

# Daftar Isi

|                                                               |             |
|---------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b>                              | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>                                     | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI</b>                             | <b>iii</b>  |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b>                                      | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                                         | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRAK</b>                                                | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                               | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                             | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                                          | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                                           | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN</b>                            | <b>xiv</b>  |
| <b>1 PENDAHULUAN</b>                                          | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang . . . . .                                  | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah . . . . .                                 | 3           |
| 1.3 Batasan Masalah . . . . .                                 | 3           |
| 1.4 Tujuan Penelitian . . . . .                               | 4           |
| 1.5 Manfaat Penelitian . . . . .                              | 4           |
| 1.6 Metode Pengumpulan Data . . . . .                         | 5           |
| 1.7 Skematika Penulisan . . . . .                             | 6           |
| <b>2 LANDASAN TEORI</b>                                       | <b>7</b>    |
| 2.1 Konstanta Planck . . . . .                                | 7           |
| 2.2 <i>Light Emitting Diode (LED)</i> . . . . .               | 9           |
| 2.2.1 Prinsip Kerja Dioda . . . . .                           | 11          |
| 2.2.2 Karakteristik dan Sifat Listrik Dioda . . . . .         | 11          |
| 2.3 Regresi Linear dalam Penentuan Konstanta Planck . . . . . | 13          |

|          |                                                                                |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4      | Fungsi <i>LINEST</i> dalam Analisis Regresi Linear . . . . .                   | 14        |
| 2.4.1    | Asumsi Metode Ordinary Least Squares (OLS) . . . . .                           | 15        |
| 2.4.2    | Interval Kepercayaan untuk Nilai Konstanta Planck . . . . .                    | 16        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGI PENELITIAN</b>                                                   | <b>17</b> |
| 3.1      | Alat dan Bahan . . . . .                                                       | 17        |
| 3.2      | Perangkat Kamera Eksternal untuk Pengukuran Spektrum . . . . .                 | 18        |
| 3.3      | Metode Penelitian . . . . .                                                    | 19        |
| 3.3.1    | Study Literatur . . . . .                                                      | 20        |
| 3.3.2    | Perancangan Desain Rangkaian <i>Hardware</i> . . . . .                         | 20        |
| 3.3.3    | Perancangan Mekatronika Perangkat Keras . . . . .                              | 21        |
| 3.3.4    | Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) . . . . .                      | 23        |
| 3.3.5    | Pengujian Sistem . . . . .                                                     | 31        |
| 3.3.6    | Implementasi Fungsi <i>LINEST</i> . . . . .                                    | 32        |
| 3.3.7    | Analisis Akurasi Data dan Evaluasi Model Regresi . . . . .                     | 33        |
| <b>4</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                                                    | <b>34</b> |
| 4.1      | Hasil Penelitian . . . . .                                                     | 34        |
| 4.1.1    | Pengukuran Tegangan Ambang LED . . . . .                                       | 34        |
| 4.1.2    | Pengukuran Panjang Gelombang LED . . . . .                                     | 34        |
| 4.2      | Statistik Gabungan Data 250 Percobaan . . . . .                                | 35        |
| 4.3      | Grafik Hubungan Tegangan terhadap Frekuensi . . . . .                          | 36        |
| <b>5</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>                                                    | <b>41</b> |
| 5.1      | Kesimpulan . . . . .                                                           | 41        |
| 5.2      | Saran . . . . .                                                                | 42        |
|          | <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                                          | <b>43</b> |
|          | <b>LAMPIRAN</b>                                                                | <b>45</b> |
| A        | Hasil Pengukuran . . . . .                                                     | 45        |
| A.1      | Pengukuran Panjang Gelombang dengan Kamera Eksternal <i>Logitech</i> . . . . . | 45        |
| A.2      | Pengukuran Konstanta Planck dari Antarmuka . . . . .                           | 46        |
| A.3      | Pengukuran Tegangan, Panjang Gelombang dan Konstanta Planck . . . . .          | 48        |
| A.4      | Data Hasil Pengolahan Excel . . . . .                                          | 55        |
| A.5      | Hasil Regresi Linear (h) Grafik V terhadap f . . . . .                         | 61        |

|                             |                                                       |           |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|
| B                           | Kode Program Arduino IDE . . . . .                    | 61        |
| C                           | Kode Program Python . . . . .                         | 62        |
| D                           | Modul KIT Sistem Penentuan Konstanta Planck . . . . . | 70        |
| <b>Daftar Riwayat Hidup</b> |                                                       | <b>71</b> |



## Daftar Gambar

|      |                                                                                  |    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1  | Dataset <i>LED</i> ) . . . . .                                                   | 10 |
| 2.2  | Simbol dan Struktur Dioda . . . . .                                              | 11 |
| 2.3  | Hubungan Arus dan Tegangan . . . . .                                             | 12 |
| 3.1  | Diagram Alir Penelitian . . . . .                                                | 20 |
| 3.2  | Desain Rangkaian Sistem . . . . .                                                | 21 |
| 3.3  | Desain Sistem Pengukuran Panjang gelombang . . . . .                             | 21 |
| 3.4  | Desain Akrilik kit sistem penentuan konstanta Planck . . . . .                   | 22 |
| 3.5  | Diagram Alir Program Arduino IDE . . . . .                                       | 23 |
| 3.6  | Diagram Alir Kalibrasi . . . . .                                                 | 25 |
| 3.7  | Diagram Alir Program Python . . . . .                                            | 28 |
| 3.8  | Tampilan Antarmuka Python 3.11.0 . . . . .                                       | 30 |
| 3.9  | Pengujian Tegangan . . . . .                                                     | 31 |
| 3.10 | Pengujian Sistem Konstanta Planck . . . . .                                      | 32 |
| 4.1  | Grafik hubungan rata-rata tegangan ambang ( $V$ ) terhadap frekuensi ( $f$ ) . . | 36 |
| 4.2  | Grafik hubungan 250 data tegangan ambang ( $V$ ) terhadap frekuensi ( $f$ ) .    | 36 |



## Daftar Tabel

|      |                                                                                              |    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1  | Kisaran Panjang Gelombang untuk Setiap Warna <i>LED</i> . . . . .                            | 9  |
| 2.2  | Tegangan Ambang Teoritis LED Berdasarkan Warna . . . . .                                     | 10 |
| 3.1  | Alat dan Bahan yang Digunakan . . . . .                                                      | 17 |
| 3.2  | Spesifikasi Kamera Eksternal Logitech . . . . .                                              | 18 |
| 4.1  | Hasil Pengukuran Tegangan Ambang . . . . .                                                   | 34 |
| 4.2  | Hasil Pengukuran Panjang Gelombang dan Frekuensi . . . . .                                   | 35 |
| 4.3  | Statistik Data Gabungan Tegangan Ambang dan Frekuensi (250 Data) . .                         | 35 |
| 4.4  | Hasil Analisis Regresi Linear dan Statistik Rata-rata Tegangan dan Frekuensi 5 LED . . . . . | 37 |
| 4.5  | Hasil Regresi Linear Grafik Gabungan 250 Data . . . . .                                      | 37 |
| 5.1  | Hasil Kalibrasi Pengukuran Hue . . . . .                                                     | 45 |
| 5.2  | Hasil Rata-rata Pengukuran Panjang Gelombang, Frekuensi, dan Tegangan Ambang LED . . . . .   | 45 |
| 5.3  | 50 Data Hasil Pengukuran Tegangan, Panjang Gelombang dan Nilai Konstanta Planck . . . . .    | 48 |
| 5.4  | Lanjutan Data Pengukuran Tegangan, Panjang Gelombang, dan Nilai Konstanta Planck . . . . .   | 49 |
| 5.5  | Lanjutan Data Pengukuran Tegangan, Panjang Gelombang, dan Nilai Konstanta Planck . . . . .   | 50 |
| 5.6  | Lanjutan Data Pengukuran Tegangan, Panjang Gelombang, dan Nilai Konstanta Planck . . . . .   | 51 |
| 5.7  | Lanjutan Data Pengukuran Tegangan, Panjang Gelombang, dan Nilai Konstanta Planck . . . . .   | 52 |
| 5.8  | Lanjutan Data Pengukuran Tegangan, Panjang Gelombang, dan Nilai Konstanta Planck . . . . .   | 53 |
| 5.9  | Lanjutan Data Pengukuran Tegangan, Panjang Gelombang, dan Nilai Konstanta Planck . . . . .   | 54 |
| 5.10 | Data Pengolahan Data Excel) . . . . .                                                        | 55 |
| 5.11 | Data Pengukuran Nilai Konstanta Planck . . . . .                                             | 56 |
| 5.12 | Data Pengukuran Nilai Konstanta Planck) . . . . .                                            | 57 |
| 5.13 | Data Pengukuran Nilai Konstanta Planck . . . . .                                             | 58 |
| 5.14 | Data Pengukuran Nilai Konstanta Planck . . . . .                                             | 59 |
| 5.15 | Data Pengukuran Nilai Konstanta Planck . . . . .                                             | 60 |

# Daftar Simbol dan Singkatan

|            |                                                    |
|------------|----------------------------------------------------|
| $V$        | : Tegangan ambang (Volt)                           |
| $\bar{V}$  | : Rata-rata tegangan ambang (Volt)                 |
| $f$        | : Frekuensi cahaya (Hertz)                         |
| $\bar{f}$  | : Rata-rata frekuensi (Hertz)                      |
| $\lambda$  | : Panjang gelombang (meter atau nanometer)         |
| $h$        | : Konstanta Planck ( $J \cdot s$ )                 |
| $e$        | : Muatan elektron ( $1,602 \times 10^{-19} C$ )    |
| $c$        | : Kecepatan cahaya ( $3,00 \times 10^8 m/s$ )      |
| $E$        | : Energi foton (Joule)                             |
| $R_1, R_2$ | : Nilai resistor dalam rangkaian (Ohm)             |
| $R^2$      | : Koefisien determinasi regresi linear             |
| $\sigma_m$ | : Standar deviasi kemiringan regresi               |
| $\sigma_b$ | : Standar deviasi intersep regresi                 |
| $\hat{V}$  | : Nilai tegangan hasil prediksi regresi            |
| $n$        | : Jumlah data pengukuran                           |
| RMSE       | : Root Mean Square Error (galat rata-rata regresi) |
| LED        | : Light Emitting Diode                             |
| GUI        | : Graphical User Interface                         |
| ADC        | : Analog to Digital Converter                      |
| IDE        | : Integrated Development Environment               |
| CSV        | : Comma Separated Values (format data)             |
| OLS        | : Ordinary Least Squares (regresi linear)          |
| HSV        | : Hue Saturation Value (model warna)               |
| USB        | : Universal Serial Bus (konektor data)             |
| Excel      | : Perangkat lunak spreadsheet                      |
| Python     | : Bahasa pemrograman antarmuka                     |
| Arduino    | : Platform mikrokontroler open-source              |