

BAB III PEMECAHAN MASALAH

3.1 Metoda Beda Hingga

Metoda beda hingga memperkirakan turunan parsial dalam persamaan-persamaan fisis dengan "perbedaan-perbedaan" diantara nilai *node* pada titik suatu jarak terpisah terhingga. Sehingga persamaan differensial parsial digantikan oleh persamaan aljabar untuk nilai-nilai *node*.

Metoda beda hingga dapat digunakan untuk menghitung harga-harga fungsi arus atau fungsi potensial di titik-titik perpotongan kisi siku-siku yang menutup seluruh domain. Garis-garis arus atau garis-garis potensial digambarkan dengan menginterpolasikan harga-harga fungsi arus atau fungsi potensial yang ditentukan pada titik-titik tersebut.

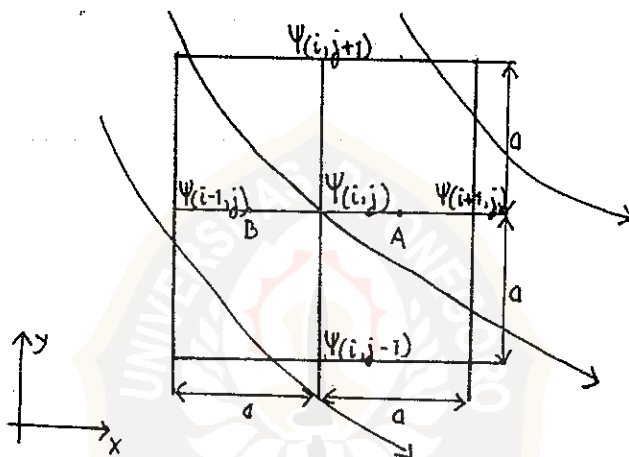
Solusi persamaan Laplace untuk aliran potensial cocok sekali untuk teknik-teknik solusi numerik dengan metoda beda hingga (finite difference). Hasil dari metoda ini merupakan penyelesaian khusus dengan prinsip yang sederhana dan praktis serta dapat disesuaikan dengan perhitungan komputer.

Variabel tidak bebas yang sesuai adalah fungsi aliran yang memenuhi persamaan Laplace :

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = 0 \quad (3.1)$$

bergantung pada nilai-nilai ψ yang diketahui sepanjang sembarang bentuk benda dan nilai $\frac{\partial \psi}{\partial x}$ dan $\frac{\partial \psi}{\partial y}$ yang diketahui dalam aliran bebas.

Teknik beda hingga membagi medan aliran ke dalam *node* ruang yang sama, seperti ditunjukkan dalam Gambar (3.1).



Gambar 3.1 Sketsa definisi dari bentuk numerik persamaan Laplace pada titik perpotongan kisi siku-siku

Subskrip i dan j menunjukkan posisi dari sebarang *node* ruang yang sama, dan $\psi_{i,j}$ merupakan nilai fungsi aliran pada titik *node*.

Suatu perkiraan aljabar untuk turunan $\frac{\partial \psi}{\partial x}$ bila jarak antar titik *node* adalah a , adalah :

$$\text{Untuk titik A : } \left. \frac{\partial \psi}{\partial x} \right|_A = \frac{\psi_{(i+1,j)} - \psi_{i,j}}{a}$$

$$\text{Untuk titik B : } \left. \frac{\partial \psi}{\partial x} \right|_B = \frac{\psi_{i,j} - \psi_{(i-1,j)}}{a}$$

Perkiraan yang sama untuk turunan kedua, adalah :

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} &= \frac{\left. \frac{\partial \psi}{\partial x} \right|_A - \left. \frac{\partial \psi}{\partial x} \right|_B}{a} \\ &= \frac{\psi_{i+1,j} + \psi_{i-1,j} - 2\psi_{i,j}}{a^2} \dots\dots\dots (3.2)\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk arah y, diperoleh:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = \frac{\psi_{(i,j+1)} + \psi_{(i,j-1)} - 2\psi_{(i,j)}}{a^2} \dots\dots\dots (3.3)$$

Bila persamaan (3.2) dan (3.3) disubstitusikan ke dalam persamaan Laplace (3.1), hasilnya adalah rumus aljabar :

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = \frac{\psi_{(i+1,j)} + \psi_{(i,j+1)} + \psi_{(i-1,j)} + \psi_{(i,j-1)} - 4\psi_{(i,j)}}{a^2}$$

Karena, $\nabla^2 \psi = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = 0$

Maka,

$$\psi_{(i+1,j)} + \psi_{(i,j+1)} + \psi_{(i-1,j)} + \psi_{(i,j-1)} - 4\psi_{(i,j)} = 0 \quad (3.4)$$

Model beda hingga persamaan Laplace menyatakan bahwa setiap nilai fungsi aliran *node* $\psi_{i,j}$ merupakan suatu gabungan dari empat tetangga yang terdekat.

Persamaan (3.4) menjadi :

$$\psi_{i,j} = \frac{1}{4} (\psi_{i,j+1} + \psi_{i,j-1} + \psi_{i+1,j} + \psi_{i-1,j}) \quad (3.5)$$

Sehingga untuk kisi bujursangkar, nilai setiap *node* sama dengan rata-rata aritmetik dari empat tetangganya yang ditunjukkan dalam (Gambar 3.1).

Penggunaan notasi subskrip memperkenalkan rumus ini diprogram secara langsung ke dalam bahasa komputer. Jika $A(I,J)$ merupakan variabel fungsi aliran, pernyataan bahasa pemrograman komputer dari persamaan (3.5) adalah

$$A(I,J) = 0.25 * (A(I,J+1) + A(I,J-1) + A(I+1,J) + A(I-1,J)) \quad (3.6)$$

Persamaan ini diterapkan dengan cara iteratif masing-masing *node* dalam (I,J) dengan mengetahui nilai A yang ditetapkan untuk *node* dalam $A(I,J)$ dan proses iterasi akan bergabung pada penyelesaian akhir aljabar dalam bilangan terhingga.

Informasi yang cukup harus diperoleh mengenai seluruh batas-batasnya, termasuk batas-batas aliran dalam dan aliran luar. Batasan aliran dalam dan aliran luar merupakan garis-garis yang berpotongan dimana kecepatannya konstan. Biasanya garis-garis ini merupakan garis-garis ekuipotensial.

3.2 Penggambaran Jaring Aliran

Teknik beda hingga membagi medan aliran ke dalam *node* ruang yang sama. Pembagian ini membentuk kisi-kisi bujursangkar. Kisi-kisi itu dihubungkan pada titik-titik *node* yang dipakai bersama dan secara keseluruhan akan mendekati bentuk benda yang sebenarnya.

Pembagian suatu medan aliran menjadi kisi-kisi bujursangkar dan titik-titik *nodenya* adalah langkah awal dari metoda ini. Pembagian medan aliran melibatkan penentuan dari nomor, ukuran dan bentuk dari kisi-kisi yang digunakan untuk menggambar model dari benda yang sesungguhnya. Keseluruhan kisi-kisi ini merupakan jaring aliran yang menyatakan garis-garis ekuipotensial dan garis-garis alir.

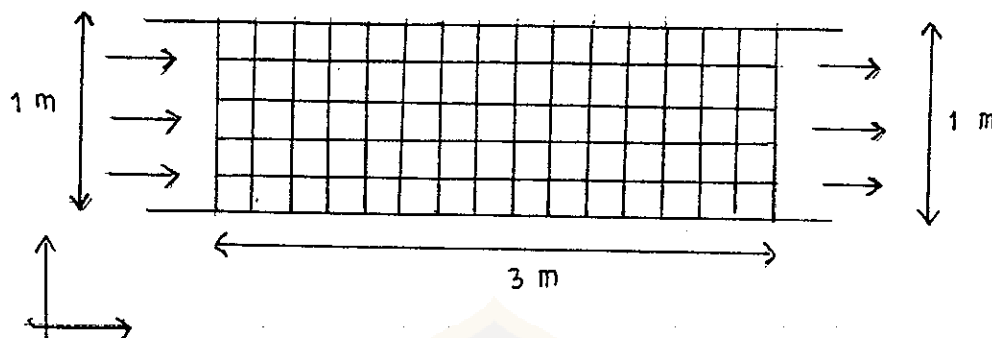
Langkah-langkah yang diambil untuk penggambaran jaring aliran, yaitu :

1. Membagi medan aliran pada benda menjadi kisi-kisi bujursangkar.
2. Menentukan nomor titik-titik *node* sebagai koordinatnya. Dimana titik-titik *node* terletak pada titik potong garis-garis dari kisi bujursangkar.

Akan ditunjukkan penggambaran jaring aliran dari lima model saluran yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini.

1. Model saluran lurus

Untuk model saluran yang lurus, bentuk jaring aliran ditunjukkan pada Gambar (3.2).

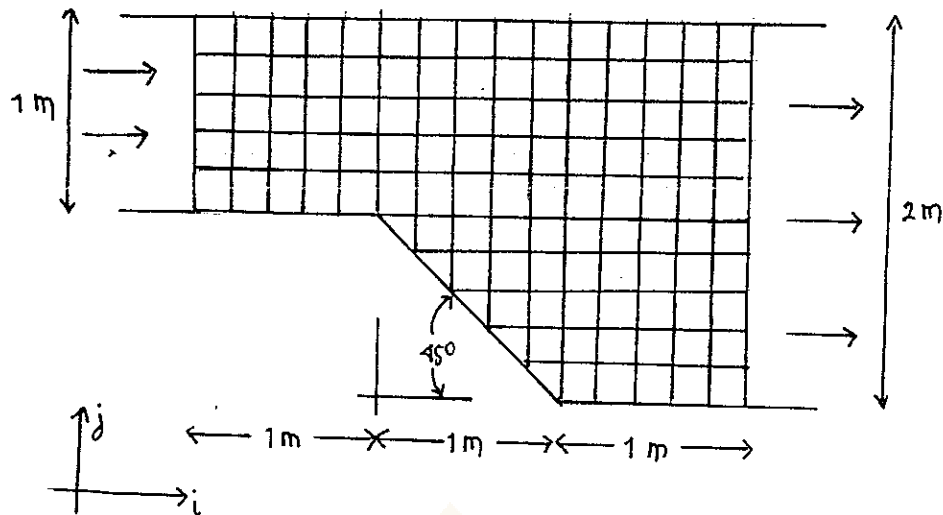


Gambar 3.2 Jaring aliran pada model saluran lurus

Dimisalkan, lebar saluran aliran fluida masuk dan keluar adalah 1 meter. Panjang penampang saluran adalah 3 meter. Kemudian penampang saluran dibagi menjadi kisi-kisi bujursangkar dengan jarak antar titik *node* adalah 0,2 meter. Dari data-data tersebut diperoleh jala dengan jumlah *node* batas adalah 40 *node* dan jumlah *node* dalam adalah 56 *node*.

2. Model pembesaran saluran

Untuk model saluran yang mengalami pembesaran pada bagian hilir, bentuk jaring aliran ditunjukkan pada Gambar (3.3).

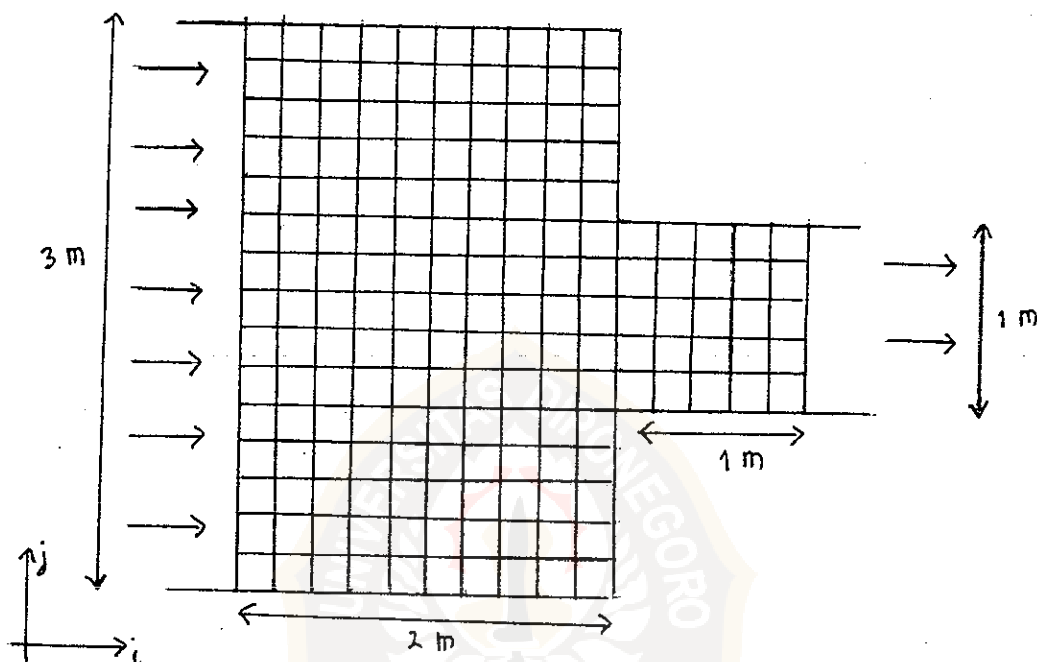


Gambar 3.2 Jaringan aliran pada model pembesaran saluran

Dimisalkan saluran yang mengalami pembesaran, dengan besarnya pemuaihan adalah 45° . Lebar saluran pada aliran fluida masuk adalah 1 meter dan lebar saluran pada aliran fluida keluar adalah 2 meter. Lihat Gambar (3.3). Panjang penampang atas saluran adalah 3 meter dan panjang penampang bawah saluran masing-masing 1 meter. Dimisalkan jarak antara kisi adalah 20 cm, maka harga $a = 0,2\text{m}$. Kemudian penampang saluran dibagi menjadi kisi-kisi bujursangkar dengan jarak antara titik *node* adalah 0,2 meter. Dari data-data tersebut maka akan diperoleh jala (kisi-kisi) dengan jumlah *node* batas adalah 45 *node* dan jumlah *node* dalam adalah 91 *node*.

3. Model penyempitan saluran

Untuk model saluran yang mengalami penyempitan pada bagian hilir, bentuk jaring aliran ditunjukkan pada Gambar (3.4).



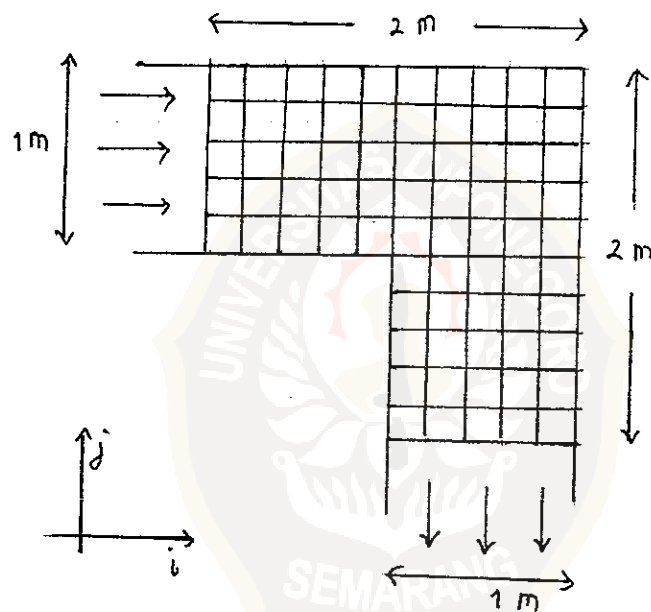
Gambar 3.4 Jaring aliran pada model penyempitan saluran

Dimisalkan saluran yang mengalami penyempitan, dengan lebar saluran pada aliran fluida masuk sebesar 3 meter dan lebar saluran aliran fluida keluar sebesar 1 meter, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar (3.4). Panjang penampang aliran masuk adalah 2 meter dan panjang penampang aliran keluar adalah 1 meter. Dimisalkan jarak antara kisi adalah 20 cm, yaitu $\Delta x = \Delta y = 0,2$ meter. Kemudian penampang saluran dibagi menjadi kisi-kisi bujursangkar dengan jarak antar titik *node* adalah 0,2 meter. Dari data-data tersebut diperoleh jala (kisi)

dengan jumlah *node* batas adalah 60 *node* dan jumlah *node* dalam adalah 146 *node*.

4. Model pembelokkan saluran

Untuk model saluran yang mengalami pembelokkan pada bagian hilir, bentuk jaring aliran ditunjukkan pada Gambar (3.5).



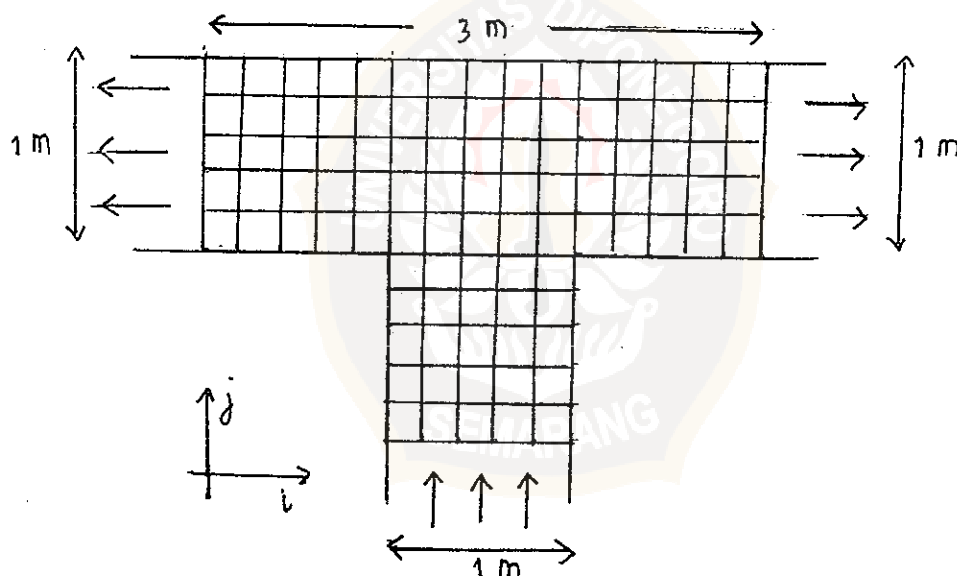
Gambar 3.5 Jaring aliran pada model pembelokkan saluran

Dimisalkan saluran yang mengalami pembelokkan saluran, dengan lebar saluran aliran fluida masuk adalah 1 meter dan lebar saluran pada aliran fluida keluar adalah 1 m. Lihat Gambar (3.5). Panjang penampang atas saluran adalah 2 meter dan panjang penampang bawah saluran adalah 1 meter. Dimisalkan jarak antara kisi adalah 20 cm, maka harga $\Delta x = \Delta y = 0,2$ meter. Kemudian penampang saluran dibagi

menjadi kisi-kisi bujursangkar dengan jarak antara titik *node* adalah 0,2 m. Dari data-data tersebut maka akan diperoleh jala (kisi-kisi) dengan jumlah *node* batas adalah 38 *node* dan jumlah *node* dalam adalah 52 *node*.

5. Model percabangan saluran

Untuk model saluran yang mengalami percabangan pada bagian hilir, bentuk jaring aliran ditunjukkan pada Gambar (3.6).



Gambar 3.6 Jaring aliran pada model percabangan saluran

Dimisalkan, lebar saluran aliran fluida masuk adalah 1 meter dan lebar saluran pada aliran keluar masing-masing 1 meter. Panjang penampang atas saluran adalah 3 meter dan panjang penampang saluran bawah masing-masing 1 meter. Jarak antar kisi 25 cm, maka $\Delta x = \Delta y = 0,25$ meter. Kemudian

penampang saluran dibagi menjadi kisi-kisi bujursangkar dengan jarak antar titik *node* adalah 0,25 meter. Dari data-data tersebut diperoleh jala dengan jumlah *node* batas adalah 40 *node* dan jumlah *node* dalam adalah 45 *node*.

3.3 Penentuan Harga Awal Fungsi Aliran di Setiap Titik

Setelah membagi medan aliran menjadi kisi-kisi bujursangkar. Setiap titik *node* yang diperoleh perlu diberi nilai awal, dimana nilai tiap titik *node* merupakan nilai fungsi aliran (ψ) pada titik tersebut.

Urutan prosedur ini adalah :

- 1) Batas-batas yang diketahui digambarkan pada skala yang telah ditentukan. Kemudian dipilih harga ψ pada batas garis alir yang menguntungkan untuk perhitungan.
- 2) Dari gambar jaringan aliran, pada setiap perpotongan rusuknya (disebut "titik *node*") dimasukkan harga perkiraan untuk ψ pada titik tersebut. Harga perkiraan ini hanya berpengaruh pada jumlah operasi perhitungan (iterasi). Biasanya distribusi harga ψ pada dinding memiliki nilai perubahan yang sama sedangkan pada bagian dalam sesuai dengan ketelitian yang diberikan.
- 3) Untuk menentukan harga titik *node* digunakan bentuk

$$\psi_{(i,j)} = (\psi_{(i,j-1)} + \psi_{(i,j+1)} + \psi_{(i+1,j)} + \psi_{(i-1,j)})/4$$

yang dilakukan secara iteratif sampai semua harga titik *node* memenuhi persamaan tersebut.

- 4) Penentuan harga perkiraan ψ untuk suatu titik *node* berpengaruh untuk keempat titik *node* di sekitarnya, kecuali untuk *node-node* yang di tepi yang hanya memiliki 2 atau 3 *node* di sekitarnya.
- 5) Garis alir digambarkan berdasarkan harga ψ yang telah diperoleh dan digambar berdasarkan skala yang telah ditetapkan pada langkah (1).
- 6) Dengan menggunakan persamaan (2.28), harga kecepatan di suatu titik dapat diketahui.

$$v = \frac{d\psi}{dn}$$

dimana :

V adalah kecepatan pada titik yang dicari, $d\psi$ adalah selisih harga fungsi alir dari titik yang dicari dan dn adalah beda jarak antara titik *node*.

- 7) Dengan memasukkan harga kecepatan ke persamaan (2.29), harga tekanan pada suatu titik dapat diketahui.

$$\left(\frac{1}{2} \rho V_1 \right)^2 + P_1 = \left(\frac{1}{2} \rho V_2 \right)^2 + P_2$$

dimana:

V_1 adalah kecepatan awal dari aliran fluida, P_1 adalah tekanan awal dari aliran fluida dan ρ adalah massa jenis fluida. Sedangkan P_2 dan V_2 adalah tekanan dan kecepatan aliran fluida pada titik yang dicari.

Contoh pemberian nilai awal untuk fungsi aliran dari lima model saluran yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini.

1. Model saluran lurus

Dimisalkan aliran fluida masuk pada kecepatan seragam 10 m/detik, dengan lebar saluran masuk 1 meter, sedangkan lebar saluran keluar adalah 1 meter, maka kecepatan aliran keluar pada kecepatan seragam adalah :

$$V_i \cdot n_i = V_o \cdot n_o$$

$$10 \text{ m/detik} \cdot 1 \text{ m} = V_o \cdot 1 \text{ m}$$

$$V_o = 10 \text{ m/detik}$$

Besarnya kecepatan aliran masuk dan kecepatan aliran keluar ini diperlukan sebagai acuan dalam menentukan nilai awal fungsi aliran.

10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Gambar 3.7 Nilai awal titik node fungsi aliran pada model saluran lurus

Dengan menggunakan jala (mesh) yang ditunjukkan pada Gambar (3.2), nilai awal fungsi aliran dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\psi_{(i,j)} = \frac{V_i}{5} \times (j-1)$$

dengan $j = 1$ sampai 6

2. Model pembesaran saluran

Dimisalkan aliran fluida masuk pada kecepatan seragam 10 m/detik dengan lebar saluran 1 meter, sedangkan lebar saluran keluar 2 meter, maka kecepatan aliran keluar pada kecepatan seragam adalah :

$$\begin{aligned} V_i \cdot n_i &= V_o \cdot n_o \\ 10 \text{ m/det} \cdot 1 \text{ m} &= V_o \cdot 2 \text{ m} \\ V_o &= 5 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

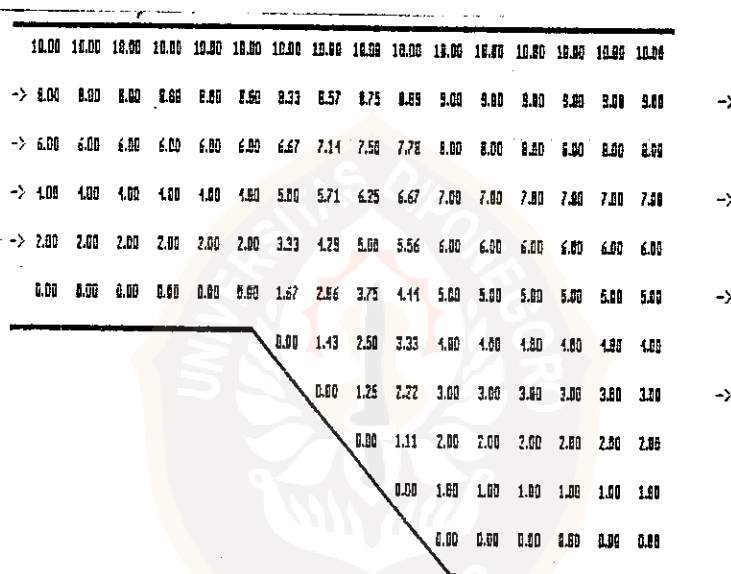
dimana :

- V_i = kecepatan aliran fluida masuk
- n_i = lebar saluran masuk
- V_o = kecepatan aliran fluida keluar
- n_o = lebar saluran keluar

Dengan menggunakan jala (mesh) yang ditunjukkan dalam Gambar (3.3), dimisalkan nilai fungsi aliran adalah nol disepanjang dinding bawah dan 10 m²/detik persatuan kedalaman di sepanjang dinding atas. Pada lubang masuk dan lubang keluar, fungsi aliran ditentukan secara linier untuk menghasilkan kecepatan seragam berdasarkan persamaan berikut :

Lubang masuk : $\psi_{(1,j)} = \frac{V_i}{5} \times (j-1)$
dengan $j = 2$ sampai 5

Lubang keluar : $\psi_{(10,j)} = \frac{V_i}{10} \times (j-1)$
dengan $j = 2$ sampai 10



Gambar 3.8 Nilai awal titik node fungsi aliran pada model pembesaran saluran

3. Model penyempitan saluran

Dimisalkan aliran fluida masuk pada kecepatan seragam 10 m/detik, dengan lebar saluran 3 meter sedangkan lebar saluran keluar 1 meter, maka kecepatan aliran keluar, adalah :

$$V_i \cdot n_i = V_o \cdot n_o$$

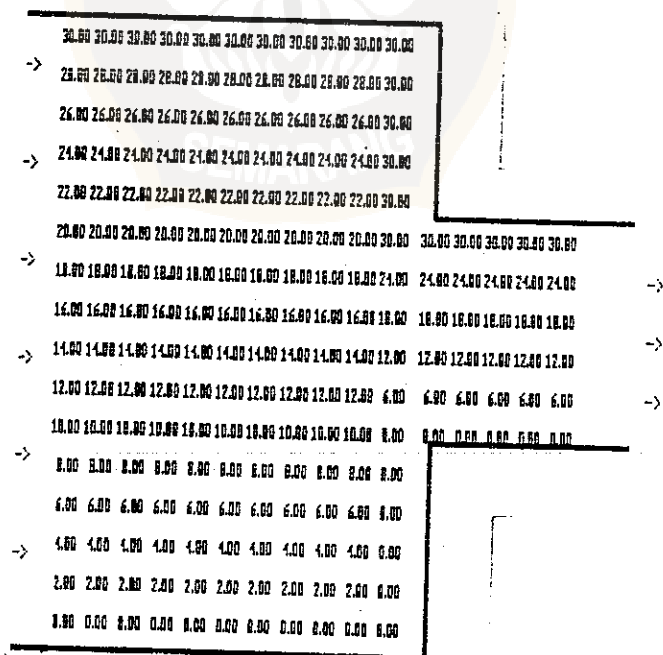
$$10 \text{ m/det} \cdot 3 \text{ m} = V_o \cdot 1 \text{ m}$$

$$V_o = 30 \text{ m/detik}$$

Dengan menggunakan jala (mesh) yang ditunjukkan dalam Gambar (3.4), dimisalkan nilai fungsi aliran adalah nol disepanjang dinding bawah dan fungsi aliran sama dengan $30 \text{ m}^2/\text{detik}$ di sepanjang dinding atas. Fungsi aliran untuk lubang masuk dan lubang keluar ditentukan oleh persamaan :

Lubang masuk : $\psi_{(1, j)} = V_i \times 3 \times \frac{(j-1)}{15}$
 dengan $j = 2$ sampai 15

Lubang keluar : $\psi_{(15, j)} = V_i \times 3 \times \frac{(j-1)}{5}$
 dengan $j = 2$ sampai 5



Gambar 3.9 Nilai awal titik node fungsi aliran pada model penyempitan saluran

4. Model pembelokkan saluran

Dimisalkan aliran fluida masuk pada kecepatan seragam 10 m/detik dengan lebar saluran 1 meter, sedangkan lebar saluran keluar 1 meter juga, maka kecepatan aliran keluar pada kecepatan seragam adalah :

$$V_i \cdot n_i = V_o \cdot n_o$$

$$10 \text{ m/detik} \cdot 1 \text{ m} = V_o \cdot 1 \text{ m}$$

$$V_o = 10 \text{ m/detik}$$

Dengan menggunakan jala (mesh) yang ditunjukkan dalam Gambar (3.5), dimisalkan nilai fungsi aliran adalah nol disepanjang dinding bawah saluran atas dan disepanjang dinding sisi kiri saluran bawah. Sedangkan nilai fungsi aliran sama dengan $10 \text{ m}^2/\text{detik}$ disepanjang dinding atas saluran atas dan disepanjang dinding sisi kanan saluran bawah. Fungsi aliran untuk lubang masuk dan lubang keluar ditentukan oleh persamaan berikut ini :

$$\text{Lubang masuk} : \psi_{(1, j)} = \frac{V_i}{5} \times (j-5)$$

dengan $j = 6$ sampai 10

$$\text{Lubang keluar} : \psi_{(i, 1)} = \frac{V_i}{5} \times (i-6)$$

dengan $i = 7$ sampai 10

10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
8.00	8.20	8.40	8.60	8.80	9.00	9.20	9.40	9.60	9.80	10.00	10.00
6.00	6.40	6.80	7.20	7.60	8.00	8.40	8.80	9.20	9.60	10.00	10.00
4.00	4.40	4.80	5.20	5.60	6.00	6.40	6.80	7.20	7.60	8.00	8.00
2.00	2.80	3.60	4.40	5.20	6.00	6.80	7.60	8.40	9.20	10.00	10.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	6.40	7.60	8.80	10.00	10.00
					0.00	4.40	5.60	6.80	8.00	10.00	10.00
					0.00	3.60	4.80	6.00	7.20	10.00	10.00
					0.00	2.80	4.00	5.20	6.40	10.00	10.00
					0.00	2.00	3.20	4.40	5.60	10.00	10.00

Gambar 3.10 Nilai awal titik node fungsi aliran pada model pembelokkan saluran

5. Model percabangan saluran

Dimisalkan aliran fluida masuk pada kecepatan seragam 10 m/detik, dengan lebar saluran 1 meter, sedangkan lebar saluran keluar masing-masing 1 meter, maka kecepatan aliran keluar pada kecepatan seragam adalah :

$$V_i \cdot n_i = V_{o1} \cdot n_{o1} + V_{o2} \cdot n_{o2}$$

$$10 \text{ m/det} \cdot 1 \text{ m} = V_{o1} \cdot 1 \text{ m} + V_{o2} \cdot 1 \text{ m}$$

$$V_{o1} = V_{o2} = 5 \text{ m/det}$$

Dengan menggunakan jala yang ditunjukkan pada Gambar (3.6), dimisalkan nilai fungsi aliran adalah nol di

sepanjang dinding bawah dan fungsi aliran sama dengan 5 m²/detik per satuan kedalaman di sepanjang dinding atas. Untuk lubang masuk dan lubang keluar, fungsi aliran ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\text{Lubang masuk : } \psi_{(i,1)} = \frac{V_i}{4} \times (i-1)$$

dengan $i = 1$ sampai 3

$$\text{Lubang keluar : } \psi_{(1,j)} = \frac{V_i}{8} \times (j-1)$$

$$\psi_{(13,j)} = \frac{V_i}{8} \times (j-1)$$

dengan $j = 1$ sampai 5

<-	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	->
	3.75	3.94	4.13	4.31	4.50	4.69	5.00	4.69	4.50	4.31	4.13	3.94	3.75	
	2.50	2.88	3.25	3.63	4.00	4.38	5.00	4.38	4.00	3.63	3.25	2.88	2.50	
	1.25	1.81	2.38	2.94	3.50	4.06	5.00	4.06	3.50	2.94	2.38	1.81	1.25	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.75	5.00	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	3.44	5.00	3.44	0.00			
							0.00	3.13	5.00	3.13	0.00			
							0.00	2.81	5.00	2.81	0.00			
							0.00	2.50	5.00	2.50	0.00			
							↑	↑	↑					

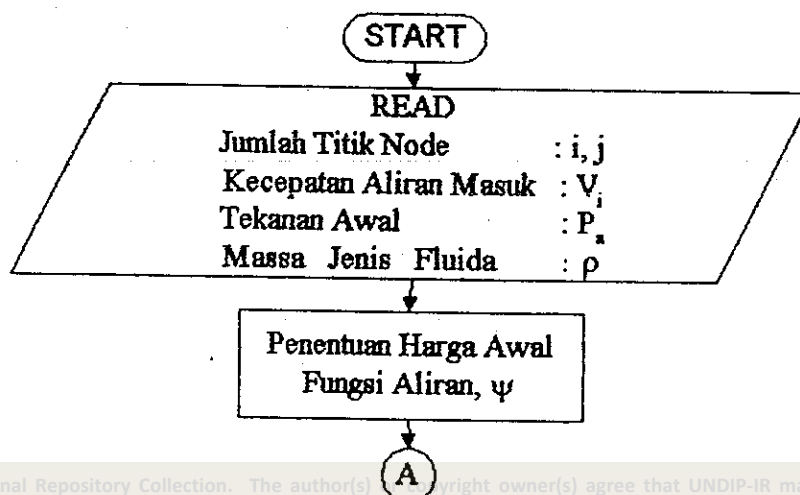
Gambar 3.11 Nilai awal titik node fungsi aliran pada model percabangan saluran

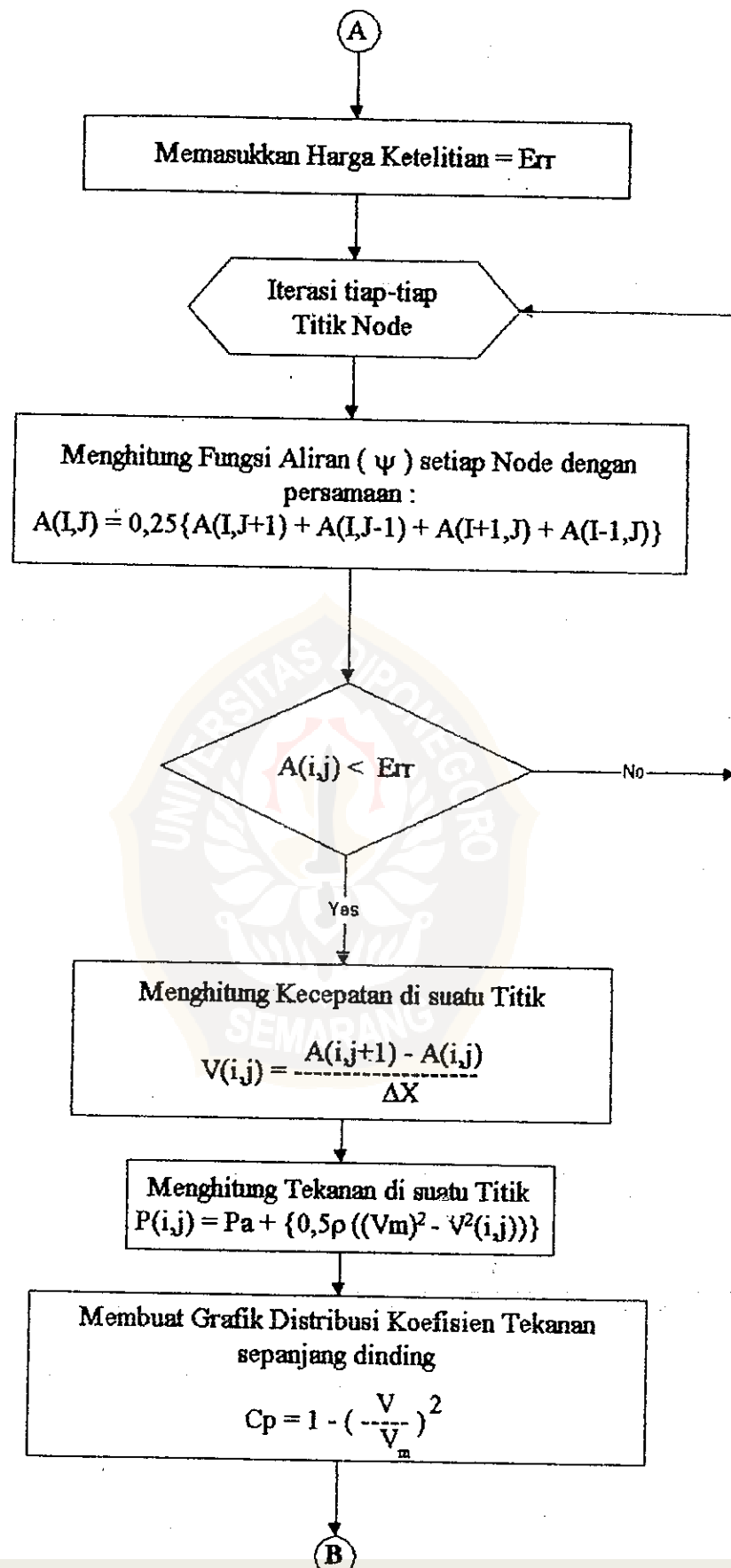
Semua nilai-nilai awal fungsi aliran ini dimasukkan ke dalam program komputer. Tebakan awal nilai ψ untuk titik-titik dalam ditentukan, kemudian program dimulai pada sembarang titik yang sesuai, dan mengevaluasi persamaan (3.6) pada setiap titik dalam. Ulangi lagi secara iteratif sehingga tidak ada lagi perubahan-perubahan dalam nilai *node*. Hasilnya adalah simulasi beda hingga pada aliran potensial untuk ukuran jala dari masing-masing saluran.

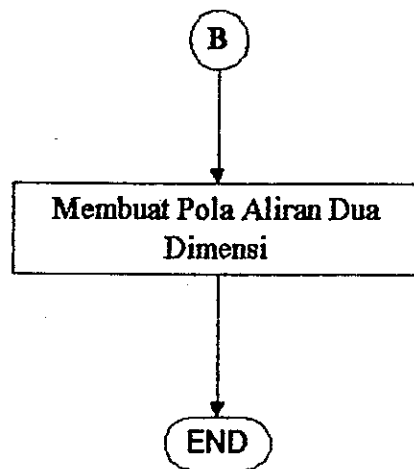
3.4 Penggunaan Program Komputer dalam Memecahkan Masalah

Penentuan nilai-nilai fungsi aliran (ψ) secara manual adalah sangat tidak praktis. Karena adanya proses iterasi yang dilakukan berulang kali hingga nilai-nilai fungsi aliran (ψ) memenuhi persamaan (3.6). Dengan bantuan komputer nilai-nilai fungsi aliran (ψ) dapat dihitung dengan cepat.

Secara garis besar, program komputer untuk pemecahan masalah ini dapat digambarkan sebagai berikut :







Gambar 3.12 Diagram alir program utama secara garis besar

Sebagai masukan pertama yang diperlukan program adalah jumlah titik *node*, kecepatan masuk aliran fluida, tekanan pada aliran masuk dan massa jenis fluida. Penting untuk menentukan harga mula-mula nilai fungsi aliran yang akan dievaluasi secara iteratif sesuai ketelitian yang diinginkan.

Langkah selanjutnya adalah iterasi per titik *node*. Hingga persamaan (3.6) dipenuhi di mana-mana. Setelah harga titik-titik *node* diperoleh, harga kecepatan dan tekanan di setiap titik dapat dihitung. Bagian terakhir dari program ini adalah pembentukan pola aliran dua dimensi yang merupakan visualisasi dari harga-harga fungsi aliran tertentu.

Pemakaian bahasa pemrograman TURBO PASCAL versi 7.0 sangat membantu di dalam menyelesaikan masalah ini.