

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Getaran dapat terjadi jika suatu sistem diganggu dari posisi kesetimbangannya. Getaran akan terjadi secara terus menerus dan berulang-ulang selama sistem dikenai gaya. Getaran benda yang berulang dengan waktu yang tetap selanjutnya disebut sebagai getaran periodik atau getaran harmonik (Tipler, 1998). Contoh getaran harmonik yaitu gerak bolak-balik pada pegas akibat diberi gaya luar. Apabila pengaruh gaya gesekan dan faktor hambatan yang bekerja pada pegas diabaikan sehingga amplitudo dan frekuensinya tetap, maka pegas disebut mengalami getaran harmonik sederhana.

Pada kasus dengan dua atau lebih sistem getaran dihubungkan sedemikian rupa sehingga memungkinkan energi dapat dipindah di antara keduanya, maka gerak getaran tersebut disebut sebagai gerak getaran terkopel. Pada getaran terkopel, besarnya gaya sebanding dengan besarnya perpindahan dari keseimbangan (Pain, 2005). Contoh getaran terkopel dapat kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari misalnya pada perilaku molekul poliatomik  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Ikatan kimianya dimodelkan menyerupai pendulum yang bergetar dengan besar frekuensi tertentu.

Getaran merupakan salah satu materi pokok yang dipelajari oleh peserta didik pada kegiatan pembelajaran fisika di sekolah menengah atas. Mengacu pada materi pembelajaran fisika sesuai dengan implementasi Kurikulum Merdeka, pembahasan tentang materi getaran harmonik masih

terbatas pada pembahasan getaran gerak harmonik sederhana sedangkan pembahasan tentang materi getaran terkopel masih sangat terbatas ditemukan. Hal tersebut didukung dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Fatimah (2022) yang berjudul “*Pembelajaran Fisika Sekolah Menengah Atas pada Materi Getaran: Studi Literatur*”. Analisis *review* studi yang sudah diterbitkan dalam jurnal akademik dari tahun 2007 hingga 2022 menunjukkan adanya keberagaman penggunaan metode dan media pembelajaran fisika pada materi getaran. Namun dari 32 artikel yang diambil sebagai sampel penelitian tersebut, hanya terdapat 1 artikel yang khusus membahas tentang materi getaran terkopel.

Penelitian atau eksperimen fisika tentang getaran harmonik menggunakan pendulum terkopel di sekolah menengah atas belum banyak dilakukan. Hal tersebut tentunya tidak sesuai dengan ciri keilmuan fisika yang sangat erat dengan gejala dan fenomena alam dalam keseharian, sehingga pembelajarannya memerlukan pembuktian melalui kegiatan eksperimen di laboratorium. Contoh eksperimen fisika tentang getaran harmonik menggunakan pendulum terkopel yang telah dilakukan diantaranya oleh Picciarelli (2010) pada eksperimen pendulum terkopel yang dirancang dengan pendekatan matematika sederhana bagi peserta didik sekolah menengah, dan Kovacic (2012) pada percobaan dua pendulum terkopel dengan perilaku getaran kecil. Pada kedua eksperimen tersebut, kegiatan pengamatan dan pengukuran dilakukan secara manual sehingga sangat memerlukan kecermatan dan ketelitian peserta didik pada saat pengambilan data.

Perkembangan teknologi sensor dan mikrokontroler Arduino yang sangat marak saat ini, belum banyak dioptimalisasikan pemanfaatannya untuk

menunjang kegiatan eksperimen fisika di sekolah. Dengan harga sensor dan mikrokontroler Arduino yang relatif terjangkau dan tidak memerlukan dukungan pemahaman pemrograman yang rumit, sangat dimungkinkan bagi pendidik untuk mengembangkan instrumen eksperimen fisika sederhana yang akurat dan portabel. Dengan demikian, perkembangan teknologi sensor dan mikrokontroler Arduino dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kesenjangan sekaligus keterbatasan alat eksperimen fisika yang ada di laboratorium sekolah.



**Gambar 1.** Alat eksperimen pendulum terkopel dengan Arduino dan sensor ultrasonik

Eksperimen getaran harmonik dua pendulum terkopel menggunakan teknologi sensor dan mikrokontroler Arduino telah dilakukan oleh Habib dan Pramudya (2021) seperti terlihat pada gambar 1. Dua buah pendulum dihubungkan dengan pegas atau terkopel yang dapat bergerak secara periodik setelah diberi simpangan. Gerak getaran pendulum akan terdeteksi atau terbaca pada sensor ultrasonik yang telah dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Uno. Data hasil eksperimen diolah sehingga didapatkan besar nilai frekuensi sudut getaran pendulum terkopel.

Getaran yang dialami pendulum berlangsung secara periodik dengan nilai amplitudo tetap. Namun pada kenyataannya, getaran akan selalu

terhambat oleh faktor redaman akibat gaya gesekan udara dan faktor-faktor lainnya yang menyebabkan getaran akhirnya berhenti. Gerak tersebut dinamakan gerak harmonik teredam. Pada gerak harmonik teredam, gaya yang bekerja akan berkurang secara terus menerus sehingga amplitudo getaran berkurang sampai getaran berhenti (Fauzan, 2016). Amplitudo berkaitan dengan energi, sehingga pada gerak harmonik teredam akan mengalami penurunan energi akibat gaya eksternal yang melawan pergerakan. Peredaman pada gerak harmonik teredam dinyatakan dengan suatu besaran tak berdimensi  $Q$  yang disebut sebagai faktor kualitas atau faktor  $Q$ .

Seiring dengan perkembangan teknologi sensor dan mikrokontroler Arduino, saat ini banyak berkembang pula berbagai perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membantu memvisualisasikan konsep dan persamaan matematis dalam kegiatan pembelajaran. Salah satu dari perangkat lunak tersebut adalah Geogebra. Selain dapat diperoleh secara gratis dan dapat digunakan tanpa koneksi internet, Geogebra memiliki keunggulan dalam menghasilkan simulasi berupa grafik, tabel, dan fenomena kompleks tiga dimensi.

Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2022), telah berhasil membuat simulasi gelombang berjalan untuk pembelajaran fisika menggunakan Geogebra. Simulasi yang dibuat dapat digunakan sebagai media ajar untuk memvisualisasikan gelombang berjalan dimana beberapa penekanan konsep dan hubungan antar variabel pada gelombang dapat dijelaskan melalui media yang telah dibuat. Kesimpulan pada penelitian ini adalah bahwa perangkat lunak Geogebra dapat digunakan dalam pembuatan simulasi gelombang

berjalan serta dapat membantu pendidik dan peserta didik pada proses pembelajaran fisika topik ajar gelombang berjalan. Perangkat lunak ini juga memberikan kesempatan kepada pendidik dan peserta didik untuk bekerja dengan konsep bersama melalui eksplorasi dan visualisasi. Ini mendorong lingkungan interaksional pendidik dan peserta didik yang lebih interaktif dimana setiap orang bekerja sebagai tim untuk membimbing dan membantu satu sama lain untuk mencapai tujuan yang diperlukan.

Mendasarkan pada eksperimen yang dilakukan oleh Habib dan Pramudya (2021) serta Nugroho (2022), penulis bermaksud melakukan penelitian pengembangan dengan tujuan menganalisis faktor kualitas osilator terkopel teredam dengan sensor ultrasonik berbantuan Arduino pada mode sefase dan membuat visualisasi perpindahan beban terkopel pada pegas menggunakan perangkat lunak Geogebra.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat diidentifikasi masalah-masalah yang ada antara lain:

1. Pembahasan materi getaran di sekolah menengah atas masih terbatas pada getaran harmonik sederhana.
2. Alat eksperimen getaran terkopel belum banyak tersedia di laboratorium sekolah menengah.
3. Penggunaan teknologi sensor dan mikrokontroler belum banyak dilakukan di pembelajaran eksperimen fisika.

4. Terdapat hambatan dalam eksperimen getaran terkopel sehingga getaran tidak dapat berlangsung terus-menerus seperti pada teori.
5. Visualisasi perpindahan dalam getaran terkopel dengan program komputer tidak banyak dilakukan padahal dapat membantu pemahaman peserta didik.

### **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengukuran perpindahan beban yang terkopel teredam oleh pegas didapatkan dari sinyal sensor ultrasonik yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino.
2. Pengukuran faktor kualitas dilakukan pada osilator terkopel teredam mode sefase.
3. Visualisasi perpindahan beban yang terkopel oleh pegas dikembangkan dengan perangkat lunak Geogebra. Visualisasi ini sekaligus dapat dijadikan sebagai acuan sesuai perhitungan teori.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas dapat dikemukakan rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pola perpindahan beban pada getaran terkopel teredam dengan sensor ultrasonik berbantuan Arduino mode sefase?
2. Berapa besar faktor kualitas pada osilator terkopel teredam dengan sensor ultrasonik berbantuan Arduino mode sefase?

3. Bagaimana perbandingan amplitudo perpindahan beban pada getaran terkopel teredam yang diperoleh dari eksperimen dan simulasi Geogebra?

#### **E. Tujuan Masalah**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pola perpindahan beban pada getaran terkopel teredam dengan sensor ultrasonik berbantuan Arduino pada mode sefase.
2. Menghitung besar faktor kualitas pada getaran terkopel teredam mode sefase.
3. Membandingkan amplitudo perpindahan beban pada getaran terkopel teredam dengan simulasi Geogebra.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada bidang pendidikan, diantaranya:

1. Manfaat teoritis
  - a. Mendapatkan model alat eksperimen fisika praktis dan murah yang mampu menganalisis pola perpindahan beban dan menentukan besar faktor kualitas pada getaran terkopel teredam dengan memanfaatkan teknologi sensor ultrasonik berbantuan Arduino.
  - b. Mendapatkan pengetahuan tentang pengembangan model simulasi visualisasi getaran pegas terkopel teredam menggunakan perangkat lunak Geogebra sehingga dapat membantu menganalisis perbedaan amplitudo secara teori dan hasil eksperimen.

## 2. Manfaat praktis

Selanjutnya dari alat eksperimen fisika dan model simulasi visualisasi Geogebra yang diperoleh dapat digunakan dan dikembangkan lebih lanjut untuk membantu pendidik dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran dan eksperimen fisika di sekolah.

## **G. Definisi Operasional**

1. Pola perpindahan beban merupakan pola perubahan posisi beban terhadap waktu yang dihasilkan sensor ultrasonik.
2. Getaran teredam merupakan getaran yang pada proses osilasinya mengalami gangguan berupa gesekan atau redaman, sehingga amplitudo getaran semakin kecil hingga akhirnya menjadi nol.
3. Faktor kualitas merupakan suatu besaran tak berdimensi yang menyatakan ukuran suatu redaman pada gerak harmonik yang mengalami penurunan energi akibat gaya eksternal yang melawan pergerakan.
4. Simulasi Geogebra merupakan penggunaan perangkat lunak Geogebra untuk membuat suatu bentuk tiruan yang mampu menjadi representasi dari bentuk atau sistem yang sebenarnya. Geogebra memiliki keunggulan dalam mensimulasikan berupa grafik, tabel, dan fenomena kompleks tiga dimensi.