperluan dalam kegiatan pengukuran. Tujuan digunakannya alat ukur untuk mengetahui harga dari suatu besaran atau variable, prinsip kerja alat ukur harus dipahami oleh penggunanya agar dapat digunakan dengan cermat dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.²

3. Anemometer Digital

Anemometer digital merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin, anemometer memiliki peranan yang sangat penting terutama pada penelitian fisika atmosfer dan

¹ Abdul Majid, *Perencanaan Pembelajaran*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2005), h. 24.

² Koes Sulistiadi dan Joko Pitoyo: *Staf Perekayasa pada BBP Mektan*, Serpong, (2009).

banyak digunakan oleh BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) yang dimanfaatkan untuk memprediksi perkiraan cuaca yang dibutuhkan oleh pihak penerbangan, serta peringatan dini terhadap suatu bencana.³

4. Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor yang dimanfaatkan untuk mengukur suhu dan kelembaban dari Aosong Electronic yang terdiri dari dua bagian yaitu sensor kelembaban kapasitif dan thermistor. Sensor ini sudah menggunakan mikrochip sehingga tidak memerlukan rangkaian pengendali sinyal dan ADC dengan keluaran sinyal digital.⁴

5. Output Suara

Output suara merupakan bagian yang berfungsi untuk menyajikan hasil/output dalam bentuk suara dengan menggunakan speaker. Speaker adalah transduser yang dapat mengubah bentuk sinyal elektrik menjadi frekuensi audio (suara) dengan cara menggetarkan komponennya yang berbentuk membran untuk menggetarkan udara sehingga terjadilah gelombang suara.⁵ Pada penelitian kali ini speaker dan Modul *SD Card* menjadi satu kesatuan yang penting dimana Modul *SD Card Reader/Writer (SD Card Drive)* itu sendiri merupakan modul yang berfungsi sebagai penyimpanan semua data-data. Modul *SD Card* yang berperan pada proses pembaca/penulis kartu SD yang dapat terhubung dengan Arduino/rangkaian.⁶

³ Laila Katriani dan Asri Setyaningrum, 'Development of Thermal Type Anemometer Integrated With Air Thermometer Using Lm35 Sensor and Pt100', 6.2 (2017), 91-92.

⁴ Arief Hendra Saptadi, Danny Kurnianto, Suyani, 'RANCANG BANGUN THERMOHYGROMETER DIGITAL MENGGUNAKAN SISTEM MIKROPENGENDALI ARDUINO DAN SENSOR DHT22', Sekolah Tinggi Teknologi Telematika TELKOM Purwokerto,(2015).

⁵ MUHAMMAD AFDALI, MUHAMMAD DAUD, RAIHAN PUTRI, 'Pengembangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO', Jurnal ELKOMIKA Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, (2017).

⁶ Kadek Pindrayana, Rohmat Indra Borman, Bagas Prasetyo, Samsugi, 'Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno', Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, Vol.2, No.2, Agustus 2018, hal. 74.

6. Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau integrated circuit (IC) yang bisa diprogram menggunakan komputer.⁷

Berdasarkan beberapa istilah dalam judul skripsi yang telah dipaparkan diatas dapat disimpulkan sebagai upaya untuk mengembangkan anemometer digital dan sensor DHT22 dengan output suara berbasis arduino.

B. Latar Belakang Masalah

Fisika merupakan cabang ilmu sains yang tertua, dan memiliki peranan yang fundamental. Fisika berasal dari bahasa Yunani yang berarti “alam”. Fisika membahas mengenai Fenomena-fenomena alam yang terjadi di berbagai bidang yang nantinya dapat dijelaskan berdasarkan prinsip-prinsip yang terkandung di dalamnya.⁸

Fisika dapat digunakan untuk memecahkan fenomena yang terdapat pada Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Kadarisman menyatakan bahwa, “fisika adalah ilmu yang mempelajari gejala alam secara keseluruhan”.⁹ Cabang ilmu fisika yang membahas tentang fenomena alam adalah meteorologi, didalamnya sudah mencakup ilmu klimatologi dan geofisika.

Meteorologi berasal dari bahasa Yunani yaitu meteor yang berarti atmosfer dan logos yang berarti ilmu.¹⁰ Meteorologi didefinisikan

⁷ MUHAMMAD AFDALI, MUHAMMAD DAUD, RAIHAN PUTRI, ‘Pengembangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO’, Jurnal ELKOMIKA Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, (2017).

⁸ Nur Kadarisman, Universitas Negeri Yogyakarta, ‘Keterpaduan Dalam Fisika’, 2015.

⁹ Alvi Maulidia, Digital Repository Universitas Jember, ‘Penentuan Nilai Massa Jenis Logam Argentum Cuprum (AgCu) Pada Berbagai Tingkat Kemurnian Ag’, 2020.

¹⁰ Yonny Koesmaryono dan Muhamad Askari, Repository Universitas Terbuka, ‘Pengertian dan Ruang Lingkup Klimatologi Pertanian, dan Pengaruh Atmosfer terhadap Kehidupan dan Pertanian’, 2014.

sebagai cabang ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan cuaca.¹¹ Didalamnya membahas proses-proses fisika yang berlangsung di atmosfer yang membentuk cuaca. Pada dasarnya ilmu meteorologi Menggunakan prinsip-prinsip fisika untuk mempelajari tingkah laku udara maupun angin.¹²

Fisika merupakan ilmu percobaan. Untuk membuktikan semua fenomena atau konsep fisika harus didasari dengan percobaan. Pada setiap percobaan tentunya dibutuhkan suatu pengukuran. Pengukuran merupakan aktivitas yang sangat penting untuk mengetahui data secara pasti. Pengukuran memiliki peranan dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Semua teori yang ada didalam fisika maupun bidang ilmu lain harus dapat dibuktikan dengan pengukuran.¹³ Pengukuran didefinisikan sebagai suatu proses membandingkan suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis yang digunakan sebagai satuan. Besaran merupakan sesuatu yang diukur dan dapat dinyatakan dengan angka atau nilai yang memiliki satuan. Pengukuran suatu besaran biasanya dilakukan menggunakan alat ukur.¹⁴

Alat ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur suatu benda sekaligus membuktikan kepastian dalam suatu fenomena atau kejadian, seluruh alat ukur memiliki tingkat ketelitian melalui kalibrasi. Anemometer adalah sebuah perangkat alat ukur yang digunakan untuk mendeteksi kecepatan angin. Perangkat ini merupakan salah satu yang digunakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) untuk mendeteksi kecepatan angin.¹⁵ Berdasarkan tipenya anemometer yang diklasifikasikan

¹¹ Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 Tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

¹² Yonny Koesmaryono dan Muhamad Askari, Repository Universitas Terbuka, 'Pengertian dan Ruang Lingkup Klimatologi Pertanian, dan Pengaruh Atmosfer terhadap Kehidupan dan Pertanian', 2014.

¹³ Laila Katriani dan Asri Setyaningrum, 'Development of Thermal Type Anemometer Integrated With Air Thermometer Using Lm35 Sensor and Pt100', 6.2 (2017).

¹⁴ Nurfitriza Yanti, Yulkifli Yulkifli, and Zuhendri Kamus, 'Pembuatan Alat Ukur Kelajuan Angin Menggunakan Sensor Optocoupler Dengan Display Pc', *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7.2 (2016).

¹⁵ Muhammad Lahnah Mahar, Adnan Rafi Al Tahtawi, Sudrajat, 'Pengembangan dan Realisasi Anemometer Digital untuk Aplikasi Sistem Peringatan Dini', *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 2.2 (2017).

menjadi dua, yaitu anemometer tekan dan putar. Pengukuran kecepatan angin tipe putar memanfaatkan anemometer mangkok atau anemometer cup. Alat ini terdiri dari tiga atau lebih buah mangkok (cup) yang dipasang simetris dan dipancangkan tegak lurus pada sumbu yang vertikal. Kecepatan putaran mangkoknya tergantung dari kecepatan angin tanpa mengingat arah datangnya.¹⁶ Anemometer cup telah ditemukan sejak abad ke-19 dengan menggunakan 4 buah cup yang merupakan desain pertamanya. Seiring berkembangnya teknologi dan beragam inovasi, mulai dilakukan penelitian mengenai desain anemometer cup. Sehingga saat ini, berdasarkan hasil penelitian tersebut ditemukan desain anemometer cup yang lebih efisien dalam mengubah kelajuan angin menjadi kelajuan rotasi sumbu anemometer yaitu model 3 cup. Sensor yang digunakan untuk mengubah besar kelajuan angin yang mengenai anemometer cup pun juga bermacam-macam, mulai dari sensor magnetic pulse counter dan shaft encoder yang ke-2 nya memanfaatkan rangkaian sensor optocoupler, dan sebagainya. Sebagian besar anemometer yang ada di pasaran menggunakan sensor magnetic pulse counter, namun berdasarkan pertimbangan yang ada sensor ini memiliki harga yang relatif lebih mahal tentunya dapat mempengaruhi harga jual anemometer tersebut yang juga semakin tinggi. Oleh karena itu, peneliti mencoba merancang anemometer menggunakan sensor berbasis shaft encoder dengan biayanya yang relatif lebih murah dari sebelumnya dan menggunakan rangkaian sensor optocoupler.¹⁷

Kecepatan hembusan angin juga sudah di gambarkan oleh Allah SWT didalam Al-Qur'an, tepatnya pada Qs Yunus: 22

هُوَ الَّذِي يُسَيِّرُكُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ ۗ حَتَّىٰ إِذَا كُنْتُمْ فِي الْفُلِكِ وَجَرَبَ بِهَمِّ بَرِيحٍ طَيْبَةٍ وَفَرِحُوا بِهَا جَاءَتْهَا رِيحٌ عَاصِفٌ وَجَاءَهُمُ الْمَوْجُ مِنْ كُلِّ مَكَانٍ ظَنُّوا أَنَّهُمْ

¹⁶ Akhmad Fadholi, 'ANALISIS DATA ANGIN PERMUKAAN DI BANDARA PANGKALPINANG MENGGUNAKAN METODE WINDROSE', *Jurnal Geografi*, 10.2 (2013).

¹⁷ Bagas Priyambodo, 'RANCANG BANGUN ALAT UKUR KELAJUAN DAN ARAH (KECEPATAN) ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO', (2018).

أَحِيطَ بِهِمْ دَعْوَاً لِلَّهِ مُخْلِصِينَ لَهُ الدِّينَ لَئِنِ أَخْرَجْنَا مِنْ هَذِهِ لَتَكُونَنَّ مِنَ

الشَّاكِرِينَ ﴿٢٢﴾

Artinya : 22. Dialah Tuhan yang menjadikan kamu dapat berjalan di daratan, (berlayar) di lautan. sehingga apabila kamu berada di dalam bahtera, dan meluncurlah bahtera itu membawa orang-orang yang ada di dalamnya dengan tiupan angin yang baik, dan mereka bergembira karenanya, datanglah angin badai, dan (apabila) gelombang dari segenap penjuru menimpanya, dan mereka yakin bahwa mereka Telah terkepung (bahaya), Maka mereka berdoa kepada Allah dengan mengikhlaskan ketaatan kepada-Nya semata-mata. (mereka berkata): "Sesungguhnya jika Engkau menyelamatkan kami dari bahaya ini, Pastilah kami akan termasuk orang-orang yang bersyukur".¹⁸

Seperti yang dijelaskan pada ayat Al-Qur'an tersebut bahwa angin memiliki kondisi yang berubah. Angin baik yang dimaksud didalam ayat tersebut adalah angin yang bertiup stabil dan tenang atau dengan kata lain tiupan angin tidak terlalu kuat karena terjadinya perbedaan suhu yang tidak terlalu tinggi pada atmosfer. Kemudian datanglah angin badai yang berbahaya yang menggambarkan tiupan angin tersebut sangatlah kuat karena terjadinya perbedaan suhu yang sangat tinggi pada atmosfer. Maka dalam keadaan apapun kita harus selalu bersyukur dan senantiasa berdo'a kepada Allah SWT untuk memohon perlindungannya. Pada saat ini era Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) tidak hanya berpengaruh dalam bidang pekerjaan, namun juga berpengaruh dalam bidang pendidikan, ilmu pengetahuan serta teknologi memegang peranan yang penting di dalam dunia pendidikan. Seperti yang tercatat dalam Fungsi pendidikan nasional pada pasal 3 bab II Undang-Undang Republik Indonesia nomor 20 tahun 2003, yaitu: "Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermanfaat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa bertujuan

¹⁸ Lajnah Pentasihan Mushaf al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Depatemen Agama RI, Tafsir Al-Qur'an Tematik: Pelestarian Lingkungan Hidup, (Jakarta: Lajnah Pentasihan Mushaf al-Qur'an, 2009), h. 157-159

untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggung jawab”.¹⁹

Seiring dengan zaman yang semakin maju dan perkembangan teknologi yang pesat, itu semua mendorong manusia untuk berfikir lebih kreatif, tidak hanya menggali penemuan-penemuan baru, terus mengembangkan suatu inovasi-inovasi yang kreatif, tetapi juga memaksimalkan kinerja dari teknologi yang diharapkan dapat meringankan aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari.²⁰

Pada “**Pengembangan Anemometer Digital Dan Sensor DHT22 Dengan Output Suara Berbasis Arduino**” ini Sensor yang digunakan yaitu *optocoupler* yang dapat mendeteksi putaran piringan dengan 22 buah celah. Sensor akan mendeteksi berapa banyak celah yang terdeteksi ketika piringan berputar. Sensor ini bekerja dengan menggunakan prinsip optik. Ketika dioda memancarkan sinyal, maka *phototransistor* yang berada pada *optocoupler* akan menghasilkan logika biner “1”, sebaliknya ketika sinyal tersebut terhalangi maka, *phototransistor* akan menghasilkan logika biner ”0”.²¹ Pada sebuah penelitian yang berjudul “Alat Penunjuk Arah Angin dan Pengukur Kecepatan Angin Berbasis Mikrokontroler AT89C51” yang ditulis oleh Bonadin, dkk. mengungkapkan bahwa *opto* adalah optik dan *coupler* merupakan sebuah pemicu, maka *Optocoupler* merupakan sebuah komponen yang memiliki prinsip kerja berdasarkan picu dari cahaya optik yang terdiri dari *transmitter* dan *recevier*. *Transmitter* tersusun dari LED infra merah dimana cahayanya tidak dapat dilihat secara kasat mata. LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak jika dibandingkan dengan LED biasa. *Recevier* tersusun dari sebuah fototransistor yaitu transistor yang

¹⁹ Undang-Undang Sistem Pendidikan nasional, *Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional*, 2003, (<https://www.komisiinformasi.go.id/regulasi/download/id/101>)

²⁰ Eka Yogi Prananda, Dedi Triyanto, Suhardi *Journal Coding Sistem Komputer Untan* (Pontianak : Suhardi, 2017).

²¹ Muhammad Lahnah Mahar, Adnan Rafi Al Tahtawi, Sudrajat, 'Pengembangan dan Realisasi Anemometer Digital untuk Aplikasi Sistem Peringatan Dini', *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 2.2 (2017).

sensitif/peka terhadap tenaga cahaya. Spektrum infra merah yang merupakan sumber cahaya menghasilkan sebuah energi panas yang lebih besar dibandingkan dengan cahaya tampak. fisik *Optocoupler* memiliki bentuk bermacam-macam berdasarkan segi penggunaannya. Bila hanya digunakan untuk mengisolasi level tegangan atau data pada sisi transmitter dan sisi *receiver*, maka *Optocoupler* ini biasanya dibuat dalam bentuk solid (tidak ada ruang antara *LED* dan *Photodiode*). Sehingga sinyal listrik yang ada pada input dan *output* akan terisolasi.²²

Salah satu Komponen yang digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara pada rancangan ini yaitu sensor DHT22. DHT22 merupakan sensor pengukur suhu dan kelembaban relatif dengan keluaran berupa sinyal digital serta memiliki 4 pin yang terdiri dari *power supply*, data *signal*, *null*, dan *ground*. DHT22 juga memiliki tingkat akurasi yang lebih baik.²³

Beberapa rancangan alat ukur dalam penelitian-penelitian yang sudah dilakukan terlebih dahulu hanya menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk tulisan pada *LCD*. Sebenarnya jika hasil dari pengukuran juga dapat disajikan dalam bentuk suara, tentu akan lebih memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi penggunaannya. Oleh karena itu, dalam penelitian kali ini dikembangkan alat ukur anemometer digital yang hasil pengukurannya serta informasi tersebut disajikan dalam bentuk tulisan pada *LCD* dan juga dalam bentuk suara pada *speaker*. Dengan demikian, pengukuran kecepatan angin menjadi lebih mudah, cepat, praktis, dan akurat serta lengkap.²⁴

²²Nurfitriza Yanti, Yulkifli Yulkifli, and Zuhendri Kamus, 'Pembuatan Alat Ukur Kelajuan Angin Menggunakan Sensor Optocoupler Dengan Display Pc', *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7.2 (2016).

²³ Hannif Izzatul Islam, Nida Nabilah, Sofyan Sa'id Atsaurry, Dendy Handy Saputra, Gagat Mughni Pradipta, Ade Kurniawan, Heriyanto Syafutra, Irmansyah, Irzaman, 'SISTEM KENDALI SUHU DAN PEMANTAUAN KELEMBABAN UDARA RUANGAN BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR DHT22 DAN PASSIVE INFRARED (PIR)', Seminar Nasional Fisika 2016 Prodi Pendidikan Fisika dan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta, (2016).

²⁴ MUHAMMAD AFDALI, MUHAMMAD DAUD, RAIHAN PUTRI, 'Pengembangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO', *Jurnal ELKOMIKA Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh*, (2017).

Setelah pembuatan anemometer, belum tentu pengukuran kelajuan angin pada anemometer ini seragam dengan hasil pengukuran pada anemometer lain. Oleh karena itu, Alat yang telah dibuat pada penelitian harus melalui tahap pengujian agar diketahui hasil dari pengukuran berbeda jauh atau tidak dengan alat standart. Ini dilakukan agar alat yang dirancang pada penelitian dapat terkalibrasi dengan baik dan memiliki hasil pengukuran yang sesuai dengan alat ukur ukurnya dan dapat diukur berdasarkan kelayakannya.²⁵

Pembelajaran yang dilaksanakan oleh bapak/ibu dosen mengenai materi alat ukur anemometer di Pendidikan Fisika UIN Raden Intan Lampung menggunakan media berupa buku yang didalamnya terdapat definisi, gambar, komponen penyusun, serta cara kerja dari alat anemometer. Pada kegiatan praktikum, alat anemometer yang digunakan merupakan anemometer biasa yang belum memiliki tambahan sensor serta *output* pada *LCD* dan masih menggunakan *Thermometer* untuk mengukur suhu yang belum dikembangkan dengan arduino. Keterbatasan jumlah alat anemometer ini memaksa bapak/ibu dosen mengeluarkan *effort* yang ekstra dalam hal memberikan pemahaman kepada mahasiswa mengenai alat anemometer, hal ini juga mempengaruhi *flexibility* pada proses pembelajaran. Kerusakan alat juga menjadi salah satu faktor minimnya alat yang dimiliki, untuk memperbaiki alat anemometer cukup rumit karena sudah dalam bentuk satu kesatuan. Berdasarkan hasil pra penelitian kepada para asisten praktikum Pendidikan fisika UIN Raden Intan Lampung yaitu mewawancarai asisten praktikum dengan mengajukan pertanyaan sekaligus mengetahui respon dari 12 asisten praktikum yang menyatakan bahwa belum pernah dilakukannya penelitian mengenai pengembangan anemometer digital dan sensor DHT22 dengan output suara berbasis Arduino di UIN Raden Intan Lampung. Hasil pra penelitian menunjukkan bahwa pengembangan alat praktikum sangat diperlukan, mengingat kelengkapan pada laboratorium yang kurang maksimal. Khususnya

²⁵ Dewi Wijayanti, Endah Rahmawati dan Imam Suchyo, 'RANCANG BANGUN ALAT UKUR KECEPATAN DAN ARAH ANGIN BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA 328P', Jurnal Inovasi Fisika Indonesia Volume 04 Nomor 03 Tahun (2015).

alat untuk mengukur kecepatan angin atau anemometer yang belum tersedia dilaboratorium Pendidikan fisika UIN Raden Intan Lampung. Menurut para asisten praktikum kelengkapan alat praktikum sangat diperlukan guna menambah wawasan baik dalam segi kognitif, psikomotorik, dan afektif serta menambah minat belajar bagi praktikan. Alat praktikum juga membantu praktikan untuk mempermudah dalam memahami konsep dasar dan membuktikan fenomena fisika dari sebuah materi yang sedang dipelajari. Pemahaman dan skil mengenai suatu alat ukur harus dikuasai oleh calon tenaga didik khususnya di Pendidikan fisika, berdasarkan fakta dilapangan pengalaman dalam menggunakan alat ukur menjadi suatu hal yang pokok bagi calon tenaga didik ketika sudah mulai terjun pada proses belajar mengajar.²⁶

Pemaparan dari data diataslah yang menjadi landasan peneliti memilih judul pengembangan anemometer digital dan sensor DHT22 dengan output suara berbasis arduino. Dengan pengembangan menggunakan Arduino ini memiliki daya Tarik bagi praktikan sekaligus para asisten praktikum untuk mempelajarinya lebih dalam lagi, dengan sebuah pengenalan alat dan bahan serta cara merancang alat yang tentunya akan menambah pengalaman serta wawasan juga bagi para praktikan yang nantinya akan dipersiapkan untuk menjadi calon tenaga didik. Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai alat ukur anemometer memanfaatkan prinsip kerja dari alat *wind speed* yang kemudian akan dihubungkan ke PC/Laptop untuk mendapatkan hasil pengukurannya, penelitian yang sebelumnya juga sudah mengembangkan anemometer dengan menambahkan sensor suhu menggunakan sensor DS18B20, LM35, dan DHT11. Output yang digunakan pada beberapa penelitian terdahulu berupa *text* pada layar *LCD*. Tentunya diperlukan sebuah terobosan yang baru agar alat anemometer lebih berkembang lagi, pada penelitian kali ini peneliti mengembangkan anemometer dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor *optecoupler* dan dikombinasikan dengan sensor suhu DHT22 dengan *ouotput* tambahan berupa suara. Dengan menggunakan model pengembangan ADDIE, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation* dan

²⁶ Hasil Wawancara Pra Penelitian Laboran Fisika UIN Raden Intan Lampung.

Evaluation peneliti berharap dapat memberikan pembelajaran yang lebih inovatif. Dengan mempertimbangkan permasalahan yang didapatkan dari hasil pra penelitian terkait alat anemometer yang belum ada di Laboratorium Pendidikan Fisika UIN Raden Intan Lampung maka dilakukanlah penelitian yang berjudul “Pengembangan Anemometer Digital dan Sensor DHT22 Dengan *Output* Suara Berbasis Arduino”.

C. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah

1. Identifikasi Masalah

Dari pemaparan latar belakang masalah diatas didapatkan identifikasi masalah sebagai berikut :

- a. Keterbatasan media belajar sebagai penunjang pembelajaran yang dilakukan oleh dosen untuk mahasiswa mengenai alat anemometer.
- b. Masih kurangnya pemahaman serta wawasan mahasiswa mengenai pengembangan alat anemometer berbasis arduino.
- c. Alat ukur anemometer yang digunakan standar dan alat ukur suhu masih menggunakan thermometer kaca yang belum dikembangkan.
- d. Berkurangnya minat mahasiswa dalam membaca hasil pengukuran anemometer yang ditampilkan dalam bentuk tulisan pada lcd.

2. Batasan Masalah

Dari uraian identifikasi masalah diatas, peneliti menentukan Batasan masalah yang ada sebagai berikut:

- a. Media yang akan digunakan untuk memahami pengembangan anemometer berupa rancangan alat yang sudah jadi dan buku panduan.
- b. Pengembangan anemometer digital dan sensor DHT22 dengan output suara berbasis Arduino diperuntukkan untuk mahasiswa Pendidikan fisika.
- c. Penerapan dan pengembangan pada anemometer dengan sensor optocoupler dan DHT22 dengan output alat berupa tulisan pada LCD dan suara melalui speaker.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana rancangan anemometer berbasis mikrokontroler menggunakan sensor optocoupler dan sensor DHT22 ?
2. Bagaimana kelayakan pengembangan anemometer digital dan sensor DHT22 dengan output suara berbasis Arduino ?
3. Bagaimana respon mahasiswa terhadap pengembangan anemometer digital dan sensor DHT22 dengan output suara berbasis Arduino ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui langkah merancang anemometer digital dan sensor DHT22 guna menambah pemahaman mahasiswa terkait alat ukur anemometer dan Arduino yang telah dikembangkan.
2. Untuk mengetahui pendapat dari validator terhadap rancangan alat anemometer digital dan sensor DHT22 berbasis arduino yang telah dikembangkan.
3. Untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap rancangan alat anemometer digital dan sensor DHT22 berbasis arduino yang telah dikembangkan.

F. Manfaat Penelitian

1. Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu menambah pengetahuan dan wawasan bagi mahasiswa mengenai rancangan anemometer dan sensor DHT22 dengan menggunakan Arduino serta bermanfaat sebagai bahan referensi untuk penelitian lebih lanjut.

2. Praktis

- a. Memberikan sebuah pengalaman yang baru bagi peneliti mengenai pengembangan alat ukur dengan rancangan anemometer dan sensor DHT22 menggunakan Arduino.
- b. Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan antusias dan membantu mahasiswa dalam melakukan pengukuran kecepatan angin dan suhu, serta memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep rancangan Arduino.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Berdasarkan telaah pustaka yang telah dilakukan, didapatkan beberapa hasil penelitian yang relevan dan berkaitan dengan variable penelitian ini dengan hasil yang didapatkan dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai berikut:

1. Penelitian oleh Nurfitriza Yanti, Yulkifli, Zuhendri pada tahun 2015 yang berjudul “PEMBUATAN ALAT UKUR KELAJUAN ANGIN MENGGUNAKAN SENSOR *OPTOCOUPLER* DENGAN DISPLAY PC”. Hasil yang didapatkan setelah penelitian ini dilakukan adalah hasil spesifikasi dari performansi sistem alat ukur ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian elektronik dan mekanik. Bagian elektronik yang meliputi catu daya, sistem rangkaian, dan board rangkaian Arduino Uno Rev3 itu sendiri. Bagian mekanik meliputi baling-baling mangkok dan rangkaian sensor optocoupler. Alat yang dibuat memiliki ketepatan yang cukup baik presentase kesalahan 3.22% dengan presentase kecepatan sistem 93,42% tingkat ketelitian rata-rata 98,9% dengan standar deviasi rata-rata 0,02 dan kesalahan relatif rata-rata 1.11%.²⁷
2. Penelitian oleh Bagas Priyambodo pada tahun 2018 yang berjudul “RANCANG BANGUN ALAT UKUR KELAJUAN DAN ARAH (KECEPATAN) ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO”. Hasil yang didapatkan setelah melakukan penelitian adalah telah dirancang alat anemometer menggunakan Arduino uno dengan sensor optocoupler dimana setiap panjang lengan cup merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja dari anemometer.
3. Telah dirancang alat penunjuk arah angin (*wind vane*) dengan menggunakan sensor resistif kawat nikelin yang berdiameter 0.5 mm dengan sensitivitas yang baik hingga mampu menunjukkan arah angin sebesar 1.25°. Hasil pengembangan transmisi data secara nirkabel yang memanfaatkan jaringan *Wi-Fi* berupa

²⁷ Nurfitriza Yanti, Yulkifli Yulkifli, and Zuhendri Kamus, ‘Pembuatan Alat Ukur Kelajuan Angin Menggunakan Sensor Optocoupler Dengan Display Pc’, *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7.2 (2016), 107.

perangkat mikrokontroler arduino yang telah diprogram menggunakan *software* arduino IDE, rangkaian *voltage shifter*, rangkaian *voltage divider*, dan modul pemancar sinyal WiFi ESP 8266. Pada perangkat penerima, terdapat *software data logger* yang berfungsi untuk merekam laju dan arah angin.²⁸

4. Penelitian oleh Muhammad Lahnan Mahar, Adnan Rafi Al Tahtawi, Sudrajat pada tahun 2017 yang berjudul “Pengembangan dan Realisasi Anemometer Digital untuk Aplikasi Sistem Peringatan Dini”. Hasil yang didapatkan setelah dilakukannya penelitian adalah alat anemometer telah berhasil dibuat, Hasil dari pengujian alat ini menggunakan angin buatan diperoleh rata-rata kesalahan relatif sebesar 1,18% pada jarak 10 cm, 1,41% pada jarak 30 cm, 1,55% pada jarak 50 cm, dan 2,44% pada jarak 70 cm jika dibandingkan dengan Anemometer komersial. Hasil jika pengujian menggunakan angin alami menunjukkan alat ini mampu mendeteksi kecepatan angin dengan rata-rata kesalahan relatif sebesar 21,21% dan 18,80% dibandingkan Anemometer BMKG pada dua hari berbeda. Nilai kesalahan relatif ini lebih besar jika dibandingkan dengan pengujian menggunakan angin buatan. Hal ini terjadi karena kondisi perubahan arah angin alami yang tiba-tiba tidak dapat terdeteksi alat ini.²⁹
5. Penelitian oleh Arief Hendra Saptadi pada tahun 2014 yang berjudul “Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino”. Dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan hasil yaitu sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dari DHT11 dengan galat relative pengukuran suhu 4% (< 4,5%) dan kelembaban 18% (<19,75%). Sensor DHT11 memiliki rentang galat relatif yang lebih lebar yaitu sebesar 1 – 7% pada

²⁸ Bagas Priyambodo, 'RANCANG BANGUN ALAT UKUR KELAJUAN DAN ARAH (KECEPATAN) ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO', (2018).

²⁹ Muhammad Lahnan Mahar, Adnan Rafi Al Tahtawi, Sudrajat, 'Pengembangan dan Realisasi Anemometer Digital untuk Aplikasi Sistem Peringatan Dini', *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 2.2 (2017).

pengukuran suhu dan 11 – 35% pada pengukuran kelembaban. Perlakuan alat berupa Perbedaan lokasi pengukuran (di dalam maupun di luar ruangan) dan platform yang digunakan (baik AVR ataupun Arduino) tidak berpengaruh terhadap hasil dari pengukuran.³⁰

6. Penelitian oleh MUHAMMAD AFDALI, MUHAMMAD DAUD, RAIHAN PUTRI pada tahun 2017 yang berjudul “Pengembangan Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara Berbasis Arduino Uno”. Setelah dilakukannya penelitian didapatkan hasil yaitu Alat ukur digital untuk tinggi badan dan berat badan dengan output suara telah berhasil dirancang dan direalisasikan serta dapat berfungsi dengan sangat baik seperti yang diharapkan. Nilai persentase untuk keberhasilan rata-rata pada pengukuran tinggi badan adalah sebesar 96,80%, persentase keberhasilan rata-rata pada pengukuran berat badan adalah sebesar 99,04%, dan tingkat keberhasilan penampilan informasi suara adalah sebesar 95%. Dengan berhasil dirancangnya alat ini Pengguna dapat memperoleh hasil pengukuran tinggi badan dan berat badan sekaligus informasi ideal atau tidaknya berat badan tersebut serta interval nilai berat badan yang ideal. Hasil yang disajikan dengan output suara di samping tampilan LCD, akan memberikan kemudahan bagi para pengguna.³¹

³⁰ Arief Hendra Saptadi, Danny Kurnianto, Suyani, 'RANCANG BANGUN THERMOHYGROMETER DIGITAL MENGGUNAKAN SISTEMMIKROPENGENDALI ARDUINO DAN SENSOR DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino', Sekolah Tinggi Teknologi Telematika TELKOM Purwokerto,(2015).

³¹ MUHAMMAD AFDALI, MUHAMMAD DAUD, RAIHAN PUTRI, 'Pengembangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO', Jurnal ELKOMIKA Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, (2017).

H. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan skripsi terdiri dari tiga bagian, yaitu: bagian awal, bagian substansi (inti), dan bagian akhir.

1. Bagian Awal

Bagian awal dalam skripsi ini yang terdiri dari: sampul/*cover* skripsi, halaman sampul, halaman abstrak, halaman pernyataan orisinalitas, halaman persetujuan, halaman pengesahan, moto, persembahan, riwayat hidup, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, dan daftar gambar.

2. Bagian Substansi (inti)

Bagian substansi (inti) dari penelitian *research and development (r&d)* sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

- A. Penegasan Judul
- B. Latar Belakang Masalah
- C. Identifikasi dan Batasan Masalah
- D. Rumusan Masalah
- E. Tujuan Pengembangan
- F. Manfaat Pengembangan
- G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan
- H. Sistematika Penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

- A. Deskripsi Teoritik
- B. Teori-teori Tentang Pengembangan Model

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

- A. Tempat dan Waktu Penelitian Pengembangan
- B. Desain Penelitian Pengembangan
- C. Prosedur Penelitian Pengembangan
- D. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan
- E. Subjek Uji Coba Penelitian Pengembangan
- F. Instrumen Penelitian
- G. Uji Coba Produk
- H. Teknik Analisis Data

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

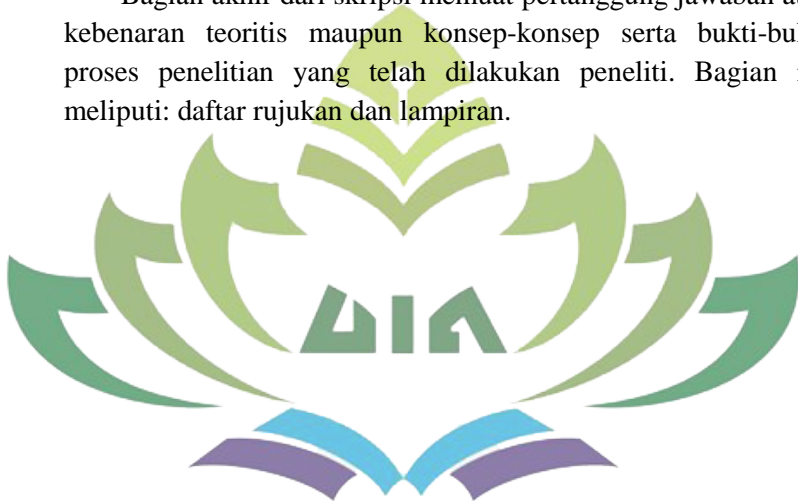
- A. Deskripsi Hasil Penelitian Pengembangan
- B. Deskripsi dan Analisis Data Hasil Uji Coba
- C. Kajian Produk Akhir

BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

- A. Simpulan
- B. Rekomendasi

DAFTAR RUJUKAN**LAMPIRAN****3. Bagian Akhir**

Bagian akhir dari skripsi memuat pertanggung jawaban atas kebenaran teoritis maupun konsep-konsep serta bukti-bukti proses penelitian yang telah dilakukan peneliti. Bagian ini meliputi: daftar rujukan dan lampiran.





BAB II LANDASAN TEORI

A. Konsep Pengembangan Model

1. Pengertian Pengembangan

Pengembangan adalah suatu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kemampuan memahami teknis, memahami teori, memahami konsep, dan memahami moral sesuai dengan apa yang dibutuhkan melalui proses pengajaran / pendidikan dan proses latihan. Pengembangan merupakan suatu proses untuk merancang terlaksananya pembelajaran yang bersifat logis, serta sistematis dalam menetapkan segala sesuatu yang dipilih dan diimplementasikan pada kegiatan belajar yang berfokus pada potensi dan kompetensi.¹ Ada dua klasifikasi penelitian dan pengembangan (*R&D*), yaitu pengembangan produk berupa alat/media dan pengembangan produk berupa kurikulum. Pada penelitian dan pengembangan juga terdapat beberapa model-model yang dapat diterapkan untuk melakukan sebuah penelitian.

2. Model-Model Pengembangan Bahan Ajar

a. Borg and Gall

Model Borg and Gall menggunakan alur air terjun (*waterfall*) yang memiliki langkah-langkah penelitian dan pengembangan terdiri sepuluh langkah penelitian yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian, revisi produk, produksi awal.²

b. Model Kemp

Model Kemp merupakan sebuah model yang berbentuk melingkar apabila digambarkan dalam bentuk diagram. Pada model Kemp terdapat beberapa langkah yang digunakan untuk menyusun sebuah bahan ajar diantaranya: Menentukan tujuan dan daftar topik, Menganalisis karakteristik pelajar, Menetapkan tujuan pembelajaran yang

¹ Abdul Majid, *Perencanaan Pembelajaran*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2005), h. 24.

² Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D* (Bandung: Alfabeta, 2011), h.298.

akan dicapai, Menentukan apa saja isi materi pelajaran, Pengembangan prapenilaian/penilaian awal, Memilih aktivitas pembelajaran dan sumber pembelajaran yang menyenangkan, Mengkoordinasi dukungan pelayanan atau sarana penunjang, Mengevaluasi pembelajaran siswa³

c. Model ASSURE

Model ASSURE adalah salah satu model pembelajaran yang dikembangkan guna menciptakan aktivitas pembelajaran yang efektif dan efisien, khususnya pada kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan teknologi sebagai salah satu mediana. Model ASSURE merupakan sebuah formulasi yang diterapkan pada Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) atau disebut juga model berorientasi kelas.¹³ Perencanaan pembelajaran model ASSURE memiliki 6 tahapan sebagai berikut: Analyze Learn, State Standards and Objectives, Select Strategies Technology Media And Materials, Utilize Technology Media and Materials, Require Learner Participation, Evaluate and Revise.⁴

d. Model ADDIE

Model pengembangan ADDIE dikembangkan oleh Branch (2009) yang merupakan model pengembangan berbasis produk. Model ADDIE terdiri dari lima langkah pada tahapan pengembangannya, yaitu analysis, design, develop, implement, dan evaluate. Model pengembangan ini digunakan untuk menghasilkan suatu produk yang bertujuan untuk menciptakan lingkungan belajar. Produk yang telah dikembangkan diharapkan dapat digunakan dalam proses pembelajaran yang bermanfaat. Model pengembangan ADDIE memiliki alur pengembangan yang fleksibel tidak kaku. Proses pengembangan dari tahap satu menuju tahap selanjutnya dapat dilakukan proses revisi.⁵

³ belajarpendidikanku.blogspot.com/2013/02/model-model-pengembangan-bahanajar.html.

⁴ Heinich et al (2005).

⁵ Alvina Putri Purnama Sari1 , Mohamad Amin2 , Betty Lukiati3, "BUKU AJAR BIOTEKNOLOGI BERBASIS BIOINFORMATIKA DENGAN MODEL

e. Model Dick and Carrey

Menurut Dick and Carey bahwa pendekatan sistem selalu mengacu kepada tahapan umum sistem pengembangan pembelajaran (Instructional Systems Development/ISD). Komponen model pembelajaran dick and carey meliputi; pembelajar, pengajar, materi, dan lingkungan. Demikian pula dilingkungan pendidikan non formal meliputi; warga belajar (pembelajar), tutor (pengajar), materi, dan lingkungan pembelajaran. Semua berinteraksi dalam proses pembelajaran untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.⁶

f. Model Gagne and Briggs

Model perencanaan Briggs berorientasi pada rancangan sistem dengan sasaran guru sebagai perancang kegiatan instruksional maupun tim pengembang instruksional yang susunan anggotanya meliputi antara lain guru, administrator, ahli bidang studi, ahli media, dan perancang instruksional. Model pembelajaran Briggs ini bersandarkan pada 3 prinsip keselarasan, yaitu : Tujuan yang akan dicapai, Strategi untuk mencapainya dan Evaluasi keberhasilannya.⁷

g. Model Hannafin dan peck

Model Hanafin dan Peck merupakan salah satu dari banyak model desain pembelajaran yang berorientasi produk. Model berorientasi produk adalah model desain pembelajaran untuk menghasilkan suatu produk. Menurut Hanafin dan Peck (Afandi dan Badarudin, 2011:26) model desain pembelajaran terdiri dari tiga fase yaitu *Need* (Fase Analisis Keperluan), *Design* (Fase Desain), dan *Develop/Implement* (Fase Pengembangan dan

ADDIE", *Journal Pendidikan*, (Malang : Pendidikan Biologi-Pascasarjana Universitas Negeri Malang) Vol. 2 No. 6.

⁶ Rangkumanmakalah.com/model-desain-pembelajaran-dick-and-carey.

⁷ <https://zenyqq.wordpress.com/2012/12/29/model-perencanaan-pembelajaran-briggs>

Implementasi). Dalam model ini disetiap fase akan dilakukan penilaian dan pengulangan.⁸

h. Model 4D

Model pengembangan perangkat *Four-d* pada penelitian ini dikembangkan oleh S. Thigarajan, Dorothy Semmel, dan Melvyn I. Semmel. Tahap-tahap dalam pengembangan pada model pengembangan pembelajaran ini yaitu melalui tahap sebagai berikut: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Pengembangan), *Develop* (Pengembangan), *Deseminate* (Penyebaran).⁹

3. Model Pengembangan Yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Developmant*) dengan menghasilkan suatu produk pada hasil akhirnya. Produk yang dihasilkan nantinya dapat diterapkan kedalam proses pembelajaran sehingga akan tercipta sebuah lingkungan belajar yang baru. Menurut Robert Maribe Branch dengan menggunakan model pengembangan ADDIE mampu menghasilkan suatu produk yang dapat digunakan dalam membantu proses pembelajaran dan menciptakan sebuah lingkungan belajar.¹⁰

Model pengembangan ADDIE memiliki kelebihan diantaranya: (1) model pengembangan ADDIE memperhatikan perkembangan pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik, (2) bersifat konsisten dan reliabel, (3) saling berhubungan dan terikat satu sama lain pada setiap tahapannya, sehingga tidak ada unsur yang terpisah, (4) sederhana dan tersusun secara sistematis, sehingga dapat mudah dipahami dan diterapkan oleh pendidik.¹¹

⁸ Putrawijilsetyana.wordpress.com/2013/04/02/model-pembelajaran-hanafin-peck

⁹ Chintia Tri Noprinda1 , Sofyan M. Soleh2, “PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS HIGHER ORDER THINKING SKILL (HOTS)” *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, (Lampung : Pendidikan Fisika UIN RIL, 2019) Vol.2 No. 2, h. 171

¹⁰ Widayanti Yuberti, _Pengembangan Alat Praktikum Sederhana Sebagai Media Praktikum Mahasiswa,, *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 2.1 (2018).

¹¹ Iqlima Noor Akmala Dewi and Prabowo, “Pengembangan Alat Peraga Bandul Matematis Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Siswa Pada Materi Gerak

B. Acuan Teoritik

1. Alat Ukur

a. Pengertian Alat Ukur

Ilmu fisika merupakan ilmu pengetahuan alam yang berorientasikan pada pengukuran secara kuantitatif dan observasi. Hukum fisika dinyatakan sebagai hubungan yang matematis antara jumlah fisik. Pengukuran biasanya menggunakan bilangan untuk menyatakan hasil pengukuran. Setiap bilangan yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu fenomena fisika secara kuantitatif disebut besaran. Berdasarkan satuannya besaran dibagi menjadi dua yaitu besaran pokok dan besaran turunan.¹² Sedangkan satuan merupakan pernyataan yang menjelaskan arti dari suatu besaran, satuan juga dijadikan sebagai pembanding dalam pengukuran yang mengacu pada Satuan Internasional (SI). misalnya meter (m) digunakan untuk besaran Panjang, dan sekon (s) untuk besaran waktu.¹³

Alat ukur merupakan alat yang digunakan untuk membantu keperluan dalam kegiatan pengukuran. Tujuan digunakannya alat ukur untuk mengetahui harga suatu besaran atau *variable*, prinsip kerja alat ukur harus dipahami oleh penggunaannya agar dapat digunakan dengan cermat dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.¹⁴

Pengukuran tidak akan pernah menghasilkan nilai yang persis sama dengan yang seharusnya. Pada proses pengukuran pastinya terdapat sebuah kesalahan. Kesalahan ini dapat dihasilkan dari beberapa faktor. Seperti, kurang telitinya seseorang yang melakukan pengukuran tersebut, keterbatasan tingkat ketelitian alat ukur, dan faktor

Harmonik Sederhana Di Kelas XI SMAN 3 Tuban”, *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 3. 2 (2014).

¹² David Haliday, Dkk, *Fisika Dasar* (Jakarta: Erlangga, 2010), h. 5.

¹³ Tipler Paul A, *Fisika Untuk Sains Dan Teknik* (Jakarta: Erlangga, 1998), h. 3.

¹⁴ Koes Sulistiadji dan Joko Pitoyo: Staf Perekayasa pada BBP Mektan, Serpong, (2009).

lingkungan.¹⁵ Al-Qur'an telah menjelaskan terkait pengukuran didalam surah Asy-Syu'arā ayat 181-183, yaitu:

﴿ أَوْفُوا الْكَيْلَ وَلَا تَكُونُوا مِنَ الْمُخْسِرِينَ ﴿١٨١﴾ وَزِنُوا بِالْقِسْطَاسِ الْمُسْتَقِيمِ ﴿١٨٢﴾ وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَعْنُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿١٨٣﴾ ﴾

﴿ ١٨١ ﴾ وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَعْنُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿١٨٢﴾

Artinya :181. Sempurnakanlah takaran dan janganlah kamu termasuk orang-orang yang merugikan; 182. Dan timbanglah dengan timbangan yang benar. 183. Dan janganlah kamu merugikan manusia pada hak-haknya dan janganlah kamu merajalela dimuka bumi dengan membuat kerusakan;¹⁶

Ayat Al-Qur'an tersebut menjelaskan bahwa kejujuran dan ketelitian sangat dibutuhkan agar mendapatkan hasil yang benar tanpa adanya sebuah rekayasa baik dikurang maupun dilebihkan. Allah memerintahkan hambanya supaya tidak menggunakan hak orang lain dan merugikan orang lain. Dengan demikian perintah Allah menuntut umatnya untuk melakukan pengukuran yang adil tanpa merugikan hak orang lain dengan cara mempelajari pengukuran dan juga alat-alat ukur.

Setiap alat ukur memiliki ketelitiannya masing-masing guna mengurangi tingkat kesalahan dalam melakukan pengukuran. Ketelitian adalah harga terdekat suatu pembacaan instrument dari *variable* yang diukur terhadap harga yang sebenarnya sehingganya tingkat kesalahan pengukuran menjadi lebih kecil. Secara umum ketelitian sebuah alat ukur ditentukan dengan melakukan kalibrasi, kalibrasi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menentukan kebenaran konvensional saat menunjukkan nilai

¹⁵ Mikrajudin Abdullah, Fisika Dasar II, (Bandung: ITB, 2017)

¹⁶ Dapertemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemah* (Bandung: CV Penerbit Diponegoro, 2005), h. 597.

yang diabadikan bahan ukur dengan membandingkan pada standar nasional maupun internasional.¹⁷

b. Anemometer Digital

Anemometer Digital merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin, anemometer memiliki peranan yang sangat penting terutama pada penelitian fisika atmosfer dan banyak digunakan oleh BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) yang dimanfaatkan untuk memprediksi perkiraan cuaca yang dibutuhkan oleh pihak penerbangan, serta peringatan dini terhadap suatu bencana. Anemometer memiliki sistem kerja dimana sensor akan mendeteksi adanya perubahan pada kondisi fisik dari fluida yang disebabkan karena adanya perbahaan aliran. Anemometer dapat mengukur kelajuan total, kelajuan pada suatu bidang, atau komponen kelajuan pada arah tertentu.¹⁸

Anemometer dapat diklasifikasikan menjadi dua kelas yang pertama digunakan untuk mengukur kecepatan angin, dan yang kedua digunakan untuk mengukur tekanan angin. Berbicara mengenai kecepatan angin dan tekanan angin, keduanya memiliki hubungan yang erat. Ada beberapa jenis anemometer yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin, misalnya: anemometer cup, anemometer kawat panas, anemometer termal, sonic anemometer dan masih banyak lagi jenisnya. Tingkat keakuratan anemometer tidak hanya tergantung pada desain anemometer saja banyak faktor lain yang dapat mempengaruhi keakuratan sebuah anemometer. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keakuratan anemometer bisa berasal dari komponen elektronik yang digunakan dalam sistem, titik ketinggian yang di gunakan

¹⁷ Koes Sulistiadji dan Joko Pitoyo: Staf Perekayasa pada BBP Mektan, Serpong, (2009).

¹⁸ Laila Katriani dan Asri Setyaningrum, 'Development of Thermal Type Anemometer Integrated With Air Thermometer Using Lm35 Sensor and Pt100', 6.2 (2017), 91-92.

untuk meletakkan anemometer dalam melakukan pengukuran dan juga kondisi lingkungan saat dilakukan pengukuran.¹⁹

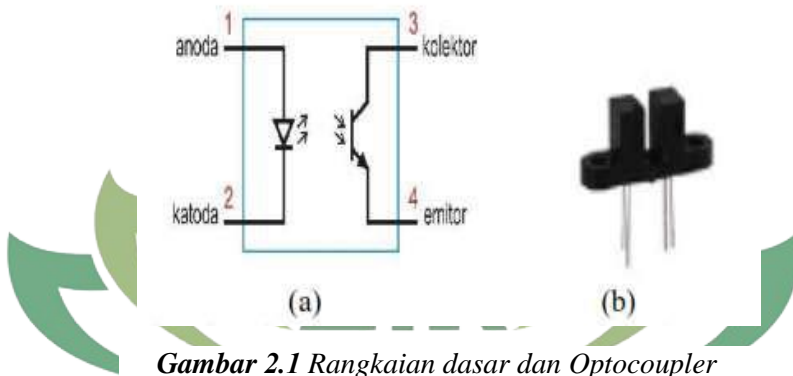
Anemometer cup telah ditemukan sejak abad ke-19, Penemu pertama adalah Leon Battista Alberti. desain pertama yang digunakan untuk membuat sebuah anemometer berupa cup dimana untuk sebuah anemometer memiliki 4 buah cup. Seiring berjalannya waktu dimana teknologi semakin berkembang pesat, mulai banyak penelitian yang dilakukan mengenai desain anemometer cup. Hingga saat ini, banyak desain anemometer yang telah tercipta berdasarkan banyaknya penelitian yang telah dilakukan. Mengacu dari hasil penelitian tersebut telah ditemukan desain anemometer *cup* yang efisien dalam mengubah kelajuan angin menjadi kelajuan rotasi sumbu anemometer yaitu model anemometer yang memiliki 3 cup. Sensor yang digunakan dalam sebuah penelitian juga beragam, mulai dari sensor *magnetic pulse counter*, *shaft encoder*, dan *optocoupler*. Sebagian besar anemometer yang ada di pasaran menggunakan sensor *magnetic pulse counter*, namun karena sensor ini memiliki harga mahal maka mempengaruhi harga jual anemometer tersebut yang juga semakin tinggi.²⁰

Pada penelitian ini menggunakan sensor optocoupler pada rancangan anemometer. *Optocoupler* merupakan sebuah sensor yang dimanfaatkan untuk menghitung kelajuan angin yang akan mendeteksi besarnya perubahan angin. *Optocoupler* dapat didefinisikan sebagai sebuah komponen elektronika yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu *on/off Optocoupler* atau isolator optik (*optoisolator*) yang merupakan sebuah rangkaian sistem yang terpadu

¹⁹ Tan Wee Choon, Churia Prakash, Lim Eng Aik, Teoh Thean Hin, 'Development of Low Wind Speed Anemometer', Jurnal, Universiti Malaysia Perlis, Vol. 2 (2012).

²⁰ Bagas Priyambodo, 'RANCANG BANGUN ALAT UKUR KELAJUAN DAN ARAH (KECEPATAN) ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO', (2018).

terdiri dari fototransistor dan LED (*light emitting diode*) yang dikombinasikan antara emitter dan detektor.²¹ Optocoupler juga biasa disebut dengan sebuah rangkaian elektronik yang berbasis *shaft encoder*. Pada penerapannya dibutuhkan perangkat lain agar optocoupler bekerja dengan baik, yang disebut dengan *encoder* yang terbuat dari cakram atau *disk*. Permukaan cakram *encoder* memiliki sejumlah lubang dengan bentuk dan ukuran tertentu yang berfungsi sebagai jalan masuk cahaya. Cakram *encoder* dipasang pada sumbu anemometer sehingga saat sumbu anemometer bergerak memutar, maka cakram *encoder* ikut berputar.²²



Gambar 2.1 Rangkaian dasar dan Optocoupler

Pengukuran menggunakan anemometer dapat dilakukan dengan cara memegang anemometer atau menaruhnya di atas penyangga. Angka kecepatan angin yang terbaca oleh sensor optocoupler akan ditampilkan secara otomatis pada layar yang digunakan sebagai output dari hasil pengukuran.²³

²¹Nurfitriza Yanti, Yulkifli Yulkifli, and Zuhendri Kamus, 'Pembuatan Alat Ukur Kelajuan Angin Menggunakan Sensor Optocoupler Dengan Display Pc', *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7.2 (2016), 95-96.

²² Bagas Priyambodo, 'RANCANG BANGUN ALAT UKUR KELAJUAN DAN ARAH (KECEPATAN) ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO', (2018).

²³ <https://www.alatuji.com/index.php/?kategori/510/anemometer>

2. Sensor DHT22

a. Pengertian Sensor DHT22

Sensor DHT merupakan sensor yang dimanfaatkan untuk mengukur suhu dan kelembaban dari Aosong Electronic yang terdiri dari dua bagian yaitu sensor kelembaban kapasitif dan thermistor. Sensor ini sudah menggunakan mikrocip sehingga tidak memerlukan rangkaian pengendali sinyal dan ADC dengan keluaran sinyal digital. DHT memiliki banyak varian, seperti DHT11 dan DHT22.²⁴

b. Kelebihan Sensor DHT22

Sensor DHT22 (Juga dikenal sebagai AM2302) adalah sensor yang dikembangkan dari DHT11, sensor DHT22 memiliki kelebihan dimana *Output* yang dihasilkan sudah berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit, DHT-22 menghasilkan pengukuran yang lebih akurat dan presisi dibanding DHT11, *Range* pengukuran suhu dan kelembaban yang lebih lebar dan mampu mentransmisikan sinyal output melewati kabel yang panjang (hingga 20m) sehingga cocok untuk ditempatkan di mana saja.²⁵

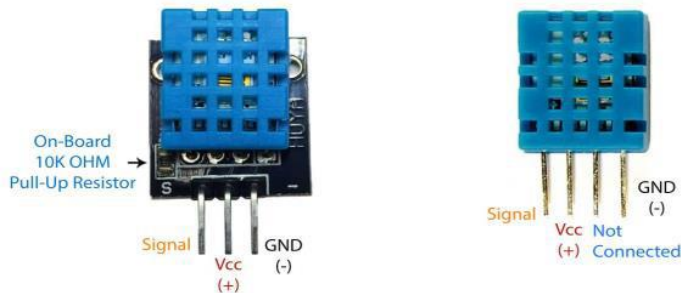
c. Kekurangan Sensor DHT22

Setiap jenis dan tipe sensor yang digunakan untuk mengukur suhu memiliki tingkat ketelitian yang berbeda-beda, mulai dari tingkat ketelitian yang rendah sampai yang tinggi. Perbedaan ketelitian dari setiap sensor mengindikasikan bahwa srtiap sensor memiliki kelebihan serta kekurangan. Sensor DHT22 memiliki kekurangan dalam hal ketelitian dimana masih diperlukan peningkatan dalam ketelitiannya. Sensor DHT22 memiliki tingkat eror

²⁴ Arief Hendra Saptadi, Danny Kurnianto, Suyani, 'RANCANG BANGUN THERMOHYGROMETER DIGITAL MENGGUNAKAN SISTEM MIKROPENGENDALI ARDUINO DAN SENSOR DHT22', Sekolah Tinggi Teknologi Telematika TELKOM Purwokerto,(2015).

²⁵ Siswanto, Ikin Rojikin, Windu Gata, 'Pemanfaatan Sensor Suhu DHT-22, Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mengendalikan Kolam Dengan Notifikasi Email', JURNAL RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi) Vol. 3 No.3 (2019), h 545.

pengukuran sebesar 1.96%, ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan eror pengukuran dari sensor DS18B20 sebesar 1.6%.²⁶



Gambar 2. 2 Sensor DHT22

3. Arduino

a. Pengertian Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau integrated circuit (IC) yang bisa diprogram menggunakan komputer.²⁷

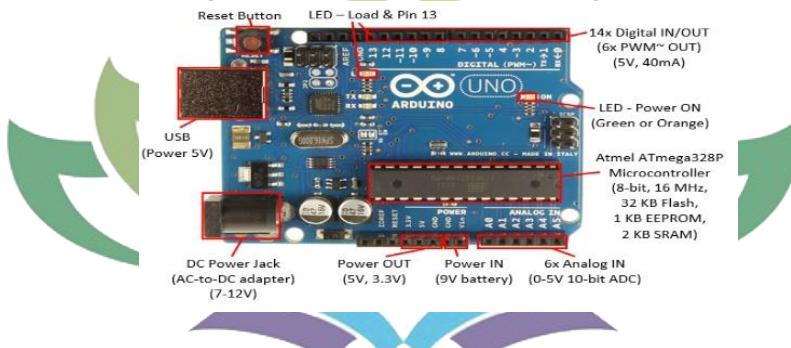
Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Yang memiliki 14 pin sebagai *input* dari *output* digital, 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM (*Pulse Width Modulation*) dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP header, dan tombol *reset*. Untuk dapat menggunakan mikrokontroler dengan baik perlu menghubungkan *board*

²⁶ Yoga Alif Kurnia Utama, 'Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini', e-Jurnal Narodroid, Universitas Widya Kartika Surabaya, (2016)

²⁷ MUHAMMAD AFDALI, MUHAMMAD DAUD, RAIHAN PUTRI, 'Pengembangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO', Jurnal ELKOMIKA Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, (2017).

Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB dan AC adaptor sebagai *suplay* atau baterai.²⁸

Arduino Uno atau atmega 328 merupakan sebuah chip berupa mikrokontroler 8-bit yang berbasis AVR-RISC yang merupakan buatan dari Atmel yang memiliki 32 KB memori ISP flash dengan kemampuan baca-tulis (*read/write*), 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM dan memiliki kapasitas memori Flash sebesar 32 KB faktor ini yang kemudian chip ini diberi nama ATmega328. Arduino UNO memiliki fitur yang cukup lengkap yang kemudian menjadikan modul ini mudah untuk digunakan, dengan menghubungkan modul Arduino UNO dengan PC menggunakan kabel USB atau menggunakan adapter DC – DC, maka modul sudah dapat digunakan. Modul Arduino UNO merupakan sebuah platform komputasi fisik yang bersifat *open source*.²⁹



Gambar 2. 3 Arduino Uno AT-Mega 328

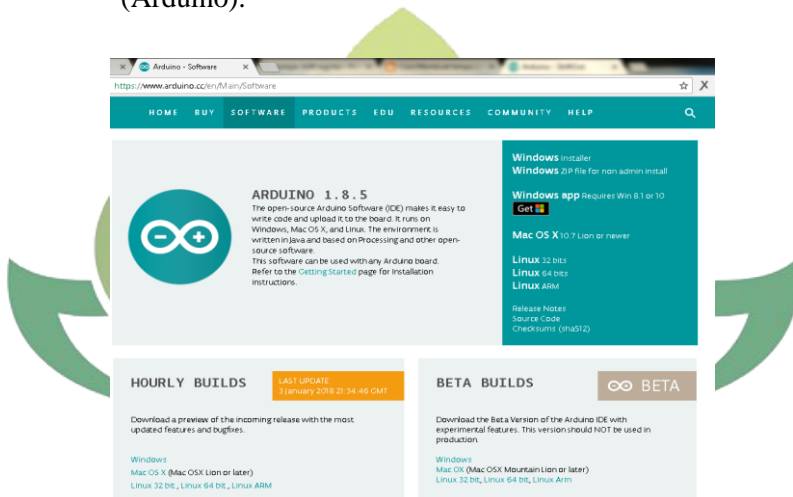
b. Arduino IDE

Arduino *IDE* itu sendiri (*Integrated Development Environment*) merupakan sebuah aplikasi yang memiliki fungsi untuk membuat, membuka, dan mengedit program yang akan kita masukkan ke dalam board Arduino. Aplikasi

²⁸ Arum Permatasari, “Pengembangan Alat Peraga Lampu Sensor Berbasis Arduino Uno Pada Materi Energi” Repositori UIN Pendidikan Fisika (Lampung: UIN Raden Intan, 2019) Vol. 1 No. 4.

²⁹ Prio Handoko, “Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3”, Journal UNJ. Universitas Pembangunan Jaya, (Tangerang Selatan: UM Jakarta, 2017).

Arduino *IDE* dirancang supaya memudahkan penggunaanya ketika membuat berbagai sistem dalam sebuah aplikasi. struktur Bahasa pemrograman dari Arduino *IDE* yang tergolong sederhana dan memiliki fitur yang lengkap, faktor inilah yang membuat Arduino *IDE* menjadi mudah untuk dipelajari bahkan oleh pemula sekalipun. Untuk mengakses aplikasi Arduino *IDE* dapat diunduh di *Website* resmi Arduino. Arduino *IDE* mempermudah penggunaanya untuk mengerjakan sistem sebuah sistem *source code* yang didalamnya berisikan logika dan algoritma pemrograman yang nantinya akan diupload ke dalam IC mikrokontroler (Arduino).³⁰



Gambar 2.4 Website resmi Arduino.cc
(<https://www.Arduino.cc/en/Main/Software>).

³⁰ Hari Santoso, "Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula" Buku Ebook, (elangskti: 2015) h. 26



Gambar 2.5 Interface Arduino IDE

c. Kelebihan Arduino

Digunakannya Arduino sebagai mikrokontroler karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan kontroler lainnya yaitu :

- 1) Tidak diperlukan lagi sebuah perangkat *chip* programmer karena di dalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani upload program dari komputer.
- 2) Arduino sudah menggunakan *USB Port*, sehingga penggunaan laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 dapat menggunakannya.
- 3) Bahasa pemrograman Arduino relatif lebih mudah karena *software* Arduino sudah dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap.
- 4) Arduino sudah memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang dapat dihubungkan langsung pada *board* Arduino.³¹

³¹<http://ishariiii.blogspot.com/2017/10/sejarah-kelebihan-kekurangan-arduino.html?m=1>.

d. Kekurangan Arduino

Selain kelebihan yang menjadikan Arduino sebagai mikrokontroler disisilain Arduino juga memiliki kekurangan yaitu :

1. Arduino memiliki kode *hex* relatif lebih besar.
2. Sering terjadi kesalahan *fase bit* pada saat membuat *bootloader*.
3. Perlunya memodifikasi program lama, karena pada penggunaan pin diperlukan kedisiplinan.
4. Kapasitas Storage Flash berkurang, karena digunakan untuk *bootloader*.³²

4. Output Arduino

a. Modul LCD 16x2

Modul LCD (Liquid Crystal Display) merupakan sebuah Komponen yang digunakan untuk menampilkan karakter tampilan pada suatu alat digital.³³ LCD 16x2 biasanya sudah dilengkapi dengan modul I2C Konverter. Modul ini memiliki fungsi agar dapat mempermudah dalam menggunakan LCD dimana pin yang dipakai hanyalah 4 saja.

I2C adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Normalnya, modul LCD dikendalikan secara parallel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun, jalur parallel akan memakan banyak pin di sisi kontroler. Modul I2C konverter menggunakan chip IC PCF8574 yang merupakan produk dari NXP sebagai kontroler. IC yang digunakan pada modul ini adalah 8 bit

³² <http://ishariiii.blogspot.com/2017/10/sejarah-kelebihan-kekurangan-arduino.html?m=1>.

³³ Arief Hendra Saptadi, Danny Kurnianto, Suyani, 'RANCANG BANGUN THERMOHYGROMETER DIGITAL MENGGUNAKAN SISTEMMIKROPENGENDALI ARDUINO DAN SENSOR DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino', Sekolah Tinggi Teknologi Telematika TELKOM Purwokerto,(2015),h 84-85.

I/O expander untuk I2C bus yang berkerja seperti shift register. Pada I2C LCD mempunyai 16 pin Output yang dapat dihubungkan dengan solder pada pin LCD 16x2 (permanen) dan memiliki 4 pin input (VCC, GND, SDA, SCL).³⁴

Pada setiap alat yang diciptakan elektornik pasti memiliki kelebihan dan kekurangan seperti pada LCD yang digunakan oleh peneliti.

1) Kelebihan LCD

- a) LCD dapat digunakan dengan tekanan daya listrik yang lebih rendah.
- b) Layar yang digunakan pada LCD menggunakan *non glossy* sehingga cocok untuk digunakan pada ruangan yang terbuka.
- c) Harga yang lebih terjangkau jika dibandingkan dengan LED.

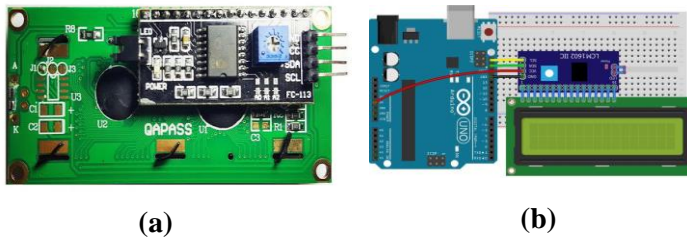
2) Kekurangan LCD

- a) LCD memiliki tampilan layar yang sedikit gelap.
- b) Tingkat *brightness* pada LCD di setiap permukaan layar tidak sama.
- c) Rasio kontras yang ada pada LCD Nampak lebih rendah.³⁵

Meskipun terdapat beberapa kekurangan terkait tampilan pada LCD tentu saja tidak mempengaruhi fungsinya untuk menampilkan suatu data.

³⁴ Hari Santoso, "Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula" Buku Ebook, (elangsakti: 2015) h. 68-70.

³⁵ <https://skemaku.com/pengertian-lcd-kelebihan-dan-kekurangan-lcd/>.



Gambar 2. 6 (a) Modul 12C, (b) LCD dengan Konverter 12C

b. Speaker dan DFP Player Mini MP3

Speaker adalah transduser yang dapat mengubah bentuk sinyal elektrik menjadi frekuensi audio (suara) dengan cara menggetarkan komponennya yang berbentuk membran untuk menggetarkan udara sehingga terjadilah gelombang suara.³⁶ Pada penelitian kali ini speaker dan DFP Player Mini MP3 menjadi satu kesatuan yang penting dimana DFP Player Mini MP3 itu sendiri merupakan modul yang berfungsi sebagai penyimpan file sekaligus pemutar file sound yang telah disimpan. DFP Player Mini MP3 yang berperan pada proses pembaca *SD-Card* yang dapat terhubung dengan Arduino/rangkaian elektronika berbasis mikrokontroler, sehingga perangkat elektronika dapat mengakses data pada *SD-Card*. Pada penelitian ini rekaman suara sebagai output hasil dari pengukuran anemometer tersimpan didalam kartu memori dan yang mengolah data tersebut pada modul DFP Player Mini MP3.³⁷

³⁶ MUHAMMAD AFDALI, MUHAMMAD DAUD, RAIHAN PUTRI, 'Pengembangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO', Jurnal ELKOMIKA Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, (2017).

³⁷ Kadek Pindrayana, Rohmat Indra Borman, Bagas Prasetyo, Samsugi, 'Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno', Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, Vol.2, No.2, Agustus 2018, hal. 74.



Gambar 2. 7 (a) Speaker, (b) DFP Player Mini MP3

5. Materi Fisika

a. Gerak Melingkar

Gerak melingkar (circular motion) adalah gerak suatu benda yang membentuk lintasan berupa lingkaran mengelilingi suatu titik tetap. Suatu benda dapat bergerak melingkar jika mendapatkan gaya yang selalu membelokkannya menuju pusat lintasan lingkaran. Frekuensi dan Periode Pada gerak melingkar terdapat istilah frekuensi dan periode. Frekuensi adalah banyaknya putaran yang dilakukan objek dalam satu detik. Periode adalah waktu yang dibutuhkan objek untuk menyelesaikan satu putaran penuh. Hubungan keduanya dapat dirumuskan:

$$T = 1/f$$

$$f = n/t$$

$$T = t/n$$

dengan:

f = frekuensi (Hz),

T = periode (s),

n = banyak putaran,

t = waktu (s).

1 putaran = 2π rad (radian)

Hertz (simbol: Hz) adalah satuan SI untuk frekuensi. Kata Hertz dipilih untuk menghargai jasa Heinrich Rudolf Hertz atas kontribusinya dalam bidang elektromagnetisme. Hertz menyatakan banyaknya getaran dalam waktu satu detik (1 Hertz = 1 getaran per detik). Satuan ini dapat digunakan

untuk mengukur getaran apa saja yang periodik. Contoh: Frekuensi dari gerak bandul jam dinding adalah 1 Hz.

1 rpm (rotasi per menit) = Rotasi per menit atau revolusi per menit (rpm) adalah unit satuan frekuensi. Umumnya, rpm digunakan untuk menyatakan kecepatan rotasi (perputaran). Contoh: mesin mobil berputar antara 600 sampai 6.000 rpm, plat piringan hitam berputar pada 78 rpm, Cakram CD Audio berputar dengan kecepatan antara 180 - 500 rpm, dll.³⁸

b. **Elektronika Dasar**

Pengertian elektronika dasar merupakan bagian dari ilmu elektronika yang mempelajari dasar-dasar komponen, rangkaian, tegangan karakteristik yang harus terlebih dahulu dipahami dalam membangun sebuah peralatan elektronika.³⁹ Elektronika bahkan sudah tidak asing bagi orang awam sekalipun karena hampir setiap rumah saat ini memiliki barang-barang yang dirangkai menggunakan rangkaian elektronika.

Di dalam elektronika terdapat Peralatan Elektronika, yaitu sebuah peralatan yang terbentuk dari beberapa Jenis Komponen Elektronika dan masing-masing Komponen Elektronika tersebut memiliki fungsi-fungsinya tersendiri di dalam sebuah Rangkaian Elektronika. Seiring dengan perkembangan Teknologi, komponen-komponen Elektronika makin bervariasi dan jenisnya pun bertambah banyak. Tetapi komponen-komponen dasar pembentuk sebuah peralatan Elektronika seperti Resistor, Kapasitor, Transistor, Dioda, Induktor dan IC masih tetap digunakan hingga saat ini.⁴⁰

³⁸ Rudy Kustijono, Fisika Terapan, sites.google.com, <https://sites.google.com/view/fisika-terapan/beranda?authuser=0> (akses 31 mei 2022)

³⁹ "Pengertian Elektronika Dasar", (On-line), tersedia di: <http://elektronikadasar.info/pengertian-elektronika-dasar.htm>, (Diakses pada tanggal 31 mei 2022) pukul 15.35 WIB

⁴⁰ https://www.academia.edu/37993566/MATA_KULIAH_ELEKTRONIKA_DASAR, (akses 31 mei 2022)



DAFTAR PUSTAKA

Abdul Majid, *Perencanaan Pembelajaran*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2005).

Akhmad Fadholi,' ANALISIS DATA ANGIN PERMUKAAN DI BANDARA PANGKALPINANG MENGGUNAKAN METODE WINDROSE', *Jurnal Geografi*, 10.2 (2013).

Alvi Maulidia, Digital Repository Universitas Jember, 'Penentuan Nilai Massa Jenis Logam Argentum Cuprum (AgCu) Pada Berbagai Tingkat Kemurnian Ag', 2020.

Alvina Putri Purnama Sari, Mohamad Amin, Betty Lukiaty, "BUKU AJAR BIOTEKNOLOGI BERBASIS BIOINFORMATIKA DENGAN MODEL ADDIE", *Journal Pendidikan*, (Malang : Pendidikan Biologi-Pascasarjana Universitas Negeri Malang) Vol. 2 No. 6, h.769.

Arief Hendra Saptadi, Danny Kurnianto, Suyani, 'RANCANG BANGUN THERMOHYGROMETER DIGITAL MENGGUNAKAN SISTEM MIKROPENGENDALI ARDUINO DAN SENSOR DHT22', Sekolah Tinggi Teknologi Telematika TELKOM Purwokerto, (2015).

Arum Permatasari, "Pengembangan Alat Peraga Lampu Sensor Berbasis Arduino Uno_Pada Materi Energi" Repositori UIN Pendidikan Fisika (Lampung: UIN Raden Intan, 2019).

Bagas Priyambodo,' RANCANG BANGUN ALAT UKUR KELAJUAN DAN ARAH (KECEPATAN) ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO', (2018).

Belajarpendidikanku.blogspot.com/2013/02/model-model-pengembangan-bahanajar.html.

Chintia Tri Noprinda, Sofyan M. Soleh, "PENGEMBANGAN LEMBAR KERJAPESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS HIGHER ORDER THINKING SKILL (HOTS)" *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, (Lampung : Pendidikan Fisika UIN RIL, 2019) Vol.2 No. 2, h. 171

David Haliday, Dkk, *Fisika Dasar* (Jakarta: Erlangga, 2010).

Depertemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemah* (Bandung: CV Penerbit Diponegoro, 2005).

Dewi Wijayanti, Endah Rahmawati dan Imam Suchayyo, 'RANCANG BANGUN ALAT UKUR KECEPATAN DAN ARAH ANGIN BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA 328P', *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia Volume 04 Nomor 03 Tahun* (2015).

Eka Yogi Prananda, Dedi Triyanto, Suhardi *Journal Coding Sistem Komputer Untan* (Pontianak : Suhardi, 2017).

Hannif Izzatul Islam, Nida Nabilah, Sofyan Sa'id Atsaurry, Dendy Handy Saputra, Gagat Mughni Pradipta, Ade Kurniawan, Heriyanto Syafutra, Irmansyah, Irzaman, 'SISTEM KENDALI SUHU DAN PEMANTAUAN KELEMBABAN UDARA RUANGAN BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR DHT22 DAN PASSIVE INFRARED (PIR)', *Seminar Nasional Fisika 2016 Prodi Pendidikan Fisika dan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta*, (2016).

Hari Santoso, "*Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula*" *Buku Ebook*, (elang sakti: 2015).

Hasil Wawancara Pra Penelitian Laboran Fisika UIN Raden Intan Lampung.

Heinich et al (2005)

<http://ishariiii.blogspot.com/2017/10/sejarah-kelebihan-kekurangan-arduino.html?m=1>.

<https://skemaku.com/pengertian-lcd-kelebihan-dan-kekurangan-lcd/>.

https://www.academia.edu/37993566/MATA_KULIAH_ELEKTRON_IKA_DASAR,

<https://www.alatuji.com/index.php/?kategori/510/anemometer>.

<https://zenyqq.wordpress.com/2012/12/29/model-perencanaan-pembelajaran-briggs>.

Iqlima Noor Akmla Dewi and Prabowo, “Pengembangan Alat Peraga Bandul Matematis Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Siswa Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Di Kelas XI SMAN 3 Tuban”, *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 3. 2 (2014).

Kadek Pindrayana, Rohmat Indra Borman, Bagas Prasetyo, Samsugi, ‘Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno’ *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, Vol.2, No.2, Agustus 2018, hal. 74.

Koes Sulistiadji dan Joko Pitoyo: Staf Perekayasa pada BBP Mektan, Serpong, (2009).

Laila Katriani dan Asri Setyaningrum, ‘Development of Thermal Type Anemometer Integrated With Air Thermometer Using Lm35 Sensor and Pt100’, 6.2 (2017).

Lajnah Pentasihan Mushaf al-Qur’an Badan Litbang dan Diklat Depatemen Agama RI, Tafsir Al-Qur’an Tematik: Pelestarian Lingkungan Hidup, (Jakarta: Lajnah Pentasihan Mushaf al-Qur’an, 2009).

Mikrajudin Abdullah, Fisika Dasar II, (Bandung: ITB, 2017)

Muhammad Afdali, Muhammad Daud, Raihan Putri, 'Pengembangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO', Jurnal ELKOMIKA Jurusan Teknik Elektro, Fak ultasTeknik, Universitas Malikussaleh, (2017).

Muhammad Lahnan Mahar, Adnan Rafi Al Tahtawi, Sudrajat,'Pengembangan dan Realisasi Anemometer Digital untuk Aplikasi Sistem Peringatan Dini', *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 2.2 (2017).

Nurfitriza Yanti, Yulkifli Yulkifli, and Zuhendri Kamus, 'Pembuatan Alat Ukur Kelajuan Angin Menggunakan Sensor Optocoupler Dengan Display Pc', *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7.2 (2016).

Nur Kadarisman, Universitas Negeri Yogyakarta, 'Keterpaduan Dalam Fisika', 2015.

Prio Handoko, "Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3", Journal UNJ. Universitas Pembangunan Jaya, (Tangerang Selatan: UM Jakarta, 2017).

Putrawijilsetyana.wordpress.com/2013/04/02/model-pembelajaran-hanafin-peck

Rangkumanmakalah.com/model-desain-pembelajaran-dick-and-carey.

Robert Maribe Branch, Instructional Design : The ADDIE Approach (Spinger, 2009).

Siswanto, Ikin Rojikin, Windu Gata, 'Pemanfaatan Sensor Suhu DHT-22,Ultrasonik HC-SR04 Untuk MengendalikanKolam DenganNotifikasi Email', JURNAL RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi) Vol. 3 No.3 (2019).

Sugiono, *Metode Penelitian & Pengembangan Research and Development* (Bandung: Alfabeta, 2015).

Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D* (Bandung: Alfabeta, 2011).

Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2013).

Tan Wee Choon, Churia Prakash, Lim Eng Aik, Teoh Thean Hin, 'Development of Low Wind Speed Anemometer', *Jurnal, Universiti Malaysia Perlis*, Vol. 2 (2012).

Tipler Paul A, *Fisika Untuk Sains Dan Teknik* (Jakarta: Erlangga, 1998).

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 Tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

Undang-Undang Sistem Pendidikan nasional, *Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional, 2003* (<https://www.komisiinformasi.go.id/regulasi/download/id/101>).

Widayanti Yuberti, 'Pengembangan Alat Praktikum Sederhana Sebagai Media Praktikum Mahasiswa,, *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 2.1 (2018)

Yoga Alif Kurnia Utama, 'Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini', *e-Jurnal Narodroid, Universitas Widya Kartika Surabaya*, (2016)

Yonny Koesmaryono dan Muhamad Askari, *Repository Universitas Terbuka*, 'Pengertian dan Ruang Lingkup Klimatologi Pertanian,

dan Pengaruh Atmosfer terhadap Kehidupan dan Pertanian',
2014.

