RANCANG BANGUN DAN ANALISIS SPEKTRUM FREKUENSI NADA PIANO TANPA SENTUHAN BERBASIS SENSOR FOTORESISTOR DAN ARDUINO

NOVITA YULINDA
H1021211023

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

RANCANG BANGUN DAN ANALISIS SPEKTRUM FREKUENSI NADA PIANO TANPA SENTUHAN BERBASIS SENSOR FOTORESISTOR DAN ARDUINO

NOVITA YULINDA
H1021211023

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Fisika

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Rancang Bangun dan Analisis Spektrum Frekuensi Nada Piano Tanpa Sentuhan Berbasis Sensor Fotoresistor dan Arduino
Nama Mahasiswa	:	Novita Yulinda
NIM	:	H1021211023
Jurusan/Program Studi	:	Fisika/Fisika
Tanggal Lulus	:	31 Juli 2025
SK Pembimbing	:	No. 685/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 27 Februari 2025
SK Penguji	:	No. 2331/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 18 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si.	Dr. Boni Pahlanop Lapanporo, S.Si., M.Sc.
NIP198107302005011002	NIP198011102005011002

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Mega Nurhanisa, S.Si., M.Si.	Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc.
NIP198801192024212001	NIP199008272022031008

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si.	Dr. Boni Pahlanop Lapanporo, S.Si., M.Sc.
NIP198107302005011002	NIP198011102005011002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Novita Yulinda
NIM	:	H1021211023
Prgram Studi/Jurusan	:	Fisika/Fisika
Fakultas	:	Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila dikemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai dengan ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukuman yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 31 Juli 2025

Novita Yulinda

H1021211023

Rancang Bangun dan Analisis Spektrum Frekuensi Nada Piano Tanpa Sentuhan Berbasis Sensor Fotoresistor dan Arduino

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang rancang bangun dan analisis spektrum frekuensi nada piano tanpa sentuhan berbasis sensor fotoresistor dan Arduino. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang perangkat musik piano tanpa sentuhan serta menganalisis spektrum frekuensi nada yang dihasilkannya. Sistem bekerja berdasarkan perubahan intensitas cahaya yang ditangkap oleh fotoresistor saat tangan pengguna menutupi sensor, kemudian dikonversikan menjadi sinyal listrik dan diproses oleh Arduino untuk menghasilkan nada melalui *speaker*. Perangkat musik piano ini dirancang menghasilkan delapan nada dalam satu oktaf, dari C4 hingga C5. Analisis spektrum frekuensi dilakukan menggunakan *Phyphox* untuk mengevaluasi akurasi nada yang dihasilkan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa frekuensi yang dihasilkan mendekati frekuensi standar, dengan *error* terkecil sebesar 0,34% pada nada B4 dan *error* terbesar 3,76% pada nada D4. Sebagai validasi, dilakukan juga pengujian menggunakan aplikasi *Tone Generator* sebagai pembanding. Spektrum frekuensi yang dihasilkan menunjukkan puncak spektrum pada frekuensi yang sama, namun spektrum frekuensi perangkat musik piano tanpa sentuhan menghasilkan lebih banyak *noise* di sekitar frekuensi dominan dibandingkan dengan spektrum frekuensi yang dihasilkan oleh *Tone Generator*. Hal ini menunjukkan bahwa piano tanpa sentuhan dapat menghasilkan nada sesuai dengan frekuensi yang dihasilkan oleh *Tone Generator*, namun sinyal yang dihasilkan belum seragam dengan sinyal yang dihasilkan oleh *Tone Generator*.

Kata kunci: Piano tanpa sentuhan, fotoresistor, Arduino Uno, *Phyphox*, *Tone Generator*.

Design and Frequency Spectrum Analysis of a Touchless Piano Based on Photoresistor Sensor and Arduino

Abstract

A study was conducted on the design and frequency spectrum analysis of a touchless piano tone system based on photoresistor sensors and Arduino. This research aimed to design a touchless piano music device and to analyze the frequency spectrum of the tones it produces. The system operates based on changes in light intensity detected by photoresistors when the user's hand covers the sensors. These changes are converted into electrical signals and processed by the Arduino to generate tones through a speaker. The piano device is designed to produce eight notes within one octave, from C4 to C5. Frequency spectrum analysis was performed using the Phyphox application to evaluate the accuracy of the tones produced. Measurement results showed that the generated frequencies were close to the standard frequencies, with the smallest error being 0,34% on the B4 note and the largest error being 3,76% on the D4 note. As a form of validation, testing was also conducted using the Tone Generator application as a comparison. The resulting frequency spectrum showed peaks at the same frequencies. However, the frequency spectrum of the touchless piano exhibited more noise around the dominant frequencies compared to the spectrum produced by the Tone Generator. This indicates that the touchless piano is capable of producing tones by the frequencies generated by the Tone Generator. However, the signals are not yet consistent with those generated by the Tone Generator.

Keywords*: Touchless piano, photoresistor, Arduino Uno, Phyphox, Tone Generator.*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, sumber segala kebajikan, yang senantiasa menyertai dan menguatkan dalam setiap hela nafas kehidupan, serta tak henti mengiringi setiap proses dan langkah hingga terselesaikannya penulisan skripsi yang berjudul **"Rancang Bangun dan Analisis Spektrum Frekuensi Nada Piano Tanpa Sentuhan Berbasis Sensor Fotoresistor dan Arduino"**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis sungguh merasakan begitu banyak kebaikan dan dukungan dari berbagai pihak, baik dari lingkungan universitas, keluarga, maupun sahabat. Dengan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing pertama dan dosen pembimbing akademik yang tiada hentinya membimbing dengan sabar, mendukung, dan memberikan arahan serta saran kepada penulis.
3. Bapak Dr. Boni Pahlanop Lapanporo, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang dengan penuh kesabaran senantiasa membimbing, memberikan saran dan motivasi, menghadirkan semangat dan tekad kepada penulis.
4. Ibu Mega Nurhanisa, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan saran, arahan, dan masukan kepada penulis.
5. Bapak Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
6. Kedua orang tua penulis, Bapak Hambel dan Ibu Suriati Siana, yang menjadi cahaya kehidupan penulis, yang penulis cintai dan banggakan sepenuh hati. Setiap helai doa yang diterbangkan ke angkasa, setiap tetes pengorbanan yang dileburkan, bak lentera abadi yang menuntun langkah-

langkah penulis. Meski tanpa gelar akademik dan tak sempat menamatkan pendidikan di bangku sekolah, beliau berhasil menanamkan benih kepercayaan, membakar bara semangat, dan menorehkan dukungan tanpa batas agar masa depan putrinya bisa tumbuh subur. Terimakasih telah menjadi pelabuhan tempat penulis selalu kembali, penulis persembahkan gelar dan karya tulis ini untuk bapak dan ibu tercinta.

7. Saudara penulis, Reski Bela, Dara Bato Batuah, S.Pd., dan Eka Risti, beserta keluarga besar yang selalu mendoakan, memberi dukungan, serta menjadi sumber kekuatan dan semangat bagi penulis dalam setiap keadaan.
8. Teman-teman Program Studi Fisika angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan, semangat, dan motivasi selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
9. *Last but not least*, terimakasih untuk diri sendiri yang diam-diam kuat meski sering dihujani keluh, namun tetap melangkah, meski tertatih. Terimakasih telah menjadi pelaut tangguh dalam badai, yang tak lelah mendayung menuju pulau impian. Gelar S.Si bukan sekadar huruf di belakang nama, melainkan bukti dari perjalanan panjang yang penuh perjuangan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan dari berbagai pihak, sehingga dapat menutupi segala kekurangan yang ada dalam penulisan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Pontianak, 31 Juli 2025

Novita Yulinda
NIM H1021211023

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR LAMPIRAN xii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan masalah 2
1.3. Tujuan Penelitian 3
1.4. Batasan Masalah 3
1.5. Manfaat Penelitian 3

BAB II DASAR TEORI 4
2.1. Spektrum Frekuensi Nada 4
2.2. Aplikasi *Phyphox* 5
2.3. Arduino Uno 9
2.4. Fotoresistor 10
2.5. Transistor BC547 12
2.6. Pengeras Suara 14
2.7. Piano 15

BAB III METODOLOGI 17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian 17
3.2. Alat dan Bahan 17
3.3. Tahapan Penelitian 18
3.4. Perancangan Diagram Blok Sistem 20
3.5. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*) 21
3.6. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*) 23
3.7. Analisis Data 23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 25
4.1. Hasil Perancangan Piano Tanpa Sentuhan 25
4.2. Prinsip Kerja Sistem Secara Keseluruhan 25
4.3. Hasil Pengukuran Spektrum Frekuensi Nada Piano Tanpa Sentuhan 29
4.4. Hasil Pengukuran Spektrum Nada Piano pada *Tone Generator* 32
4.5. Pembahasan 34

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 36

DAFTAR PUSTAKA 37

LAMPIRAN 39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Arduino Uno..... 10

Tabel 2.2 Spesifikasi transistor BC547..... 13

Tabel 2.3 Spesifikasi standar frekuensi nada..... 16

Tabel 3.1 Alat dan bahan pembuatan *casing* perangkat musik piano..... 17

Tabel 3.2 Alat dan bahan untuk pembuatan rangkaian listrik perangkat musik piano..... 18

Tabel 3.3 Pengunaan pin dan frekuensi yang dihasilkan..... 22

Tabel 4.1 Perbandingan frekuensi nada standar piano dengan hasil pengukuran spektrum frekuensi nada piano tanpa sentuhan..... 29

Tabel 4.2 Hasil pengukuran spektrum frekuensi nada pada *Tone Generator*..... 31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus gelombang sinusoidal.....	4
Gambar 2.2	Tampilan fitur aplikasi *Phyphox*.....	6
Gambar 2.3	Tampilan fitur *Spectrum* (a) sebelum percobaan; (b) setelah percobaan.....	7
Gambar 2.4	Tampilan menu *History* (a) sebelum percobaan; (b) setelah percobaan.....	8
Gambar 2.5	Tampilan fitur *Raw* Data (a) sebelum percobaan; (b) setelah percobaan.....	8
Gambar 2.6	Arduino Uno.....	9
Gambar 2.7	Fotoresistor.....	10
Gambar 2.8	Grafik prinsip kerja fotoresistor.....	11
Gambar 2.9	Transistor BC547 dengan bagan *emite*r, *base*, dan *collector*..	12
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	19
Gambar 3.2	Diagram blok sistem.....	20
Gambar 3.3	Perancangan perangkat keras (a) diagram skematik; (b) *layout* PCB.....	21
Gambar 4.1	Hasil perancangan perangkat musik piano tanpa sentuhan (a) tampak depan; (b) tampak dalam; (c) tampak atas.....	25
Gambar 4.2	Grafik spektrum frekuensi nada piano tanpa sentuhan (a) nada C4; (b) nada D4; (c) nada E4; (d) nada F4; (e) nada G4; (f) nada A4; (g) nada B4; (h) nada C5.....	30
Gambar 4.3	Grafik rata-rata spektrum frekuensi nada Tone Generator (a) nada C4; (b) nada D4; (c) nada E4; (d) nada F4; (e) nada G4; (f) nada A4; (g) nada B4; (h) nada C5.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode program keseluruhan..... 38
Lampiran 2. Perhitungan..... 41

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin pesat telah membuka peluang baru dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk di bidang seni dan pendidikan. Kombinasi teknologi dengan seni menciptakan pendekatan inovatif dan memberikan warna baru dalam seni. Dalam musik, kemajuan teknologi tidak hanya mendukung proses rekaman dan produksi suara, tetapi juga menghadirkan instrumen musik yang lebih modern dan inovatif. Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah menciptakan instrumen musik yang dapat dimainkan tanpa sentuhan fisik, dengan memanfaatan teknologi sensor. Berbagai instrumen musik dapat dikembangkan menggunakan teknologi sensor, salah satunya adalah piano. Secara konvensional, piano menghasilkan nada melalui mekanisme *tuts* yang menggerakan *hammer* untuk memukul senar. Inovasi pada instrumen ini telah dikaji oleh Kurniawan (2018), yang mengembangkan alat musik seperti piano, harpa, dan *marching bell* digital berbasis sensor cahaya. Sistem tersebut menggunakan mikrokontroler Arduino untuk memproses sinyal dari sensor cahaya, yang kemudian dikonversi menjadi nada sesuai frekuensi tertentu. Arduino mampu membaca perubahan tegangan dari sensor dan menggunakannya untuk menghasilkan keluaran suara berbasis frekuensi tertentu melalui *speaker* atau modul suara (Arduino Official Documentation, n.d.).

Sensor fotoresistor atau *Light Dependent Resistor* (LDR) adalah salah satu komponen elektronik yang mengubah intensitas cahaya menjadi sinyal listrik berdasarkan perubahan resistansi. Horowitz (2015) menyatakan bahwa fotoresistor berubah seiring dengan intensitas cahaya yang diterima, sehingga sangat cocok digunakan sebagai sensor dalam berbagai sistem elektronik. Keunggulan sensor ini terletak pada kemampuannya untuk mendeteksi perubahan intensitas cahaya dengan akurat dalam berbagai kondisi lingkungan serta biaya produksinya yang relatif rendah. Penggunaan fotoresistor telah diterapkan dalam berbagai sistem

otomatis, seperti sistem lampu otomatis (Ghifari *et al*., 2022), jemuran otomatis berbasis intensitas cahaya matahari (Susanti dan Setiadi, 2022), serta kendali saklar otomatis (Tsauqi *et al*., 2016).

Penelitian ini merancang dan membangun perangkat musik piano tanpa sentuhan menggunakan sensor fotoresistor dan Arduino. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis spektrum frekuensi nada menggunakan aplikasi *Phyphox,* yang memungkinkan pengukuran dan evaluasi kualitas serta kestabilan frekuensi suara. *Phyphox* merupakan aplikasi berbasis sensor untuk menganalisis paramenter fisik, termasuk spektrum frekuensi suara. Menurut Smith (2010), analisis spektrum frekuensi merupakan teknik dasar dalam pemrosesan sinyal audio untuk memahami karakteristik nada dan harmonik suatu instrumen musik. Dengan teknik ini, kualitas suara dan kestabilan frekuensi piano berbasis sensor dapat dibandingkan dengan nada piano konvensional.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan instrumen musik berbasis teknologi, terutama dalam menciptakan piano inovatif yang dapat dimainkan tanpa sentuhan langsung. Selain itu, penelitian ini juga dapat diaplikasikan dalam bidang pembelajaran sains serta membuka peluang untuk aplikasi lebih luas dalam bidang musik digital dan interaksi manusia-komputer.

1.2. Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat perangkat musik piano tanpa sentuhan?
2. Seberapa akurat spektrum frekuensi nada yang dihasilkan oleh perangkat musik piano tanpa sentuhan berdasarkan analisis menggunakan aplikasi *Phyphox*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun perangkat musik piano tanpa sentuhan berbasis sensor fotoresistor dan Arduino.
2. Menganalisis spektrum frekuensi nada yang dihasilkan oleh perangkat musik piano tanpa sentuhan berbasis sensor fotoresistor dan Arduino.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor fotoresistor.
2. Perangkat musik piano tanpa sentuhan menghasilkan nada-nada dalam satu oktaf tanpa kres.
3. Analisis spektrum frekuensi nada yang dihasilkan oleh perangkat musik piano tanpa sentuhan dilakukan menggunakan aplikasi *Phyphox* pada *smartphone*.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan dalam pembelajaran sains, baik di tingkat perguruan tinggi maupun di sekolah menengah.