

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Osiloskop

Osiloskop adalah alat ukur Elektronik yang dapat memetakan atau memproyeksikan sinyal listrik dan frekuensi menjadi gambar grafik agar dapat dibaca dan mudah dipelajari. Dengan menggunakan osiloskop, kita dapat mengamati dan menganalisa bentuk gelombang dari sinyal listrik atau frekuensi dalam suatu rangkaian Elektronika. Pada umumnya osiloskop dapat menampilkan grafik Dua Dimensi (2D) dengan waktu pada sumbu X dan tegangan pada sumbu Y (Rafaell Santa, 2021).



Gambar 2.1 Osiloskop

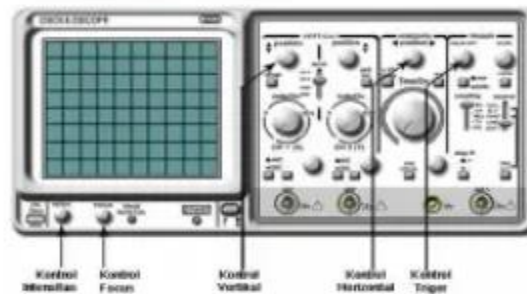
Sumber. Elektroindonesia.com

Berdasarkan Gambar 2.1 diatas Osiloskop adalah alat elektronik yang digunakan untuk melihat bentuk gelombang listrik secara visual. Alat ini menampilkan hubungan antara tegangan dan waktu, memungkinkan pengguna untuk menganalisis karakteristik sinyal seperti *amplitudo*, frekuensi, dan pola perubahan tegangan. Osiloskop sangat berguna dalam bidang teknik dan penelitian untuk memeriksa kinerja perangkat elektronik dan mendiagnosis masalah pada rangkaian.

Osiloskop dapat dibagi menjadi 2, yaitu Osiloskop *Analog* dan *Digital* menurut output tampilannya. Berikut perbedaanya :

2.1.1.1 Osiloskop analog

Osiloskop jenis ini menggunakan tegangan yang diukur untuk menggerakkan berkas electron dalam tabung sinar katoda sesuai bentuk gambar yang diukur. Pada layar osiloskop langsung ditampilkan bentuk gelombang tersebut. Osiloskop *analog* ini merupakan jenis yang paling tua dan sederhana (Rafaell Santa, 2021).



Gambar 2.2 Osiloskop Analog

Sumber. techmarky.com

Gambar 2.2 diatas Osiloskop analog adalah jenis osiloskop yang bekerja menggunakan sistem elektronik analog untuk menampilkan sinyal. Alat ini memanfaatkan tabung sinar katoda untuk menggambarkan gelombang listrik secara langsung pada layar. Osiloskop *analog* unggul dalam respons cepat dan sangat andal untuk memantau sinyal secara *real-time*. Namun, alat ini memiliki keterbatasan karena tidak dapat menyimpan data dan kurang cocok untuk analisis sinyal kompleks.

2.1.1.2 Osiloskop Digital

Osiloskop jenis ini mengambil bentuk gelombang yang diukur, lalu dengan menggunakan *ADC (Analog to Digital Converter)*. Besaran tegangan yang diambil dirubah menjadi besaran digital. Dalam osiloskop digital, gelombang yang akan ditampilkan lebih dulu di-*sampling* dan didigasikan. Osiloskop kemudian menyimpan nilai-nilai tegangan ini Bersama-sama dengan sekala waktu gelombangnya di memori. Pada prinsipnya, osiloskop digital hanya mencuplik dan menyimpan demikian banyak nilai dan kemudian berhenti. Ia mengulang proses ini lagi dan lagi sampai dihentikan (Rafaell Santa, 2021).



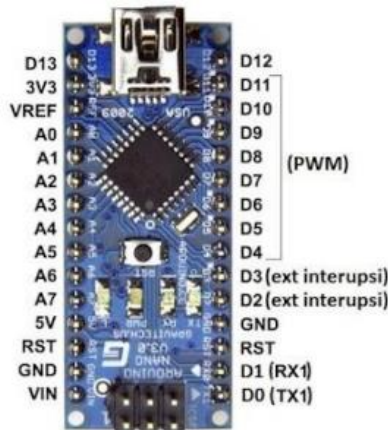
Gambar 2.3 Osiloskop Digital

Sumber. pauzan.com

Berdasarkan Gambar 2.3 diatas Osiloskop *digital* menggunakan teknologi *digital* untuk mengolah dan menampilkan sinyal. Sinyal listrik diubah menjadi data *digital* melalui proses konversi, sehingga memungkinkan penyimpanan, pemrosesan, dan analisis yang lebih mendalam. Dengan akurasi tinggi dan fitur canggih seperti pengukuran otomatis dan analisa *Spektrum*, osiloskop digital lebih fleksibel dan serbaguna. Alat ini sering digunakan dalam pengembangan perangkat modern yang membutuhkan analisa sinyal yang lebih kompleks.

2.1.2 Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah platform elektronik yang bersifat open source dan sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik. *Platform Arduino* didesain dengan tujuan utama untuk mempermudah penggunaan perangkat elektronik dalam berbagai aplikasi. *Arduino* menawarkan kemudahan penggunaan dengan *software* yang *user-friendly*, yang membuatnya cocok untuk digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk pemula dalam bidang elektronika. Kelebihan lainnya adalah komunitas aktif yang mendukung *Arduino*, serta tersedianya berbagai modul dan sensor yang mudah diintegrasikan, menjadikannya alat yang serbaguna untuk berbagai proyek, seperti robotika, otomasi rumah, seni interaktif, dan berbagai aplikasi lainnya. Inilah yang menjadikan *Arduino* sebagai pilihan yang sangat baik bagi siapa pun yang ingin memulai eksplorasi dalam dunia elektronika dan pemrograman *mikrokontroler* (R Miftahul Ilmi, 2023).



Gambar 2.4 *Arduino Nano*

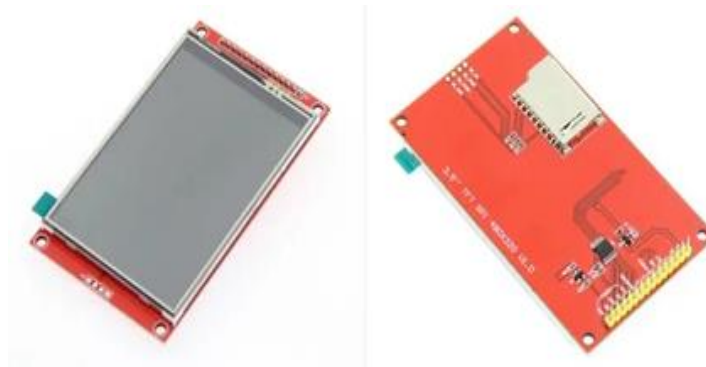
Sumber. lazada.co.id

Gambar 2.4 diatas *Arduino Nano* dapat digunakan sebagai osiloskop digital sederhana dengan memanfaatkan kemampuan *ADC (Analog to Digital Converter)* yang ada pada mikrokontrolernya untuk mengonversi sinyal analog menjadi data digital yang dapat diproses dan ditampilkan. *ADC* pada *Arduino Nano* bekerja dengan cara mengambil sampel tegangan sinyal input secara berkala dan mengubahnya menjadi nilai digital yang merepresentasikan amplitudo sinyal tersebut dalam bentuk angka biner. Data digital ini kemudian dapat diolah oleh *Arduino* untuk dianalisis lebih lanjut dan ditampilkan pada media output seperti layar *TFT* yang terhubung langsung ke board, atau dikirim ke komputer melalui koneksi serial untuk divisualisasikan menggunakan *software* khusus.

Penggunaan *Arduino Nano* sebagai osiloskop digital sederhana ini sangat bermanfaat terutama untuk aplikasi pendidikan, prototyping, dan pengukuran sinyal dengan frekuensi rendah hingga menengah. Meskipun *Arduino Nano* tidak memiliki kemampuan sampling rate dan resolusi setinggi osiloskop profesional, perangkat ini cukup efektif untuk mengukur dan menampilkan bentuk gelombang dasar seperti sinus, kotak, dan segitiga dalam rentang frekuensi tertentu. Hal ini membuat *Arduino Nano* menjadi alat yang ekonomis dan mudah diakses bagi para pelajar, hobiis, dan pengembang elektronik yang ingin memahami konsep dasar pengukuran sinyal dan pemrosesan data digital.

2.1.3 TFT TouchScreen

TFT adalah singkatan atau kepanjangan dari *Thin Film Transistor*, merupakan jenis layar *LCD* handphone atau smartphone yang umum dari tipe lainnya. Selain itu *TFT* juga dapat diartikan salah satu tipe layar *Liquid Crystal Display (LCD)* yang datar, di mana tiap-tiap pixel dikontrol oleh satu hingga empat transistor. Teknologi ini menyediakan resolusi terbaik dari teknik panel data. *TFT LCD* sering disebut juga *active-matrix LCD*. Layar ini menampilkan gambar yang kaya warna dan permukaannya sensitif terhadap sentuhan. (MA Saputra ,2017)



Gambar 2.5 *TFT TouchScreen*

Sumber. lazada.co.id

Pada Gambar 2.5 merupakan *LCD I2C 20x4* yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

TFT touchscreen adalah layar *LCD* warna yang bisa menampilkan gambar dan mendeteksi sentuhan.

- *TFT* (Thin Film Transistor) berfungsi menampilkan gambar dengan warna cerah dan detail.
- *Touchscreen* memungkinkan pengguna menyentuh layar untuk memberi input, seperti menekan tombol.

2.1.4 Push Button

Push button ini atau kita sebut sebagai *tactile switch* adalah sebuah perangkat yang bekerja secara *digital*. Sekarang kita akan belajar bagaimana caranya untuk membaca nilai dari perangkat yang bekerja secara *digital*, menggunakan sinyal digital. Saat ditekan, *tactile switch* menghasilkan nilai 1, dan saat dilepas, menghasilkan nilai 0, tergantung pada cara wiring yang digunakan.

Nah *tactile switch* ini bentuknya seperti ini, ataupun teman-teman jika menemukan bentuk tombol, *push button* yang lain, cara kerjanya sama, dia memutus dan menyambung aliran listrik. Ketika listrik tersambung, berarti ada sinyal digital 1. Ketika listrik terputus, berarti tidak ada sinyal digital 1 atau sinyalnya adalah 0. Oleh karena itu, dengan menggunakan *tactile switch* ini atau *push button*, dia bekerja dengan memberikan sinyal digital 0101. Tapi nanti yang digunakan hanya 2 pin saja. Yaitu untuk tegangan positif dan tegangan negative (Pratama Sanjaya, 2024).



Gambar 2 6 *Push Button*

Sumber. [lazada.co.id](https://www.lazada.co.id)

Berdasarkan Gambar 2.6 diatas Push button adalah sakelar sederhana yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik saat tombol ditekan. Ketika ditekan *Push Button* menghubungkan sirkuit, dan saat dilepas sirkuit kembali terbuka. Komponen ini sering digunakan dalam perangkat elektronik sebagai input, seperti menghidupkan/mematikan perangkat atau memberikan perintah tertentu. *Push Button* biasanya memiliki dua atau lebih kaki konektor untuk dihubungkan ke rangkaian.

2.1.5 Baterai Li-ion

Baterai adalah perangkat portabel yang mengandung sel-sel kimia yang dapat menghasilkan energi listrik melalui reaksi kimia. Salah satu alat untuk menyimpan dan konversi energi yang bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia. Sebuah baterai terdiri dari tiga element penting, yaitu :

- Batang karbon sebagai *anode* (kutub positif)
- Seng(Zn) sebagai *katode* (kutub negatif)

- Pasta sebagai elektrolit

Berdasarkan cara kerjanya baterai memiliki sel elektrokimia yang terbagi menjadi dua, yaitu sel *galvanis* dan sel *elektrolisa*. Sel *galvanis* disebut juga sel *volta* yang dapat merubah energi kimia menjadi energi listrik, sedangkan sel elektrolisa merubah energi listrik untuk menggerakkan reaksi kimia tak spontan. Dalam penggunaannya, baterai dibagi menjadi dua macam, dapat di isi ulang (*rechargeable*) dan tidak dapat di isi ulang. Jenis baterai yang tidak dapat di isi ulang disebut baterai primer dan yang bisa di isi ulang disebut baterai sekunder (Marta Abdullah dkk, 2023).



Gambar 2.7 Baterai Li-Ion18650

Sumber. lazada.co.id

Baterai yang digunakan adalah jenis *Lithium-Ion* 1860 (*Li-ion*) dengan tegangan antara 3,7 hingga 4,2 Volt. Baterai bertegangan 4,2 Volt sering digunakan dalam berbagai perangkat elektronik. Keunggulan utama Baterai *Li-ion* adalah memiliki kepadatan energi tinggi, memungkinkan penyimpanan energi lebih besar. Jumlah baterai yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan tegangan perangkat, dan baterai ini juga dapat diisi ulang.

2.1.6 Modul charger

TP4056 adalah pengisi linear arus konstan atau tegangan penuh pada baterai lithium dengan sel tunggal. tegangan keluaran sebesar 4,2V dan arus muatan dapat program secara eksternal dengan resistor tunggal (Ricki Ananda dkk, 2020)



Gambar 2.8 Modul *charger lithium TP-4056*

Sumber. lazada.co.id

Spesifikasi:

- Input: *USB type C* (bisa langsung menggunakan charger handphone yang umum digunakan)
- Tegangan input: 4.5V-5.5V
- Tegangan *stop* cas penuh: 4.2V 1%
- Arus cas *maximum*: 1000 mA (1A)
- Perlindungan *over-discharge*: 2.5V
- Perlindungan arus berlebih: 3A
- Suhu kerja: -10 s/d 85 C
- Ukuran: 2.6x1.7cm

Terdapat 2 lampu indikator:

- Merah - sedang melakukan pengisian
- Hijau - sudah penuh

2.1.7 Resistor

Resistor atau Tahanan adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengatur kuat arus yang mengalir. Lambang untuk Resistor dengan huruf R, nilainya dinyatakan dengan cincin-cincin berwarna dalam OHM (Ω). pada teknik listrik dan elektronika terdapat dua macam resistor yang sering digunakan yaitu resistor tetap dan resistor variable (Iskandar Jaelani dkk, 2016)



Gambar 2.9 Resistor

Sumber. blibli.com

Resistor pada osiloskop Arduino berfungsi untuk membatasi arus listrik dan melindungi komponen lain dalam rangkaian. Dalam proyek osiloskop resistor sering digunakan untuk menurunkan tegangan sinyal agar sesuai dengan rentang *ADC Arduino Nano*, sehingga sinyal dapat dibaca dengan akurat tanpa merusak mikrokontroler. Selain itu, resistor juga membantu menjaga kestabilan sinyal yang diukur.

2.1.8 Kapasitor Keramik

Kapasitor Keramik merupakan komponen elektronika yang terbuat dari bahan dasar keramik. Kapasitor sering disebut juga dengan kondensator. Kapasitor ini digunakan untuk menyimpan energi listrik pada sebuah medan listrik selama periode tertentu. Pada kapasitor keramik terdapat dua buah plat logam yang berfungsi sebagai elektroda. Kemudian kedua plat tersebut akan dipisahkan oleh bahan dielektrum berbahan dasar keramik (Elga Aris Prastyo, 2023).



Gambar 2.10 Kapasitor Keramik

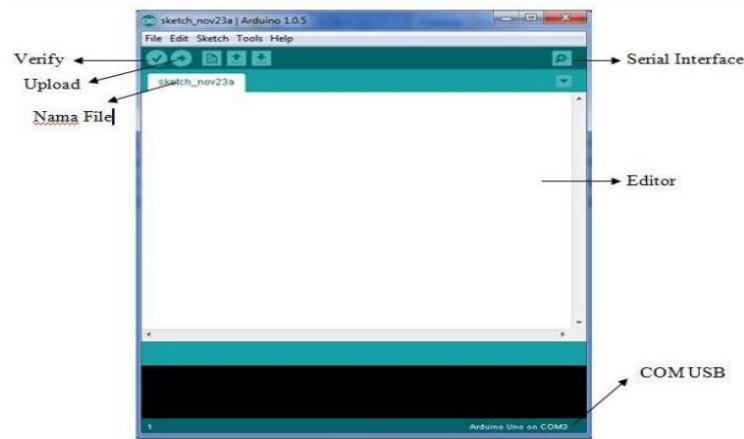
Sumber. lazada.co.id

Kapasitor keramik pada osiloskop berbasis Arduino memiliki peran yang sangat penting sebagai komponen penyaring dan penstabil sinyal dalam rangkaian elektronik. Fungsi utamanya adalah untuk mengurangi noise atau gangguan frekuensi tinggi yang sering muncul pada sinyal yang diukur, terutama pada sinyal analog yang masuk ke ADC (Analog to Digital Converter) Arduino. Noise ini bisa berasal dari berbagai sumber, seperti interferensi elektromagnetik, fluktuasi daya, atau gangguan dari komponen lain dalam rangkaian. Dengan adanya kapasitor keramik, sinyal yang diterima menjadi lebih bersih dan stabil, sehingga proses konversi sinyal analog ke digital oleh ADC dapat menghasilkan data yang lebih akurat dan dapat diandalkan.

Selain sebagai filter noise, kapasitor keramik juga berfungsi sebagai penyimpan muatan sementara yang membantu menjaga kestabilan tegangan dalam rangkaian. Ketika terjadi perubahan tiba-tiba pada tegangan atau arus, kapasitor ini dapat menyerap atau melepaskan muatan listrik untuk menyeimbangkan fluktuasi tersebut, sehingga mencegah gangguan yang dapat mempengaruhi kinerja keseluruhan sistem. Dalam konteks osiloskop, kestabilan tegangan ini sangat penting agar tampilan sinyal pada layar tidak mengalami distorsi atau perubahan yang tidak diinginkan.

2.1.9 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan singkatan dari *Arduino Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah *Arduino* dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang diberikan melalui sintaks pemrograman. *Arduino* menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman *Arduino (Sketch)* sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya (KR Tembo, 2020).



Gambar 2.11 Arduino IDE

Sumber. supereyes.ru

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang sangat penting dan esensial dalam ekosistem *Arduino*, yang berfungsi sebagai platform utama untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program ke berbagai jenis board *Arduino*. *Arduino IDE* dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, sehingga sangat cocok baik untuk pemula yang baru belajar pemrograman mikrokontroler maupun untuk pengembang berpengalaman yang ingin membuat proyek elektronik kompleks. Dalam *Arduino IDE*, pengguna dapat menulis kode menggunakan bahasa pemrograman berbasis *C/C++* yang telah disederhanakan dan dioptimalkan khusus untuk kemudahan penggunaan pada perangkat keras *Arduino*.

Editor kode yang disediakan oleh *Arduino IDE* dilengkapi dengan fitur-fitur penting seperti penyorotan sintaks (*syntax highlighting*), pelengkapan otomatis (*auto-completion*), dan pengecekan kesalahan dasar, yang membantu pengguna menulis kode dengan lebih efisien dan mengurangi kesalahan pemrograman. Setelah kode selesai ditulis, *Arduino IDE* memungkinkan pengguna untuk mengunggah program tersebut langsung ke board *Arduino* melalui koneksi kabel *USB*, yang membuat proses pengembangan dan pengujian menjadi cepat dan praktis tanpa perlu alat tambahan yang rumit. Selain itu, *Arduino IDE* juga mendukung penggunaan pustaka (*library*) tambahan yang dapat diunduh dan diintegrasikan dengan mudah ke dalam proyek. Pustaka ini memperluas kemampuan perangkat keras *Arduino* dengan menyediakan fungsi-fungsi siap

pakai untuk berbagai modul dan sensor, seperti sensor suhu, motor, *layar LCD*, dan banyak lagi. Dengan adanya pustaka ini, pengguna tidak perlu menulis kode dari nol untuk setiap komponen, sehingga mempercepat proses pengembangan dan meningkatkan fleksibilitas proyek.

2.2 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu sudah ada osiloskop berbasis *Arduino* yang telah dilakukan dan dikembangkan, diantaranya ada “*A Simple Arduino Based Oscilloscope for Physlab*” oleh (Muhammad Shiraz Ahmad dkk, 2019) membuat osiloskop berbasis *Arduino* yang murah dengan frekuensi sampling 500 Hz. Alatnya mampu menangani tugas seperti tampilan gelombang dan pengukuran tingkat tegangan untuk sinyal hingga 4 channel dengan rentang tegangan 0–5V. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena bergantung pada computer, sehingga kurang praktis untuk penggunaan berulang. Pada penelitian selanjutnya ada “*Pengembangan Osiloskop Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Fisika*” oleh (Hardi Hamzah dkk, 2021) membuat osiloskop berbasis *Arduino Uno* dan *LCD* sebagai tampilan sinyal dan tidak bergantung pada komputer. Namun, penelitian ini tidak ada fitur layar sentuh untuk mengatur bentuk sinyal.

Penelitian berikutnya ada “*Oscilloscope MATLAB + ARDUINO*” oleh (Adrian Palafox, 2022) membuat osiloskop dengan *Arduino* dan *MATLAB*, *MATLAB* yang sudah terhubung dengan *Arduino* akan menampilkan sinyal yang dibaca. Namun, penelitian ini masih bergantung pada komputer untuk menampilkan sinyal, dan tidak ada fitur tampilan frekuensi karena hanya tampilan bentuk sinyal saja. Penelitian berikutnya ada “*Arduino Uno Oscilloscope*” oleh (Caleb Powell, 2022) membuat osiloskop berbasis *Arduino Uno* menggunakan *OLED* untuk menampilkan gelombang dengan rentang tegangan input hingga $\pm 10V$ dan frekuensi akurat hingga 500 Hz. Namun, penelitiannya tidak menyidakan fitur layar sentuh untuk pengaturan sinyal. Penelitian berikutnya ada “*Portable Digital Oscilloscope using Arduino*” oleh (Avanthika Pavuluri dkk, 2023) membuat osiloskop digital berbasis *Arduino* tetapi menggunakan *IC Atmega328p* saja yang menawarkan pengukuran sinyal dengan mode AC/DC. Namun, Penelitian ini tidak ada fitur pengaturan langsung pada layar. Selanjutnya ada “*Rancang Bangun Mini Digital Oscilloscope Berbasis Arduino Nano*” oleh (Amalia, dkk. 2024) membuat

osiloskop berbasis *Arduino Nano* dan *OLED* yang menampilkan bentuk gelombang dengan fitur tampilan nilai tegangan, nilai frekuensi dan nilai *Duty Cycle*. Dengan tingkat tegangan maksimal 5V dan maksimal frekuensi 1,4KHz. Namun, penelitiannya tidak ada fitur sentuhan pada layar dan menggunakan OLED yang terlihat kecil.

Adapun penelitian terdahulu yang sudah ada dapat dikembangkan sehingga didapatkan "*Mini Digital Oscilloscope*" berbasis *Arduino Nano* yang efisien melengkapi kekurangan dari penelitian terdahulu. Dengan pembaca sinyal yang ditampilkan pada layar TFT touchscreen seperti nilai V_{max} , nilai frekuensi, dan nilai *Duty Cycle*. Alat ini menawarkan sensitivitas vertikal mulai dari 0,10V hingga 2V/Div, serta rentang waktu horizontal mulai dari 0,5ms hingga 10ms/Div, untuk pengaturan Volt/Div dan Time/Div langsung pada layar karna menggunakan layar sentuh, dan tegangan maksimal 5VDC.

Berikut Tabel 2.1 yang merupakan perbandingan dari penelitian terdahulu dari tahun ke tahun.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Metode	Hasil
1.	Muhammad Shiraz Ahmad, dkk. (2019)	Menggunakan <i>Arduino Uno</i> yang diintegrasikan dengan <i>Physlab</i> untuk membangun osiloskop	Dirancang dengan memanfaatkan integrasi dengan <i>Physlab</i> untuk analisis sinyal elektronik. Fokus pada penggunaan di laboratorium dengan fitur visualisasi yang baik, Namun, tidak dirancang untuk teknisi karna bergantung pada Komputer.
2.	Hardi Hamzah, dkk. (2021)	Menggunakan <i>Arduino Uno</i> dengan <i>LCD</i> untuk menampilkan sinyal	Dirancang portable dengan focus pada media pembelajaran fisika, tetapi tidak ada fitur layar sentuh.
3.	Adrian Palafox. (2022)	Menggunakan <i>Arduino Uno</i> yang diintegrasikan dengan <i>MATLAB</i>	Dirancang untuk Analisa bentuk sinyal dan visual yang baik, namun, masih bergantung pada komputer.
4.	Caleb Powell. (2022)	Menggunakan <i>Arduino Uno</i> dengan <i>OLED</i> dan rangkaian amplifier untuk membangun osiloskop portabel.	Dirancang portable dengan <i>OLED</i> . Memiliki fitur pengukuran dasar seperti pengukuran frekuensi dan amplitude. namun, layar oled terlihat kecil untuk dilihat.

No	Nama	Metode	Hasil
5.	Avanthika Pavuluri, dkk. (2023)	Menggunakan <i>IC Atmega328p</i> dengan LCD untuk membangun osiloskop portabel.	Dirancang portable dengan fitur dasar pengukuran sinyal elektronik <i>AC/DC</i> . Namun, tanpa analisa lanjutan tampilan nilai <i>Duty Cycle</i> .
6.	Amalia, dkk. (2024)	Menggunakan <i>Arduino Nano</i> dan <i>OLED</i> untuk membangun osiloskop .	Dirancang portable untuk memvisual bentuk gelombang, frekuensi,dan <i>Duty Cycle</i> . Namun, tidak ada fitur Layar sentuh dan menggunakan OLED yang terlihat kecil
7.	Tuah Kurnia. (2025)	Menggunakan <i>Arduino Nano</i> dan <i>TFT TouchScreen</i> 3,2 inci	Dirancang portable untuk teknisi reparasi ponsel. Dengan fitur tampilan nilai <i>Vmax</i> , nilai frekuensi, nilai <i>Duty Cycle</i> . Serta pengaturan langsung pada layar