

## PENERAPAN MODEL *JUDD OFELT* DALAM PERANGKAT LUNAK UNTUK MENGANALISA SPEKTRUM KACA TELURITE YANG DIDADAH ERBIUM

Rudi Susanto<sup>1\*</sup>, Herliyani Hasanah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Informatika, STMIK Duta Bangsa Surakarta  
Jl. Bhayangkara 55, Surakarta 57154

\*Email: rudist87@gmail.com

### Abstrak

Artikel ini berisi penerapan model Judd Ofelt dalam perangkat lunak menganalisa karakteristik spektrum kaca Telurite ( $TeO_2$ ) yang didadah dengan ion Erbium. Dalam artikel ini dikaji pada tahap analisis dan perancangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan fungsional aplikasi untuk menganalisis sifat lasing kaca ditunjukkan dengan output aplikasi berupa (1) Parameter  $\Omega_2, \Omega_4, \Omega_6$ , (2) Probabilitas Transisi, (3) Branching Ratio, (4) Life Time, (5) Omega4/ Omega6 serta (6) Aem/AESA. Hasil perancangan berupa flowchart dan antar muka aplikasi yang telah sesuai dengan kebutuhan fungsional aplikasi. Pembangunan aplikasi bisa dilakukan dengan GUI matlab dengan hasil akhir adalah sebuah aplikasi desktop.

**Kata kunci:** Aplikasi, Judd Ofelt, Telurite, Erbium

## 1. PENDAHULUAN

Pada awal perkembangan teknologi komunikasi optik, penguatan sinyal optik dilakukan dengan mengubah sinyal optik ke sinyal elektrik kemudian sinyal elektrik tersebut dikuatkan dan diubah kembali ke sinyal optik, jadi penguatan dilakukan pada kawasan elektrik. Keadaan ini membuat sistem jaringan optik masih kurang efisien, untuk itu suatu devais penguat gelombang optik (*optical amplifier*) yang kompak, murah dan efisien sangat diperlukan. Fungsi penguat optik tersebut untuk menguatkan sinyal optik tanpa diubah ke sinyal elektrik. Terdapat berbagai bahan yang dapat digunakan untuk membuat penguat optik seperti borate, fluoride, germanite, silicate, phosphate dan tellurite (Weber, 2002).

Penelitian tentang kaca tellurite yang didadah dengan ion tanah jarang telah menjadi perhatian peneliti di dunia karena potensi aplikasinya dalam berbagai bidang seperti *optical sensing*, *telecommunications*, dan *biochemical studies* (Kasim, 2015). Untuk mendapatkan kaca tellurite yang dapat berfungsi sebagai penguat sistem komunikasi optik, kaca tellurite bisa didadah dengan ion tanah jarang. Ion tanah jarang (*Rare Earth Elements*) yang digunakan seperti Erbium (Er) dan Ytterbium (Yb) bekerja pada window 1550 nm, sedangkan untuk window 1300 nm digunakan unsur Neodymium (Nd) dan Prasedymium (Pr). Kinerja sebuah penguat optik secara umum dipengaruhi oleh tingkat-tingkat energi ion tanah jarang yang digunakan untuk mendadah kaca tersebut. Sementara itu berdasarkan (Marzuki, 2007) Analisis sifat lasing dapat menggunakan standart Judd Ofelt, sehingga standar kualitas penguat optik yang dihasilkan bisa diketahui sebelum diimplentasikan pada sistem komunikasi optik.

Teori Judd Ofelt digunakan untuk menghitung probabilitas transisi radiatif dan radiatife lifetime suatu keadaan tereksitasi, serta cross section emisi terangsang dari ion tanah jarang (Sazali et al, 2014). Analisis Judd Ofelt dilakukan secara manual yakni dengan perhitungan dengan menggunakan Ms. Excel, perhitungan dengan menggunakan Ms.Excel memberikan hasil yang cukup baik (Yuliasuti dkk, 2014). Namun perhitungan secara manual ini masih sulit digunakan karena harus mengubah beberapa variabel didalam rumus perhitungan. Nilai variabel dalam analisis judd ofelt banyak sehingga berdampak pula pada formula yang harus dimasukkan kedalam Ms.Excel, selain itu perbedaan komposisi akan merubah nilai masukkan dan formula. Untuk itu diperlukan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menganalisa spektrum kaca telurite yang didadah erbium dan memiliki kinerja yang baik.

## 2. METODOLOGI

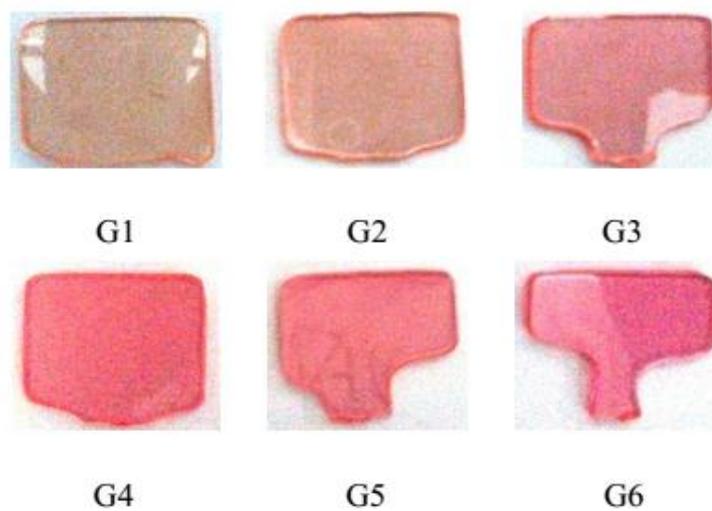
Tujuan penelitian ini adalah menerapkan model judd ofelt dalam perangkat lunak ntuk menganalisa karakteristik spektrum kaca Telurite ( $TeO_2$ ) yang didadah dengan ion Erbium.

Tahapan pembangunan aplikasi yang digunakan adalah analisis, perancangan, coding dan pengujian. Pada artikel ini akan dibahas dua tahapan yaitu analisis dan perancangan. Pada tahap analisis dipaparkan tentang kebutuhan fungsional aplikasi yang digunakan untuk menganalisis spektrum kaca dengan komposisi  $55\text{TeO}_2\text{-}2\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-(}43\text{-}x\text{)ZnO-xEr}_2\text{O}_3$  (TZB:Er) dan karakterisasi dengan UV/VIS pada rentang panjang gelombang 400 nm sampai dengan 1100 nm. Analisis meliputi input, proses dan output aplikasi. Pada tahap perancangan dirancang flowchat dan interface software. Selain itu, dirancang input dan output aplikasi berdasarkan model judd ofelt.

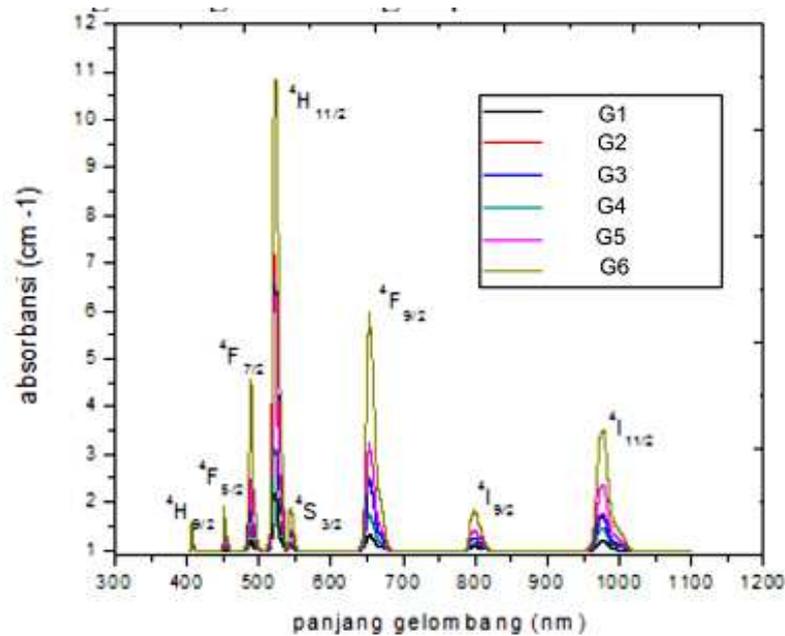
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Analisis

Aplikasi ini digunakan untuk menganalisis sifat lasing kaca bahan penguat optik dengan parameter Judd Ofelt. Kaca tersebut difabrikasi dengan komposisi  $55\text{TeO}_2\text{-}2\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-(}43\text{-}x\text{)ZnO-xEr}_2\text{O}_3$  (TZB:Er) dengan hasil seperti pada Gambar 1. Karakterisasi yang dilakukan dengan UV/VIS pada rentang panjang gelombang 400 nm sampai dengan 1100 nm ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 1. Kaca komposisi  $55\text{TeO}_2\text{-}2\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-(}43\text{-}x\text{)ZnO-xEr}_2\text{O}_3$  (TZB:Er) (Susanto, 2014)



Gambar 2. Spektrum serapan kaca hasil pengukuran dengan UV/VIS dengan berbagai konsentrasi Erbium (Susanto, 2014)

Model formula dalam penelitian ini akan disesuaikan dengan metode Judd-Offelt (Marzuki, 2007) (Sardar, 2003) yang akan digunakan sebagai algoritma mengolah input aplikasi menjadi output. Formula matematis yang akan digunakan meliputi: (1) Line strength ( $f$ ) persamaan 1, (2) Judd-Offelt parameters  $\Omega_2$ ,  $\Omega_4$  and  $\Omega_6$  persamaan 2, (3) Peluang transisi persamaan 3, (4) Branching ratio persamaan 4, (5) Lifetime persamaan 5 dan (6) Perbandingan intensitas emisi dan ESA persamaan 6.

$$f_{meas} = \frac{3ch(2J+1)}{8\pi^3 e^2 N} \frac{9n}{(n^2+2)^2} \frac{2.3}{\lambda} \int_{J \rightarrow J'} OD(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

$$f_{calc}(J \rightarrow J') = \sum_{t=2,4,6} \Omega_t |\langle (S, L)J || U^{(t)} || (S', L')J' \rangle|^2 \quad (2)$$

$$A[(S, L)J; (S', L')J'] = \frac{3ch(2J+1)}{8\pi^3 e^2 N} \frac{9n}{(n^2+2)^2} f_{calc}(J \rightarrow J') \sum_{t=2,4,6} \Omega_t |\langle (S, L)J || U^{(t)} || (S', L')J' \rangle|^2 \quad (3)$$

$$\beta[(S, L)J; (S', L')J'] = \frac{A[(S, L)J; (S', L')J']}{\sum_{S', L', J'} A[(S, L)J; (S', L')J']} \quad (4)$$

$$\tau_R = \left[ \sum_{S', L', J'} A[(S, L)J; (S', L')J'] \right]^{-1} \quad (5)$$

$$\frac{A_{em}}{A_{ESA}} = \frac{0,21\Omega_6}{0,11\Omega_2 + 0,063\Omega_4} \quad (6)$$

Kebutuhan fungsional aplikasi untuk menganalisis sifat lasing kaca dengan komposisi tersebut yang ditunjukkan dengan output aplikasi berupa (1) Parameter  $\Omega_2, \Omega_4, \Omega_6$ , (2) Probabilitas Transisi, (3) Branching Ratio, (4) Life Time, (5) Omega4/ Omega6 serta (6) Aem/AESA. Output aplikasi tersebut merupakan parameter yang digunakan untuk menganalisis sifat lasing sesuai parameter Judd Ofelt. Input aplikasi berupa Indeks Bias, Tebal Kaca, Jumlah Ion, Panjang Gelombang dan Area.

### 3.2. Perancangan

Perancangan aplikasi berupa flow chart seperti Gambar 3. Input aplikasi berupa Indeks Bias, Tebal Kaca, Jumlah Ion, Panjang Gelombang dan Area. Input aplikasi disesuaikan dengan komposisi 55TeO<sub>2</sub>-2Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(43-x)ZnO-xEr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (TZB:Er) dan hasil spektrum serapan pada daerah panjang gelombang 400 sampai 1100nm seperti Gambar 2. Input aplikasi berupa data hasil pengolahan dan pengukuran ataupun ketetapan seperti pada Tabel 1. Input aplikasi akan diproses dengan formula/model matematis 1 sampai dengan 6.

Perancangan antar muka aplikasi seperti pada Gambar 4. Dengan keterangan sebagai berikut: (1) Input Berupa Indeks Bias, Tebal Kaca, Jumlah Ion yang didapatkan dari hasil pengukuran untuk indeks bias dan tebal kaca serta perhitungan untuk jumlah ion. (2) Input berupa panjang gelombang dan Area. Data panjang gelombang di dapatkan dari hasil karakterisasi dengan UV/VIS pada rentang 400 nm sampai 1100 nm. Dari sampel kaca tersebut terdapat delapan puncak yaitu di sekitar panjang gelombang 408, 451, 489, 521, 544, 653, 799, 980 nm seperti Tabel 1. Data Area merupakan luasan daerah di bawah puncak yang sudah dihitung dengan bantuan software origin. (3) Input berupa Nilai U<sub>2</sub>, U<sub>4</sub>, U<sub>6</sub> berdasarkan nilai tabel carnal. (4) Input Nilai U<sub>2</sub>, U<sub>4</sub>, U<sub>6</sub> berdasarkan nilai panjang gelombang puncak yaitu pada 980 nm dan 1536nm atau pada nilai state energy transisi. (5) Output Tombol hitung 1 berfungsi melakukan perhitungan  $f_{meas}$ . (6) Output Tombol hitung 3 berfungsi melakukan perhitungan  $f_{cals}$ . (7) Output Tombol hitung 2 berfungsi melakukan perhitungan Parameter  $\Omega_2, \Omega_4, \Omega_6$ . (8) Output Tombol hitung 4 berfungsi melakukan perhitungan Probabilitas Transisi, Branching Ratio, Life Time, Omega4/ Omega6 serta Aem/AESA.

**Tabel 1. Input data aplikasi hasil pengolahan dan pengukuran**

	sampel 1		sampel 2		sampel 3		sampel 4		sampel 5		sampel 6	
	area	centre	area	centre								
4I11/2	3.19333	976.9	15.77082	977.7	14.67048	977.9	9.37499	977.6	28.97796	977.5	53.26056	977.7
4I9/2	1.05912	799.2	4.10818	798.6	3.93574	798.8	2.25872	798.6	6.9068	798.9	13.51777	798.5
4F9/2	4.57985	652.7	22.142	652.7	21.01057	652.7	10.77754	652.5	32.48131	652.7	72.50492	652.7
4S3/2	0.40168	543.7	2.12545	543.8	2.03987	544.2	0.97692	544.1	2.71108	543.9	5.83771	543.9
4H2 11/2 + 4G11/2	9.71541	521.1	50.86913	521.1	48.36531	522	19.96612	521.6	52.28317	522.6	102.73663	522.7
4F7/2	1.28758	488.6	7.72834	488.6	7.87387	489.2	3.32134	488.6	9.51408	488.6	23.34227	488.6
4F5/2	0.15036	451	1.27276	451	1.25392	451.7	0.56374	451.1	1.55258	451.1	3.75815	451.2
4F9/2 + 2G19/2 + 2H29/2	0.12869	407.2	0.60545	407.2	0.61743	407.6	0.37559	407.1	0.89564	407.1	1.88496	407.1

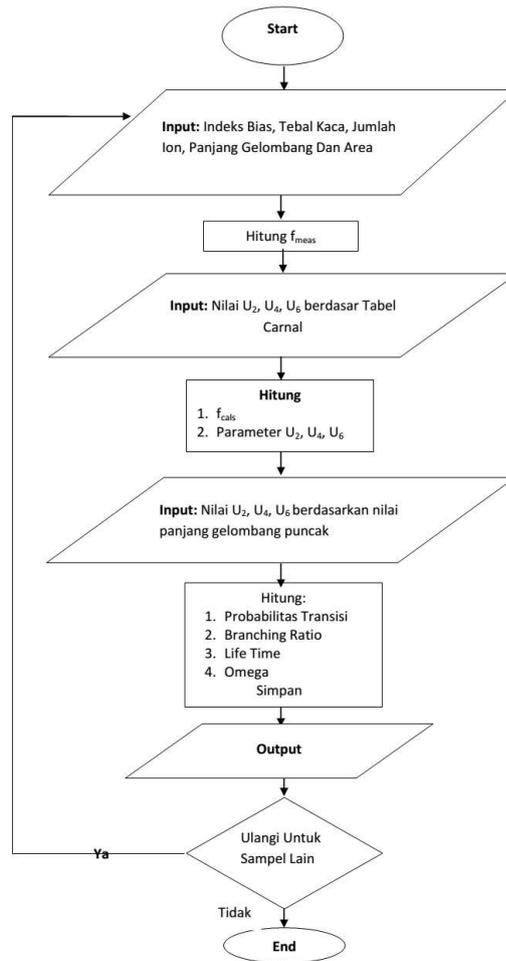
sampel	desitas
0,5 mol Er2	5.581278
1 mol Er2o	5.701369
1,5 mol Er2	5.534093
2 mol Er2o	5.640636
2,5 mol Er2	5.790451
3 mol Er2o	5.874228

sampel	indeks bias
0,5 mol Er2	1.9013
1 mol Er2o	1.9240
1,5 mol Er2	1.9500
2 mol Er2o	1.9600
2,5 mol Er2	1.9833
3 mol Er2o	1.9533

sampel	tebal bahan
0,5 mol Er2	0.189
1 mol Er2o	0.191
1,5 mol Er2	0.191
2 mol Er2o	0.189
2,5 mol Er2	0.186
3 mol Er2o	0.192

sampel	jumlah Ion
0,5 mol Er2	3.60481E+20
1 mol Er2o	7.12929E+20
1,5 mol Er2	1.06E+21
2 mol Er2o	1.39E+21
2,5 mol Er2	1.72E+21
3 mol Er2o	2.05E+21

sampel 1	[U(2)] <sup>2</sup>	[U(4)] <sup>2</sup>	[U(6)] <sup>2</sup>	[U(2)] <sup>2</sup>	[U(4)] <sup>2</sup>	[U(6)] <sup>2</sup>
lamda(nm)				0.0463	0.0017	0.2426
n				0	0.1201	0.0969
980	1.9013	0.0331	0.1708	0.0035	0.0867	0.0142
1536	1.9013	0.0282	0.0003	0.0035	0	0.0035
sampel 2				0.101	0	1.1445
lamda(nm)				0	0.1465	0.6272
n				0	0	0.2221
980	1.9240	0.0332	0.1706	0.1167	0.7139	0.0822
1536	1.9240	0.9156	0.5263			
sampel 3						
lamda(nm)						
n						
980	1.9500	0.0332	0.1706	1.0915		
1536	1.9500	0.9156	0.5263	0.1167		
sampel 4						
lamda(nm)						
n						
980	1.9600	0.0332	0.1706	1.0915		
1536	1.9600	0.9156	0.5263	0.1167		
sampel 5						
lamda(nm)						
n						
980	1.9833	0.0332	0.1706	1.0915		
1536	1.9833	0.9156	0.5263	0.1167		
sampel 6						
lamda(nm)						
n						
980	1.9533	0.0332	0.1706	1.0915		
1536	1.9533	0.9156	0.5263	0.1167		



Gambar 3. Perancangan flowchar aplikasi



Gambar 4. Perancangan antar muka aplikasi

### 3.3. Diskusi Tahapan Coding

Berdasarkan gambar 3 dan gamba 4 maka pembangunan aplikasi bisa dilakukan dengan GUI matlab dengan formula sesuai dengan persamaan matematis 1 sampai dengan 6. Hasil akhir dari tahap ini adalah sebuah aplikasi desktop.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil dan pembahasan penulisan artikel ini adalah sebagai berikut:

1. Model Judd Ofelt dalam perangkat lunak untuk menganalisa karakteristik spektrum kaca Telurite ( $\text{TeO}_2$ ) yang didadah dengan ion Erbium telah berhasil dianalisis dan dirancang.
2. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan fungsional aplikasi untuk menganalisis sifat lasing kaca ditunjukkan dengan output aplikasi berupa (1) Parameter  $\Omega_2, \Omega_4, \Omega_6$ , (2) Probabilitas Transisi, (3) Branching Ratio, (4) Life Time, (5) Omega4/ Omega6 serta (6) Aem/AESA
3. Hasil perancangan berupa flowchart dan antar muka aplikasi yang telah sesuai dengan kebutuhan fungsional aplikasi
4. Pembangunan aplikasi bisa dilakukan dengan GUI matlab dengan hasil akhir adalah sebuah aplikasi desktop.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Kasim, Azman et al. 2015. Fabrication And Optical Characterisation Of Rare Earth Active Ions Doped Tellurite Glass System. *Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol 19 No 6 (2015): 1297 – 1302*
- Marzuki, Ahmad. 2007. Laser Analysis of  $\text{Nd}^{3+}$  Ions in Fluoroaluminate Glasses. *Jurnal Matematika dan Sains Vol 12 No 1*
- Sardar, Dhiraj K et al. 2003. Judd–Ofelt analysis of the  $\text{Er}^{3+}$  ( $4f^{11}$ ) absorption intensities in  $\text{Er}^{3+}$  -doped garnets. *Journal Of Applied Physics Volume 93, Number 5 1 March 2003*
- Sazali et al. 2014. Judd-Ofelt Intensity Parameters Of Erbium Doped Lead Tellurite Glass. *Journal of Non-Oxide Glasses Vol. 6, No 4, 2014, p. 61 – 67*
- Susanto, Rudi dan Ahmad Marzuki. 2014. Pengaruh Konsentrasi Ion Erbium pada Sifat Fisik dan Optik Kaca Telurium Oxide sebagai Bahan Penguat Optik. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPPF) 44 Volume 4 Nomor 1 2014 ISSN : 2089-6158*
- Weber, Marvin J. 2002. *Handbook Of Optical Materials*. CRC Press: New York
- Yuliasuti I, Rahmasari L, dan Riyatun. 2014. Pembuatan Aplikasi Program Matlab untuk Menganalisa Sifat Lasing Kaca TZBN Yang Didadah Ion  $\text{Nd}^{3+}$  sebagai Bahan Material Host Laser. *Jurnal Fisika Indonesia, 18(54): 97-102*