

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam Fisika dibagi menjadi dua teori yaitu teori klasik dan teori kuantum. Pada abad ke-20 lahirnya teori kuantum dengan penemuan Max Planck yang menyatakan bahwa energi itu tidak dipancarkan dan diserap secara kontinu melainkan terdapat paket-paket diskrit yang disebut *kuanta* (Pertiwi et al., 2015).

Selain penemuan fenomena kuantum tersebut, Max Planck juga menemukan salah satu fenomena yang tidak bisa diselesaikan pada teori klasik yaitu fenomena radiasi benda hitam yang mengakibatkan munculnya konstanta Planck yang menghubungkan antara frekuensi radiasi elektromagnetik dengan energinya. Teori tersebut dikembangkan dalam fisika kuantum yang berperan untuk memahami dan mempelajari tentang perilaku partikel-partikel kecil misalnya *foton* dan *elektron* (Pertiwi et al., 2015).

Konstanta Planck adalah sebuah tetapan yang sangat penting dan digunakan dalam fisika secara umum terlebih pada mekanika kuantum. Nilai tetapan Planck tersebut yaitu $h \approx 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$. Setelah adanya penemuan konstanta planck tersebut maka muncullah berbagai penelitian yang mencoba untuk membuktikan keakuratan nilai konstanta planck dengan berbagai metode (Umma, 2017).

Terdapat penelitian terdahulu berkaitan dengan pengukuran nilai konstanta Planck oleh Nugroho dkk (2019) yang menggunakan metode radiasi benda hitam dengan komponen utamanya yaitu lampu pijar yang dijadikan sumber radiasi benda hitam dengan cara spektrum radiasi benda hitam tersebut akan direkam pada *tracker* hingga dihasilkan empat variasi suhu yang penentuannya berkaitan dengan hukum pergeseran wien serta adanya perubahan besar arus yang masuk ke lampu pijar yang kemudian dilakukan *fitting* polinomial orde 10 pada data sehingga dari data yang dihasilkan akan dihitung nilai konstanta planck yaitu dengan cara membandingkan panjang gelombang yang sama dengan dua intensitas spektrumnya. Pada percobaan tersebut dihasilkan nilai konstanta Planck sebesar $5,65 \pm 1,53 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ dengan akurasi 85% namun masih sederhana dan perlu adanya pengembangan ke tingkat komputasi agar dapat memudahkan pelajar dalam mengefisienkan waktu serta menambah akurasi dan memiliki kelemahan yaitu sulitnya menentukan panjang gelombang pada saat intensitas maksimum yang disebabkan fluktuasi intensitas pada spektrum sehingga dilakukan *fitting* polinomial orde 10 pada data (Nugroho et al., 2019).

Mosiori dkk. (2017) melakukan penelitian konstanta Planck dengan cara kerjanya yaitu *LED* yang dipilih disimpan pada kotak eksiter yang tentu dihubungkan dengan resistor internal. Spektrometer dihubungkan dengan kabel optik dan dihubungkan pula ke komputer dengan menggunakan kabel USB agar panjang gelombangnya dapat diukur dan dianalisis pada *software Logger Pro*. Kemudian komputer dicabut dari spektrometer bersamaan dengan pemasangan sensor tegangan ke antarmuka vernier kemudian dilakukan pengukuran tegangan. Setelah data panjang gelombang dan tegangan sudah diperoleh maka energi *LED* dapat ditentukan sehingga ketika data tersebut lengkap maka dihasilkan nilai konstanta Planck dari banyaknya percobaan dengan nilai $6,20 \pm 1,53 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ mendekati nilai teoritis dengan akurasi 94% (Mosiori et al., 2017).

Penelitian yang berkaitan konstanta Planck telah dilakukan pula oleh Indelicato dkk. (2013) yang sudah menggunakan *LED*, spektrometer, perangkat komersial dan menggunakan konsep efek fotolistrik. Pada penelitian untuk menentukan hubungan antar energi foton dengan tegangan serta frekuensi cahaya *LED* menggunakan perangkat komersial yang dibuat untuk pengukuran konstanta Planck dan menggunakan catu daya serta multimeter untuk menentukan tegangan yang mengakibatkan arus fotolistrik terhenti dan spektrometer digunakan untuk mengukur panjang gelombang *LED*. Kemudian data frekuensi, energi dan tegangan di plot dan dicari kemiringannya untuk menghitung nilai konstanta Planck. Dari penelitian tersebut diperoleh nilai konstanta Planck sebesar $(6.316 \pm 0.80) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ (Indelicato et al., 2013).

Terdapat pula penelitian yang dilakukan oleh Zhou dkk. (2008) yaitu menggunakan *LED* dan menggunakan metode pengambilan tegangan maksimum pada saat *LED* menyala dengan satuan arus dalam miliAmper. Prinsip kerja berdasarkan metode yang digunakan yaitu penelitian ini menggunakan kapasitor dimana ketika kapasitor terisi penuh oleh sumber DC, lalu akan ada pemindahan saklar agar terjadi pengosongan dengan *LED* pertama, kemudian tegangan yang melintas kapasitor dicatat pada antarmuka LabPro karena rangkaian terpasang ke komputer. Pada penggunaan alatnya dipengaruhi oleh analisis pengguna pada saat kapan *LED* tersebut menyala untuk penentuan konstanta Plancknya. Namun pada penelitian ini penentuan panjang gelombang *LED* nya masih perkiraan dengan mengambil nilai tengah dari panjang gelombang minimum dan maksimum pada teori. Hasil penelitian tersebut diperoleh nilai konstanta Planck yaitu $5.77 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ hingga $7.67 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ (Zhou, 2014).

Meskipun pengukuran nilai konstanta Planck sudah banyak dipelajari namun tingkat akurasi, pengambilan metode yang efisien serta pemilihan alat yang mahal dan kompleks menjadi tantangan terkhusus dalam konteks pendidikan yang mengakibatkan kurang terjangkaunya untuk digunakan pada praktikum fisika dasar, padahal praktikum fisika dasar

terkait konstanta Planck ini penting untuk memahami konsep dasar fisika. Penelitian sebelumnya telah mencoba untuk mengatasi masalah tersebut namun masing-masing masih memiliki keterbatasan. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun dan pengembangan KIT sistem penentuan nilai konstanta Planck yang memanfaatkan *LED Multicolor* yang memiliki panjang gelombang berbeda yang digunakan untuk penentuan nilai konstanta Planck, menggunakan arduino dan Python yang menjadi solusi terjangkau dan fleksibel sehingga memiliki harga yang terjangkau serta dilakukan pengembangan berbasis komputasi yaitu dengan merancang antarmuka Python untuk menampilkan hasil pengukuran secara *real-time* serta menggunakan *webcame eksternal* untuk menentukan panjang gelombang *LED Multicolor* dan untuk melihat validasi data pun dilakukan metode regresi linear pada excel sehingga sistem ini mampu digunakan dalam proses pembelajaran fisika dasar di tingkat pendidikan menengah ataupun perguruan tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan Sistem Penentuan Konstanta Planck Menggunakan *LED Multicolor* Berbasis Arduino dan Antarmuka Python?
2. Apa metode yang digunakan untuk menentukan nilai konstanta Planck?
3. Bagaimana cara mengembangkan antarmuka Python yang menghasilkan data secara *realtime* dalam menentukan konstanta Planck?
4. Bagaimana proses pengujian akurasi Kit sistem yang dirancang untuk menentukan nilai konstanta Planck?
5. Bagaimana hasil pengukuran konstanta Planck dari sistem jika dibandingkan dengan hasil secara teoritis?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat batasan masalah agar penelitian ini dapat terarah dan sesuai dengan tujuan dan kebermanfaatan:

1. Terbatasnya sistem *spectrometer* yang digunakan untuk mendeteksi nilai panjang gelombang warna *LED* dengan resolusi kamera yang sedang.

2. Keterbatasan performa perangkat lunak antarmuka saat menampilkan data secara real-time, terutama dalam hal stabilitas koneksi serial dengan Arduino, sehingga terkadang mempengaruhi kelancaran perhitungan dan penampilan nilai konstanta Planck secara langsung.
3. Metode pengukuran pada penelitian dibatasi pada konsep tegangan ambang yang dihasilkan oleh setiap *LED* .

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun Kit sistem penentuan konstanta Planck yang menggunakan *LED multicolor* berbasis arduino dan antarmuka python.
2. Mampu menggunakan sistem webcame dalam pengukuran panjang gelombang *LED Multicolor* dan menggunakan metode *threshold voltage* untuk menghitung nilai konstanta Planck.
3. Menganalisis hubungan antara tegangan dengan frekuensi.
4. Menampilkan antarmuka nilai konstanta Planck dari masing-masing *LED multicolor* serta membandingkannya dengan hasil yang diperoleh menggunakan metode regresi linear antara tegangan terhadap frekuensi.
5. Menguji tingkat akurasi dan efektivitas KIT sistem yang dirancang untuk penentuan nilai konstanta Planck dan membandingkannya dengan nilai teoritis.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini memiliki manfaat diantaranya:

1. Para akademisi dapat memperoleh wawasan terkait penentuan konstanta Planck yang menggunakan *LED Multicolor* sehingga lebih mudah dan terjangkau serta mengurangi biaya penelitian.
2. Para akademisi dapat melakukan pengembangan ilmu pengetahuan terkait penentuan konstanta Planck.
3. Para akademisi dapat memperoleh inovasi baru dalam fisika instrumentasi yang dapat digunakan untuk kegiatan praktikum fisika dasar.

4. Penelitian ini dapat dijadikan media pembelajaran dengan konsep yang lebih mudah dan praktis.
5. Penelitian ini dapat diterapkan pada berbagai bidang. Contohnya, pengaplikasian pada teknologi pengukuran, pendidikan sains, sistem optik, pengembangan produk untuk teknologi LED dan pada fisika kuantum.
6. Penelitian ini memberikan pemahaman terkait tegangan dengan frekuensi yang digunakan untuk menganalisis hasil nilai konstanta planck yang diperoleh untuk setiap *LED*.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Dalam mencapai tujuan penelitian, beberapa metode pengumpulan data berikut akan digunakan:

1. Studi Literatur: Proses pengumpulan informasi materi yang berhubungan dengan penelitian. Diantaranya dengan sumber berupa buku, ebook, jurnal dan paper yang dijadikan sebagai referensi penelitian.
2. Desain Sistem: Tahap ini dilakukan proses pembuatan desain kotak untuk penempatan rangkaian kit sistem penentuan konstanta Planck. tahap ini dimulai dengan pembuatan desain rangkaian pada software fritzing, kemudian pembuatan desain mekanik yang dibuat pada software CorelDraw 2020.
3. Pembuatan Perangkat Keras (*Hardware*): Tahap ini mempersiapkan perangkat keras, komponen dan sebagainya yang akan dilakukan perakitan sesuai desain fritzing dan CorelDraw yang telah dibuat sebelumnya.
4. Pembuatan Kode Program: Tahap pembuatan kode program pada Arduino IDE dan kode program pada Python 3.11.0 untuk penentuan nilai konstanta Planck yang dilakukan pengembangan pula pada kode program Python dengan dilengkapi antarmuka.
5. Pengujian Alat : Tahap pengujian alat dilakukan secara konsisten sehingga diperoleh hasil nilai konstanta Planck untuk setiap *LED* yang tertampil pada antarmuka dan dilakukan perhitungan eror, ketidakpastian dan tingkat akurasi agar Kit sistem ini mencapai tingkat akurasi yang tinggi.

1.7 Skematika Penulisan

Pembahasan pokok dari penelitian tugas akhir ini untuk setiap bab diuraikan secara singkat yang terdiri dari :

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang latar belakang adanya beberapa penelitian dalam perancangan kit sistem penentuan konstanta Planck, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab II ini berisi tinjauan pustaka dan teori-teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian ini dengan sumber yang diperoleh dari jurnal, buku, ebook dan paper penelitian dan sebagainya.

BAB III: METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas terkait alat dan bahan yang digunakan, proses perancangan desain kit sistem penentuan konstanta Planck, pembuatan kit sistem penentuan konstanta Planck dan proses pemrograman untuk menentukan konstanta Planck lima LED, pengambilan data dan pengujian sistem.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil penelitian Kit sistem penentuan nilai konstanta Planck yang menggunakan *LED Multicolor* berbasis arduino dan antarmuka Python serta mencakup analisis hasil yang diperoleh pada penelitian.

BAB V: PENUTUP

Bab terakhir akan disampaikan kesimpulan akhir dari penelitian, serta saran-saran berdasarkan hasil pembahasan yang dilakukan pada bab sebelumnya. Kesimpulan dan saran ini akan menjadi penutup dari penelitian yang dibahas dari penelitian ini.