Majalah Ilmiah Mektek

PEMODELAN NUMERIK ALIRAN FLUIDA PADA TIANG SILINDER DENGAN METODE BEDA HINGGA

Triyanti Anasiru* dan Setiyawan*

Abstract

Fluid flow in nature represent stream three dimension. For example, coordinate of Cartesian of stream represent variable of component instruct X, Y and Z. Equation of the Stream developed from Conservation Laws Of Mass and Punish Newton II, later recognized with equation of continuity and equation of motion mean of Navier Stokes.

This Writing aim to to get model of numeric for case of simple fluid flow and the fluid flow which through of pillar cylinder by using method different till. And also make analysis to result resolving of the problems.

In test model program made to be conducted by using uniform stream for the ideal fluid by discrete 152 X 52 Grid. This model tried to be made ideal fluid (unviscous, incompressible and unsteady). This model intended to can see stability use of different model till in resolving of case of hydrodynamics and fluid dynamics

Analyze performed within this writing for example every price early to model fluid case of uniform stream by using program of Matlab 7.1 giving different result for the same case depend on initially condition. From result analyze the way of handling of boundary condition very influence result of calculation. In general the correctness mount if order correctness of different operator till used mount

Keyword: *Eequation of continuity, cylinder pillar, hydrodynamics and fluid dynamics, boundary condition.*

1. Pendahuluan

Beberapa problem di bidang Hidrodinamika, Mekanika Fluida dan Hidrolika dapat dimodelkan dalam bentuk suatu persamaan matematik (model matematik), yang terdiri atas persamaan pengatur dengan syarat batas serta harga awal tertentu. Aliran fluida di alam merupakan aliran tiga dimensi. Sebagai contoh pada koordinat kartesian aliran merupakan variabel komponen arah X,Y dan Z.

Penyelesaian model-model dalam pemecahan problem-problem fluida dengan pendekatan numerik dapat memberikan efisensi waktu dalam kegiatan-kegiatan perencanaan, analisa mengenai kasus-kasus yang berkaitan dengan aliran fluida.

Berdasarkan uraian di atas maka perlunya diakukan penelitian mengenai penerapan Metode Beda Hingga dalam aplikasi pemecahan problem hidrodinamika.

Maksud dari penulisan ini untuk memaparkan hasil analisa dengan menggunakan pendekatan numerik pada kasus fluida sederhana melewati tiang silinder. Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran mengenai keakuratan hasil analisa dengan menggunakan pendekatan pemecahan numerik.

Tujuan dari penulisan ini adalah mendapatkan model numerik untuk kasus aliran fluida sederhana dan aliran fluida yang melewati tiang silinder dengan menggunakan metode beda hingga. Serta membuat analisa terhadap hasil pemecahan permasalahan tersebut.

Lingkup studi dalam penelitian ini adalah mencakup mengenai penerapan model beda hingga dalam penerapannya di pemecahan aliran fluida sederhana dan aliran fluida yang melewati tiang silinder.

2. Persamaan Analitik

2.1 Solusi analitik

Persamaan harmonik sederhana sebagai berikut:

$$\zeta = Ax\cos(k.x - \sigma.t) \quad \text{.....(1)}$$

diperoleh solusi analitik kecepatan adalah:

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

$$u = \frac{AxC_0}{H} x\cos(k.(x + 0.5dx) - \sigma.t) \quad \text{……..(2)}$$

Dimana:
A = amplitude gelombang
Co = kecepatan gelombang di perairan dangkal
σ = frekuensi sudut gelombang

Kedua solusi analitik tersebut (1) dan (2) akan digunakan sebagai nilai awal dan syarat batas numerik.

2.2 Nilai awal dan syarat batas

- **Nilai Awal**
  Pada saat awal di setiap grid secara numerik dapat dituliskan:

$$\zeta_i^0 = Ax\cos(k.i.\Delta x) \quad \text{saat t=0} \quad \text{…..(3)}$$

$$u_i^0 = \frac{AxC_0}{H_i} x\cos(k.(i.\Delta x + 0.5\Delta x)) \quad \text{saat t=0} \quad \text{…(4)}$$

- **Syarat Batas**
  Syarat batas di hilir (di grid ke-0) diberikan elevasi sebagai berikut:

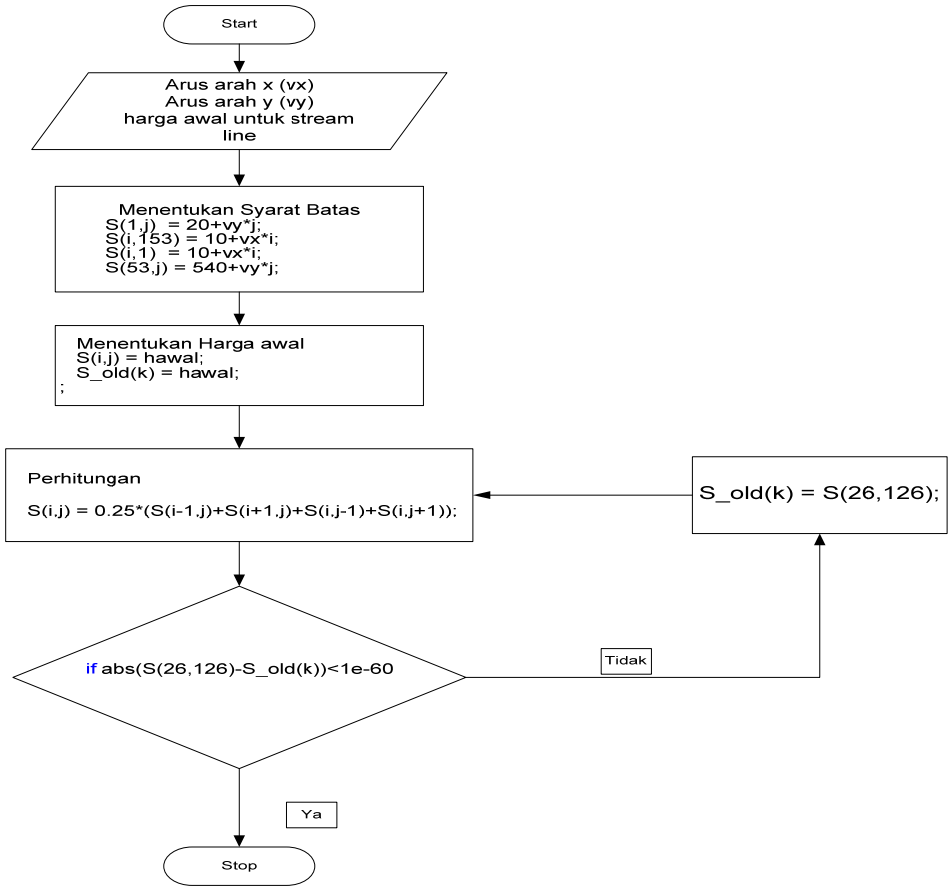
$$\zeta_0^{n+1} = Ax\cos(\sigma.n.\Delta t) \quad \text{……(5)}$$

Sedangkan syarat batas di hulu (di grid ke-i max) diberikan kecepatan sebagai berikut:

$$u_{i\max}^{n+1} = \frac{AxC_0}{H_{i\max}^{n+}} x\cos(k.L - \sigma.n.\Delta t) \quad \text{……..(6)}$$

3. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini mengikuti bagan alir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Pemodelan untuk kasus fluida ideal

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Model tiang silinder

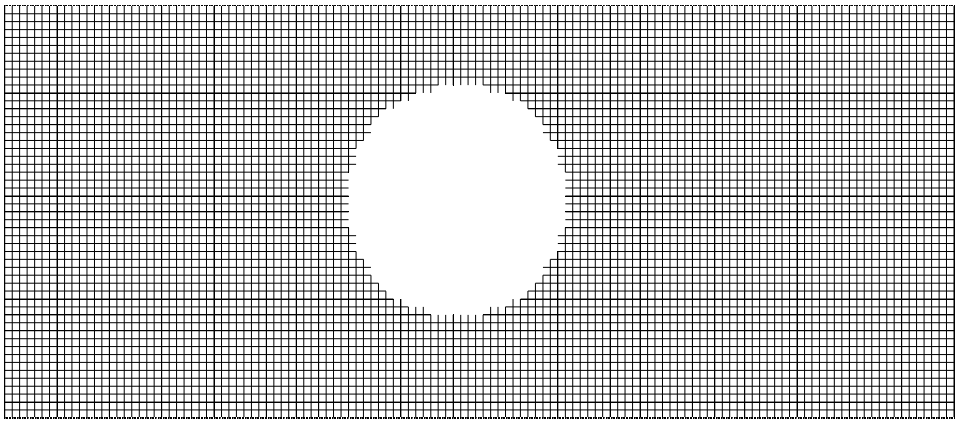
Dalam uji model program yang dibuat dilakukan dengan menggunakan aliran seragam untuk fluida ideal dengan diskritisasi 152 X 52 Grid. Pemodelan ini dicoba untuk dibuat pada fluida Ideal *(unviscous, incompressible dan unsteady)*. Pemodelan ini dimaksudkan untuk dapat melihat stabilitas penggunaan model beda hingga dalam pemecahan kasus-kasus Hidrodinamika dan Dinamika Fluida.

Karena asumsi fluida yang digunakan dalam ji model numerik ini hádala fluida ideal, maka disini hasil dari *stream function* yang diharapkan adalah seperti yang sajikan pada gambar 3.

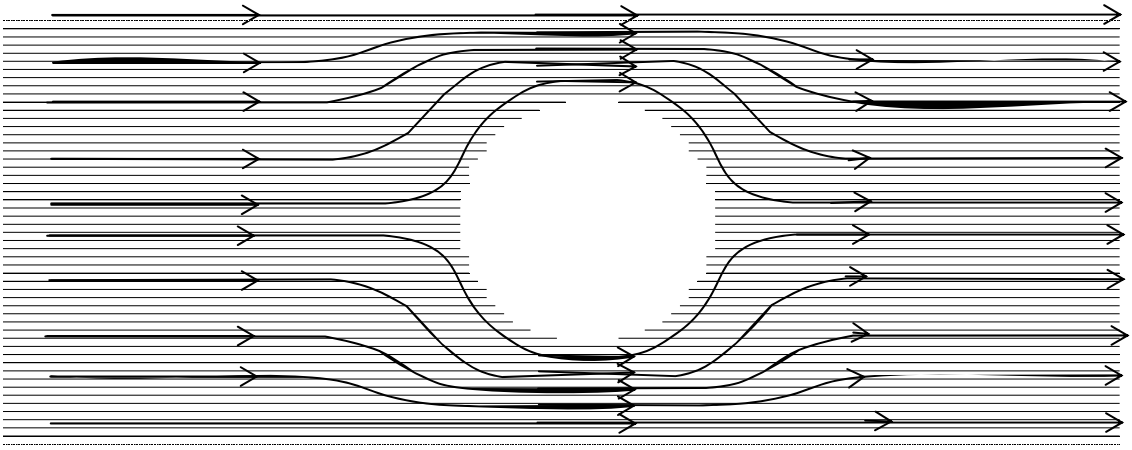
Dalam pemodelan dengan menggunakan MATLAB 7.1, dilakukan pengujian dengan beberapa harga awal. Harga awal tersebut adalah antara lain 0, 130 dan 150.

4.2 Program Matlab 7.1 Untuk Aliran Fuida Seragam

Program pemecahan masalah aliran fluida sederhana ini dbuat dengan menggunakan bahasa Matlab. Program teresebut adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Grid uji coba model pada aliran seragam



Gambar 3. Bentuk dari stream function yang diharapkan dari output progrem pada kondisi fluida ideal

A. Listing Program Untuk Kasus Fluida Aliran Seragam

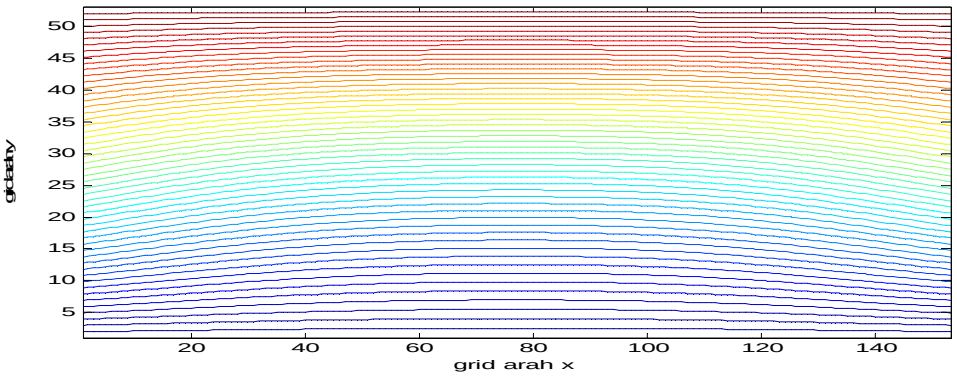
```
% Pemecahan Stream line dengan Menggunakan Metoda Eksplisit
% Uji Kasus pada Aliran Seragam dan asumsi fluida Ideal
% (inviscous,incompressible dan steady)
% Name : Setiyawan
% Date : Januari, 2010

clear all
close all
Jumlah_grid = 53
%inflow dari fluida adalah aliran seragam pada arah x
%hawal adalah nilai S(i,j) yang dimasukkan dalam tiap gridnya
sebagai nilai
%awal
vx = 10
vy = 0
hawal = 0
% Boundary Condition untuk Streamline dari aliran fluida Seragam
for i = 1 : 53
    for j = 1 : 153

        S(1,j)  = 20+vy*j;
        S(i,153) = 10+vx*i;
        S(i,1)  = 10+vx*i;
        S(53,j) = 540+vy*j;

    end
end
% Kondisi Awal dari tiap grid aliran fluida
for k = 1:1000;
for i = 2 : 52
    for j = 2:152

        S(i,j) = hawal;
        S_old(k) = hawal;

    end
end
end
% marching forward method

for k = 1 : 1000;
for i = 2 : 52
    for j = 2 :152

        S(i,j) = 0.25*(S(i-1,j)+S(i+1,j)+S(i,j-1)+S(i,j+1));

    end
end

if abs(S(26,126)-S_old(k))<1e-60
    break
else
    S_old(k) = S(26,126);
```

```
end
end
contour(S,i)
xlabel('grid arah x')
ylabel('grid arah y')
%penggambaran vektor kecepatan fluida
for i = 2 : 52
    for j = 2 : 152
    v_x(i,j) = S(i+1,j)-S(i,j);
    v_y(i,j) = -S(i,j+1)+S(i,j);
    end
end
figure
streamslice(v_x,v_y)
```

B. Listing Program Untuk Kasus Fluida Melalui Tiang Silinder

```
% Pemecahan Stream line dengan Menggunakan Metoda Eksplisit
% Uji Kasus pada Aliran melewati Tiang Silinder dan asumsi fluida
Ideal
% (inviscous,incompressible dan steady)
% NAMA : Setiyawan
% NIM  : 35008001

clear all
close all
Jumlah_grid = 153;
hawal = 270
vx = 10
vy = 0
% Boundary Condition untuk Streamline dari aliran fluida Melewati
celah
for i = 1 : 53
    for j = 1 : 153
        S(1,j)  = 20+vy*j;
        S(i,153) = 10+vx*i;
        S(i,1)  = 10+vx*i;
        S(53,j) = 540+vy*j;
    end
end

% Kondisi Awal dari tiap grid aliran fluida
for i = 2 : 52
    for j = 2:152

        S(i,j) = hawal;
        S_old = hawal;

    end
end

% marching forward method
```

```
for k = 1 : 1000;
for i = 2 : 52
     for j = 2 :152
        if ((j-72)^2+(i-27)^2)<=225
        S(i,j)= S(27,1);
        else
        S(i,j)= 0.25*(S(i-1,j)+S(i+1,j)+S(i,j-1)+S(i,j+1));
        end
    end
end


if abs(S(27,102)-S_old)<1e-50
    break
else
    S_old = S(27,102);
end
end
contour(S,i)
view(0,270)
xlabel('grid arah x')
ylabel('grid arah y')
grid on
for i = 2 : 52
    for j = 2 : 152
    v_x(i,j) = S(i+1,j)-S(i,j);
    v_y(i,j) = -(S(i,j+1)-S(i,j));
    end
end
figure
streamslice(v_x,v_y)
```



Gambar 4. Output Hasil Pendekatan Numerik Untuk *Stream Function* dengan Kondisi Awal (Ψ_{awal} =0)

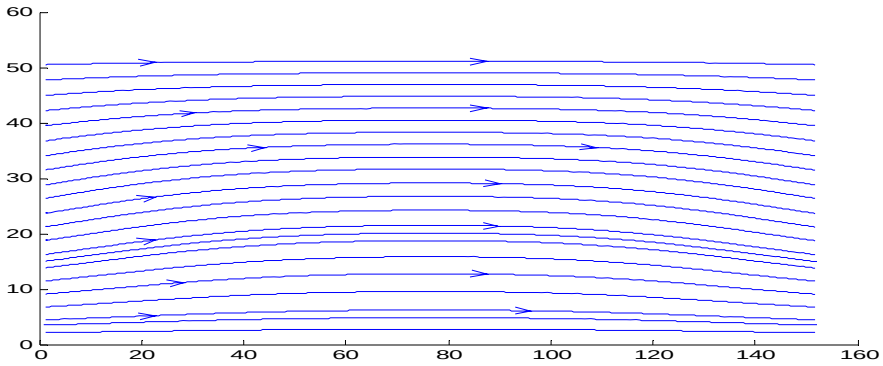
4.3 *Output* program

a. Kasus aliran seragam

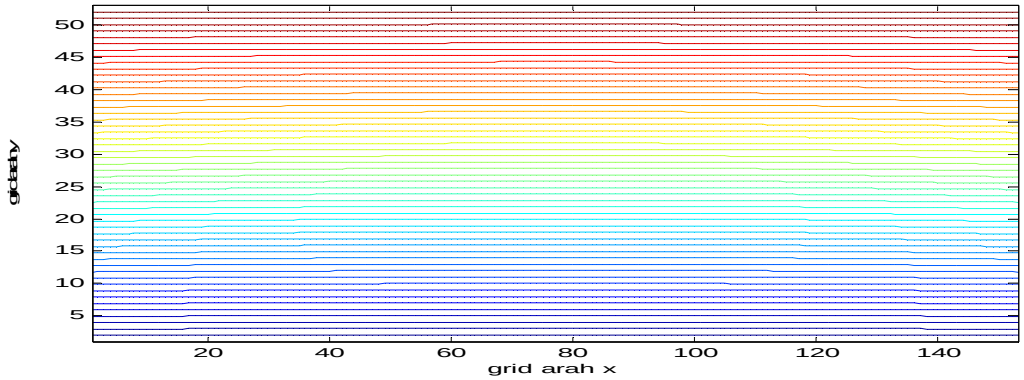
Tiap-tiap harga awal untuk model fluida kasus aliran seragam dengan menggunakan program Matlab 7.1 memberikan hasil yang berbeda untuk kasus yang sama tergantung pada harga awalnya. Hal ini dapat dilihat dari hasil output perhitungan untuk hasil yang persis sama seperti yang perlihatkan pada Gambar 4 untuk

harga awal (Ψ_{awal} =0) dan plot vector arus fluidanya pada Gambar 5.

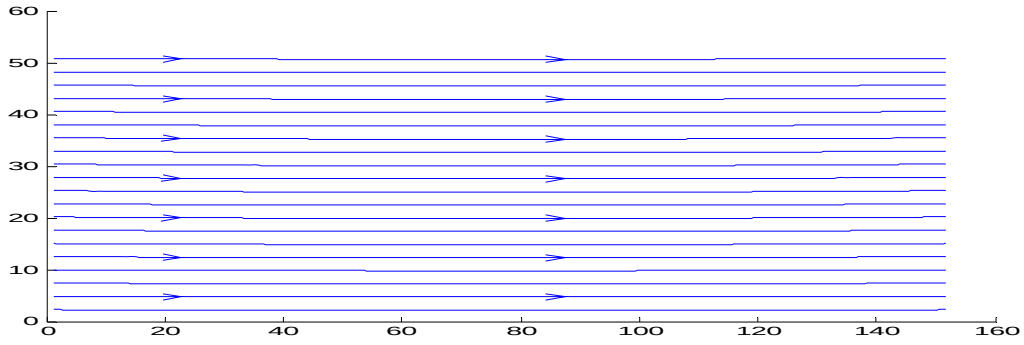
Gambar 6, untuk harga awal (Ψ_{awal} =270) dan vector arusnya adalah seperti yang gambarkan pada Gambar 7. Gambar 8, untuk harga awal (Ψ_{awal} =430) dan vector arusnya adalah seperti yang gambarkan pada Gambar 9, dan Gambar 10 untuk harga awal (Ψ_{awal} =540) dan vector arusnya adalah seperti yang gambarkan pada Gambar 11..



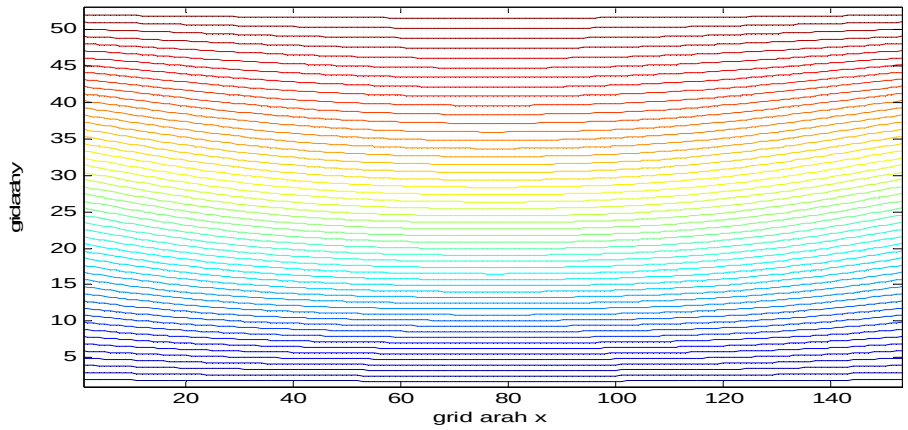
Gambar 5. Output Vektor Arus Untuk Kondisi Awal (Ψ_{awal} =0)



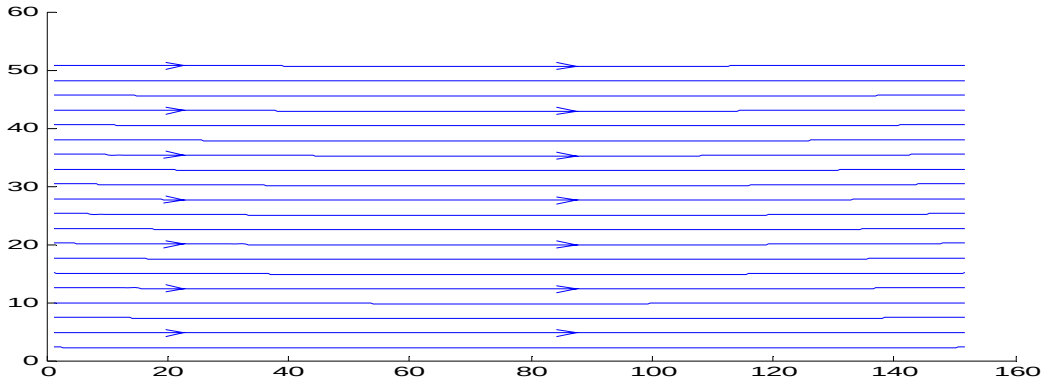
Gambar 6. Output Hasil Pendekatan Numerik Untuk Stream Function dengan Kondisi Awal (Ψ_{awal} =270)



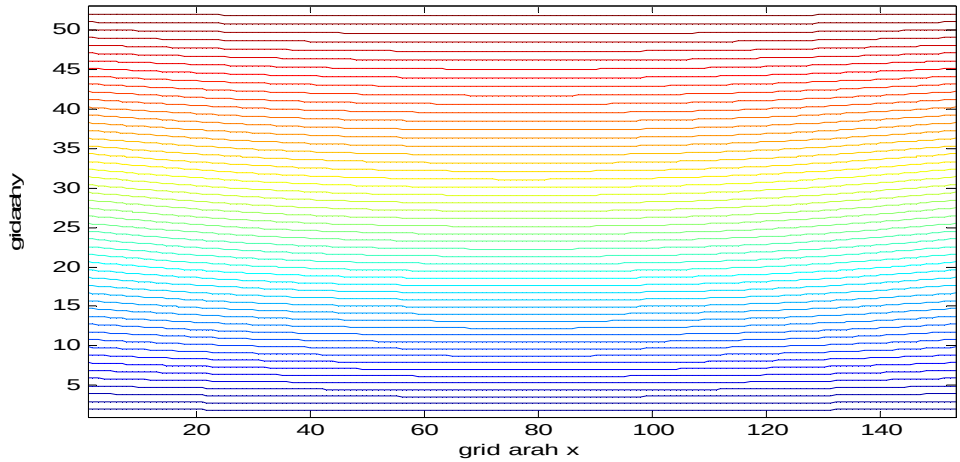
Gambar 7. Output Vektor Arus Untuk Kondisi Awal (Ψ_{awal} =270)



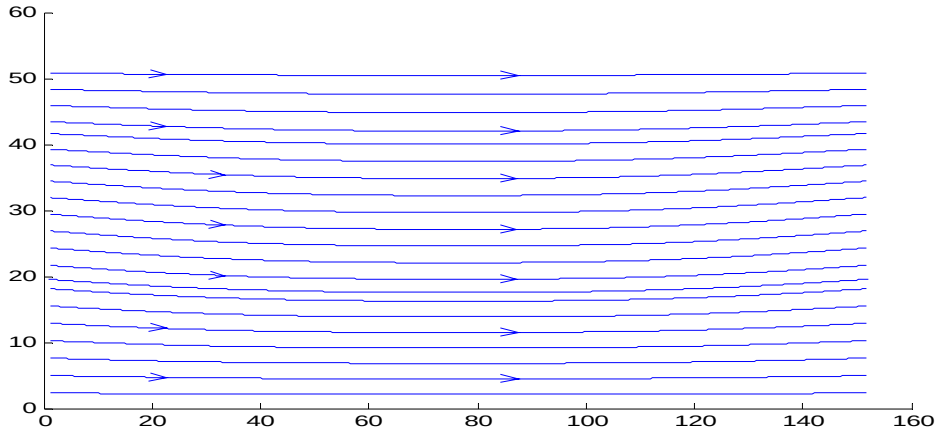
Gambar 8. Output Hasil Pendekatan Numerik Untuk Stream Function dengan Kondisi Awal (Ψ_{awal} =430)



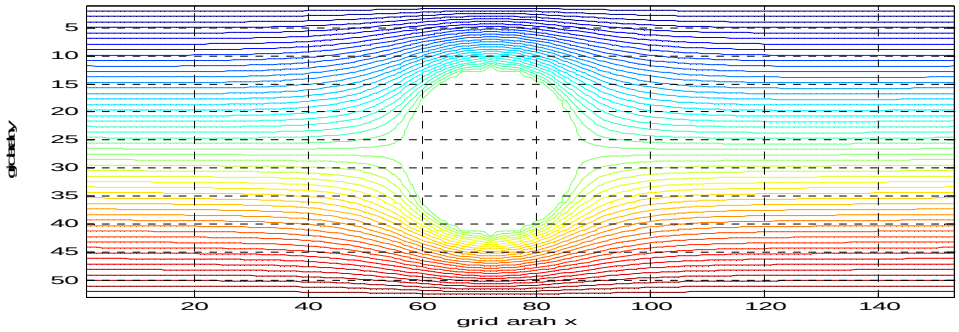
Gambar 9. Output Vektor Arus Untuk Kondisi Awal (Ψ_{awal} =430)



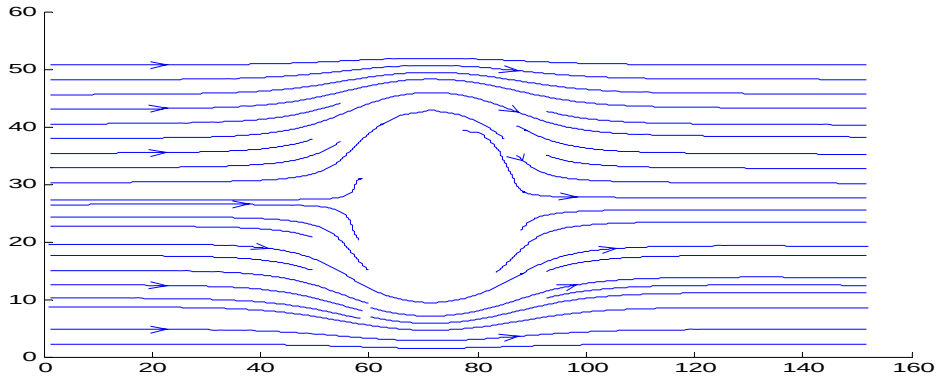
Gambar 10. Output Hasil Pendekatan Numerik Untuk Stream Function dengan Kondisi Awal (Ψ_{awal} =540)



Gambar 11. Output Vektor Arus Untuk Kondisi Awal (Ψ_{awal} =540)



Gambar 12. Output Hasil Pendekatan Numerik Untuk Stream Function Pada Kasus Aliran Fluida Seragam



Gambar 13. Output Vektor Arus Pada Kasus Aliran Fluida Seragam Melewati Tiang Silinder

4.2 Kasus aliran melewati tiang silinder

Salah satu aplikasi dalam penelitian ini adalah pemodelan pada kasus aliran melewati tiang silinder seperti pada Gambar 13.

4.3 Analisis hasil

Hasil penyelesaian dengan menggunakan model eksplisit ini memberikan gambaran bahwa model ini sangat sensitif terhadap syarat batas.

Harga awal yang berbeda juga sangat mempengaruhi hasil analisa, hal ini bisa dilihat dari hasil yang didapatkan dari pemodelan fluida untuk *uniform flow*. Di sana dapat kita lihat perbedaan hasil yang didapatkan ketika harga awalnya dimasukan berbeda mulai Ψ_{awal} =0, 270, 430 dan 540.

5. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan di atas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

a. Cara penanganan syarat batas sangat mempengaruhi hasil perhitungan.
b. Secara umum ketelitian meningkat jika order ketelitian operator beda hingga yang digunakan meningkat.
c. Harga Analisa Awal dari Ψ_{awal} =0, 270, 430 dan 540.

5.2 Saran

a. Mendekati masalah yang terjadi dan memahami algoritmanya.
b. Mencari solusi untuk menyelesaikan masalah yang terjadi.
c. Membuat langkah-langkah pengerjaan untuk mencapai solusi tersebut.
d. Menuangkan langkah-langkah tersebut ke dalam program.
e. Menganalisa *error* dan *running*.

6. Daftar Pustaka

Erwin Kreyszig, 1988, *Advanced Engineering Mathematics*, Prentice Hall, Engelewood Cliffs, New Jersey.

H. R. Vallentine, 1959, *Applied Hydrodynamics*, Butterworth& co (publisher) limited, New Castle.

John D. Anderson, JR, 1995, *Computational Fluid Dynamics*, McGraw-Hill, Inc, New York.

John H. Mathews, Kurtis D. Fink, 1999, *Engineering Numerical Method Using Mat Lab,* Prentice Hall, upper Saddle River.

Joel H. Ferziger, Miovean Peric, 1996, *Computational Fluid Dynamics*, Springer Inc, Verlag Berlin Heidelberg.

Rolf H Sabersky, Allan J. Acosta Edward G Hauptenn, 1964, *Fluid Flow; a First Course in Fluid Mechanics*, Third Edition Macmillan Publishing Company, New York.

Triatmodjo, B., 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.

Tuah, H., 2003, *Hidraulika Pantai*, Penerbit ITB, Program Studi Kelautan ITB Bandung.