

KAJIAN KOMPUTASI NUMERIK MODEL INTEGRATIF PADA DIFRAKSI CELAH LINGKARAN MENGGUNAKAN METODE PENDEKATAN SIMPSON 1/3

Freinademetz Anggur, Ali Warsito, Albert Zicko Johannes, Andreas Ch. Louk
Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl.Adi Sucipto-Penfui,
Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85148, Indonesia
E-mail: fenydmw@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang komputasi numerik model integratif pada difraksi celah lingkaran dengan tujuan untuk menerapkan metode simpson 1/3 untuk mencari solusi kasus difraksi celah lingkaran, menghitung nilai integrasi Bessel menggunakan metode simpson 1/3, menentukan jarak antara dua intensitas pada pita terang, memperoleh grafik pola intensitas cahaya terhadap jarak pada kasus difraksi celah berbentuk lingkaran. Hasil integrasi yang diperoleh dengan metode simpson 1/3 pada tiga titik puncak intensitas yaitu 0.14352548, -0.3342371, 0.27050545. Dari hasil perhitungan pada puncak pertama untuk intensitas maksimum pada terang pusat yang berada pada jarak 0.3 cm dengan nilai intensitas 0.91553621, puncak kedua pada jarak 5.1 cm dengan nilai intensitas 0.01718022 dan puncak ketiga pada jarak 8.6 cm dengan nilai intensitas 0.00395745. Dari hasil perhitungan diperoleh grafik antara jarak dengan intensitas sehingga terdapat pola yang membentuk cincin gelap terang semakin besar panjang gelombang sumber maka semakin besar pula jarak antara suatu titik intensitas dari intensitas maksimum. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pendekatan integrasi simpson 1/3 hampir mendekati hasil yang telah diperoleh secara analitik. Dari hasil ini dapat dihitung nilai error dari program terhadap nilai eksak secara analitik dan diperoleh nilai pendekatan yang kecil yaitu -7.95×10^{-6} , -6.07×10^{-6} , 2.25×10^{-6} . Sehingga hasil pendekatan dengan metode Simpson dapat diterima serta dapat dikatakan bahwa program yang dibuat telah berfungsi dengan baik.

Kata kunci: Bessel; metode Simpson 1/3; difraksi celah lingkaran.

Abstract

[Numerical Computation Study Of Integrative Models In The Circular Aperture Diffraction With Simpson 1/3 Approach Method] Research on numerical computation of integrative models on the circular aperture diffraction with the aim to apply the Simpson 1/3 method to find a solution to the circular aperture diffraction case, calculate the integration value of the Bessel using the Simpson 1/3 method, determine the distance between two intensities on the bright band, obtain graph of the pattern of light intensity versus distance in the case of circular slit diffraction. The integration results obtained by the Simpson method at three intensity peaks are 0.14352548, -0.3342371, 0.27050545. From the results of the calculation at the first peak for maximum intensity at the center of light at a distance of 0.3 cm with an intensity value of 0.91553621, the second peak at a distance of 5.1 cm with an intensity value of 0.01718022 and a third peak at a distance of 8.6 cm with an intensity value of 0.00395745. From the calculation results obtained by the graph between the distance with intensity so that there is a pattern that forms a dark ring of light the greater the source wavelength, the greater the distance between an intensity point from the maximum intensity. The calculation results show that the Simpson 1/3 integration approach is almost close to the results that have been obtained analytically. From these results, an error value from the program can be calculated analytically and the exact value of the approach obtained is -7.95×10^{-6} , -6.07×10^{-6} , 2.25×10^{-6} . So the results of the approach with the Simpson 1/3 method can be accepted and it can be said that the program created has functioned well.

Keywords: Bessel; Simpson 1/3 methods; circular aperture diffraction.

PENDAHULUAN

Difraksi adalah peristiwa perambatan arah gelombang yang melalui suatu medium atau celah. Perambatan arah gelombang akan teramati pada pola yang dihasilkan ketika cahaya melewati celah tunggal, celah ganda, tiga celah, celah persegi panjang, celah lingkaran dan lain-lain. Pola tersebut berupa pola garis gelap terang yang mengarah secara horisontal atau vertikal yang teramati pada layar. Pola yang dihasilkan mengikuti fungsi tertentu yang tergantung pada variabel panjang gelombang lebar celah, jarak celah ke layar, sudut apit dan lain-lain.

Intensitas difraksi yang teramati dapat dihitung dengan metode analitik dengan menggunakan persamaan matematis apabila model persamaan optis yang ditinjau mengandung fungsi yang sederhana. Metode analitik adalah metode penyelesaian secara matematis dengan rumus-rumus aljabar yang sudah baku[6]. Namun pada kasus yang lebih kompleks seperti pada difraksi celah berbentuk lingkaran, besarnya intensitas difraksi yang teramati jika dihitung secara analitik dengan menggunakan persamaan matematis tidak mudah untuk diselesaikan. Solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan difraksi celah berbentuk lingkaran adalah dengan menggunakan komputasi fisika.

Komputasi fisika adalah integrasi antara sains dan kemampuan komputer secara efektif untuk menyelesaikan kasus-kasus fisis memanfaatkan metode numerik dan bahasa pemrograman[9]. Metode integrasi numerik adalah salah satu metode numerik yang secara khusus dipakai sebagai pendekatan jawaban kasus untuk menyelesaikan persamaan difraksi celah lingkaran. Pada tugas akhir ini akan dikaji model integratif pada difraksi celah lingkaran menggunakan metode pendekatan simpson 1/3.

Difraksi adalah penyebaran atau pembelokan gelombang saat gelombang tersebut melintasi bukan atau mengelilingi ujung penghalang. Gejala difraksi terjadi akibat dari gelombang yang terdistorsi oleh suatu penghalang yang mempunyai dimensi sebanding dengan panjang gelombang dari gelombang datang. Pola difraksi akan semakin jelas apabila ukuran dari penghalang itu mendekati panjang

gelombang dari gelombang datang. Penghalang tersebut dapat berupa celah persegi maupun celah lingkaran[1].

Difraksi fraunhoufer terjadi apabila sinar sinar difraksi dianggap sejajar, dimana sumber cahaya dan layar berada pada jarak tak hingga dari celah difraksi. Difraksi fraunhoufer adalah kasus khusus dari difraksi fresnel dan lebih mudah dianalisis secara teoritik.

Metode Integrasi Numerik

Integral tak-tentu dinyatakan sebagai:

$$\int f(x)dx = F(x) + C \quad (3)$$

Integral Tentu menangani perhitungan integral di antara batas-batas yang telah ditentukan, yang dinyatakan sebagai:

$$\int_a^b f(x) dx = F(x)|_a^b = F(b) - F(a) \quad (4)$$

Metode Simpson

Aturan Simpson diperoleh dengan mengambil integral di bawah fungsi polinomial berpangkat empat dan tiga. Metode Simpson yang digunakan adalah Simpson 1/3. Aturan Simpson 1/3 diperoleh dari fungsi polinomial pangkat 2 yang terbentuk dari 3 titik data yang tersebar dengan interval yang sama. Aturan Simpson 1/3 diperoleh dari fungsi polinomial pangkat 2 disubstitusi ke persamaan (4):

$$I = \int_a^b f(x) dx \cong \int_a^b f_1(x) dx \quad (5)$$

Jika a dan b diketahui adalah x_0 dan x_2 dan $f_2(x)$ diperoleh dari fungsi polinomial Lagrange pangkat 2, menjadi:

$$I = \int_{x_0}^{x_2} \left[\frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)} f(x_0) + \frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)} f(x_1) + \frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)} f(x_2) \right] dx \quad (6)$$

Dengan manipulasi aljabar dan integral, diperoleh persamaan berikut:

$$I \cong \frac{h}{3} [f(x_0) + 4f(x_1) + f(x_2)] \quad (7)$$

Dimana, $h = \frac{(b-a)}{2}$. Simpson 1/3 dapat dituliskan menjadi:

$$I \cong (b - a) \frac{f(x_0) + 4f(x_1) + f(x_2)}{6} \quad (8)$$

Dengan, $a = x_0$, $b = x_2$, dan $x_1 =$ titik tengah antara a dan b . Tingkat kesalahan (*error*) dari Simpson 1/3 diperoleh dengan persamaan:

$$E_t = -\frac{1}{90} h^5 f^4(\xi) \quad (2.37)$$

Atau, karena $h = \frac{(b-a)}{2}$, maka

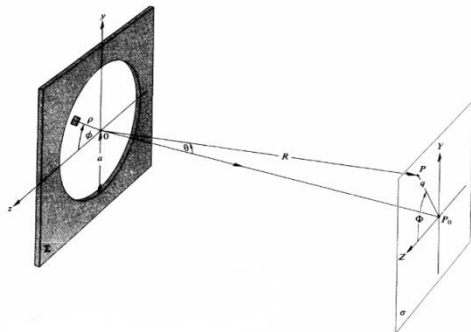
$$E_t = -\frac{(b-a)^5}{2880} f^4(\xi) \quad (9)$$

Dimana ξ adalah jarak diantara a dan b [4].

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Agustus 2019.

Analisa Model Persamaan



Gambar 1. Difraksi Fraunhofer celah lingkaran.

Persamaan :

$$\int_0^{\rho=a} J_0(k\rho q/R) d\rho \quad (10)$$

ditransformasikan dalam bentuk integrasi fungsi besel sebagai berikut.

$$\vec{E} = \frac{\varepsilon A e^{i(\omega t - kR)}}{R} A \left(\frac{R}{kaq} \right)^2 \int_{w=0}^{w=k\rho q/R} J_0(w) w \quad (11)$$

Sehingga diperoleh persamaan pola intensitas difraksi celah berbentuk lingkaran sebagai berikut.

$$I = I_0 \left[\frac{2 J_1(kaq/R)}{kaq/R} \right]^2 \quad (12)$$

$\sin \theta = q/R$, maka :

$$I(\theta) = I(0) \left[\frac{2 J_1(ka \sin \theta)}{ka \sin \theta} \right]^2 \quad (13)$$

$$J_n(ka \sin \theta) = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \cos(n\theta - ka \sin \theta) d\theta \quad (14)$$

$ka \sin \theta = x$, maka:

$$\frac{2\pi}{\lambda} a \sin \theta = x \quad (15)$$

$$\sin \theta = \frac{x\lambda}{2\pi a} \quad (16)$$

untuk sudut yang sangat kecil $\sin \theta = \theta$, sehingga jarak antara titik terang dari terang pusat dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\theta = \frac{x\lambda}{\pi D} \quad (17)$$

Implementasi Model Komputasi

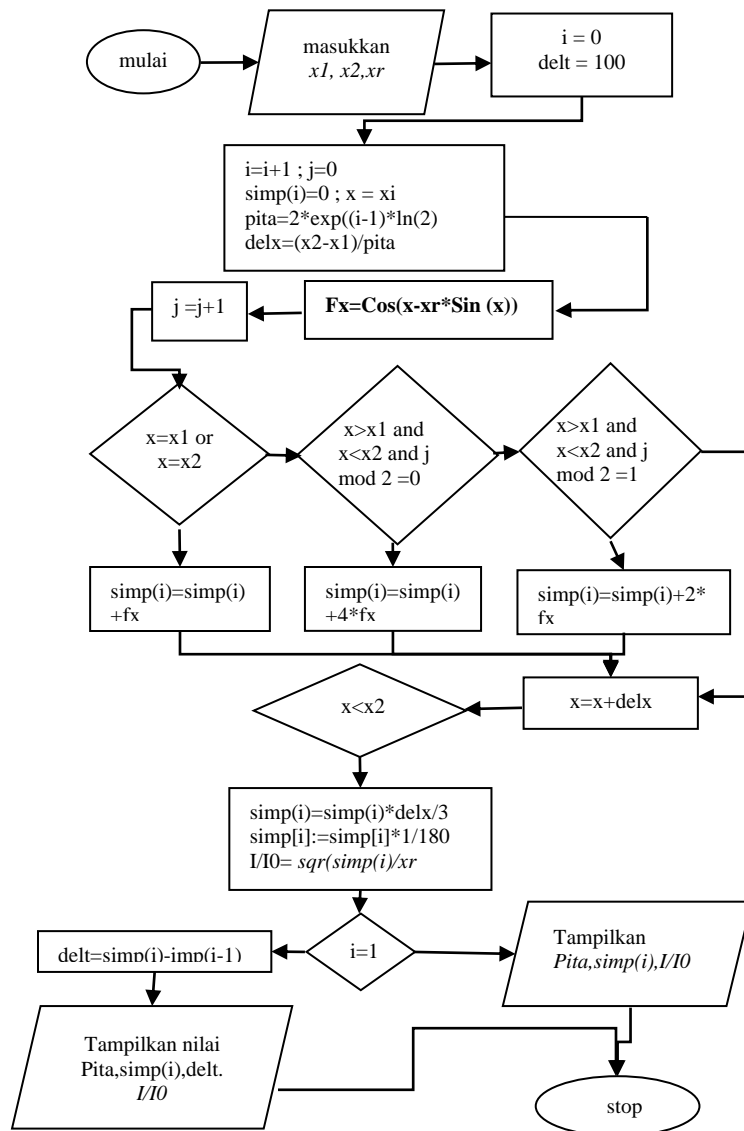
Analisa Komputasi dalam bentuk perancangan *flowchart* (diagram alir) sebagai alur logika dan algoritma sebagai landasan dalam menuliskan *sintaks* program. *Procedure* dalam program sesuai dengan metode-metode yang digunakan untuk analisa komputasi.

Pengujian program

Pengujian program dilakukan berdasarkan hasil *running* yang telah diperoleh dari program. Pengujian dilakukan secara bertahap agar mendapat hasil terbaik dengan melakukan perbaikan-perbaikan yang perlu dilakukan. Hasil pengujian dapat dilihat pada hasil *running*.

Kajian Program dan data output

Pada tahap ini, yang dilakukan adalah menganalisa data hasil *running* program dengan melihat hasil integrasi besel beserta nilai error dari metode simpson 1/3. Menganalisa distribusi intensitas cahaya hasil perhitungan difraksi celah lingkaran.



Gambar 2. Flowchart Simpson 1/3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Aplikasi Pengolahan Komputasi Numerik Difraksi Lingkaran

Perancangan aplikasi pengolahan komputasi numerik difraksi celah berbentuk lingkaran menggunakan pemrograman Borland Delphi 7 adalah sebagai berikut.

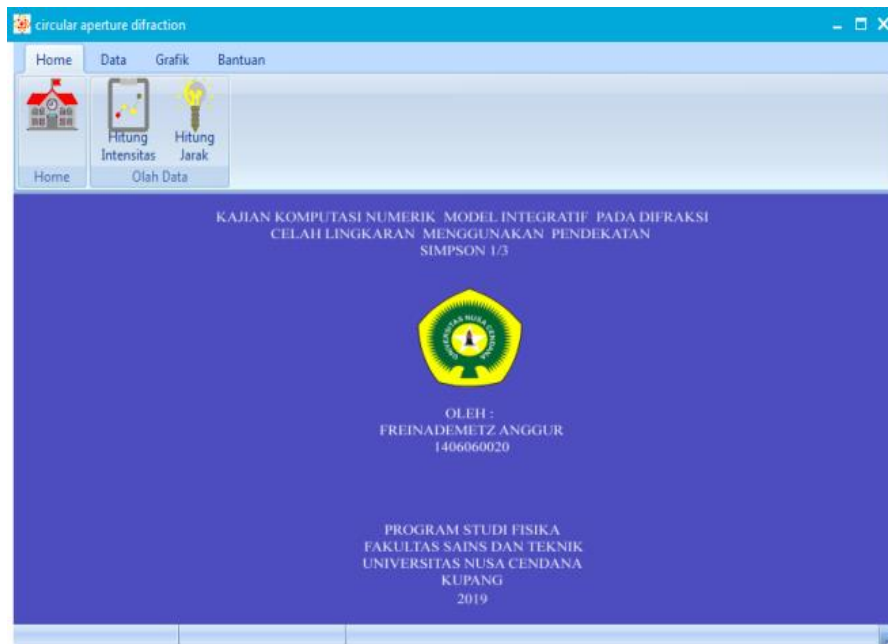
Tampilan utama program

Pada tampilan utama program terdapat objek dan fungsinya masing masing. Nama dan fungsi objek-objek tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tab menu home terdiri dari tombol halaman depan untuk menampilkan halaman judul, tombol hitung intensitas untuk mengolah data perhitungan integrasi simpson 1/3 dan nilai intensitas difraksi ,tombol hitung jarak untuk untuk menghitung jarak antara terang pusat dengan terang berikutnya.
2. Tab menu data terdiri dari tombol open file untuk membuka file yang telah tersimpan, tombol simpan file untuk menyimpan file yang telah diolah, tombol hapus file untuk menghapus file pada stringgrid,tombol cetak

- file untuk menyimpan file grafik dalam format bitmap.
3. Tab menu grafik terdiri dari dari tombol grafik fungsi Bessel untuk menampilkan grafik besel hasil olah data integrasi simpson 1/3, tombol intensitas difraksi untuk menampilkan grafik intensitas pola difraksi hasil olah data perhitungan intensitas,

- tombol hitung untuk menghitung jarak antara titik terang pusat dengan titik terang berikutnya.
4. Tab menu bantuan teridiri dari tombol cara penggunaan untuk menampilkan cara penggunaan aplikasi dan tombol tentang untuk menampilkan informasi pembuatan aplikasi.



Gambar 3. Tampilan utama program

Hasil Pengujian Solusi Analitik

Penyelesaian secara analitik yang digunakan untuk penyelesaian kasus ini menggunakan table fungsi besel. Tabel fungsi besel yang digunakan merupakan solusi eksak untuk pendekatan nilai dari solusi analitik yang dipakai dalam menyelesaikan kasus ini. Analisa analitik yang dilakukan agar dapat diketahui

apakah hasil dari solusi yang digunakan memiliki nilai presisi dan akurasi yang baik atau tidak diperlukan sebuah nilai standar yang dapat dipakai sebagai hasil pembandingan atau dapat dipercayai sebagai sebuah nilai kebenaran. Tabel fungsi besel serta hasil perhitungan nilai intensitas sebagai solusi analitik dapat dilihat pada tabel 1 berikut (Hect 2002).

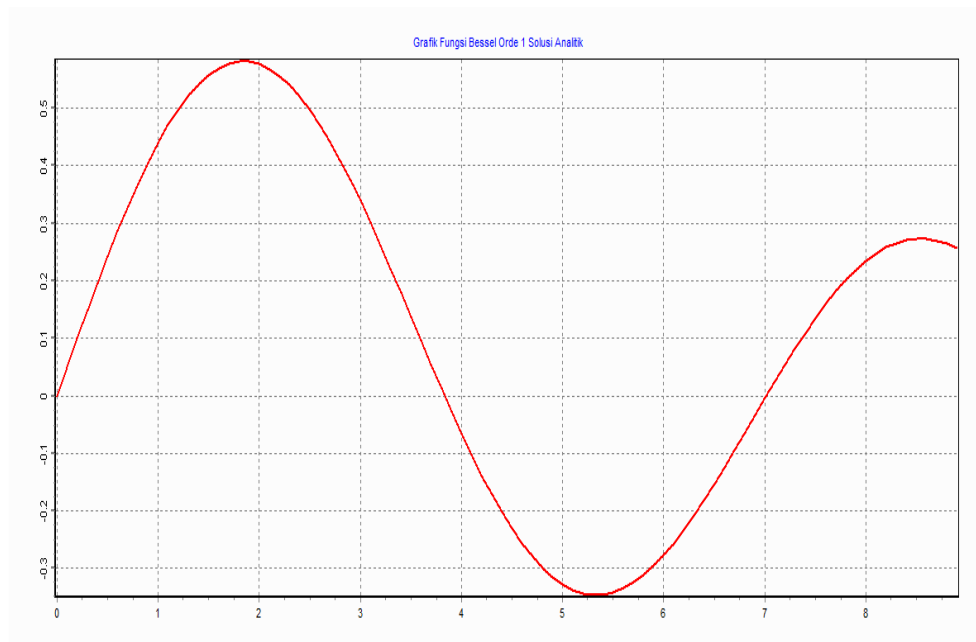
Tabel 1. Fungsi besel dan nilai intensitas solusi analitik

x	J1(x)	I/ I0	x	J1(x)	I/ I0	X	J1(x)	I/ I0
0	0	1	3.1	0.3009	0.03769	6.2	-0.233	0.005644
0.1	0.0499	0.996	3.2	0.2613	0.02667	6.3	-0.208	0.004364
0.2	0.0995	0.99003	3.3	0.2207	0.01789	6.4	-0.182	0.003221
0.3	0.1483	0.97746	3.4	0.1792	0.01111	6.5	-0.154	0.002239
0.4	0.196	0.9604	3.5	0.1374	0.00616	6.6	-0.125	0.001435
0.5	0.2423	0.93935	3.6	0.0955	0.00281	6.7	-0.095	0.000809

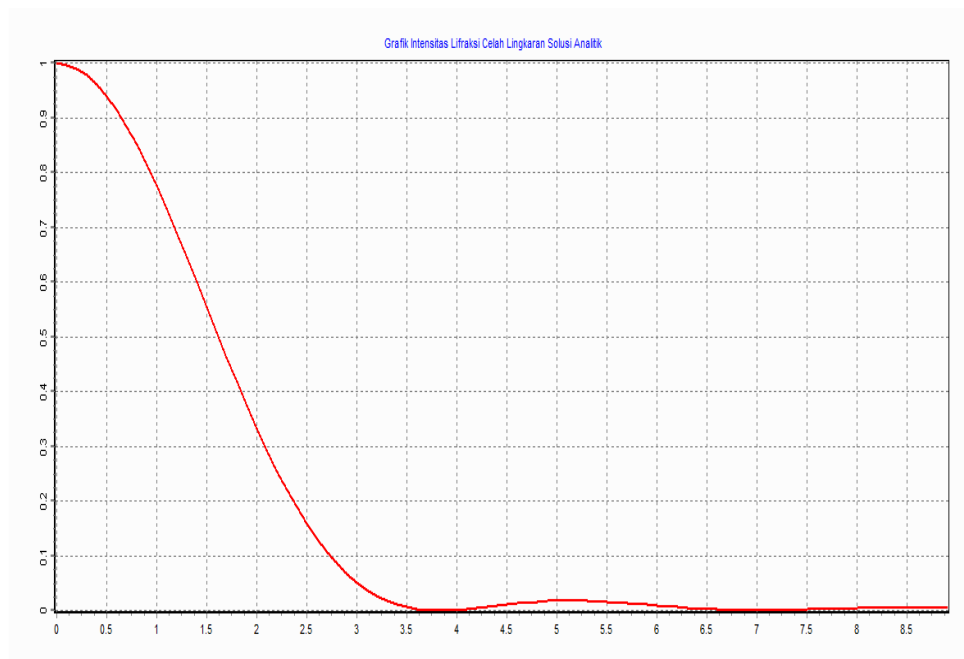
0.6	0.2867	0.9133	3.7	0.0538	0.00085	6.8	-0.065	0.000368
0.7	0.329	0.8836	3.8	0.0128	4.50E-05	6.9	-0.034	9.71E-05
0.8	0.3688	0.85008	3.9	-0.027	0.00019	7	-0.004	1.31E-06
0.9	0.4059	0.8136	4	-0.066	0.00109	7.1	0.0252	5.04E-05
1	0.4401	0.77475	4.1	-0.103	0.00254	7.2	0.0543	0.000228
1.1	0.4709	0.73305	4.2	-0.139	0.00436	7.3	0.0826	0.000512
1.2	0.4983	0.68973	4.3	-0.172	0.00639	7.4	0.1096	0.000877
1.3	0.522	0.64493	4.4	-0.203	0.0085	7.5	0.1352	0.0013
1.4	0.5419	0.5993	4.5	-0.231	0.01055	7.6	0.1592	0.001755
1.5	0.5579	0.55334	4.6	-0.257	0.01245	7.7	0.1813	0.002218
1.6	0.5699	0.50748	4.7	-0.279	0.01411	7.8	0.2014	0.002667
1.7	0.5778	0.46208	4.8	-0.299	0.01547	7.9	0.2192	0.00308
1.8	0.5815	0.41746	4.9	-0.315	0.0165	8	0.2346	0.00344
1.9	0.5812	0.37429	5	-0.328	0.017171	8.1	0.2476	0.003738
2	0.5767	0.33258	5.1	-0.337	0.017476	8.2	0.258	0.00396
2.1	0.5683	0.29294	5.2	-0.343	0.017424	8.3	0.265	0.004078
2.2	0.556	0.25548	5.3	-0.346	0.017047	8.4	0.2708	0.004157
2.3	0.5399	0.22041	5.4	-0.345	0.016356	8.5	0.2731	0.004129
2.4	0.5202	0.18792	5.5	-0.341	0.015412	8.6	0.2728	0.004025
2.5	0.4971	0.15815	5.6	-0.334	0.014255	8.7	0.2697	0.003844
2.6	0.4708	0.13116	5.7	-0.324	0.012932	8.8	0.2641	0.003603
2.7	0.4416	0.107	5.8	-0.311	0.011501	8.9	0.2559	0.003307
2.8	0.4097	0.08564	5.9	-0.295	0.010007			
2.9	0.3754	0.06703	6	-0.277	0.008507			
3	0.3391	0.05111	6.1	-0.256	0.007039			

Dari tabel 1 diatas nilai intensitas difraksi celah lingkaran minimum terjadi pada nilai $\theta = 3.82, 7.016, 10.01$ dan nilai intensitas

difraksi celah lingkaran maksimum terjadi pada nilai $\theta = 0, 5.14, 8.42$.



Gambar 4.(a). Grafik solusi analitik fungsi bessel orde 1.



Gambar 4.(b). Grafik solusi analitik intensitas difraksi celah Lingkaran.

Analisa Distribusi Intensitas Cahaya Difraksi Celah Lingkaran

Batas batas nilai yang digunakan dalam metode simpson 1/3 yaitu batas bawah = **0** dan batas atas = **180**, nilai x yang digunakan yaitu x = 0.1 sampai x = 11 dengan interval 0.1. Setelah

dilakukan perhitungan secara komputasi, maka hasil yang didapat terlihat pada tabel 2.

Tabel 3 merupakan hasil perhitungan nilai intensitas difraksi celah lingkaran minimum dan maksimum yang diperoleh menggunakan metode simpson 1/3.

Tabel 2. Table integrasi simpson 1/3 dan nilai intensitas difraksi celah lingkaran

X	Simpson 1/3	intensitas	ketelitian	X	Simpson 1/3	intensitas	ketelitian
0.1	0.045364	0.82315369	-5.42E-06	3.2	0.260849	0.02657897	9.55E-06
0.2	0.094814	0.89896865	-9.42E-06	3.3	0.220474	0.01785445	9.24E-06
0.3	0.143525	0.91553621	-7.95E-06	3.4	0.179336	0.01112847	8.87E-06
0.4	0.19114	0.91336543	-6.42E-06	3.5	0.137779	0.00619859	8.44E-06
0.5	0.237309	0.90104782	-9.71E-06	3.6	0.09615	0.00285336	7.96E-06
0.6	0.281677	0.88157992	-6.52E-06	3.7	0.054791	0.00087715	7.43E-06
0.7	0.323928	0.85656864	-6.56E-06	3.8	0.014037	5.46E-05	6.85E-06
0.8	0.363742	0.82692824	1.48E-06	3.9	-0.02578	0.00017482	6.23E-06
0.9	0.400836	0.7934297	6.47E-06	4	-0.06435	0.00103533	5.56E-06
1	0.434949	0.75672274	6.47E-06	4.1	-0.10152	0.00245244	1.27E-06
1.1	0.46583	0.71734589	9.66E-06	4.2	-0.13656	0.00422846	8.26E-06
1.2	0.493271	0.67587986	6.40E-06	4.3	-0.16963	0.00622494	6.75E-06
1.3	0.517077	0.63282421	7.92E-06	4.4	-0.20036	0.00829398	5.19E-06
1.4	0.537093	0.58871113	9.40E-06	4.5	-0.22851	0.01031475	7.20E-06
1.5	0.553199	0.54405138	5.40E-06	4.6	-0.2539	0.01218612	7.85E-06
1.6	0.565291	0.49930323	6.08E-06	4.7	-0.27634	0.01382741	1.24E-06
1.7	0.573313	0.45493147	6.71E-06	4.8	-0.29569	0.01517885	-5.17E-06
1.8	0.577237	0.411361	7.30E-06	4.9	-0.31184	0.01620018	-1.17E-05

1.9	0.577068	0.36898275	7.84E-06	5	-0.32471	0.01686963	-8.99E-06
2	0.572843	0.32814965	8.34E-06	5.1	-0.33424	0.01718022	-6.07E-06
2.1	0.564636	0.2891732	8.78E-06	5.2	-0.34039	0.01714008	-7.60E-06
2.2	0.552547	0.25232079	9.16E-06	5.3	-0.34318	0.01677094	-9.09E-06
2.3	0.536711	0.21781381	9.49E-06	5.4	-0.34264	0.01610501	-5.26E-06
2.4	0.517291	0.18582653	9.75E-06	5.5	-0.33883	0.01518124	-5.94E-06
2.5	0.494479	0.15648591	9.95E-06	5.6	-0.33184	0.01404589	-6.58E-06
2.6	0.468496	0.12987504	5.04E-06	5.7	-0.32179	0.01274851	-7.18E-06
2.7	0.439576	0.10602299	5.08E-06	5.8	-0.30882	0.01134023	-7.73E-06
2.8	0.407986	0.08492485	5.08E-06	5.9	-0.2931	0.00987188	-8.24E-06
2.9	0.374011	0.06653239	5.05E-06	6	-0.27483	0.0083922	-8.69E-06
3	0.337947	0.05075912	9.99E-06	6.1	-0.2542	0.006946	-9.08E-06
3.1	0.300119	0.03749061	9.80E-06	6.2	-0.23146	0.005575	-9.42E-06

X	Simpson 1/3	intensitas	ketelitian	X	Simpson 1/3	intensitas	ketelitian
6.3	0.20684	0.004312	-9.70E-06	8.7	0.267494	0.003781	4.10E-06
6.4	-0.18062	0.003186	-9.91E-06	8.8	0.261893	0.003543	1.06E-05
6.5	-0.15305	0.002218	-1.01E-05	8.9	0.253793	0.003253	8.33E-06
6.6	-0.12442	0.001422	-5.08E-06	9	0.24329	0.002923	5.73E-06
6.7	-0.09502	0.000804	-5.09E-06	9.2	0.215603	0.002197	8.77E-06
6.8	-0.06513	0.000367	-5.06E-06	9.3	0.198742	0.001827	5.11E-06
6.9	-0.03504	0.000103	-5.01E-06	9.4	0.180103	0.001468	5.79E-06
7	-0.00504	2.08E-06	-9.85E-06	9.5	0.159888	0.001133	6.45E-06
7.1	0.024573	4.79E-05	-9.61E-06	9.6	0.138312	0.00083	7.05E-06
7.2	0.053534	0.000221	-9.31E-06	9.7	0.115597	0.000568	7.62E-06
7.3	0.081573	0.000499	-8.95E-06	9.8	0.091976	0.000352	8.13E-06
7.4	0.108435	0.000859	-8.54E-06	9.9	0.067689	0.000187	8.60E-06
7.5	0.133878	0.001275	-8.07E-06	10	0.042978	7.39E-05	9.00E-06
7.6	0.157676	0.001722	-7.55E-06	10.1	0.018088	1.28E-05	9.35E-06
7.7	0.179623	0.002177	-6.98E-06	10.2	-0.00674	1.74E-06	9.64E-06
7.8	0.199532	0.002618	-6.36E-06	10.3	-0.03125	3.68E-05	9.87E-06
7.9	0.217235	0.003025	-5.71E-06	10.4	-0.05522	0.000113	1.00E-05
8	0.232591	0.003381	-5.02E-06	10.5	-0.07842	0.000223	1.01E-05
8.1	0.245484	0.003674	-8.58E-06	10.6	-0.10062	0.00036	5.09E-06
8.2	0.25581	0.003893	-7.08E-06	10.7	-0.12163	0.000517	5.07E-06
8.3	0.263506	0.004032	-5.53E-06	10.8	-0.14124	0.000684	5.02E-06
8.4	0.268531	0.004088	-7.86E-06	10.9	-0.15928	0.000854	9.89E-06
8.5	0.270863	0.004062	-8.90E-06	11	-0.17558	0.001019	9.67E-06
8.6	0.270505	0.003957	2.25E-06				

Tabel 3. Intensitas minimum dan maksimum dengan metode simpson 1/3.

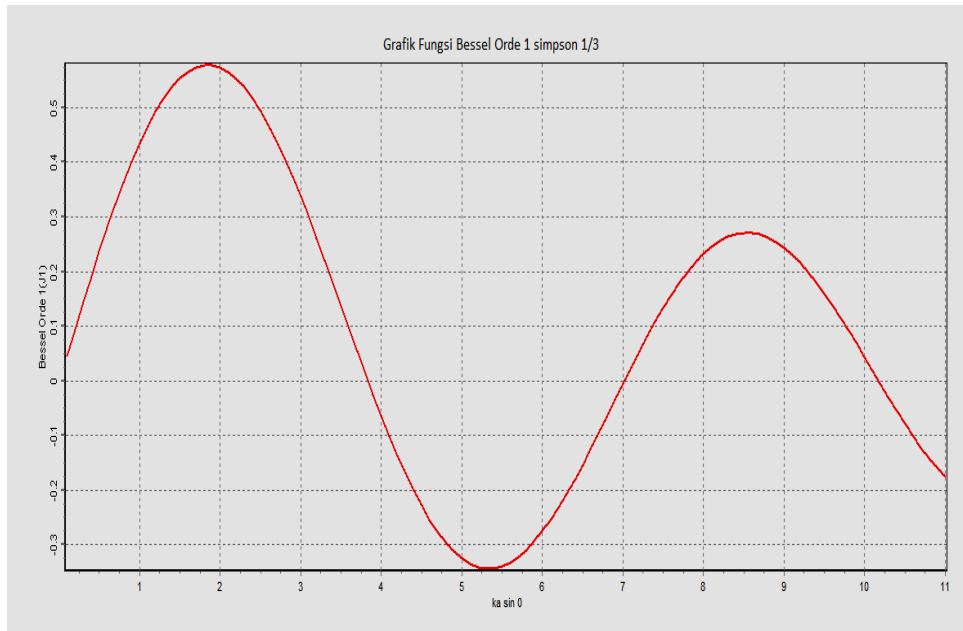
n	x	simpson 1/3	I/O	eror	n	x	simpson 1/3	I/O	error
0	0.3	0.1435255	0.9155362	-7.95E-06	0	3.8	0.01404	5.46E-05	6.85E-06
1	5.1	-0.334237	0.0171802	-6.07E-06	1	7	-0.005	2.08E-06	-9.85E-06
2	8.6	0.2705055	0.0039575	2.25E-06	2	10.2	-0.0067	1.74E-06	9.64E-06

Pada tabel 3 menampilkan hasil pengujian program menggunakan metode komputasi

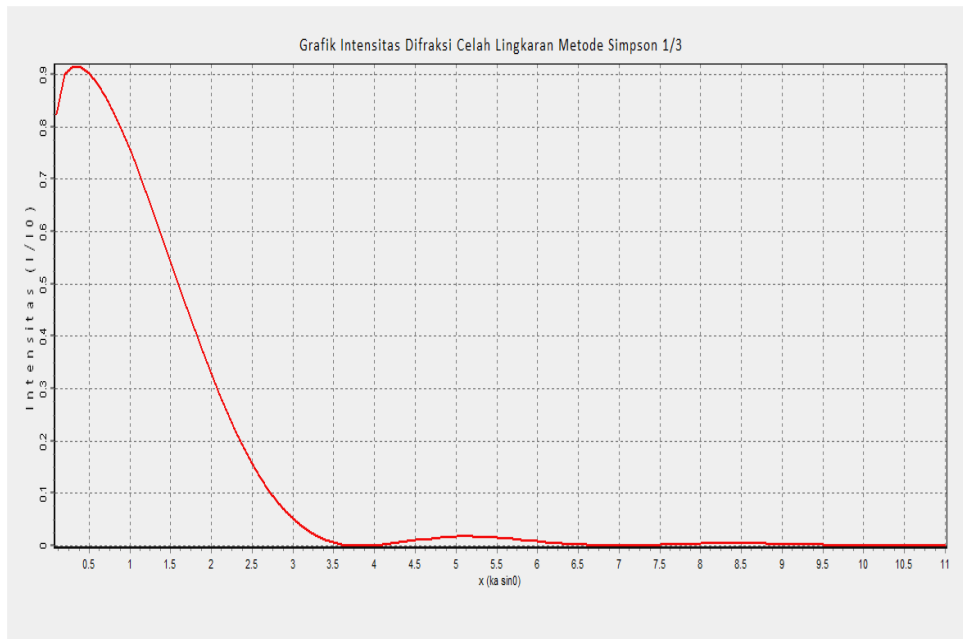
Simpson 1/3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pendekatan integrasi simpson 1/3 hampir

mendekati hasil yang telah diperoleh secara analitik. Dari hasil ini dapat dihitung nilai *error*

dari program terhadap nilai eksak secara analitik dan diperoleh nilai *error* yang kecil.



Gambar 5.(a). Grafik fungsi bessel orde 1 dengan simpson 1/3



Gambar 5.(b). Grafik intensitas difraksi celah lingkaran dengan metode simpson 1/3.

Analisa Solusi Jarak pada Distribusi Intensitas Cahaya Difraksi Celah Lingkaran

Penentuan jarak antara intensitas dilakukan pada parameter yang nilainya diubah-ubah untuk melihat pengaruhnya terhadap jarak antara intensitas. Parameter yang diubah-ubah tersebut

adalah, panjang gelombang, lebar celah lingkaran dan jarak antara celah dengan layar. Setelah dilakukan serangkaian proses komputasi, maka hasil yang didapat terlihat pada tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4. Intensitas minimum dan maksimum dengan metode simpson 1/3 variasi **panjang gelombang** ($\lambda=15E-5$ cm, $D = 0.001$ cm)

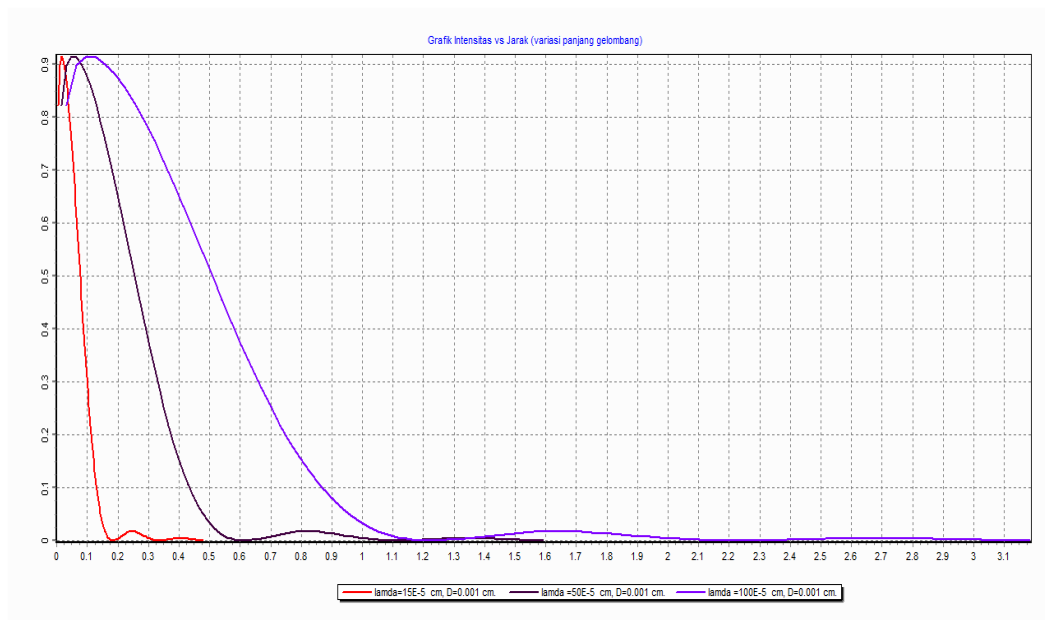
n	intensitas	θ terang	n	intensitas	θ gelap
1	0.91553621	0.0143239	1	5.46E-05	0.181436635
2	0.01718022	0.2435071	2	2.08E-06	0.33422538
3	0.00395745	0.4106198	3	1.74E-06	0.487014126

Tabel 5. Intensitas minimum dan maksimum dengan metode simpson 1/3 variasi **panjang gelombang** ($\lambda=50E-5$ cm, $D = 0.001$ cm)

n	intensitas	θ terang	n	intensitas	θ terang
1	0.9155362	0.047746	1	5.46E-05	0.604789
2	0.0171802	0.81169	2	2.08E-06	1.114085
3	0.0039574	1.368733	3	1.74E-06	1.62338

Tabel 6. Intensitas minimum dan maksimum dengan metode simpson 1/3 variasi **panjang gelombang** ($\lambda=50E-5$ cm, $D = 0.001$ cm)

n	intensitas	θ terang	n	intensitas	θ gelap
0	0.9155362	0.095493	0	5.46E-05	1.209578
1	0.0171802	1.62338	1	2.08E-06	2.228169
2	0.0039574	2.737465	2	1.74E-06	3.246761



Gambar 6. Grafik intensitas terhadap jarak pada variasi panjang gelombang.

Pada tabel 6 dapat dilihat bahwa perhitungan jarak antar intensitas dilakukan untuk nilai panjang gelombang yang berbeda tetapi pada lebar celah tetap. Panjang gelombang yang digunakan yaitu $\lambda = 15 \times 10^{-5}$ cm, $\lambda = 50 \times 10^{-5}$ cm, dan $\lambda = 100 \times 10^{-5}$ cm. Nilai jarak yang diperoleh dengan metode simpson 1/3

memberikan hasil yang tidak jauh berbeda dengan selisih yang sangat kecil, hal ini menunjukkan bahwa metode ini mampu memberikan solusi yang cukup baik.

Hasil ini menunjukkan bahwa pada nilai perbandingan intensitas, lebar celah, dan jarak celah ke layar yang sama, semakin besar panjang

gelombang sumber maka semakin besar pula jarak antara suatu titik intensitas dari intensitas maksimum. Sehingga, lebar pita terang akan semakin besar pula apabila nilai panjang gelombang sumber makin besar.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

Solusi kasus difraksi celah lingkaran ditentukan nilai integrasi besel menggunakan metode simpson 1/3 Penerapan dua metode simpson 1/3 menggunakan pemrograman Borland Delphi 7 dan dilakukan dengan menuliskan prosedur ke dalam bahasa Pascal.

Dari hasil perhitungan metode simpson 1/3 terdapat tiga titik puncak, dimana yang pertama merupakan puncak untuk terang pusat pada jarak 0.3 cm dengan nilai intensitas 0.91553621. Dua puncak lainnya merupakan puncak untuk pita terang pertama pada jarak 5.1 cm dengan nilai intensitas 0.01718022 dan puncak kedua pada jarak 8.6 cm dengan nilai intensitas 0.00395745. Intensitas sama dengan 0.01404 yaitu pada gelap pertama yang berada pada jarak 3.8 cm. Ketika nilai panjang gelombang sumber dan jarak antara celah dan layar diperbesar maka nilai jaraknya semakin besar, sehingga mengakibatkan lebar pita terang yang makin besar.

Grafik pola intensitas dari hasil perhitungan diperoleh grafik antara jarak dengan intensitas sehingga terdapat pola yang membentuk cincin gelap terang semakin besar panjang gelombang sumber maka semakin besar pula jarak antara suatu titik intensitas dari intensitas maksimum. Nilai error dari program terhadap nilai eksak secara analitik dan diperoleh nilai pendekatan yang kecil yaitu -7.95×10^{-6} , -6.07×10^{-6} , 2.25×10^{-6} . Sehingga hasil pendekatan dengan metode Simpson 1/3 dapat diterima serta dapat dikatakan bahwa program yang dibuat telah berfungsi dengan baik.

Berdasarkan hasil penelitian, maka penulis menyampaikan saran, yaitu : pada kasus ini diperoleh nilai intensitas difraksi celah berbentuk lingkaran dengan menggunakan metode integrasi simpson 1/3 sehingga penulis menyarankan

untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan metode integrasi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Alonso, M and Finn, 1994, *Dasar Dasar Fisika Universitas : Medan dan Gelombang*, tjm.Erlangga : Jakarta.
- 2 Basuki, A., N. Ramadijanti. S.Kom. 2005. *Metode Numerik dan Algoritma Komputasi*. Andi : Yogyakarta.
- 3 Cecilia Yanuarief, 2016. *Simulasi Pola Difraksi Fraunhofer untuk Celah Lingkaran dengan Modifikasi Fungsi Bessel*. Integrated Lab Journal Vol. 04 No. 02 Hal 181-188.
- 4 Chapra, S.C., R.P. Canale. 2014. *Numerical Methods for Engineers 7th Edition*. Mcgraw-Hill Education : New York.
- 5 Hecht, E., 2002, *Optics (4th ed)*, Addison Wesley, San Fransisco.
- 6 Munir, R. 2013. *Metode Numerik*. Informatika : Bandung.
- 7 Musahir, 2008, *Simulasi Interferensi Dan Difraksi Dengan Pemrograman Matlab*. Institusi Teknologi Bandung (ITB): Bandung.
- 8 Tipler, P.A., 2001, *Fisika Untuk Sains dan Teknik, Edisi ketiga Jilid 2*, Erlangga: Jakarta.
- 9 Warsito, A. 2009. *Fisika Komputasi*. Modul Bahan Ajar Fisika FST Undana.
- 10 Boas, M. L. 1983. *Mathematical Methods in the Physical Sciences*. New York : John Wiley and Sons.
- 11 Widagda, I.G.A.2015. *Simulasi Intensitas Difraksi pada Celah Lingkaran (Circular Aperture) dengan Metode Simpson*. Karya Tulis Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana.
- 12 Zakaria, Teddy Marcus, 2003: *Pemrograman Delphi Untuk Pemula : IDE dan struktur Pemrograman*. <http://dosc.google.com/puskoM.amikmbp.ac.id>. Diakses pada 12 April 2014.