

## ALAT PRAKTIKUM FISIKA UNTUK MENENTUKAN PANJANG GELOMBANG DAN FREKUENSI SPEKTRUM MATAHARI

Oleh: Rokhaniyah

Guru Fisika SMA N 1 Demak  
Jl. Sultan Fatah No.85 KP. 59516 Demak  
Email : Nia68ar@gmail.com

### Abstrak

Peneliti membuat karya inovatif yaitu berupa alat praktikum untuk menentukan panjang gelombang dan frekuensi spektrum matahari. Alat praktikum ini bertujuan untuk mengamati spektrum cahaya matahari dan dapat digunakan untuk menentukan panjang gelombang dan frekuensi spektrum cahaya matahari. Pembuatan alat ini memanfaatkan papan kayu limbah, triplek, dan mistar kayu. Setelah dilakukan uji coba diperoleh panjang gelombang spektrum cahaya warna ungu  $4185 \text{ \AA}$ , biru  $4592 \text{ \AA}$ , hijau  $5026 \text{ \AA}$ , kuning  $5805 \text{ \AA}$ , orange  $6014 \text{ \AA}$ , dan merah  $6496 \text{ \AA}$ . Berdasarkan hasil panjang gelombang yang diperoleh masih dalam batas rentangan yang telah ditetapkan dalam tabel. Dari panjang gelombang dapat digunakan untuk mengukur frekuensi spektrum dengan frekuensi warna merah :  $4,618 \times 10^{14} \text{ Hz}$ , jingga:  $4,988 \times 10^{14} \text{ Hz}$ , kuning:  $5,168 \times 10^{14} \text{ Hz}$ , hijau:  $5,933 \times 10^{14} \text{ Hz}$ , biru  $6,533 \times 10^{14} \text{ Hz}$ , ungu  $7,169 \times 10^{14} \text{ Hz}$ . Berdasarkan hasil tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa alat pengamatan spektrum cahaya matahari efektif digunakan untuk praktikum.

**Kata Kunci:** difraksi kisi, panjang gelombang, dan frekuensi spektrum matahari.

### 1. Pendahuluan

Pembelajaran fisika yang selama ini dilakukan di dalam kelas dan di laboratorium membuat siswa merasa bosan. Hal ini menyebabkan siswa tidak ada motivasi untuk belajar.

Pembelajaran gelombang cahaya di sekolah kami selama ini khusus praktikum difraksi cahaya menggunakan kisi dan sinar laser. Sehingga para siswa hanya dapat mengamati bahwa difraksi cahaya pada kisi hanya berupa peristiwa garis gelap terang – gelap terang. Hal ini dilakukan karena keterbatasan alat praktikum. Di sekolah kami belum mempunyai alat spektrometer yang fungsinya untuk mengamati peristiwa difraksi cahaya. Alat ini dapat digunakan untuk menentukan panjang gelombang, frekuensi dari sinar tampak/spektrum matahari dan suhu permukaan matahari.

Kami sebagai guru fisika berusaha membuat alat inovasi dalam pembelajaran, alat tersebut dengan menggunakan sumber cahaya matahari langsung agar siswa dapat melihat peristiwa spektrum cahaya matahari melalui kisi. Pola yang dihasilkan akan berbeda jika dibandingkan dengan menggunakan laser.

Dengan latar belakang tersebut peneliti mencari ide untuk membuat alat untuk pengamatan spektrum cahaya matahari. Alat tersebut dapat digunakan untuk menentukan panjang gelombang dan frekuensi cahaya matahari yang sampai ke bumi dan untuk menentukan suhu permukaan matahari.

Alat ini dapat digunakan untuk praktikum fisika di sekolah-sekolah, pada pembelajaran fisika dapat dilakukan praktikum di luar kelas/alam terbuka sehingga siswa merasa senang dan tidak bosan. Jika dalam pembelajaran fisika siswa senang maka hasil belajarnya akan lebih baik.

Alat praktikum ini termasuk sederhana, biaya murah, dapat dibuat oleh siapa saja dan dimana saja, serta memberi manfaat yang besar. Alat ini juga mendukung kegiatan pembelajaran kurikulum 2013 melalui pendekatan saintifik (mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi, dan mengkomunikasi).

Berdasarkan hal tersebut maka permasalahan yang diangkat: 1) bagaimanakah alat praktikum fisika untuk menentukan panjang gelombang dan frekuensi spectrum matahari dan 2) apakah alat tersebut dapat

digunakan untuk menentukan panjang gelombang dan frekuensi spektrum cahaya matahari?

Penelitian ini bertujuan: 1) membuat alat praktikum fisika untuk menentukan panjang gelombang dan frekuensi spectrum matahari dan 2) dengan alat tersebut dapat digunakan untuk praktikum menentukan panjang gelombang dan frekuensi spektrum cahaya Matahari.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1. Cahaya Matahari

Cahaya matahari bila dilihat dengan mata telanjang, warna matahari yaitu kuning dan jingga. Pada faktanya matahari memancarkan sinarnya dalam semua warna, namun karena kuning adalah panjang gelombang yang paling terang dari matahari, maka warna kuninglah yang terlihat mata telanjang.

Matahari penuh warna bila diamati sesuai panjang gelombangnya masing-masing. NASA memiliki instrumen yang telah dibuat khusus untuk mengamati matahari, baik yang ada di bumi maupun yang berada di luar angkasa dapat menangkap cahaya matahari dalam berbagai panjang gelombang yang berbeda.

Panjang gelombang yang berbeda memberikan informasi tentang komponen yang berbeda-beda pula di permukaan dan di atmosfer matahari, sehingga dengan menggunakan teknik perbedaan panjang gelombang ini, ilmuwan dapat mempelajari bintang kita yang selalu berubah-ubah dengan konstan setiap waktunya

Sebagai contoh sinar kuning kehijauan ( $5500 \text{ \AA}$ ), umumnya berasal dari material yang memiliki kisaran panas sekitar  $5.700$  derajat C.

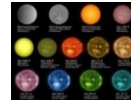
Sinar ultraviolet ( $94 \text{ \AA}$ ) berasal dari atom-atom yang panasnya mencapai  $6.300.000^\circ\text{C}$  dan merupakan panjang gelombang yang dapat kita gunakan untuk melihat lidah api atau prominensa.

Dengan mempelajari gambar-gambar dari matahari dalam berbagai macam panjang gelombang, ilmuwan dapat mempelajari

sekaligus mengenali bagaimana partikel dan panas bergerak di atmosfer matahari.



Gambar 1. Matahari dengan warna pancaran partikel.



Gambar 2. Suhu matahari berdasarkan warnanya

Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan Maxwell, kecepatan gelombang elektromagnetik di ruang hampa adalah sebesar  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ , yang nilainya sama dengan laju cahaya terukur. Hal ini membuktikan bahwa cahaya merupakan gelombang elektromagnetik. Pernyataan Maxwell diperkuat oleh Heinrich Hertz pada tahun 1857-1894. (<http://www.ittelkom.ac.id>)

Sebuah cahaya yang memancar kemudian menerangi ruangan sekitar kita pada dasarnya disebabkan akibat panjang gelombang cahaya yang dipancarkan diterima oleh mata kita. Namun pada saat panjang gelombang tidak sepanjang yang mata manusia mampu menjangkaunya, maka mata manusia tidak akan dapat melihatnya.

Teleskop matahari memberikan kita informasi tentang panjang gelombang dalam dua langkah. Instrumen tertentu yang akrab dikenal dengan spektrometer berfungsi mengamati banyak panjang gelombang secara berkesinambungan dan mampu menghitung berapa panjang gelombang dari sinar yang tersedia.

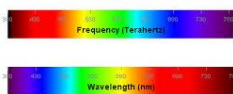
Dengan hal ini maka dapat membantu menciptakan sebuah pemahaman gabungan tentang jarak suhu berapa yang diperlihatkan oleh material di sekeliling matahari. Spektrograf tidak menghasilkan gambar seperti pada umumnya melainkan menghasilkan grafik yang mengkategorikan jumlah dari tiap-tiap gelombang.

Instrumen yang menghasilkan gambar konvensional dari matahari dan hanya terfokus pada sinar di satu panjang gelombang tertentu, terkadang tidak dapat memberikan informasi yang relatif kuat.

**2.2. Difraksi Cahaya**

Difraksi adalah suatu peristiwa pelenturan cahaya karena melewati celah yang sempit. Cahaya sebagai gelombang elektromagnetik dan spektrum Elektromagnetik. Cahaya tampak hanyalah salah satu jenis gelombang elektromagnetik yang terdeteksi dalam interval yang lebar, dan dikelompokkan dalam spektrum elektromagnetik, yaitu daerah jangkauan panjang gelombang yang merupakan bentangan radiasi elektromagnetik. Gelombang radio dan gelombang mikro dapat dibuat di laboratorium menggunakan peralatan elektronik. Gelombang elektromagnetik dengan frekuensi yang lebih tinggi sangat sulit dibuat secara elektronik. Gelombang elektromagnetik dapat terbentuk secara alamiah, seperti pancaran dari atom, molekul, dan inti atom. Misalnya, sinar-X dihasilkan oleh elektron berkecepatan tinggi yang diperlambat secara mendadak ketika menumbuk logam. Cahaya tampak yang dihasilkan melalui suatu pijaran juga disebabkan karena elektron yang mengalami percepatan di dalam filamen panas.

Spektrum warna matahari merupakan radiasi gelombang elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh mata manusia. Spektrum cahaya matahari meliputi: merah, jingga/orange, kuning, hijau, biru, nila, ungu. Cahaya tampak memiliki kisaran panjang gelombang antara  $4 \times 10^{-7}m$  sampai dengan  $7 \times 10^{-7}m$  atau 4000 s.d 7000 Angstroms. (<http://www.apakabardunia.com>)



Gambar 3. Spektrum warna matahari

Tabel 1. Panjang gelombang dari spektrum matahari

Panjang gelombang	Warna
400- 435 nm	Ungu
450 – 490 nm	Biru
490 – 580 nm	Hijau
580 – 595 nm	Kuning
595 – 610 nm	Oranye
610 – 750 nm	Merah

Pola difraksi gelombang cahaya dapat diamati dengan eksperimen menggunakan difraksi celah tunggal dan kisi difraksi.

Menurut Ign Edi Santosa (2012) bahwa telah dilakukan pengukuran jarak antar celah kisi difraksi dengan menggunakan metoda deviasi minimum. Pada pengukuran ini digunakan spektrometer dan laser He-Ne. Dalam percobaan kedudukan kisi diputar sampai didapatkan penyimpangan sinar difraksi terhadap arah sinar datangnya minimum. Jarak antar celah kisi difraksi dihitung dari hasil pengukuran sudut datang dan sudut deviasi ketika deviasinya minimum. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa metoda ini menghasilkan nilai yang sama dengan metoda konvensional.

Kisi difraksi terdiri atas banyak celah dengan lebar yang sama. Lebar tiap celah pada kisi difraksi disebut konstanta kisi dan dilambangkan dengan  $d$ . Jika dalam sebuah kisi sepanjang 1 cm terdapat  $N$  celah konstanta kisinya adalah:  $d=1/N$

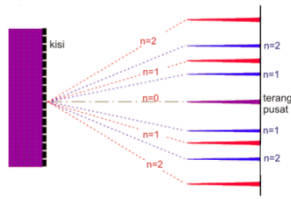
Pola terang oleh kisi difraksi diperoleh jika:

$$d \sin \theta = n \lambda, \text{ dengan } n=0, 1, 2, 3, \dots$$

Interferensi minimum (garis gelap) terjadi jika:

$$d \sin \theta = (n - \frac{1}{2})\lambda, \text{ dengan } n=1,2,3, \dots$$

Dalam optika dikenal difraksi Fresnel dan difraksi Fraunhofer. Difraksi Fresnel terjadi jika gelombang cahaya melalui celah dan terdifraksi pada daerah yang relatif dekat, menyebabkan setiap pola difraksi yang teramati berbeda-beda bentuk dan ukurannya, relatif terhadap jarak. Difraksi Fresnel juga disebut difraksi medan dekat.



Gambar 4. Skema difraksi oleh kisi.

Difraksi Fraunhofer terjadi jika gelombang medan melalui celah atau kisi, menyebabkan perubahan hanya pada ukuran pola yang teramati pada daerah yang jauh. Gelombang-gelombang cahaya yang keluar dari celah atau kisi pada difraksi Fraunhofer hampir sejajar. Difraksi Fraunhofer juga disebut difraksi medan jauh.

Untuk menentukan panjang gelombang cahaya tampak dari matahari dengan rumus:

$$d \sin \theta = n \cdot \lambda$$

$$d \cdot \frac{p}{l} = n \cdot \lambda \quad \text{--- rumus umum}$$

$$\lambda = \frac{p \cdot d}{l \cdot n} \quad \text{--- rumus umum}$$

Keterangan:

p = jarak terang pusat ke cahaya tampak

l = jarak kisi terhadap cahaya tampak

d = konstante kisis atau  $d = 1/N$  dengan N jumlah celah (tertera pada kisi).

n = orde cahaya tampak (Giancoli, D. C. 2001).

Untuk menentukan panjang gelombang masing-masing spektrum:

- a. Menentukan panjang gelombang warna merah ( $\lambda_m$ )

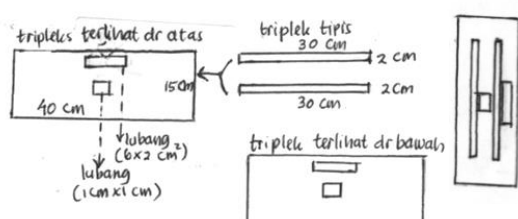
$$\lambda_m = \frac{p_m \cdot d}{l_m \cdot n}$$

- b. Untuk menentukan panjang gelombang warna jingga, kuning, hijau, biru, dan ungu identik dengan warna merah.

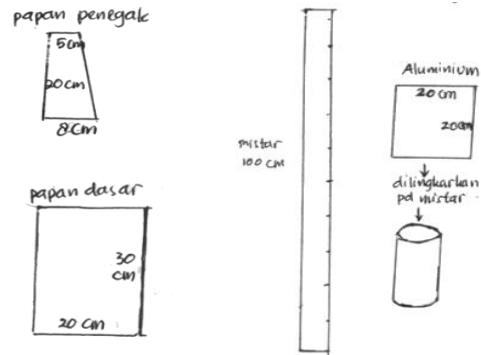
### 3. Pembahasan dan Hasil

#### 3.1. Proses Pembuatan Alat

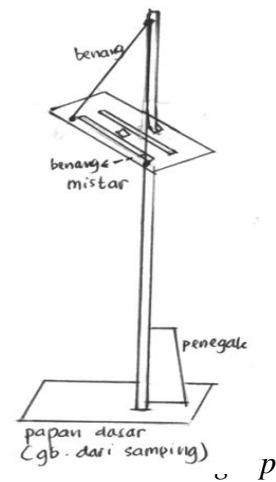
##### 3.1.1. Desain Alat



(a) Desain triplek tempat meletakkan kisi



(b) Desain tiang penyangga



Gambar 5. (a), (b), dan (c) desain alat praktikum fisika spektrum cahaya matahari

##### 3.1.2. Alat

- a. Gunting : 1 buah
- b. Lem alteco : 1 buah
- c. Cutter : 1 buah
- d. Obeng : 1 buah
- e. Gergaji kayu: 1 buah
- f. Gergaji triplek: 1 buah

##### 3.1.3. Bahan

- a. Mistar kayu ( 100 cm) : 1 buah
- b. Mitlin (meteran) (ukuran 150 cm) : 1 buah
- c. Kayu sebagai dasar (20cmx30cm) : 1 buah
- d. Kayu penyiku : 1 buah
- e. Triplek (16 cm x 43 cm): 1 buah

- f. Aluminium (10 cm x 20 cm): 1 buah
- g. Engsel kecil : 1 buah
- h. Kisi : 1 buah
- i. Triplek tipis (20 cm x 40 cm): 1 buah
- j. Benang nilon: 3 meter
- k. Cat coklat : 1 kaleng kecil
- l. Kertas millimeter : 3 lembar

### 3.2. Proses Pembuatan Alat

- a. Triplek dipotong dengan cutter dengan ukuran (panjang x lebar = 16cm x 43 cm). Pada bagian tengah balok diberi lubang dengan ukuran (1 cm x 1,5 cm) sebagai tempat masuk cahaya ke kisi. Ini disebut bagian kepala.
- b. Di tepi triplek juga diberi lubang segi empat dengan ukuran mistar kayu dapat masuk.



*Triplek (bagian kepala) terlihat dari atas*



*Triplek (bagian kepala) terlihat dari bawah*

*Gambar 6. (a) dan (b) bagian kepala pada alat*

- c. Papan kayu dipotong untuk dibuat dasar.



*Gambar 7. Proses pemotongan papan kayu untuk alas*

- d. Mistar kayu di berdirikan, dengan bantuan kayu sebagai dasar dan diberi kayu penyiku agar berdiri tegak.



*Gambar 8. Tiang mistar (bagian penyangga)*

- e. Buatlah dua lubang kecil dengan obeng pada mistar kayu pada jarak sekitar 5 s.d 10 cm dari ujung atas mistar kayu.
- f. Lingkarkan aluminium ke mistar kayu sambil ditekan sehingga aluminium dapat bergeser naik turun di melingkari mistar.
- g. Aluminium dilepas dari mistar kemudian hubungkan aluminium dan bagian kepala dengan menggunakan engsel. Engsel dilem dengan lem alteco.
- h. Letakkan bagian kepala pada mistar kayu sehingga mudah bergeser naik turun.



*Gambar 9. Proses pemasangan bagian kepala pada mistar*

- i. Buatlah dua lubang kecil dengan obeng pada triplek diujung sisi depan, kemudian benang dimasukkan ke satu lubang kemudian diikat, ujung benang

lain dimasukkan pada kedua lubang mistar, selanjutnya dimasukkan ke lubang triplek lain dan diikat. Benang ini fungsinya untuk membuat sudut triplek agar kisi dapat langsung lurus menghadap ke matahari.

### 3.3. Foto Alat



Keterangan gambar:

1. Kayu dasar
2. Tiang mistar /penyangga
3. Triplek /bagian kepala
4. Tempat kisi
5. Lubang 1cmx1,5cm
6. Lubang seukuran luas tepi mistar.
7. Aluminium
8. Benang

Gambar 10. Foto alat praktikum fisika

### 3.4. Prosedur Penggunaan Alat

- a. Bawalah alat di bawah cahaya matahari.
- b. Letakkan kisi pada kotak triplek kayu dan aturlah sudut triplek agar posisi kisi tepat menghadap cahaya sehingga cahaya melewati lubang kisi.
- c. Aturlah ketinggian triplek terhadap tanah agar cahaya matahari yang terdifraksi (cahaya tampak) dapat terlihat jelas pada layar di bawah.
- d. Kalau cahaya tampak jelas terlihat dengan jelas kaitkan mitlin pada pengait.
- e. Ukurlah jarak kisi dengan spektrum masing-masing warna diberi simbol (l).

- f. Ukurlah jarak spektrum masing-masing warna dengan terang pusat diberi simbol (P). Terang pusat berada di tengah dengan warna putih.

### 3.5. Uji Coba Alat

Dua siswa sedang melakukan uji coba alat praktikum fisika untuk menentukan panjang gelombang, frekuensi spektrum, dan suhu matahari.



(a) Siswa sedang melakukan pengukuran jarak kisi dengan spektrum.



(b) Siswa sedang melakukan pengamatan spektrum cahaya matahari



(c) Siswa sedang melakukan pengukuran untuk pengambilan data.

Gambar 11. (a), (b), dan (c) Siswa sedang uji coba alat praktikum fisika

### 3.6. Hasil Uji Coba Alat

Setelah dilakukan uji coba alat, dengan kisi menghadap ke lurus cahaya

matahari dan ketinggian kisi diatur. Ternyata spektrum dari cahaya matahari tampak terlihat dengan jelas. Dengan demikian dapat dilakukan pengukuran terhadap data-data yang diperlukan. Data yang dicatat terdiri dari:

- a. Jarak terang pusat terhadap cahaya yang diukur panjang gelombangnya. Jarak tersebut diberi simbol (p).
- b. Jarak kisi terhadap cahaya yang akan diukur panjang gelombangnya. Jarak tersebut diberi simbol (l).
- c. Orde cahaya yang diukur panjang gelombangnya. Orde tersebut diberi simbol (n).
- d. Konstante kisi dengan simbol (d).
- e.

Hasil uji coba alat untuk pengamatan spektrum matahari seperti pada gambar 12.



(a) Kisi dengan celah 100/mm



(b) Kisi dengan celah 300/mm



(c) Kisi dengan celah 600/mm

Gambar 12. Spektrum cahaya hasil praktikum

Panjang gelombang cahaya dapat dihitung dengan cara melakukan pengukuran besaran (data) pada spektrum cahaya matahari. Data yang diukur sebagai berikut:

- a. Untuk mengukur panjang gelombang warna merah pada orde 1 (n=1).
  - a) Pada orde 1, ukurlah jarak terang pusat terhadap tengah-tengah warna merah dengan mistar diberi simbol (pm).
  - b) Ukurlah jarak kisi terhadap warna merah (lm) dengan menggunakan mitlin.

- c) Konstante kisi (d) dengan  $d=1/N$  dan N jumlah celah yang tertera pada kisi.
- d) Buatlah tabel data hasil pengamatan.
- e) Lakukan langkah (a) sampai dengan (d) untuk warna-warna yang lain.

- b. Untuk mengukur panjang gelombang warna merah pada orde 2 (n=2).

Lakukan langkah (1a) sampai dengan (1e) untuk cahaya merah orde 2

Berdasarkan analisis data diperoleh hasil perhitungan panjang gelombang untuk warna spektrum seperti pada tabel 2. Berdasarkan analisis data pada table 2 diperoleh panjang gelombang warna ungu 4185 Å, biru 4592Å, hijau 5133Å, kuning 5814 Å, jingga/orange 6014 Å, dan merah 6496 Å.

### Pembahasan

Setelah alat praktikum diuji coba, semua data yang diperlukan dapat terukur dengan jelas. Data tersebut meliputi: jarak terang pusat dengan cahaya tampak, jarak kisi dengan cahaya tampak, orde cahaya, dan konstante kisi.

Berdasarkan data pada table Spektrum cahaya yang diunduh dari internet untuk panjang gelombang spektrum warna ungu 4000-4350 Å, sedangkan hasil praktikum 4185 Å yang masih dalam batas nilai rentangan.

Panjang gelombang spektrum warna biru 4500-4800 Å, sedangkan hasil praktikum 4592 Å yang masih dalam batas nilai rentangan.

Panjang gelombang spektrum warna hijau 5000-5600 Å, sedangkan hasil praktikum 5026 Å yang masih dalam batas nilai rentangan.

Untuk panjang gelombang spektrum warna kuning 5800-5950 Å, sedangkan hasil praktikum 5805 Å yang masih dalam batas nilai rentangan.

Panjang gelombang spektrum warna orange/jingga 5950-6100 Å, sedangkan hasil praktikum 6014 Å yang masih dalam batas nilai rentangan.

Panjang gelombang spektrum warna merah 6100-7500 Å, sedangkan hasil praktikum 6496 Å yang masih dalam batas nilai rentangan.

Hasil pengukuran frekuensi spektrum untuk warna merah:  $4,618 \times 10^{14}$  Hz, jingga:  $4,988 \times 10^{14}$  Hz, kuning:  $5,168 \times 10^{14}$  Hz, hijau:  $5,933 \times 10^{14}$  Hz, biru  $6,533 \times 10^{14}$  Hz, ungu  $7,169 \times 10^{14}$  Hz.

Berdasarkan hasil pajang gelombang yang diperoleh masih dalam batas rentangan pada table yang telah ditetapkan, sehingga alat praktikum difraksi cahaya matahari dapat efektif digunakan untuk praktikum fisika.

**4. Penutup**

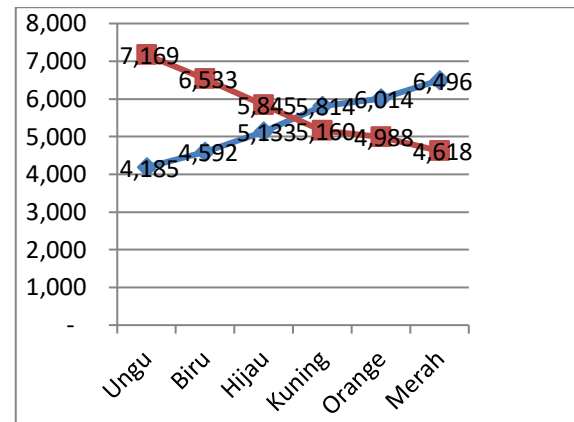
Dari hasil pembuatan alat pengamatan spektrum cahaya matahari dapat dibuat alat prkatikum fisika untuk menentukan panjang gelombang dan frekuensi spektrum matahari.



Gambar 13. Foto alat praktikum fisika

Alat praktikum spektrum cahaya matahari yang dibuat, dapat digunakan untuk menentukan panjang gelombang spektrum cahaya matahari. Spektrum yang diamati meliputi panjang gelombang warna ungu 4185 Å, biru 4592 Å, hijau 5026 Å, kuning 5805 Å, orange 6014 Å, dan merah 6496 Å. Berdasarkan hasil pajang gelombang yang diperoleh masih dalam batas rentangan pada table yang telah ditetapkan. Panjang gelombang yang telah diperoleh, digunakan untuk mengukur frekuensi spektrum dengan frekuensi warna merah:

$4,618 \times 10^{14}$  Hz, jingga:  $4,988 \times 10^{14}$  Hz, kuning:  $5,168 \times 10^{14}$  Hz, hijau:  $5,933 \times 10^{14}$  Hz, biru  $6,533 \times 10^{14}$  Hz, ungu  $7,169 \times 10^{14}$  Hz.



Gambar 14. Grafik panjang gelombang dan frekuensi hasil uji coba alat  
Keterangan

<span style="color: red;">■</span>	Panjang gelombang
<span style="color: blue;">◆</span>	frekuensi

Berdasarkan hasil tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa alat pengamatan spektrum cahaya matahari efektif digunakan untuk praktikum.

Saran yang dapat disampaikan setelah dilakukan penelitian yaitu perlu penelitian pengembangan alat praktikum tersebut untk mengukur besaran fisis yang lain.

**DAFTAR PUSTAKA**

Giancoli, D. C. 2001. *Physics Fifth Edition*. Jakarta. Erlangga.

Haekal Muhammad. 2013. *Teori Cahaya Menurut James Clerk Maxwell*. <http://haekal-95.blogspot.com/2013/10/teori-cahaya-menurut-james-clerk-maxwell.html>. Diunduh 20 Juni 2019.

Nur Hakim, Malik.2013. *Rahasia Di Balik Warna Matahari*. (<http://kafestronomi.com/rahasia-di-balik-warna-matahari.html>). Diunduh 20 Juni 2019.



Santosa Edi, Ign. 2012. *Pengukuran Jarak Antar Celah Kisi Difraksi dengan Metoda Deviasi Minimum*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI DIY & Jateng. <http://hfi-diyjateng.or.id/jurnal/prosiding-pertemuan-ilmiah-xxvi-hfi-diy-jateng>. Diunduh 25 Agustus 2018.