



**PEMBUATAN ALAT UKUR DISTRIBUSI BUNYI DALAM RUANG,
SECARA NIRKABEL BERBASIS MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Fisika**

Oleh :

**DEANU HARATINU TU'U
J1D114201**

**PROGRAM STUDI S-1 FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

NOVEMBER 2018

SKRIPSI

**PEMBUATAN ALAT UKUR DISTRIBUSI BUNYI DALAM RUANG,
SECARA NIRKABEL BERBASIS MIKROKONTROLER**

Oleh:

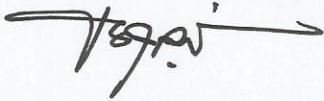
Deanu Haratinu Tu'u

NIM. J1D114207

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 15 November 2018


Susunan Dosen Penguji:


Pembimbing I




Iwan Sugriwan, S.Si., M.Si.
NIP. 19780721 200501 1 003

Dosen Penguji:

1. Dr. Sudarningsih, S.Pd. 

2. Ade Agung H., S.Si., M.Sc. (

3. Sadang Husain, S.Pd., M.Sc. (

Pembimbing II



Arfan Eko Fahrudin, S.Si., M.Eng.
NIP. 19790904 200501 1 003

Banjarbaru, Desember 2018
Ketua Program Studi Fisika



Iwan Sugriwan, S.Si., M.Si.
NIP. 19780721 200501 1 003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, Desember 2018



Deanu Haratinu Tu'u
NIM. J1D114201

ABSTRAK

PEMBUATAN ALAT UKUR DISTRIBUSI BUNYI DALAM RUANG, SECARA NIRKABEL BERBASIS MIKROKONTROLER (Oleh: Deanu Haratinu Tu'u; Pembimbing: Iwan Sugriwan, Arfan Eko Fahrudin; 47 halaman)

Distribusi bunyi dan bising latar belakang merupakan aspek penting dalam pembuatan ruangan untuk KBM (Kegiatan Belajar Mengajar). Distribusi bunyi yang baik, akan memastikan setiap orang dalam ruangan mendengar bunyi dengan kualitas yang sama baik. Kualitas bunyi yang baik didefinisikan sebagai bunyi pada jarak tertentu yang tidak mengalami penurunan karakter (tingkat intensitas bunyi dan kejelasan bunyi) secara signifikan terhadap sumber bunyi. Pada penelitian ini, telah dibuat alat ukur distribusi bunyi dalam ruang berbasis mikrokontroler Arduino dan dapat difungsikan secara nirkabel menggunakan nRF24L01. Alat ukur yang dibuat terdiri dari 4 perangkat pemancar dan 2 perangkat penerima. Perangkat pemancar merupakan mikrokontroler Arduino Pro Mini yang memiliki sensor suara dan nRF24L01. Perangkat penerima merupakan mikrokontroler Arduino Nano dan nRF24L01 yang terhubung dengan PC, serta mikrokontroler Arduino Pro Mini dan nRF24L01 yang terhubung dengan *speaker*. Alat ukur yang dibuat dilengkapi dengan perangkat lunak akuisisi data berbasis Python 2.7, sehingga dapat mengakuisisi data secara *real time* dan menyimpan hasil pengukuran dalam format CSV (*Comma Separated Value*). Pengujian terhadap alat ukur yang dibuat, dilakukan terhadap perangkat pemancar dengan sensor suara dan perangkat penerima yang terhubung *speaker*. Pengujian perangkat pemancar yang dibanding dengan SLM (*Sound Level Meter*) standar, menghasilkan persen *error* pengukuran sebesar 0,65% s.d. 1,24%. Hasil pengujian *speaker* pada perangkat penerima, menunjukkan tingkat intensitas bunyi 100 dB hanya dapat dicapai oleh bunyi dengan frekuensi 2000 Hz dan 3000 Hz. Menggunakan alat ukur yang telah dibuat, didapatkan data primer dari distribusi bunyi pada Aula Einstein, dengan 16 titik pengukuran tingkat intensitas bunyi, 7 variasi posisi sumber bunyi, dan 5 variasi frekuensi sumber bunyi. Hasil pengukuran terhadap Aula Einstein FMIPA ULM, menunjukkan bahwa bising latar belakang berkisar di antara nilai 57 dB s.d. 60,56 dB.

Kata kunci : distribusi bunyi, bising latar belakang, *real time*, modul mikrokontroler arduino

ABSTRACT

FABRICATION OF WIRELESS AND MICROCONTROLLER-BASED, IN-ROOM SOUND DISTRIBUTION MEASURING INSTRUMENT (By: Deanu Haratinu Tu'u; Supervisor: Iwan Sugriwan, Arfan Eko Fahrudin; 47 pages)

Sound distribution and background noise, is an important aspect in the making of study-purposed room. Properly distributed sound would ensure everyone in the room to hear the same quality of sound. Good sound quality is defined as a sound that did not diminish its character (sound intensity and sound clarity) significantly to its sound source. In this research, has been fabricated an in-room sound distribution measuring instrument, based on the Arduino microcontroller that equipped with nRF24L01 to be wirelessly functionated. The fabricated measuring instrument consist of 4 transmitter devices and 2 receiver devices. The transmitter devices is an Arduino Pro Mini microcontroller that equipped with nRF24L01 and a sound sensor. The receiver devices is an Arduino Nano microcontroller equipped with nRF24L01, that connected to a PC, and an Arduino Pro Mini microcontroller equipped with nRF24L01 that connected to a speaker. The fabricated measuring instrument equipped with a Python 2.7-based acquisition software to acquire data in real time and store it in CSV (Comma Separated Value) format. Test was carried out to the transmitter devices that equipped with a sound sensor and the receiver device that connected to a speaker. The transmitter devices was compared with a standard sound level meter, and showed 0,65% - 1,24% of error percentage. The test made to receiver device showed that sound intensity of 100 dB could only be achieved with frequency of 2000 Hz and 3000 Hz. On the measurement of sound distribution, the primary data of Einstein Hall sound distribution has been obtained, with 16 sound level measuring point, 7 variations of sound source position, and 5 variations of sound source frequency. The background noise measurement of Einstein Hall of the FMIPA ULM, showed the value varied between 57 dB – 60,56 dB.

Keyword : sound distribution, background noise, real time, arduino microcontroler module

PRAKATA

Puji dan syukur, penulis haturkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus, atas segala kemampuan, keteguhan, kasih, dan karunia yang tidak habis-habisnya tercurah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dari studi S-1.

Tugas akhir yang berjudul “Pembuatan Alat Ukur Distribusi Bunyi dalam Ruang, secara Nirkabel Berbasis Mikrokontroler” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan akademis dalam meraih gelar Sarjana Sains pada Program Studi S-1 Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat.

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, sehingga penulis merasa perlu untuk mengucapkan terima kasih kepada:

1. Iwan Sugriwan, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika FMIPA ULM, serta pembimbing pertama dari tugas akhir penulis, yang selalu berkenan memberikan berbagai dorongan, masukan, dan arahan untuk penulis dapat menyelesaikan studi sebaik-baiknya.
2. Arfan Eko Fahrudin, S.Si., M.Eng., selaku pembimbing kedua dari tugas akhir penulis, yang memberikan masukan, dan arahan untuk berbagai kendala yang terjadi pada penyusunan tugas akhir ini.
3. Sadang Husain, S.Pd., M.Sc., selaku pembimbing akademik, yang sejak awal perkuliahan memberi arahan dan masukan agar penulis dapat menjalani studi dengan baik.
4. Seluruh dosen Program Studi S1 Fisika FMIPA ULM, atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menjalani studi S-1 Fisika.
5. Kedua orang tua yang selalu sabar dan penuh kasih memberikan semangat, dukungan, bimbingan, motivasi, agar penulis dapat menyelesaikan studi serta tugas akhir S-1 Fisika.
6. Teman-teman Fisika angkatan 2014, yang selalu mendampingi dan membantu penulis untuk melewati segala suka-duka menjalani studi S-1 Fisika.
7. Teman-teman di BEM KM FMIPA ULM Periode 2017 yang selalu mendampingi dan membantu perjalanan penulis sejak awal penyusunan tugas akhir hingga selesai.

Penulis menyadari segala keterbatasan diri dalam penyusunan tugas akhir ini. Kritik dan saran penulis harapkan untuk perbaikan ke depannya. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Banjarbaru, Oktober 2018

Penulis

Untuk kedua orang tua ku, Tulus Tu' u dan Dalina
Dan untuk kakak ku, Jediyanu Wigas Tu' u

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
PRAKATA	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bunyi	4
2.1.1 Intensitas Bunyi	4
2.1.2 Tingkat Intensitas Bunyi	5
2.2 Akustika Ruang	5
2.2.1 Tingkat Bising Latar Belakang	6
2.2.2 Distribusi Tingkat Tekanan Bunyi	6
2.3 Sensor Mikrofon Elektret	7
2.4 <i>Speaker</i>	7
2.5 Mikrokontroler Arduino Nano dan Arduino Pro Mini	8
2.6 nRF24L01	9
2.7 Python 2.7	10

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Tahapan Penelitian	12
3.3.1 Diagram Blok Penelitian	12
3.3.2 Perakitan Perangkat Keras	13
3.3.3 Pembuatan Program Pengukuran pada Mikrokontroler	14
3.3.4 Karakterisasi Perangkat Sensor Suara dan Perangkat <i>Speaker</i>	17
3.3.5 Pembuatan Perangkat Lunak Antarmuka ke PC	18
3.3.6 Kalibrasi Sensor Suara dan Pengujian Modul Nirkabel nRF24L01	19
3.3.7 Pengukuran Distribusi Bunyi dalam Ruang.....	20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perakitan Perangkat Keras	22
4.2 Hasil Pembuatan Program Pengukuran pada Mikrokontroler	22
4.3 Hasil Karakterisasi Perangkat Sensor Suara dan Perangkat <i>Speaker</i> ...	23
4.4 Hasil Pembuatan Perangkat Lunak Antarmuka ke PC	29
4.5 Hasil Kalibrasi Perangkat Sensor Suara dan Pengujian Modul Nirkabel nRF24L01	30
4.6 Hasil Pengukuran Distribusi Bunyi dalam Ruang	33

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabel konversi satuan dB ke satuan dB(A)	6
2. Rencana tabel karakterisasi perangkat sensor suara	18
3. Hasil kalibrasi perangkat sensor suara dengan <i>sound level meter</i> standar...	31
4. Persen Selisih Pengukuran pada Perangkat Sensor Suara	31
5. Hasil pengujian modul nirkabel nRF24L01 tanpa halangan dan dengan halangan	32
6. Nilai atenuasi saat bunyi bersumber dari posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sebaran bunyi yang membentuk luasan	4
2. Mikrofon elektret	7
3. Sebuah <i>loudspeaker</i> dinamis	8
4. Modul Arduino: (a) Nano, (b) Pro Mini	9
5. Modul nRF24L01	9
6. Tahapan-tahapan penelitian	12
7. Diagram blok penelitian	13
8. Perangkat sensor suara	13
9. Perangkat <i>speaker</i>	14
10. Perangkat penerima data	14
11. Sintaks program pada perangkat sensor suara	15
12. Sintaks program pada perangkat <i>speaker</i>	15
13. Sintaks program pada perangkat penerima data	15
14. (a) Diagram alir program perangkat sensor suara; (b) Diagram alir program perangkat penerima data; (c) Diagram alir program perangkat <i>speaker</i>	16
15. Sintaks pada perangkat lunak antarmuka ke PC	18
16. Diagram alir antarmuka dengan bahasa pemrograman Python 2.7	19
17. (a) Pengamatan tanpa halangan; (b) Pengamatan dengan halangan	19
18. Rancangan pengukuran distribusi bunyi akustik ruang	20
19. (A) Perangkat penerima data; (B) Perangkat <i>speaker</i> ; (C) Perangkat sensor suara	22
20. Antarmuka Arduino IDE 1.6.7	23
21. (A) Hubungan frekuensi pada osiloskop dan SLM ketika menggunakan gelombang sinusoidal; (B) Hubungan frekuensi pada osiloskop dan SLM ketika menggunakan gelombang segitiga; (C) Hubungan frekuensi pada osiloskop dan SLM ketika menggunakan gelombang kotak	24
22. Grafik pendekatan polynomial pada hubungan pembacaan amplitudo dan tingkat intensitas bunyi perangkat <i>speaker</i>	25
23. Grafik karakteristik perangkat sensor suara 1	27

24. Grafik karakteristik perangkat sensor suara 2	27
25. Grafik karakteristik perangkat sensor suara 3	27
26. Grafik karakteristik perangkat sensor suara 4	28
27. Tampilan antarmuka grafik di PC	30
28. Tampilan <i>window</i> untuk menyimpan data dalam bentuk CSV	30
29. Denah detail Aula Einstein FMIPA ULM	34
30. (A) Tampak bagian depan Aula Einstein FMIPA ULM; (B) Tampak kanan Aula Einstein FMIPA ULM	34
31. (A) Ruang kecil yang terdapat di kiri belakang Aula Einstein; (B) Tampak belakang Aula Einstein FMIPA ULM	35
32. Koordinat titik pengukuran distribusi bunyi	36
33. Grafik kontur 2D pada bising latar belakang Aula Einstein	36
34. Grafik kontur 3D pada bising latar belakang Aula Einstein	36
35. (A) Peletakan perangkat <i>speaker</i> dengan <i>signal generator</i> di depan ruangan Aula Einstein; (B) Peletakan perangkat sensor suara di titik pengukuran 1 s.d. 4	37
36. Grafik kontur 2D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 250 Hz	38
37. Grafik kontur 3D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 250 Hz	38
38. Grafik kontur 2D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 500 Hz	38
39. Grafik kontur 3D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 500 Hz	38
40. Grafik kontur 2D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 1000 Hz	38
41. Grafik kontur 3D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 1000 Hz	38
42. Grafik kontur 2D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 2000 Hz	39
43. Grafik kontur 3D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 2000 Hz	39

44. Grafik kontur 2D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 4000 Hz	39
45. Grafik kontur 3D posisi perangkat <i>speaker</i> di titik 1 dengan frekuensi 4000 Hz	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Data Karakteristik Perangkat *Speaker*
2. Data Karakteristik Perangkat Sensor Suara
3. Hasil Penurunan Persamaan Karakteristik Perangkat Sensor Suara
4. Hasil Kalibrasi Perangkat Sensor Suara
5. Hasil Pengukuran Bising Latar Belakang dan Distribusi Bunyi pada Posisi Perangkat *Speaker* di titik 1 dan titik 2
6. Hasil Pengukuran Distribusi Bunyi pada Posisi Perangkat *Speaker* di titik 3
7. Hasil Pengukuran Distribusi Bunyi pada Posisi Perangkat *Speaker* di titik 4
8. Hasil Pengukuran Distribusi Bunyi pada Posisi Perangkat *Speaker* di titik 5
9. Hasil Pengukuran Distribusi Bunyi pada Posisi Perangkat *Speaker* di titik 6
10. Hasil Pengukuran Distribusi Bunyi pada Posisi Perangkat *Speaker* di titik 7
11. Nilai Atenuasi 15 Titik Pengukuran Terhadap Titik Pengukuran Terdekat dari Sumber Bunyi
12. Sintaks Program Perangkat Sensor Suara
13. Sintaks Program Perangkat *Speaker*
14. Sintaks Program Perangkat Penerima Data
15. Sintaks Perangkat Lunak Antarmuka ke PC
16. Dokumentasi
17. Form Skripsi dan Berita Acara
18. Riwayat Hidup