BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Kualitas Air

Air yang sehat adalah air yang memenuhi persyaratan kualitas air yang mencakup parameter fisika, kimia dan biologi. *Parameter fisika* merupakan parameter yang dapat ditetapkan dengan cara pengukuran secara fisis seperti kekeruhan, salinitas, daya hantar listrik, bau, suhu, lumpur dan lain-lain. *Parameter kimia* merupakan parameter yang paling dominan dalam mengukur kondisi badan air akibat buangan industri. Barangkali parameter inilah yang paling banyak menciptakan pencemaran dan bahaya terhadap lingkungan. Parameter ini meliputi parameter kimia organik (minyak dan lemak, pestisida, hidrokarbon, protein, fenol) dan kimia anorganik (PH, BOD, COD, kesadahan, nitrat, nitrit, phospat, air raksa dan lain-lain). *Parameter biologi* merupakan parameter yang berhubungan dengan kehadiran jasad renik seperti bakteri yang bersifat patogen, parasitik maupun sebagai penghasil racun terutama yang berasal dari limbah domestik dan rumah sakit yang dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan dan merupakan bahaya langsung yang mempengaruhi kesehatan manusia. Parameter ini meliputi jenis-jenis bakteri, maupun organisme patogen.

Setiap penggunaan memiliki kualitas dan kuantitas air yang khusus. Klasifikasi penggunaan air yang diurutkan berdasarkan skala adalah sebagai berikut :

a. Penggunaan air bersih rumah tangga

b. Penyediaan air bersih

c. Kolam pemancingan

d. Irigasi

e. Rekreasi dan kesenangan

f. Transportasi

g. Tempat pembuangan air limbah

3.2 Pencemar Yang diteliti

3.2.1. BOD

BOD yaitu banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme pada waktu melakukan proses dekomposisi bahan organik yang ada di perairan (Sutrisno, 1991). BOD merupakan parameter yang umum dipakai untuk menentukan besarnya pencemaran oleh bahan-bahan organik air buangan. Nilai BOD perairan dipengaruhi oleh suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba, serta jenis dan kandungan bahan organik. Semakin banyak zat organik, semakin besar kebutuhan oksigen maka semakin besar pula nilai BODnya. Keberadaan bahan organik dapat berasal dari alam ataupun dari aktivitas rumah tangga dan industri.

3.2.2 TSS

TSS atau total residu terdiri dari bahan terlarut *(Desolved solid)* dan tidak terlarut *(Suspended solid)* yang ada di air. Adanya solid di air menyebabkan kualitas air tidak baik. Dalam pengukuran *total solid* dengan cara pengeringan sampel pada temperatur tertentu. Sampel yang telah tercampur baik ditempatkan di mangkok, kemudian dipanaskan 103°-150°C sampai air menguap seluruhnya. Adapun perbedaan berat mangkok sebelum dan sesudah menunjukkan perbedaan antara *total solid* dengan *dissolved solid* (Sutrisno, 1991). Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan menjadi zat padat terapung yang bersifat organik dan anorganik (Alaert dan Simestri, 1987).

3.3. Metode Penyebaran Polutan

3.3.1. Diferensial Parssiil

Dari beberapa bentuk persamaan Diferensial Pasiil salah satunya adalah pesamaan parabola. Persamaanyang mengandung waktu sebagai variable bebas biasanya termasuk dalam persamaan parabola. Persamaan parabola yang paling sederhana adalah perambatan panas dan difusi polutan.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad \text{...(3.1)}$$

Dalam persamaan perambatan panas, T adalah temperature, K adalah koefisien konduktivitas sedang t dan x adalah waktu dan jarak. Pada persamaan difusi polutan, variable T adalah konsentrsi polutan sedang K adalah koefisien difusi turbulen. (Triatmojo, 1998)

Penyelesaian dari persamaan tersebut adalah mencari konsentrasi polutan T untuk nilai x pada setiap waktu t.

3.3.1. Deret Taylor

Deret Taylor merupakan formulasi matematika yang banyak digunakan untuk mengekpresikan suatu fungsi dari suatu titik berdasarkan fungsi tersebut di titik dekatnya.

Jika suatu titik fungsi $f(x)$ diketahui di titik xi dan semua turunan dari f terhadap x diketahui pada titik tersebut, maka dengan deret Taylor dapat dinyatakan nilai f pada titik $xi + 1$ yang terletak pada jarak Δx dari titik xi. Bentuk umum dari deret Taylor adalah sebagai berikut :

$$f(x_{i+1}) = f(x_i) + f'(x_i)\frac{\Delta x}{1!} + f''(x_i)\frac{\Delta x^2}{2!} + f'''(x_i)\frac{\Delta x^3}{3!}$$

$$+ \dots\dots\dots + f^n(x_i)\frac{\Delta x^n}{n!} + Rn \dots\dots\dots (3.2)$$

Dengan :

$f(x_i)$ = Fungsi di titik x_i

$f(x_{i+1})$ = Fungsi di titik x_{i+1}

$f', f'', \dots f^n$ = Turunan pertama, kedua, ..., ke n dari fungsi.

Δx = Jarak antar x_i dan x_{i+1}

Rn = Kesalahan pemotongan

! = Operator Faktorial, misalkan bentuk 3!=1x2x3, 4!= 1x2x3x4

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1 dan persamaan (3.1) disebut persamaan diferensial maju order satu karena menggunakan data pada titik xi+1 dan xi untuk memperhitungkan diferensial. Jika data yang digunakan adalah di titik xi-1 dan xi, disebut deferensial mundur, dan persamaan (3.1) menjadi :

$$f(x_{i-1}) = f(x_i) - f'(x_i)\frac{\Delta x}{1!} - f''(x_i)\frac{\Delta x^2}{2!} - f'''(x_i)\frac{\Delta x^3}{3!} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.3)$$

Dalam persamaan (3.1) kesalahan pemotongan *Rn* diberikan oleh persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rn} = f^{n+1}(x_i)\frac{\Delta x^{n+1}}{(n+1)!} + f^{n+2}(x_i)\frac{\Delta x^{n+2}}{(n+1)!} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.4)$$

Persamaan (3.1) yang memperhitungkan suku banyak tidak hingga akan memberikan nilai dan suatu fungsi susunan dengan penyelesaian analitisnya, akan tetapi karena sulit untuk memperhitungkan dari semua suku maka hanya akan diambil beberapa suku untuk memperhitungkan nilai pendekatannya yaitu sebagai berikut :

1. Memperhitungkan satu suku pertama (order nol)

   $$f(x_{i+1}) \approx f(x_i)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.5)$$

   Pada persamaan (3.4) disebut sebagai order perkiraan order nol, nilai f pada titik x_{i+1} sama dengan harga pada titik x_i. Perkiraan tersebut benar jika fungsi yang diperkirakan adalah suatu konstan. Jika fungsi tidak konstan harus memperhitungkan suku berikutnya dari deret Taylor.

2. Memperhitungkan dua suku pertama (order satu)

   Bentuk deret Taylor order satu yang memperhitungkan dua suku pertama dapat ditulis dalam bentuk :

$$f(x_{i+1}) = f(x_i) + f'(x_i)\frac{\Delta x}{1!} \quad \text{.......................................(3.6)}$$

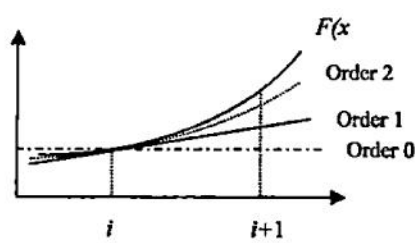
Persamaan (3.5) merupakan suatu garis lurus (naik/turun), perkiraan ini benar apabila fungsi merupakan garis lurus.

3. Memperhitungkan tiga suku pertama (order dua)

   Deret Taylor yang memperhitungksan tiga suku pertama dari ruas kanan dapat ditulis :

$$f(x_{i+1}) = f(x_i) + f'(x_i)\frac{\Delta x}{1!} + f''(x_i)\frac{\Delta x}{2} \quad \text{...................................(3.7)}$$

   Persamaan (3.6) merupakan suatu garis lengkung. Apabila fungsi mempunyai suatu bentuk sembarang, perkiraan order dua ini memberikan hasil yang lebih baik dibanding dua perkiraan sebelumnya. Gambar (3.1) menunjukkan perkiraan suatu fungsi berdasarkan deret Taylor (Triatmodjo,1998).



Gambar 3.1. Perkiraan suatu fungsi dengan deret Taylor

4. Kesalahan pemotongan.

   Deret Taylor akan memberikan perkiraan suatu fungsi dengan benar jika semua suku deret Taylor tersebut diperhitungkan. Dalam praktek hanya beberapa suku pertama saja yang diperhitungkan. Sedangkan hasil perkiraan tidak tepat seperti penyelesaian analitis. Ada kesalahan karena tidak diperhitungkan suku-suku terakhir dari deret Taylor. Kesalahan ini disebut dengan kesalahan pemotongan *(Trancaction Error)*. Kesalahan ini pemotongan ini kecil apabila :

a) Memperhitungkan lebih banyak suku deret Taylor

b) Interval Δx adalah kecil.

3.3.2. Metode Deferensial Hingga

1. Deferensial Numerik

Deferensial numerik digunakan untuk memperkirakan bentuk deferensial kontinyu menjadi bentuk diskret. Banyak digunakan untuk menyelesaikan persamaan deferensial dan dapat diturunkan beradasar deret Taylor. Pada persamaan (3.1) dapat ditulis dalam bentuk :

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f'(x) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_i)}{\Delta x} - O(\Delta x) \quad \text{..................................(3.8)}$$

Sehingga persamaan deferensial mundur order satu menjadi

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f'(x) = \frac{f(x_i) - f(x_{i-1})}{\Delta x} - O(\Delta x) \quad \text{..................................(3.9)}$$

Apabila data digunakan untuk memperkirakan deferensial dari fungsi adalah pada titk $xi+1$ dan xi-1, maka perkiraannya disebut diferensial terpusat. Jika persamaan (3.1) dan persamaan (3.2) didapat

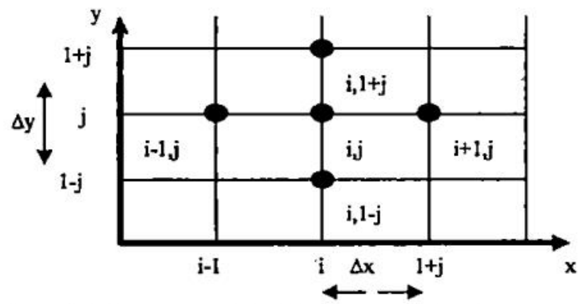
$$f(x_{i+1}) + f(x_{i-1}) = 2f(x_i) + 2f''(x_i)\frac{\Delta x^2}{2!} + \quad \text{..................................(3.10)}$$

Atau :

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f''(x) = \frac{f(x_{i+1}) - 2f(x_i) + f(x_{i-1})}{\Delta x^2} - Rn \text{.............}(3.11)$$

2. Perkiraan Turunan

Pada metode ini operator deferensial diganti dengan operator deferensi atau operator yang menyatakan perbedaan numerik dari suatu titik dengan titik tetangga dengan faktor kesalahan dan persyaratan teretentu. Gambar (3.2) adalah jaringan titik hitung pada bidang x-y yang dapat dibagi menjadi sejumlah pias segi empat dengan sisi Δxdan Δy. panjang pias dalam arah x diberi notasi xi = $i\Delta x$, dengan i=0,1,2,3,... dan panjang pias dalam arah y diberi notasi yj=j Δ y, dengan j=0,1,2,3,4....



Gambar 3.2 Jaringan titik hitungan pada bidang x-y

Dengan menggunakan jaringan titik hitungan dalam gambar 3.2, (Triatmodjo, 1998), turunan pertama dan kedua dari persamaan deferensial pada titik (i,j) dapat ditulis sebagai berikut :

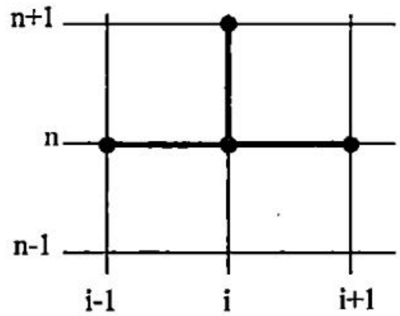
$$\frac{\partial \phi}{\partial x^2} \approx \frac{\phi(i,j) - \phi(i-1,j)}{\Delta x} \text{...}(3.12)$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} \approx \frac{\phi(i+1,j) - 2\phi(i,j) + \phi(i-1,j)}{\Delta x^2} \text{...................................}(3.13)$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} \approx \frac{\phi(i,j+1) - 2\phi(i,j) + \phi(i,j-1)}{\Delta y^2} \text{...................................}(3.14)$$

3.3.3. Skema Eksplisit

Pada skema ekplisit, variabel pada waktu n+1 dihitung berdasarkan variabel pada waktu n yang sudah diketahui. Dengan menggunakan skema seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3, fungsi $f(x,t)$ dan turunannya dalam ruang dan waktu (Triatmodjo,1998) didekati oleh bentuk berikut:



Gambar 3.3 Skema ekplisit

$$f(x,t) = f_i^n$$

$$\frac{\partial f(x,t)}{\partial t} = \frac{f_i^{n+1} - f_i^n}{\Delta t}$$

$$\frac{\partial^2 f(x,t)}{\partial x^2} = \frac{f_{i-1}^n - 2f_i^n + f_{i+1}^n}{\Delta x^2}$$

Dengan menggunakan skema diatas (lihat Gambar 3.3), persamaan penyebaran polutan dapat ditulis dalam bentuk berikut :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\Delta t}$$