

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.2.1. Penelitian Terdahulu tentang Kapasitas Sungai

Terdapat beberapa metode dalam mencari nilai debit pada suatu sungai, baik dilakukan secara langsung di lapangan ataupun dengan bantuan *software* dalam membuat pemodelan. LeFavour dan Alsdorf (2005) menggunakan alat berupa *Shuttle Radar Topography (SRTM)* guna melakukan pencitraan untuk mengetahui debit di Sungai Amazon. Selain dengan metode pencitraan, dalam mencari nilai debit juga dapat dilakukan dengan metode pengukuran langsung di sungai. Norhadi dkk. (2015) melakukan pengukuran kecepatan dengan menggunakan *Current Meter* di Sungai Antasan sebagai salah satu metode dalam menentukan debit. Dalam mencari nilai debit juga dapat dilakukan dengan cara mencari frekuensi hujan dengan metode *Log Pearson III* yang kemudian dilakukan simulasi hujan aliran air dengan *HSS Snyder* menggunakan *Software HEC-HMS*. Hasil analisa tersebut kemudian dimodelkan menggunakan *Software HEC-RAS* untuk simulasi muka air (Talumepea dkk, 2017). Debit aliran air selalu berubah-ubah dan terkadang mengalami tren penurunan debit. Zhang dkk. (2007) meneliti pada tren penurunan debit air yang dilakukan dengan uji tren bertahap (uji *Man-Kendall*) dan uji perubahan mendadak (uji *Pettitt*).

Besar-kecilnya nilai debit sangat tergantung dari kemampuan sungai dalam menampung air yang mengalir. Salah satu cara untuk melakukan evaluasi kapasitas tampang yaitu dengan melakukan analisa hidrologi menggunakan *Software HEC-HMS* dan analisa hidraulika menggunakan *Software HEC-RAS* (Syahputra, 2015). Rivaldy dkk. (2018) meneliti tentang kapasitas tampang sungai dengan menggunakan *Software HEC-HMS* dan *HEC-RAS*, namun sebelumnya perlu mencari frekuensi hujan dengan metode *Log Pearson III* yang dilanjutkan dengan *Software HEC-HMS*. Wisudho dkk. (2017) meneliti tentang evaluasi kapasitas tampang dengan sedikit perbedaan metode, yaitu dengan analisa hidrologi yang menggunakan data curah di 3 lokasi berbeda selama 15 tahun yang kemudian

dianalisa menggunakan metode *Polygon Thiessen*. Analisa kapasitas tampung sungai juga didasarkan pada nilai kala ulang yang dilakukan analisa hidrologi dan hidraulika menggunakan *Software HEC-RAS* (Rahmawati dan Aritonang, 2016).

Letak geografis menyebabkan sungai tersebar di tiap daerah, bahkan tidak menutup kemungkinan bahwa ada sungai yang terletak dekat dengan gunung berapi. Hidayat dan Rudiarto (2013) metode yang bersifat kuantitatif berupa analisis *Skoring* dan *Overlay* hasil pemodelan *HEC-RAS* dapat menunjukkan prediksi risiko terhadap tiga komponen utama, yaitu bahaya banjir lahar hujan, tingkat kerentanan dan kapasitas. Sungai yang terletak dekat dengan gunung berapi pasti membutuhkan kemampuan tampung yang lebih karena tidak hanya menampung air, melainkan juga menampung banjir lahar atau material lahar. Banjir lahar yang melewati suatu sungai akan berdampak pada daya tampung sungai tersebut dan tentunya membutuhkan waktu untuk mengembalikan ke keadaan sungai seperti saat sebelum terjadi banjir lahar (Widodo dkk, 2011).

2.2.2. Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan untuk mencari nilai kapasitas tampang Sungai Gajah Wong. Proses pemodelan dilakukan menggunakan gambar pra-desain Sungai Gajah Wong yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai D.I. Yogyakarta (BBWS-DIY) dengan memasukkan data berupa koordinat dan elevasi sungai kedalam *Software SMS AQUAVEO 10.1*. Nilai Kapasitas tampang sungai ditunjukkan dengan nilai debit (Q) yang menggambarkan kondisi muka air yang memiliki elevasi yang sama dengan tebing sungai. Debit (Q) yang diperoleh kemudian dicocokkan dengan nilai kala ulang yang tersedia sehingga penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi pada penanggulangan banjir di Sungai Gajah Wong tersebut.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Sungai

Dalam SNI 8066:2015 disebutkan bahwa pengertian sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (PP No. 38 Tahun 2011).

2.2.2. Kapasitas Tampung Sungai

Penampang basah yaitu penampang aliran air, sedangkan keliling basah diartikan sebagai panjang sisi penampang melintang sungai yang bersinggungan dengan air (SNI 2830:2008). Kapasitas tampung sungai kemudian diartikan sebagai kondisi sungai yang mampu menampung debit aliran sesuai dengan keadaan elevasi tebing sungai, atau bisa dikatakan elevasi muka air yang melewati sungai sama dengan elevasi tebing sungai.

2.2.3. Koefisien *Manning* (n)

Koefisien *manning* merupakan nilai kekasaran dari suatu sungai atau saluran. Suatu saluran yang memiliki permukaan halus akan memiliki koefisien *manning* yang berbeda dengan saluran yang memiliki permukaan kasar, semakin kasar suatu permukaan saluran maka akan memiliki koefisien *Manning* yang semakin besar. Dalam penelitian ini dipilih koefisien *Manning* sebesar 0,030 dikarenakan objek yang dimodelkan menggunakan *Software SMS* yaitu sungai alami yang keadaan dasar dan tebingnya berupa tanah. Penetapan nilai koefisien *Manning* akan ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2 1 Nilai koefisien *Manning* (Triatmodjo, 2008)

Bahan	Koefisien <i>Manning</i> (n)
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran Beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

2.2.4. Debit

Debit diartikan sebagai volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai/saluran terbuka per satuan waktu (SNI 8066:2015). Adapun menurut Triadmodjo (2008) tentang debit aliran sungai yaitu jumlah air yang melalui tampang bentang sungai tiap satu satuan waktu, yang biasa dinyatakan dalam meter kubik per detik (m^3/s).

2.2.5. SMS AQUAVEO 10.1

Menurut Siregar dan Indrawan, (2017) pemodelan 1 dimensi adalah pemodelan dengan satu arah yaitu arah aliran sepanjang jalur utama, sedangkan pemodelan 2 dimensi adalah pemodelan dengan dua arah yaitu arah aliran sepanjang jalur utama dan area di sekitar aliran. Terdapat beberapa *software* yang dapat melakukan pemodelan baik pemodelan 1 dimensi maupun 2 dimensi, salah satunya yaitu *Surfacewater Modelling System (SMS)*. *SMS* adalah *software* untuk mensimulasikan model permukaan air, namun *SMS* juga dapat digunakan untuk memvisualisasikan, memanipulasi, menganalisa dan memahami data numerik dan pengukuran terkait. *SMS* dapat digunakan pada model numerik untuk sungai, pantai, inlet, teluk, muara dan danau. Fitur yang menarik dari program ini tidak hanya berupa *output* data yang dapat ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, namun terdapat fasilitas *film loop* yang mampu melakukan pembacaan informasi dari *output running* dalam bentuk tampilan video pergerakan aliran. Terdapat beberapa fitur pemodelan yaitu 1 dimensi dan 2 dimensi, beberapa model diantaranya yaitu *ADCIRC*, *BOUSS-2D*, *CGWAVE*, *CMS-Flow*, *CMC-WAVE (WABED)*, *FESWMS*, *GenCade*, *PTM*, *STWAVE*, *TABS*, and *TUFLOW*.

Selain keunggulan dalam fungsi dan kegunaan, *SMS* juga menyediakan grafis antarmuka yang dirancang untuk memvisualisasikan simulasi yang sedang dikerjakan, mudah dalam memodifikasi parameter simulasi, dan melihat solusi yang dihasilkan oleh model *RMA2*. Simulasi *RMA2* terdiri dari definisi geometris dari domain model (*mesh*) dan satu set parameter numerik yang digunakan untuk menentukan kondisi batas dan opsi berkaitan dengan model. *Mesh* yang telah dibuat akan membuat modul *2D mesh* aktif dan mengatur model ke *RMA2*.

RMA2 merupakan model numerikal dua dimensi untuk aliran rata-rata kedalaman dan level ketinggian air. *RMA2* adalah model numerik hidrodinamik elemen hingga kedalaman rata-rata dua dimensi yang biasa digunakan untuk menghitung ketinggian permukaan air dan kecepatan aliran air. *RMA2* merupakan solusi untuk memecahkan persamaan *Reynolds* dari *Navier-Stokes* untuk aliran turbulensi. *RMA2* digunakan untuk menghitung *Manning* atau persamaan *Chezy*, dan koefisien viskositas yang digunakan pada karakteristik turbulensi. *RMA2* mempunyai fungsi dan kemampuan untuk menghitung ketinggian dan kecepatan air untuk struktur *mesh 2D* seperti berikut.

- Terdiri dari elemen 1 dimensi.
- Struktur kontrol aliran 1 dimensi.
- Elemen basah dan kering.
- Satuan Inggris atau satuan internasional standar.
- Memulai ulang simulasi dari *RMA2* sebelumnya serta melanjutkannya.
- Diperuntukkan pada lahan basah dan kering.
- Nilai koefisien turbulen yang dapat diatur.
- Menghitung aliran melintasi garis pemeriksaan secara kontinuitas.
- Perbaikan dalam langkah waktu (baik koefisien dan/ atau kondisi batas).

Persamaan kontinuitas untuk aliran dua dimensi rata-rata kedalam (*averaged continuity equation*) menurut Franchitika (2017) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + h \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots(2.1)$$

Persamaan momentum untuk aliran dua dimensi pada arah x dan y dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut ini:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial a_0}{\partial x} \right) - \frac{\epsilon_{xx}}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\epsilon_{xy}}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{gu}{C^2 h} \sqrt{u^2 + v^2} = 0 \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \left(\frac{\partial h}{\partial y} + \frac{\partial a_0}{\partial y} \right) - \frac{\epsilon_{xy}}{\rho} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} - \frac{\epsilon_{yy}}{\rho} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{gv}{C^2 h} \sqrt{u^2 + v^2} = 0 \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan:

- u = kecepatan horisontal aliran arah-x ,
v = kecepatan horisontal arah-y,

- t = fungsi waktu ,
 g = percepatan gravitasi ,
 h = kedalaman air,
 a_0 = elevasi dari dasar tampang,
 ρ = massa jenis,
 ε_{xx} = koefisien pertukaran turbulensi normal arah-x,
 ε_{xy} = koefisien pertukaran turbulensi tangensial arah-x,
 ε_{yx} = koefisien pertukaran turbulensi tangensial arah-y,
 ε_{yy} = koefisien pertukaran turbulensi normal arah-y
 C = koefisien kekasaran Chezy (atau koef. Manning, $n = 1/C h^{1/6}$)