

KAJIAN GELOMBANG SATU DIMENSI BERDASARKAN HASIL KOMPUTASI NUMERIK

Dwi Sabda Budi Prasetya¹ & Indira Puteri Kinasih²

¹Dosen Program Studi Pendidikan Fisika, FPIMPA IKIP Mataram

²Dosen Program Studi Pendidikan Matematika, FPMIPA IKIP Mataram

E-mail:-

ABSTRACT: One-dimensional wave problem research has been done based on numerical computation reviews. The one-dimensional wave equation has been completed using the finite difference method. Results of completion based on the results of numerical computation reviews are simulated using MATLAB programming software. The simulation suggests that numerical computation is reliable for solving mathematical equations.

Keywords: Wave, numerical computation

ABSTRAK: Telah di lakukan pengkajian masalah gelombang satu dimensi berdasarkan tinjauan komputasi numerik. Persamaan gelombang satu dimensi diselesaikan menggunakan metode beda hingga (*finite difference*). Hasil penyelesaian berdasarkan hasil tinjauan komputasi numeric di simulasikan dengan menggunakan software pemrograman MATLAB. Simulasi yang di dapat memberi simpulan bahwa komputasi numeric handal untuk menyelesaikan persamaan-persamaan matematika.

Kata Kunci: Gelombang, Komputasi Numerik

PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu yang berusaha untuk memahami fenomena alam. Dengan fisika inilah obyek-obyek alam dipahami dan dibingkai dalam bagan berpikir logis (konsep-konsep). Konsep-konsep fenomena alam dibawa menjadi teori melalui fisika teori dan fisika eksperimen. Selain kedua pendekatan itu, sekarang telah diterima pendekatan ketiga untuk mengkaji system fisika yaitu fisika komputasi. Fisika komputasi merupakan bidang yang mengkaji fenomena-fenomena alam ini melalui pengkajian secara numerik.

Fisika komputasi tidak sekedar membutuhkan pemahaman konsep-konsep fisika, tetapi memerlukan pemahaman tentang metode numeric dan bahasa pemrograman. Metode numeric digunakan untuk mengubah konsep-konsep fisika dalam bentuk persamaan matematis melalui proses diskritisasi yang akan menghasilkan angka-angka yang sesuai dengan perilaku sistem. Angka-angka hasil perhitungan numeric dapat dimunculkan masih membutuhkan bahasa pemrograman untuk melakukan proses di komputer.

Pada penelitian ini dipilih persamaan gelombang satu dimensi, karena persamaan ini sering muncul dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh adalah gelombang 1 dimensi yang terjadi pada alat musik gitar dan piano.

Pada tulisan ini menyajikan penyelesaian persamaan gelombang 1 dimensi pada gitar dengan menggunakan metode beda hingga (*finite difference*). Sedangkan bahasa pemrograman yang dipilih adalah pemrograman MATLAB.

Sistem Fisis

Ditinjau dawai gitar panjang L kedua ujungnya berada pada posisi simpangan nol. Persamaan gelombang satu dimensi untuk dawai memenuhi persamaan :

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (1)$$

Dengan $c^2 = \frac{T}{\rho}$ menggambarkan kecepatan gelombang yang tergantung dari tegangan dawai dan kerapatan dawai. Persamaan (1) merupakan persamaan gelombang berdimensi satu yang berlaku pada gelombang suara yang terjadi pada alat musik gitar, piano dan yang lainnya.

Pada persamaan gelombang tersebut $\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$ merupakan fungsi gelombang terhadap posisi, sedangkan $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$ merupakan fungsi gelombang terhadap waktu.

Persamaan (1) akan diselesaikan secara numeric dengan menggunakan metode

beda hingga. Hasil-hasil numeric akan divisualisasi melalui computer dengan menggunakan software pemrograman MATLAB.

METODE

Dengan menotasikan turunan kedua suatu fungsi $f''(x)$, maka dapat didekati dengan menggunakan metode beda hingga khususnya beda tengah sehingga memenuhi persamaan :

$$f''(x) \approx \frac{f(x+\Delta x) - 2f(x) + f(x-\Delta x)}{\Delta x^2} \quad (2)$$

Menggunakan pendekatan ini pula, maka fungsi pada persamaan (1) dapat dituliskan :

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \approx \frac{y(x+\Delta x, t) - 2y(x, t) + y(x-\Delta x, t)}{\Delta x^2} \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \approx \frac{y(x, t+\Delta t) - 2y(x, t) + y(x, t-\Delta t)}{\Delta t^2} \quad (4)$$

Sehingga kita dapat menuliskan hubungan sebagai berikut :

$$\frac{y(x + \Delta x, t) - 2y(x, t) + y(x - \Delta x, t)}{\Delta x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{y(x, t + \Delta t) - 2y(x, t) + y(x, t - \Delta t)}{\Delta t^2} \quad (5)$$

$$y(x, t + \Delta t) = \frac{c^2 \Delta t^2}{\Delta x^2} (y(x + \Delta x, t) + y(x - \Delta x, t)) + 2 \left(1 - \frac{c^2 \Delta t^2}{\Delta x^2} \right) y(x, t) - h(x, t - \Delta t) \quad (6)$$

Misalkan $\frac{c\Delta t}{\Delta x} = k$, maka persamaan dapat lebih disederhanakan menjadi :

$$y(x, t + \Delta t) = k^2 (y(x + \Delta x, t) + y(x - \Delta x, t)) + 2(1 - k^2) y(x, t) - h(x, t - \Delta t) \quad (7)$$

Persamaan (7) merupakan penyelesaian persamaan (1) dengan menggunakan metode beda hingga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil numeric persamaan (7) di implementasikan kedalam program komputer menggunakan MATLAB dengan programnya. Pada simulasi diberikan dua kondisi yang berbeda, yaitu dawai dipetik tepat pada posisi $\frac{1}{2} L$ dan kedua dipetik pada posisi $\frac{1}{8} L$. Programnya dapat dilihat dibawah ini.

dx = .01 ;
dt =.01 ;

c = 1 ;
L = 1 ;
Durs = 30 ;
r = c*dt/dx ;
n = L/dx+1;
h = 2 ;

%KondisiAwal

```
current = .5 - .5* cos ( h * (pi / L) * [ 0 : dx : L ], current ) ;  
past = current ;
```

for t=0 : dt : Durs

```
future ( 1 ) = 0 ; %Kondisi Batas  
future ( n ) = 0 ; %Kondisi Batas
```

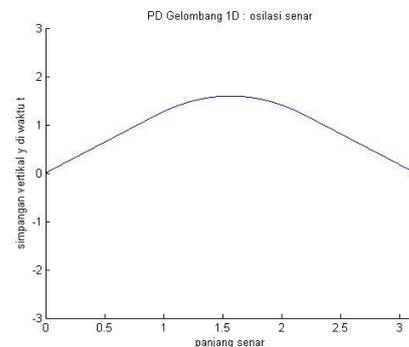
```
future ( 2 : n-1) = r^2*(current ( 1 : n-2)+current ( 3 : n ) ) + 2*(1-r^2)...  
*current ( 2 : n-1) - past ( 2 : n-1); %Proses Update
```

```
past = current ;  
current = future ;
```

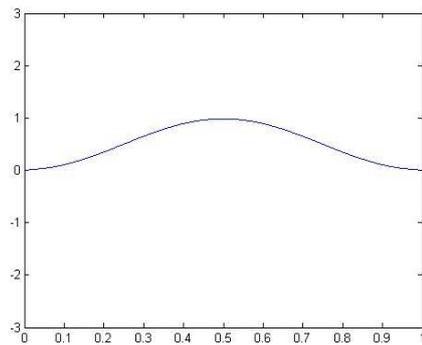
% Plot Grafik

```
if mod( t /dt , 10) == 0  
plot ( [ 0 : dx :L] , current )  
axis ( [ 0 L -3 3 ] )  
pause ( .0001 )  
end  
end
```

Pada dawai yang dipetik pada posisi $\frac{1}{2} L$, terbentuk $\frac{1}{2}$ gelombang. Dalam teori music gelombang yang terjadi ini disebut nada dasar. Sedangkan ketika dipetik pada posisi $\frac{1}{8} L$ terbentuklah gelombang lebih banyak. Kajian numeric pada penelitian ini merupakan kajian awal untuk menunjukkan bahwa Komputasi numeric mampu untuk menyelesaikan persamaan-persamaan matematika. Keahlian dari komputasi numerik, khususnya metode beda hingga dapat dilihat dari hasil perhitungan secara analitik dan perhitungan secara numerik. Hasil ini dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Grafik gelombang dawai hasil perhitungan secara analitik.



Gambar 2. Grafik gelombang dawai hasil perhitungan secara numerik.

Dari kedua gambar tersebut terlihat bahwa perhitungan secara numeric memberikan hasil yang sesuai dengan hasil perhitungan secara analitik.

SIMPULAN

Komputasi numeric dapat dikatakan handal untuk menyelesaikan persamaan-persamaan matematika dan sekaligus mengkaji keadaan-keadaan system suatu kejadian-kejadian fisis dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR RUJUKAN

- Alonso, M. dan Finn, E., J., *Dasar-Dasar Fisika Universitas Edisi kedua jilid 1 Mekanika dan Termodinamika*. Penerbit Erlangga.
- Boas, M. L., *Mathematical Methodes In the Physical Sciences*, Second edition, John Willey and Son.
- Causon and Minghan, *Introductory Finite Difference Method For PDEs*, bookboon.com
- Vesele., F. J., *Computational Physics : An Introduction*, New York Plenum Press. Hal. 14, 17.