

**SIMULASI POLA DIFRAKSI FRAUNHOFER UNTUK
CELAH LINGKARAN MENGGUNAKAN METODE
NUMERIK INTEGRASI KUADRATUR GAUSS LEGENDRE
4 TITIK**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1

Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Diajukan oleh:

Ahmad Zubair Al Kahfi

15620039

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2019



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-4247/Un.02/DST/PP.00.9/09/2019

Tugas Akhir dengan judul : SIMULASI POLA DIFRAKSI FRAUNHOFER UNTUK CELAH LINGKARAN
MENGUNAKAN METODE NUMERIK INTEGRASI KUADRATUR GAUSS
LEGENDRE 4 TITIK.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AHMAD ZUBAIR AL KAHFI
Nomor Induk Mahasiswa : 15620039
Telah diujikan pada : Rabu, 25 September 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Cecilia Yanuarief, M.Si.
NIP. 19840127 201503 1 001

Penguji I

Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 19830614 200901 2 009

Penguji II

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
NIP. 19771025 200501 1 004

Yogyakarta, 25 September 2019



UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan

Dr. Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Ahmad Zubair Al Kahfi

NIM : 15620039

Judul Skripsi : Simulasi Pola Difraksi Fraunhofer untuk Celah Lingkaran
Menggunakan Metode Numerik Integrasi Kuadratur Gauss-
Legendre 4 Titik

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Jurusan Fisika

Dengan ini kami mengharap agar skripsi Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 3 September 2019

Pembimbing

Cecilia Yanuarief, M.Si

NIP. 19840127 201503 1 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Zubair Al Kahfi

NIM : 15620039

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Simulasi Pola Difraksi Fraunhofer untuk Celah Lingkaran Menggunakan Metode Numerik Integrasi Kuadratur Gauss-Legendre 4 Titik” adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan tata penulisan yang lazim.

Yogyakarta, 3 September 2019

Yang menyatakan



Ahmad Zubair Al Kahfi
NIM 15620039

MOTTO

***“Setiap urusan dan masalah yang telah kuhadapi harus
membuatku lebih baik dari sebelumnya”***



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya kepada penulis berupa kesehatan, kekuatan, kesabaran sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Simulasi Pola Difraksi Fraunhofer untuk Celah Lingkaran Menggunakan Metode Numerik Integrasi Kuadratur Gauss Legendre 4 Titik*”. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang selalu dinantikan syafaatnya.

Penulisan skripsi merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana strata satu (S-1) Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan penulisan dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai pihak. Untuk itu sepatutnya penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ayah, ibu, beserta saudara-saudara penulis yang memberikan semangat, perhatian, dorongan, kasih sayang, serta do'a kepada penulis.
2. Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si, M.Si selaku Kepala Program Studi Fisika.
3. Bapak Cecilia Yanuarief, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Skripsi, yang telah memberikan segala bimbingan, ide, nasihat, motivasi, waktu, serta kesabarannya selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan jajarannya yang telah memberikan ilmu untuk bekal dalam melakukan skripsi.

5. Teman-teman fisika 2015 yang telah memberikan dukungan dan berbagi dalam beberapa kesempatan.
6. Teman-teman asrama usman yang telah memberikan dukungan dan berbagi dalam beberapa kesempatan.
7. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini banyak kekurangannya, oleh sebab itu kritik dan saran penulis harapkan demi perbaikan selanjutnya. Akhir kata penulis berharap Skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak, dan dijadikan sebagai acuan dalam melakukan kajian riset khususnya pada kajian fisika komputasi di manapun dan siapapun yang menekuninya.

Yogyakarta, 4 September 2019

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SIMULASI POLA DIFRAKSI FRAUNHOFER UNTUK CELAH LINGKARAN MENGGUNAKAN METODE NUMERIK INTEGRASI KUADRATUR GAUSS LEGENDRE 4 TITIK

Ahmad Zubair Al Kahfi
15620039

INTISARI

Dalam penelitian ini, fungsi integral intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran dihitung menggunakan metode numerik integrasi Kuadratur Gauss-Legendre 4 titik. Intensitas tersebut dapat digunakan untuk menampilkan distribusi intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran dalam bentuk visual. Intensitas pola difraksi ditentukan oleh beberapa variabel. Visualisasi tersebut dibuat dalam bentuk simulasi menggunakan perangkat lunak komputer MATLAB. Simulasi dibuat menggunakan fasilitas GUI (*Graphycal User Interface*) untuk memudahkan pengguna mengoperasikan simulasi tersebut. Simulasi yang sudah dibuat dapat menampilkan pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran berupa grafik 2 dimensi dan 3 dimensi. Grafik 3 dimensi tersebut dapat menampilkan pola yang sesuai dengan pola yang dihasilkan pada eksperimen. Simulasi yang sudah dibuat dapat menampilkan pola difraksi pada panjang gelombang berapa saja dalam rentang spektrum cahaya tampak. Pola difraksi juga dapat ditampilkan pada jari-jari celah, jarak layar ke celah, dan intensitas awal berapa saja. Distribusi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran yang ditampilkan simulasi tersebut dianalisis dan dibahas berdasarkan perbedaan setiap variabel. Hasil simulasi menunjukkan panjang gelombang menentukan warna pusat lingkaran dan cincin-cincin di sekeliling pusat lingkaran pada pola difraksi. Hasil simulasi juga menunjukkan jari-jari celah lingkaran dan jarak celah ke layar menentukan ukuran pusat lingkaran dan cincin-cincin di sekitar pusat lingkaran pada pola difraksi. Selain itu, Intensitas awal dan jarak celah ke layar menentukan besar intensitas pola difraksi. Simulasi ini dapat meningkatkan pembelajaran tentang difraksi Fraunhofer celah lingkaran.

Kata kunci: Difraksi Fraunhofer untuk celah lingkaran, Integrasi Kuadratur Gauss-Legendre 4 titik, simulasi komputer, MATLAB.

SIMULATION OF FRAUNHOFER DIFFRACTION PATTERN FOR CIRCULAR APERTURE USING NUMERICAL METHOD OF 4-POINT GAUSS LEGENDRE QUADRATIC INTEGRATION

Ahmad Zubair Al Kahfi
15620039

ABSTRACT

In this study, the integral function of the intensity of the Fraunhofer diffraction of circle aperture is calculated using the numerical method of the 4-point Gauss-Legendre quadratic integration. This intensity can be used to display the intensity distribution of the Fraunhofer diffraction pattern of circle aperture in a visual form. The intensity of diffraction patterns is determined by several variables. The visualization was made in the form of simulation using MATLAB computer software. The simulation is made using the GUI (Graphical User Interface) facility to facilitate the user to operate the simulation. The simulation that has been made can display the Fraunhofer diffraction pattern of circle aperture in the form of 2-dimensional and 3-dimensional graphics. The 3-dimensional graph can display patterns that correspond to the patterns produced in the experiment. Simulations that have been made can display diffraction patterns at any wavelength in the range of visible light spectrum. The diffraction pattern can also be displayed on any circular aperture radius, distance of aperture to screen, and initial intensity. The distribution of the Fraunhofer diffraction pattern of circular aperture displayed in the simulation is analyzed and discussed based on differences of each variable. The simulation results show that the wavelength determines the color of the center of the circle and the rings around the center of the circle in the diffraction pattern. The simulation results also show the radius of the circle aperture and the distance of the aperture to the screen determine the size of the center of the circle and the rings around the center of the circle in the diffraction pattern. In addition, the initial intensity and the distance of to the aperture to the screen determine the intensity of the diffraction pattern. This simulation can improve learning about the Fraunhofer diffraction for circular aperture.

Keywords: Fraunhofer diffraction for circular aperture, Gauss-Legendre 4-point Quadratic Integration, computer simulation, MATLAB.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	vii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Rumusan Masalah	5
3. Tujuan Penelitian	6
4. Batasan Penelitian	7
5. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
1. Penelitian Terkait	9
2. Studi Pustaka.....	12
2.1 Difraksi Fraunhofer Celah Lingkaran	12
2.2 Integrasi Kuadratur Gaus-legendre 4 titik.....	28
2.3 Fisika Komputasi dan Perangkat Lunak MATLAB.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
1. Waktu dan Tempat Penelitian	36
2. Instrumen Penelitian.....	36
3. Objek Penelitian.....	36
4. Prosedur Penelitian.....	37
4.1 Studi Literatur	38
4.2 Pengerjaan Numerik.....	38
4.3 Pengerjaan Komputasi.....	40
4.4 Analisa Hasil Simulasi	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
1. Hasil Penelitian	46
1.1 Hasil persamaan integral pola difraksi fraunhofer celah lingkaran yang sudah diubah dalam bentuk numerik.....	46
1.2 Visualisasi distribusi intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran.....	47
1.3 Hasil simulasi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran berdasarkan perbedaan panjang gelombang.....	48
1.4 Hasil simulasi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran berdasarkan perbedaan jari-jari celah lingkaran.....	49

1.5 Hasil simulasi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran berdasarkan perbedaan jarak celah ke layar	50
1.6 Hasil simulasi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran berdasarkan perbedaan intensitas awal	51
2. Pembahasan.....	52
2.1 Metode Numerik Integrasi Kuadratur Gauss-Legendre 4 Titik terhadap Fungsi Integral Intensitas Pola Difraksi Fraunhofer Celah Lingkaran	52
2.2 Simulasi pola difraksi Fraunhofer untuk celah lingkaran menggunakan aplikasi MATLAB	54
2.3 Pengaruh panjang gelombang terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran	56
2.4 Pengaruh jari-jari celah lingkaran terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran.....	57
2.5 Pengaruh jarak layar ke celah terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran	58
2.6 Pengaruh intensitas awal terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran	59
2.7 Integrasi interkoneksi	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
1. Kesimpulan	62
2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	65

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan Tinjauan Pustaka	9
Tabel 2.2 Hubungan Warna dengan Panjang Gelombang.....	27
Tabel 2.3 Instrumentasi Penelitian	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil Simulasi Pola Intensitas Difraksi Celah Lingkaran Penelitian Widagda	10
Gambar 2.2 Hasil Simulasi Pola Difraksi Celah Lingkaran Penelitian Yanuarif	11
Gambar 2.3 Skema Difraksi Fraunhofer Menggunakan Lensa	15
Gambar 2.4 Geometri Penjalaran Gelombang Sekunder Difraksi Fraunhofer....	16
Gambar 2.5 Geometri Penjalaran Sinar Difraksi Fraunhofer untuk Celah Luasan	19
Gambar 2.6 Pola Difraksi Celah Lingkaran	21
Gambar 2.7 Geometri Penjalaran Sinar Difraksi Fraunhofer untuk Celah Lingkaran	22
Gambar 2.8 Grafik $\sin \theta$ terhadap intensitas pada pola difraksi.....	25
Gambar 2.9 Metode Integrasi Newton-Cotes	27
Gambar 2.10 Metode Integrasi Kuadratur Gauss	28
Gambar 3.1 Tahapan Prosedur Penelitian	37
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Pengerjaan Numerik.....	39
Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Pengerjaan Komputasi.....	41
Gambar 4.1 Hasil simulasi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran	47
Gambar 4.2 Hasil simulasi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran penelitian Yanuarief (2016).....	47
Gambar 4.3 Pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran berdasarkan perbedaan panjang gelombang (dari atas ke bawah: 400, 500, dan 600 nm)) ..	48
Gambar 4.4 Pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran berdasarkan perbedaan jari-jari celah linkaran (dari atas ke bawah: 0,02; 0,03; dan 0,04 nm)...	49
Gambar 4.5 Pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran berdasarkan perbedaan jarak celah ke layar (dari atas ke bawah: 1, 2 dan 3 m)	50
Gambar 4.6 Grafik 2 dimensi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran berdasarkan perbedaan intensitas awal (dari kiri ke kanan: 1, 2 dan 4 kW/m ²)	51

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengerjaan Numerik	67
Lampiran 2. Program MATLAB.....	70
Lampiran 3. Perancangan GUI MATLAB	85
Lampiran 4. Contoh Hasil Simulasi	86



DAFTAR SIMBOL

I = Intensitas cahaya hasil difraksi pada titik q (Wm^{-2}).

I_0 = Intensitas cahaya sebelum melewati celah (Wm^{-2}).

J_1 = Fungsi Bessel tingkat 1.

J_1^* = Fungsi Bessel tingkat 1 pada persamaan intensitas pola difraksi Fraunhofer untuk celah lingkaran yang sudah diubah dalam bentuk numerik

k = Bilangan gelombang (m^{-1}).

a = Jari-jari celah lingkaran (m).

q = Posisi jatuhnya sinar hasil difraksi (m).

q_x = Posisi axis jatuhnya sinar hasil difraksi (m).

q_y = Posisi ordinat jatuhnya sinar hasil difraksi (m).

R = Jarak celah ke layar (m).

λ = Panjang gelombang (m).

A_i = Fungsi pembobot

t_i = Titik evaluasi

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penglihatan merupakan sesuatu yang sangat berharga bagi makhluk hidup. Fenomena-fenomena alam yang terjadi di dunia ini dapat diamati melalui penglihatan seperti warna, kecerahan, kegelapan, bentuk, dan masih banyak lagi. Penglihatan dapat terjadi karena adanya fenomena optis. Fenomena optis sendiri artinya adalah fenomena yang melibatkan perilaku dan sifat cahaya serta bagaimana cahaya itu berinteraksi dengan materi (Hecht, 2002). Penglihatan dapat terjadi karena adanya spektrum cahaya tampak yang dipantulkan ke mata. Tanpa adanya cahaya, penglihatan tidak akan terjadi. Cahaya sangat berperan besar dalam proses penglihatan seperti yang dijelaskan pada Q.S Al-Baqoroh Ayat 20 yang berbunyi:

يَكَادُ الْبَرْقُ يَخْطَفُ أَبْصَارَهُمْ ۖ كُلَّمَا أَضَاءَ لَهُمْ مَشَوْا فِيهِ وَإِذَا
أَظْلَمَ عَلَيْهِمْ قَامُوا ۚ وَلَوْ شَاءَ اللَّهُ لَذَهَبَ بِسَمْعِهِمْ وَأَبْصَارِهِمْ
إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Artinya: “Hampir-hampir kilat itu menyambar penglihatan mereka. Setiap kali kilat itu menyinari mereka, mereka berjalan di bawah sinar itu, dan bila gelap menimpa mereka, mereka berhenti. Jikalau Allah menghendaki, niscaya Dia melenyapkan pendengaran dan penglihatan mereka. Sesungguhnya Allah berkuasa atas segala sesuatu” (Tim Penerjemah, 2004).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah dapat menurunkan cahaya agar manusia bisa melihat dan dapat mengambil kembali cahaya itu agar manusia tidak bisa melihat. Allah memiliki kekuasaan atas penglihatan makhluk-nya. Untuk mensyukuri nikmat penglihatan, alangkah baiknya manusia menggunakan penglihatan untuk hal-hal yang bermanfaat bagi umat manusia, salah satunya ialah mengkaji fenomena-fenomena optis untuk menambah pengetahuan-pengetahuan yang bermanfaat bagi manusia.

Terdapat suatu fenomena optis ketika suatu sinar melewati suatu rintangan, sinar tersebut akan membelokkan dan menghasilkan pola gelap dan terang. Pada sekitar tahun 1600-an, Francesco Grimaldi mengkaji fenomena tersebut dan menamainya difraksi (Hecht, 2002). Terdapat dua jenis difraksi, yaitu difraksi Fresnel dan Fraunhofer. Difraksi Fresnel terjadi ketika celah dan layar memiliki jarak yang terbatas (*finite*), sedangkan difraksi Fraunhofer terjadi ketika celah dan layar memiliki jarak yang tidak terbatas (*infinite*). Difraksi Fraunhofer memiliki pola difraksi yang lebih terstruktur dan lebih mudah diamati (Jenkins, 2000). Terdapat banyak jenis pola difraksi berdasarkan bentuk celahnya, namun pola difraksi celah berbentuk lingkaran memiliki efek yang signifikan dalam perkembangan instrument optis (Tipler, 2004).

Pola difraksi dapat diamati berdasarkan distribusi intensitasnya. Intensitas pola difraksi Fraunhofer dapat diekspresikan dalam bentuk matematis (Widagda, 2015). Distribusi intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran dapat divisualisasikan berdasarkan model matematisnya, tetapi dibutuhkan

banyak perhitungan karena banyaknya titik yang harus dihitung intensitasnya. Selain itu, pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran memiliki bentuk matematis yang rumit untuk diselesaikan secara analitik. Metode analitik adalah metode yang penyelesaian model matematikanya menggunakan rumus-rumus aljabar yang sudah lazim dan baku (Munir, 2002).

Salah satu cara untuk menghitung banyaknya perhitungan ialah dengan menggunakan bantuan komputer. Dengan bantuan komputer, perhitungan dapat diselesaikan dengan lebih mudah dan cepat. Namun komputer hanya bisa melakukan perhitungan aritmatik biasa saja (tambah, kurang, kali, dan bagi). Salah satu cara untuk menyelesaikan bentuk matematika yang rumit ialah menggunakan metode numerik. Metode numerik adalah teknik yang digunakan untuk memformulasikan persoalan matematik sehingga dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan/aritmatik biasa (tambah, kurang, kali, dan bagi) (Munir, 2010). Selain itu, metode numerik dapat merubah perhitungan analitik yang tidak bisa dihitung menggunakan komputer menjadi bisa dilakukan.

Secara garis besar terdapat 3 pendekatan metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan fungsi integral, yaitu metode pias, Newton-Cotes, dan kuadratur-Gauss (Munir, 2010). Metode pias dilakukan dengan cara membagikan segmen-segmen dari luasan integral menjadi bentuk yang mudah untuk dihitung lalu dijumlahkan semua. Metode Newton-Cotes hampir sama dengan metode pias, hanya saja setiap segmen merupakan fungsi baru yang mudah untuk dihitung. Sedangkan pada metode kuadratur Gauss, perhitungan nilai integral dilakukan dengan cara mengambil nilai fungsi di beberapa titik

tertentu (*fixed point*) yang disebut dengan titik evaluasi dan mengalikan dengan fungsi pembobot integrasi (Darmawan, 2016).

Metode kuadratur Gauss mempunyai keakuratan yang lebih tinggi dibanding metode lainnya (Prasetya, 2016). Terdapat banyak jenis Kuadratur Gauss, namun Kuadratur Gauss-Legendre mempunyai keakuratan yang paling tinggi (Darmawan, 2016). Oleh karena itu metode kuadratur Gauss-Legendre dinilai lebih baik dalam menyelesaikan persoalan model matematis intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran.

Eksperimen difraksi Fraunhofer celah lingkaran dapat dilakukan di laboratorium, tetapi dalam penyiapannya dibutuhkan waktu, tenaga, dan uang. Selain itu, eksperimen yang dilakukan dengan cara yang salah mengakibatkan eksperimen tersebut memberikan hasil tidak sesuai dengan apa yang diharapkan. Maka dari itu, diperlukan suatu simulasi tentang eksperimen tersebut berdasarkan teori-teori yang sudah ada. Simulasi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran bisa dibuat berdasarkan teori yang sudah ada. Simulasi biasanya dibuat menggunakan bantuan komputer.

Sebelumnya, penelitian mengenai simulasi difraksi Fraunhofer sudah pernah dilakukan oleh I Gusti Agung Widagda pada tahun 2015. Penelitian tersebut berisi tentang penyelesaian model matematik intensitas cahaya pola difraksi Fraunhofer untuk celah lingkaran menggunakan metode integrasi Simpson dan pembuatan simulasinya. Penelitian mengenai simulasi difraksi Fraunhofer juga sudah pernah dilakukan oleh Cecilia Yanuarief pada tahun 2016. Penelitian tersebut berisi tentang penyelesaian model matematik

intensitas cahaya pola difraksi Fraunhofer dengan cara memodifikasi fungsi Bessel yang ada pada persamaan tersebut dan pembuatan simulasinya.

Penelitian simulasi difraksi Fraunhofer celah lingkaran menggunakan metode integrasi Kuadratur Gauss Legendre 4 titik perlu dilakukan karena belum pernah ada penelitian mengenai pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran yang menggunakan metode ini. Padahal metode ini mempunyai kelebihan daripada metode lainnya. Selain itu, masih banyak hal yang masih kurang pada simulasi yang sudah dibuat penelitian sebelumnya, yaitu masih ada beberapa variabel yang diabaikan yang menentukan pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran.

Proses perhitungan numerik pada penelitian ini bermanfaat bagi yang akan mengaplikasikan metode kuadratur gauss pada persamaan-persamaan fisika lainnya. Selain itu, proses pembuatan simulasi pada penelitian ini juga bermanfaat bagi yang akan membuat simulasi fenomena-fenomena fisis lainnya. Diharapkan penelitian ini dapat memudahkan pembelajaran fenomena difraksi sehingga dalam pembelajaran tersebut dapat membuat kemajuan bagi ilmu pengetahuan.

2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah hasil penyelesaian model matematika pola intensitas difraksi Fraunhofer celah lingkaran yang menggunakan metode integrasi Kuadratur Gauss Legendre 4 titik?

- b. Bagaimanakah hasil simulasi pola intensitas difraksi Fraunhofer celah lingkaran yang menggunakan metode integrasi Kuadratur Gauss Legendre 4 titik yang berbasis GUI MATLAB?
- c. Bagaimanakah pengaruh panjang gelombang terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran?
- d. Bagaimanakah pengaruh jari-jari celah lingkaran terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran?
- e. Bagaimanakah pengaruh jarak celah ke layar terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran?
- f. Bagaimanakah pengaruh intensitas awal sinar terhadap intensitas akhir pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran?

3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menyelesaikan model matematika intensitas cahaya pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran menggunakan metode numerik integrasi kuadratur Gauss Legendre 4 titik.
- b. Membuat simulasi pola gelap dan terang difraksi Fraunhofer celah lingkaran menggunakan program komputer berbasis GUI MATLAB.
- c. Mengetahui pengaruh panjang gelombang terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran.
- d. Mengetahui pengaruh jari-jari celah terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran.

- e. Mengetahui pengaruh jarak celah ke layar terhadap pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran.
- f. Mengetahui pengaruh intensitas awal sinar terhadap intensitas akhir pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran.

4. Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Jumlah titik evaluasi dan fungsi pembobot yang digunakan pada integrasi kuadratur Gauss-Legendre berjumlah empat.
- b. Simulasi dibuat menggunakan perangkat lunak MATLAB dalam bentuk GUI (*Graphic User Interface*).
- c. Panjang gelombang sinar yang digunakan pada simulasi merupakan cahaya tampak dengan rentang panjang gelombang 380 sampai 780 nm.
- d. Intensitas awal hanya dipengaruhi oleh jarak celah ke layar dan tidak dipengaruhi oleh luas celah lingkaran.

5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi beberapa manfaat sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dapat membantu pembaca dalam melakukan perhitungan integral menggunakan metode numerik integrasi Kuadratur Gauss-Legendre 4 titik.
- b. Penelitian ini dapat digunakan sebagai contoh dalam pembuatan simulasi lainnya.
- c. Penelitian ini dapat membantu pembaca dalam memahami proses terjadinya difraksi

- d. Simulasi difraksi Fraunhofer celah lingkaran dapat digunakan sebagai media pembelajaran fenomena difraksi secara interaktif.
- e. Simulasi difraksi Fraunhofer celah lingkaran dapat membantu pembaca dalam memahami faktor apa saja yang mempengaruhi pola difraksi celah lingkaran.
- f. Simulasi difraksi Fraunhofer celah lingkaran dapat digunakan sebagai dasar dalam pembuatan eksperimen difraksi Fraunhofer celah lingkaran

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan serta pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Metode numerik integrasi kuadratur Gauss-Legendre 4 titik dapat digunakan untuk menghitung persamaan integral intensitas titik cahaya hasil difraksi yang jatuh ke layar dimana intensitas tersebut dapat digunakan untuk menampilkan distribusi intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran dalam bentuk visual.
- b. Simulasi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran yang dibuat menggunakan GUI MATLAB yang dihitung menggunakan metode numerik integrasi kuadratur Gauss-Legendre 4 titik dapat digunakan untuk menampilkan distribusi intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran secara 2 dimensi dan 3 dimensi berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
- c. Pusat lingkaran (*Airy Disc*) dan cincin-cincin gelap terang pada pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran menjadi lebih besar jika panjang gelombangnya lebih besar dan menjadi lebih kecil jika panjang gelombangnya lebih kecil. Selain itu perbedaan panjang gelombang menghasilkan warna pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran yang berbeda sesuai dengan spektrum cahaya tampak.

- d. Pusat lingkaran (*Airy Disc*) dan cincin-cincin gelap terang pada pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran menjadi lebih besar jika jari-jari celah lingkaran tersebut kecil dan menjadi lebih kecil jika jari-jari celah lingkaran tersebut besar.
- e. Intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran menjadi lebih rendah jika jarak celah ke layar jauh dan menjadi lebih tinggi jika jarak layar ke celah pendek. Selain itu pusat lingkaran (*Airy Disc*) dan cincin-cincin gelap terang pada pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran menjadi lebih kecil jika jarak celah ke layar jauh dan menjadi lebih besar jika jarak celah ke layar pendek.
- f. Intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran menjadi lebih rendah jika intensitas awalnya rendah dan menjadi lebih tinggi jika intensitas awalnya tinggi

2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, banyak pula beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki, dikembangkan, dibahas dan dikaji lebih lanjut. Penelitian berikutnya disarankan untuk memperhatikan hal-hal berikut:

- a. Diharapkan metode kuadraur gauss-legendre 4 titik tidak hanya dilakukan untuk menghitung persamaan integral intensitas pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran saja, tetapi juga digunakan untuk menghitung persamaan fisika lainnya yang menggunakan integral.
- b. Diharapkan perhitungan integral intensitas difraksi pola difraksi Fraunhofer celah lingkaran tidak hanya dilakukan dengan metode

kuadratur gauss-legendre 4 titik saja, tetapi juga dilakukan dengan titik yang lebih banyak.



DAFTAR PUSTAKA

- Brand, J. C. D. 1995. *Lines of Light: The Sources of Dispersive Spectroscopy, 1800–1930*. CRC Press. ISBN 978-2-88449-163-1.
- Bruno, T. J. dan Svoronos, P. D. N. 2006. *Handbook of Fundamental Spectroscopic Correlation Charts*. CRC Press. ISBN 0-8493-3250-8.
- Dermawan, R. 2016. Perbandingan Metode Gauss Legendre, Gauss Lobatto dan Gauss Kronrod Pada Integrasi Numerik Fungsi Eksponensial. *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, **Vol. I No. 2**.
- Firausi, K.S., Sutini, dan Setiabudi, W. 2003. Difraksi Fraunhofer Sebagai Metode Alternatif Sederhana Spektrum. *Berkala Fisika*, **Vol 6. No.1 Hal 1-4**. ISSN 1410-9662.
- Halliday, D., dan Resnick, R. 2015. *Fundamental of Physics* (10th ed). Wiley, ISBN 978-1-118-23072-5.
- Hecth, E. 2002. *Optics* (4th ed). Addison-Wesley Publishing Company. Canada.
- Jenkins, F.A., dan White, H.E. 2001, *Fundamentals of Optics* (4th ed). McGraw-Hill International Book Company. Tokyo. ISBN 0-07-256191-2.
- Munir, R. 2010. *Metode Numerik*. Informatika Bandung. Bandung.
- Prasetya, A. 2016. Performansi Metode Trapezium Dan Metode Gauss-Legendre dalam Penyelesaian Integral Tertentu Berbantuan Matlab. *Jurnal Mercumatika*, **Vol. 1 No. 1** ISSN: 2548-1819.
- Starr, C. 2005. *Biology: Concepts and Applications*. Thomson Brooks/Cole. ISBN 978-0-534-46226-0.
- Scheid, F. 1968. *Numerical Analysis* (2nd ed). McGraw-Hill. ISBN 07-055197-9.
- Tim Penerjemah. 2004. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta: Departemen Agama RI.
- Tipler, P. A dan Mosca, G. 2004. *Physic for Scientist and Engineers* (5th ed). W.H, Freeman and Company. Newyork. ISBN: 0-7167-4389-2.
- Widagda, I. G. A. 2015. Simulasi Intensitas Difraksi Pada Celah Lingkaran (Circular Aperture) dengan Metode Simpson, *Jurnal Universitas Udayana*.
- Yanuarif, C. 2016. Simulasi Pola Difraksi Fraunhofer untuk Celah Lingkaran dengan Modifikasi Fungsi Bessel. *Jurnal Integrated Lab UIN Sunan Kalijaga*, **Vol. 4 No. 2**. ISSN 2339-0905.

Zhang, Z., Bai, H., Yang, G., Jiang, F., Ren, Y., Li, J., Yang, K., dan Yang, H.
2013. Computer Simulation of Fraunhofer Diffraction Based on MATLAB.
Optik, **Vol. 124 Issue 20 Pages 4449-4451**. ISSN 0030-4026.

