

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

##### 2.2.1 Penelitian yang pernah dilakukan

Penelitian mengenai software SMS ( *surface water modeling system* ) dan analisis hidrolika telah banyak dilakukan dengan judul, metode dan tempat yang berbeda-beda. Tetapi parameter yang digunakan dalam penelitian tetap sama, yaitu mengenai perubahan hidrolika baik pola aliran, arah aliran, dan kecepatan aliran. *Surface water modeling system* dapat digunakan untuk menganalisis sungai dan pantai.

Analisa pola arus dan sedimentasi di pantai Losari Makasar dilakukan oleh Suyuti (2006). Hasil yang diperoleh menunjukkan kecepatan dan nilai sedimen berbeda-beda sesuai kondisi pasang surut. Dilokasi yang berbeda, analisa sedimen menggunakan *surface water modeling system* juga dilakukan di muara kali porong oleh Riyadi dkk. (2013). Memprediksi pola aliran dan kecepatan juga bisa menggunakan SMS seperti yang dilakukan di muara kali progo oleh Kurniawan (2004). Kesamaan dari berbagai penelitian yang telah dilakukan adalah Debit dan pasang surut air laut yang menyebabkan elevasi muka air berubah dapat mempengaruhi kecepatan. Pola aliran dan nilai sedimen. Simulasi 2-dimensi transport sedimen dilakukan oleh Nurhady (2008), Kesalahan hasil simulasi yang diakibatkan karena kesalahan input koefisien Manning masih dapat ditolerir, karena dengan perubahan 100 % koefisien Manning, kecepatan aliran hanya berubah 15 %, demikian halnya juga dengan koefisien difusi turbulen. Hasil mengenai pengaruh pola aliran terhadap perubahan morfologi sungai oleh Aristi (2013), nilai kecepatan di sisi luar belokan sungai lebih kecil daripada di sisi dalam belokan sungai dan distribusi kecepatan di lapangan memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil simulasi. Penelitian di daerah sekitar pelabuhan menggunakan SMS tidak sedikit yang menggunakannya. Penelitian pola arus pasang surut di daerah pelabuhan salah satunya

dilakukan oleh Supiyati dkk. (2012), Pola sirkulasi arus di pelabuhan pada berbagai kondisi pasut terlihat adanya kesamaan pola. Model sebaran panas air kanal pendingin instalasi pembangkit listrik ke badan laut dilakukan oleh Cahyana (2011), dalam penelitiannya arah dan kecepatan arus hasil pemodelan dan hasil pengukuran dilapangan menunjukkan selisih yang tidak terlalu signifikan.

Pada sungai progo, telah banyak dilakukan penelitian mengenai analisis hidrolika, Sugama (2014) menganalisis dengan hitungan manual yang menghasilkan debit, kecepatan, dan angkutan sedimen. Pada lokasi sekitar jembatan bantar kecepatan yang diperoleh yaitu sebesar 0,71 m/detik. Dilokasi yang sama, Ahmad (2017) memperoleh kecepatan rata-rata 0,735 m/detik.

Analisis hidrolika di sungai progo juga banyak dilakukan dengan menggunakan software HEC-RAS. Fitiadin (2015), menganalisis parameter hidrolika di sepanjang sungai progo setelah letusan gunung Merapi 2010. Hasil simulasi kecepatan aliran dan ketinggian air di lokasi jembatan Bantar pada tanggal 4 November 2010 adalah 0,66 m/detik dan ketinggian air 2,13 meter dari dasar sungai.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Hidrometri**

Hidometri adalah cabang ilmu (kegiatan) pengukuran air, atau pengumpulan dan dasar bagi analisis hidrologi (Brotowiryatmo, 1993). Dalam pengertian sehari-hari, kegiatan hidrometri pada sungai diartikan sebagai kegiatan untuk mengumpulkan data mengenai sungai, baik yang menyangkut tentang ketinggian muka air maupun debit sungai serta serdimentasi atau unsur aliran lain. Beberapa pengukuran yang dilakukan dalam kegiatan hidrometri adalah sebagai berikut :

a. Kecepatan aliran

Kecepatan aliran merupakan komponen aliran yang sangat penting. Hal ini disebabkan oleh pengukuran debit secara langsung pada suatu penampang sungai tidak dapat dilakukan (paling tidak dengan cara konvensional). Kecepatan ini umumnya dinyatakan dalam meter/detik (m/d). Pengukuran kecepatan aliran dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya adalah pengukuran dengan pelampung (*float*). Pelampung digunakan sebagai alat pengukur kecepatan aliran apabila diperlukan kecepatan aliran dengan tingkat ketelitian relative kecil.

Pengukuran kecepatan aliran dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya adalah pengukuran menggunakan pelampung (*float*). Pelampung digunakan sebagai alat pengukuran kecepatan aliran apabila diperlukan kecepatan aliran dengan tingkat ketelitian yang relatif kecil. Hitung kecepatan aliran sungai dengan mengalikan antara jarak titik pengamatan dengan waktu tempuh rata-rata (Triatmodjo, 1993).

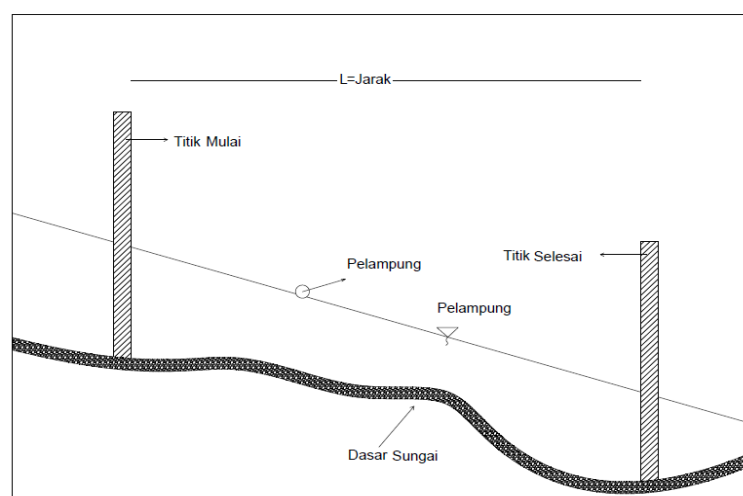
Kecepatan aliran ( $v$ ) dapat dihitung dengan :

$$v = \frac{L}{t} \text{ (m/d)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

$L$  = jarak

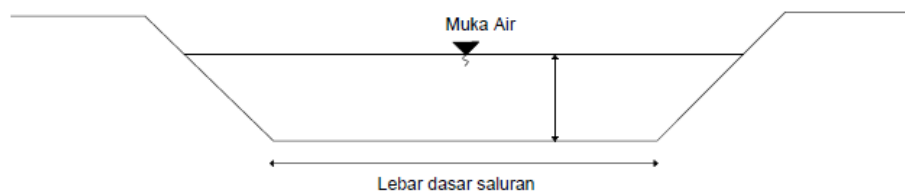
$t$  = waktu



Gambar 2.1 Pengukuran kecepatan aliran

b. Pengukuran tinggi muka air

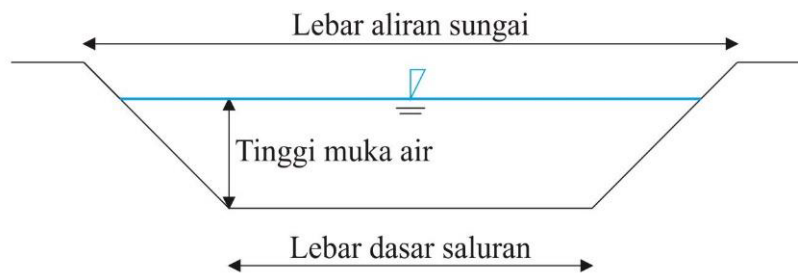
Pengukuran luas penampang memerlukan tinggi muka air, pengukuran tinggi muka air dapat dilakukan dengan bermacam-macam alat tergantung dari kondisi aliran sungai yang akan diukur. Pengukuran tinggi muka air dapat diketahui dengan alat perum gema (*echo sounder*).



Gambar 2. 2 Pengukuran tinggi muka air

c. Pengukuran lebar aliran

Pengukuran lebar aliran juga digunakan untuk mengetahui lebar dasar saluran yang nantinya digunakan mendapatkan luas penampang. Pengukuran lebar aliran dapat menggunakan meteran.



Gambar 2. 3 Pengukuran lebar aliran

d. Pengukuran debit

Debit (*discharge*) atau besarnya aliran sungai (*stream flow*) adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Biasanya debit dinyatakan dalam satuan  $\text{m}^3/\text{d}$  atau liter/detik. Aliran adalah

pergerakan air di dalam alur sungai. Pada dasarnya perhitungan debit adalah pengukuran luas penampang, kecepatan aliran, dan tinggi muka air.

Rumusnya adalah :

$$Q = A \cdot v \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

Q = debit ( $m^3/d$ )

A = luas

v = kecepatan aliran rata-rata. (m/d)

### 2.2.2 Batimetri

Batimetri adalah ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai samudra atau danau. Sebuah peta batimetri umumnya menampilkan relief lantai atau dataran dengan garis-garis kontur (*contour lines*) yang disebut kontur kedalaman (*depth contours* atau *isobath*), dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan.

Pengukuran kedalam laut pada dasarnya dilakukan dengan menggunakan ecosounder. Prinsip pengukuran dengan ecosounder adalah dengan memancarkan gelombang suara ke arah dasar laut. Alat *ecosounder* akan mencatat waktu pada saat gelombang suara dipancarkan ke dasar laut dan waktu kedatangan pantulan gelombang suara tersebut.

Secara matematis jarak merupakan hasil perkalian antara kecepatan gelombang dengan waktu. Kecepatan gelombang suara sudah diketahui dan waktu perambatan gelombang dapat dihitung dari selisih waktu pemancaran gelombang dengan waktu kedatangan pantulan gelombang. Hasil perkalian kecepatan dengan waktu rambat gelombang menunjukkan jarak dalam hal ini kedalaman laut.

### 2.2.3 Teori Dasar *Resources Management Associates*

#### a. RMA 2 (*Resources Management Associates*)

RMA2 adalah sebuah modul yang ada dalam aplikasi software SMS 10.1 untuk memodelkan hidrodinamika 1D/2D menggunakan metode elemen hingga

(Fahmi, 2010). Model tiga dimensi (3D) jauh lebih baik jika dibandingkan dengan model dua dimensi (2D) dalam Pemodelan hidrodinamik, hal ini disebabkan aliran air tidak konstan terhadap kedalaman (Cahyana, 2005). Sistem persamaan yang digunakan dalam RMA2 terdiri dari dua persamaan gerak dalam persamaan *Cartesian* (King, 2009). Untuk menghitung water levels dan arus untuk 2D juga perlu adanya berbagai macam *boundary condition* seperti :

- a. *Discharge* oleh *node*/elemen atau *line*
- b. *Boundary condition* pasang surut
- c. *Discharge* sebagai fungsi elevasi
- d. Elevasi muka air laut
- e. *Wind stress*

*Resources Management Associates* (RMA2) merupakan model hidrodinamik numerik dua dimensi untuk rata-rata kedalaman dengan metode elemen hingga. RMA2 menghitung solusi elemen hingga untuk bentuk *Reynold* dari persamaan *Navier-Stokes* untuk aliran turbulensi dan koefisien viskositas olakan digunakan untuk mendefinisikan karakteristik turbulensi

$$\begin{aligned}
 h + \frac{\partial u}{\partial t} + hu \frac{\partial u}{\partial x} + hv \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{h}{\rho} (E_{xx} \frac{\partial u^2}{\partial x^2} + E_{yy} \frac{\partial u^2 C}{\partial y^2}) + gh \left( \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} \right) \\
 + \frac{gun^2}{\left(1.486h^{\frac{1}{6}}\right)^2} + (u^2 + v^2)^{1/2} - \zeta Va^2 \sin \psi \\
 + 2h\omega v \sin \phi = 0 \dots \dots \dots (2.3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h + \frac{\partial u}{\partial t} + hu \frac{\partial u}{\partial x} + hv \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{h}{\rho} (E_{xx} \frac{\partial u^2}{\partial x^2} + E_{yy} \frac{\partial u^2 C}{\partial y^2}) + gh \left( \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} \right) \\
 + \frac{gun^2}{\left(1.486h^{\frac{1}{6}}\right)^2} + (u^2 + v^2)^{1/2} - \zeta Va^2 \sin \psi \\
 + 2h\omega v \sin \phi = 0 \dots \dots \dots (2.4)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial u}{\partial t} + h \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) + u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} \\
 = 0 \dots \dots \dots (2.5)
 \end{aligned}$$

Dimana :

- $h$  = kedalaman air
- $u, v$  = kecepatan lokal dalam kordinat kartesian  $x, y$
- $t$  = waktu
- $\rho$  = densitas fluida
- $E$  = koefisien viskositas olakan
- $g$  = percepatan gravitasi
- $z$  = elevasi dasar laut
- $n$  = koefisien kekasaran manning
- $\zeta$  = koefisien gesekan angin empiris
- $V_a$  = kecepatan angin
- $\Psi$  = arah angin
- $\omega$  = laju rotasi angular bumi
- $\varphi$  = garis lintang lokal

Persamaan-persamaan tersebut dapat diselesaikan melalui metode elemen hingga dengan menggunakan Galerkin Method. Elemen yang digunakan berupa garis satu dimensi, segi empat atau sisi melengkung. Fungsi dari bentuk elemen kuadratik untuk kecepatan dan linear untuk kedalaman. Integral Gaussian dipakai untuk pengintegrasian persamaan.