



BUKU PANDUAN

**PROJEK TABUNG
SUPERPOSISI BERBASIS
ARDUINO DENGAN SENSOR
SUARA DAN ESP32**



PENDAHULUAN

Superposisi gelombang bunyi merupakan salah satu konsep penting dalam materi gelombang yang berperan dalam memahami berbagai fenomena fisika dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Namun, konsep ini sering kali sulit dipahami oleh peserta didik apabila hanya disampaikan secara teoritis. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan praktikum yang memungkinkan peserta didik mengamati secara langsung peristiwa penguatan dan pelemahan gelombang akibat superposisi, sehingga pemahaman konsep dapat terbentuk secara lebih konkret dan bermakna.

Seiring dengan perkembangan teknologi, perancangan alat praktikum gelombang bunyi dapat dilakukan menggunakan bahan dan komponen yang sederhana serta mudah diperoleh, seperti pipa paralon, speaker, mikrokontroler Arduino/ESP32, dan sensor mic. Melalui alat ini, peserta didik tidak hanya melakukan pengamatan kualitatif, tetapi juga pengukuran dan analisis data secara kuantitatif. Dengan demikian, pembelajaran fisika dapat berlangsung lebih efektif melalui pendekatan eksperimen, melatih keterampilan berpikir ilmiah, serta mendukung pembelajaran berbasis proyek dan teknologi.



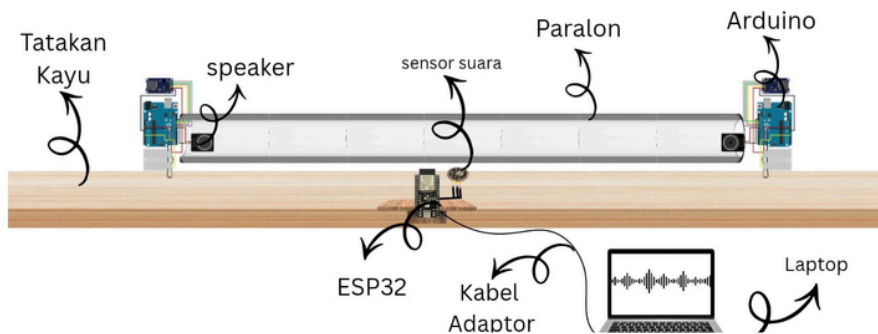
PRINSIP KERJA ALAT

Prinsip kerja alat praktikum superposisi dua gelombang bunyi didasarkan pada peristiwa bertemunya dua gelombang bunyi yang merambat dalam satu medium yang sama. Pada alat ini, dua buah speaker berfungsi sebagai sumber gelombang bunyi yang menghasilkan gelombang dengan frekuensi tertentu. Gelombang bunyi tersebut merambat melalui pipa paralon sebagai medium rambat dan saling bertemu di dalam pipa, sehingga terjadi peristiwa superposisi. Akibat superposisi ini, pada titik-titik tertentu akan terjadi penguatan gelombang (interferensi konstruktif) dan pada titik lainnya terjadi pelemahan gelombang (interferensi destruktif).

Gelombang bunyi hasil superposisi kemudian ditangkap oleh sensor mic yang diletakkan pada posisi tertentu di sepanjang pipa. Sensor ini mengubah getaran bunyi menjadi sinyal digital yang selanjutnya dibaca dan diolah oleh mikrokontroler Arduino atau ESP32. Data yang diperoleh kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik atau nilai amplitudo pada perangkat lunak di komputer, sehingga peserta didik dapat mengamati dan menganalisis pola superposisi gelombang bunyi secara kuantitatif. Dengan demikian, alat ini bekerja dengan mengubah fenomena fisika berupa gelombang bunyi menjadi data digital yang dapat diamati dan dianalisis secara ilmiah.



BAGIAN-BAGIAN ALAT



1. Laptop digunakan untuk pemrograman Arduino dan ESP32 serta menampilkan data hasil pengukuran.
2. Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali speaker dalam menghasilkan gelombang bunyi.
3. ESP32 digunakan untuk membaca data dari sensor mikrofon dan mengirimkan data ke laptop.
4. Speaker berfungsi sebagai sumber gelombang bunyi dengan frekuensi tertentu.
5. Modul mic digunakan untuk mendeteksi gelombang bunyi di dalam tabung resonansi.
6. Potensiometer berfungsi untuk mengatur frekuensi atau amplitudo bunyi yang dihasilkan speaker.
7. Pipa paralon berfungsi sebagai tabung resonansi tempat terjadinya superposisi gelombang bunyi.
8. Tatakan kayu digunakan sebagai penyangga pipa paralon agar posisi tabung stabil.
9. Kabel jumper berfungsi sebagai penghubung antar komponen elektronik.
10. Kabel USB digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan laptop saat pemrograman.
11. Power bank berfungsi sebagai sumber daya listrik bagi rangkaian alat.



CARA MENGGUNAKAN

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk menggunakan alat superposisi dua gelombang dengan baik dan benar:

1. Pastikan seluruh komponen alat telah dirangkai dengan benar, termasuk speaker, pipa paralon, sensor mic, dan mikrokontroler.
2. Hubungkan Arduino atau ESP32 ke sumber daya dan sambungkan ke laptop menggunakan kabel USB.
3. Nyalakan speaker dan atur frekuensi bunyi yang diinginkan agar kedua sumber menghasilkan gelombang bunyi yang sama.
4. Jalankan program pada Arduino/ESP32 untuk mulai membaca data dari sensor mic.
5. Amati data atau grafik gelombang bunyi yang ditampilkan pada layar komputer.
6. Geser posisi sensor atau ubah frekuensi bunyi untuk mengamati perubahan pola superposisi.
7. Catat hasil pengamatan dan analisis perbedaan amplitudo akibat interferensi konstruktif dan destruktif.



CARA MENGGALIBRASI

Kalibrasi dilakukan untuk memastikan bahwa sensor mic dan sistem pembacaan data pada mikrokontroler memberikan hasil yang konsisten dan mendekati kondisi sebenarnya. Proses kalibrasi ini bertujuan untuk meminimalkan kesalahan pengukuran akibat perbedaan sensitivitas sensor, gangguan lingkungan, atau pengaturan sistem elektronik.

Langkah-langkah kalibrasi alat praktikum superposisi gelombang bunyi adalah sebagai berikut:

1. Siapkan alat praktikum superposisi gelombang bunyi yang telah dirangkai lengkap serta sebuah sumber bunyi dengan frekuensi dan amplitudo tetap (misalnya generator sinyal atau aplikasi tone generator).
2. Letakkan sensor mic pada posisi tetap di dalam pipa paralon dan pastikan tidak ada gangguan bunyi dari luar.
3. Atur kedua speaker agar menghasilkan bunyi dengan frekuensi yang sama dan volume sedang.
4. Nyalakan sistem dan jalankan program pembacaan data pada Arduino atau ESP32.
5. Amati nilai amplitudo atau grafik gelombang yang ditampilkan pada layar komputer.
6. Ulangi pengukuran beberapa kali pada kondisi yang sama untuk memastikan hasil pembacaan stabil.
7. Jika terdapat perbedaan hasil yang signifikan antar pengukuran, lakukan penyesuaian pada program, seperti:
 - Mengatur faktor penguatan (gain),
 - Menambahkan faktor koreksi amplitudo,
 - Melakukan perataan data (averaging).
8. Lakukan pengukuran ulang setelah penyesuaian hingga diperoleh hasil pembacaan yang stabil dan konsisten.
9. Kalibrasi dianggap selesai apabila hasil pengukuran pada kondisi yang sama menunjukkan nilai yang relatif konstan.



CARA MEMBACA DAN MENDATA

Pembacaan gelombang bunyi dilakukan berdasarkan data amplitudo sinyal yang diterima oleh sensor mic dan ditampilkan dalam bentuk grafik gelombang terhadap waktu atau nilai numerik amplitudo. Data ini merepresentasikan getaran partikel udara akibat gelombang bunyi yang merambat dan mengalami superposisi di dalam pipa.

Sebelum melakukan pembacaan data, pastikan sensor berada pada posisi yang tepat dan kondisi lingkungan relatif tenang agar tidak terjadi gangguan bunyi luar. Pembacaan dan pendataan gelombang bunyi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perhatikan tampilan grafik gelombang pada layar komputer. Grafik menunjukkan hubungan antara waktu (sumbu horizontal) dan amplitudo bunyi (sumbu vertikal).
2. Amati perubahan amplitudo gelombang. Amplitudo yang besar menunjukkan terjadinya interferensi konstruktif, sedangkan amplitudo yang kecil atau mendekati nol menunjukkan interferensi destruktif.
3. Catat nilai amplitudo maksimum (puncak) dan minimum (lembah) dari grafik gelombang pada setiap posisi sensor.
4. Lakukan pengukuran pada beberapa titik berbeda di sepanjang pipa paralon untuk memperoleh pola superposisi gelombang bunyi.
5. Ulangi pengambilan data sebanyak dua hingga tiga kali pada setiap titik, kemudian hitung nilai rata-rata amplitudo.
6. Tuliskan hasil pengukuran dalam tabel data yang memuat posisi sensor, amplitudo maksimum, amplitudo minimum, dan keterangan jenis interferensi (konstruktif atau destruktif).
7. Berdasarkan data tersebut, buat kesimpulan mengenai pola superposisi gelombang bunyi yang terjadi di dalam pipa.



KELEBIHAN ALAT

Alat praktikum superposisi dua gelombang bunyi ini dirancang sebagai media pembelajaran yang sederhana namun tetap mampu merepresentasikan konsep fisika secara jelas. Pemanfaatan bahan yang mudah diperoleh dan teknologi mikrokontroler memungkinkan alat ini digunakan secara luas dalam kegiatan praktikum dan proyek pembelajaran. Selain itu, alat ini mendukung pembelajaran aktif karena peserta didik dapat melakukan pengamatan, pengukuran, serta analisis data secara langsung.

Adapun kelebihan alat praktikum superposisi gelombang bunyi ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan bahan dan komponen yang sederhana serta mudah diperoleh.
2. Biaya pembuatan relatif murah dibandingkan alat praktikum komersial.
3. Mampu memvisualisasikan fenomena superposisi gelombang bunyi secara nyata.
4. Data hasil pengukuran dapat diamati dan dianalisis secara kuantitatif.
5. Mendukung pembelajaran berbasis proyek dan eksperimen.
6. Dapat dikembangkan lebih lanjut sesuai kebutuhan pembelajaran.

KEKURANGAN ALAT

Meskipun memiliki berbagai kelebihan, alat praktikum superposisi gelombang bunyi ini juga memiliki beberapa keterbatasan. Keterbatasan tersebut terutama berkaitan dengan pengaruh kondisi lingkungan dan ketelitian pengukuran. Oleh karena itu, diperlukan kehati-hatian dalam penggunaan dan pengambilan data agar hasil pengamatan tetap valid.

Adapun kekurangan alat praktikum superposisi gelombang bunyi ini antara lain:

1. Hasil pengukuran dapat dipengaruhi oleh kebisingan dari lingkungan sekitar.
2. Posisi sensor mikrofon sangat memengaruhi hasil pembacaan amplitudo gelombang.
3. Memerlukan pemahaman dasar elektronika dan pemrograman untuk pengoperasian.
4. Ketelitian pengukuran masih terbatas dibandingkan alat laboratorium profesional.
5. Proses kalibrasi perlu dilakukan secara berkala untuk menjaga konsistensi data.