

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelusuran Banjir**

Banjir merupakan genangan air yang terjadi pada daerah yang keadaan aslinya adalah kering seperti lahan pertanian, pemukiman, dan perkotaan. Selain itu, banjir dapat terjadi karena luapan sungai atau saluran drainase yang tidak mampu menampung debit dan volume air karena melebihi kapasitasnya (Rosyidie, 2013).

Model penelusuran banjir merupakan perhitungan hidrograf aliran pada suatu sungai berdasarkan pada hidrograf aliran di lokasi lain (Suryono dkk, 2014). Mishra (2016) menyatakan bahwa penelusuran banjir merupakan metode untuk mendapatkan hidrograf pada titik tertentu di bagian hilir berdasarkan data aliran sungai pada bagian hulu. Penelusuran banjir dapat digunakan sebagai dasar untuk desain *spillway*, desain *reservoir* (tampungan), menentukan debit banjir rencana, dan ketinggian maksimum pada aliran sungai.

Hidrograf banjir adalah hubungan antara debit dengan waktu yang terjadi pada suatu aliran. Hidrograf banjir dapat menjadi sebuah pedoman untuk menentukan durasi waktu terjadinya banjir (Budiyasa, 2015).

#### **2.2 Keruntuhan Bendungan**

Dalam *Guideline for Dam Breach Analysis* yang diterbitkan oleh Departemen Sumber Daya Alam Colorado, keruntuhan bendungan urugan tanah sering disebabkan oleh 2 hal, yaitu.

1. *Overtopping*, disebabkan oleh aliran air yang melalui puncak bendungan yang menyebabkan erosi dan longsor pada bendungan, dan kerusakan pondasi akibat gerusan dari aliran air yang melewati puncak bendungan ke arah hilir.
2. *Piping*, disebabkan karena adanya aliran dalam tubuh bendungan atau sering disebut erosi internal. Kecepatan rembesan air mampu menyebabkan erosi dari

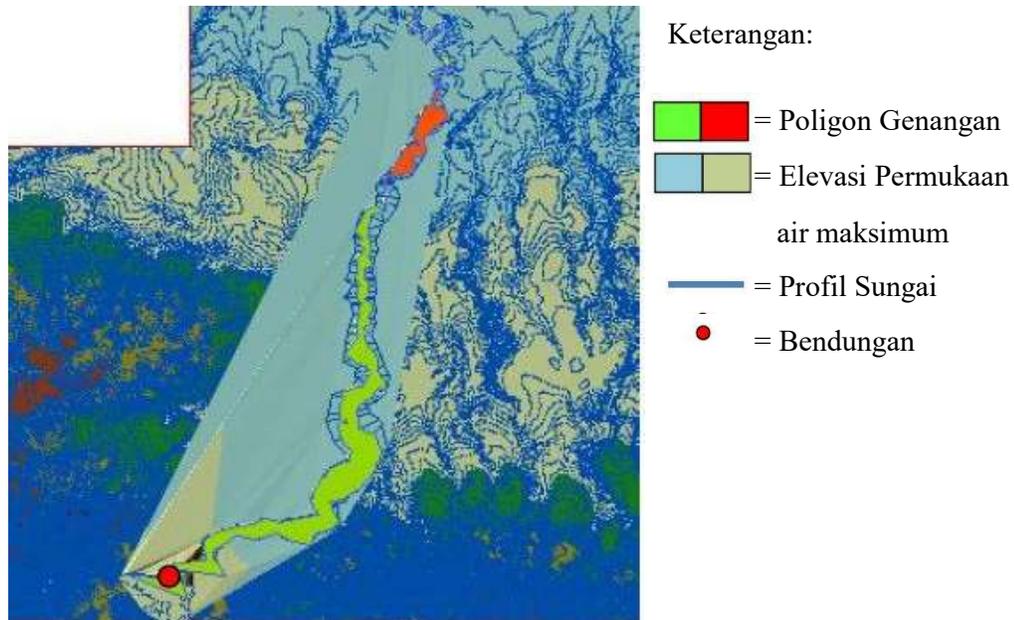
belakang (hulu) secara perlahan yang berujung pada erosi dan keruntuhan pada bagian hilir bendungan.

ICOLD (*International Commission On Large Dam*) menyimpulkan bahwa keruntuhan bendungan yang paling sering terjadi adalah yang disebabkan oleh *overtopping* karena beberapa hal seperti desain *spillway* (saluran pelimpah) yang tidak memadai, penyumbatan pada *spillway*, dan *crest settlement* (penurunan elevasi puncak) bendungan karena pengaruh *settlement* tubuh dan pondasi bendungan.

Widiantoro (2017) menganalisis keruntuhan Bendungan Kadumalik yang berlokasi di perbatasan antara Kabupaten Majalengka dengan Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan HEC-RAS versi 4.1. Keruntuhan bendungan disimulasikan terjadi secara *overtopping* dan *piping*. Data masukan yang digunakan berupa hidrograf banjir, parameter keruntuhan, dan potongan melintang (*cross section*) sungai. Penelusuran banjir ditinjau dari tubuh bendungan sampai ke batas hilir sungai. Hasil dari analisis tersebut didapatkan bahwa terdapat 3 desa yang terdampak banjir. Desa yang terdampak banjir adalah Desa Lebaksiuh, Desa Jatiwangi, Desa Putridalem, dan Desa Ujung Garis dengan jarak dari bendungan berturut-turut adalah 17,72 km, 30,89 km, 62,64 km, dan 104,93 km. Sedangkan waktu datang gelombang banjir didapatkan selama 1,17 jam hingga 15,20 jam.

Wijayanti (2013) melakukan analisis keruntuhan Bendungan Pacal yang berlokasi di Bojonegoro, Jawa Timur. Analisis tersebut menggunakan program HEC-RAS 4.1 dan melakukan pemetaan banjir dengan program HEC-GeoRAS 4.3.93 yang terintegrasi dalam program ArcGIS 9.3. Data geometrik hilir bendungan menggunakan data DTM (*Digital Terrain Model*) dengan jenis data TIN (*Triangulated Irregular Network*). Debit banjir digunakan  $Q_{PMF}$  sebesar 2047,71 m<sup>3</sup>/detik. Hasil analisis simulasi aliran banjir akibat keruntuhan bendungan menunjukkan bahwa ujung banjir mencapai kilometer 39,578 (RS 0+340) dalam waktu keruntuhan 9 menit, sedangkan puncak banjir terjadi dalam waktu 4,37 jam (262 menit) dengan debit puncak 1033.81 m<sup>3</sup>/detik. Hasil akhir dari penelitian ini adalah poligon genangan banjir dan data GRID hasil konversi dari data TIN yang

merepresentasikan kedalaman air. Poligon genangan banjir hasil analisis keruntuhan bendungan dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.

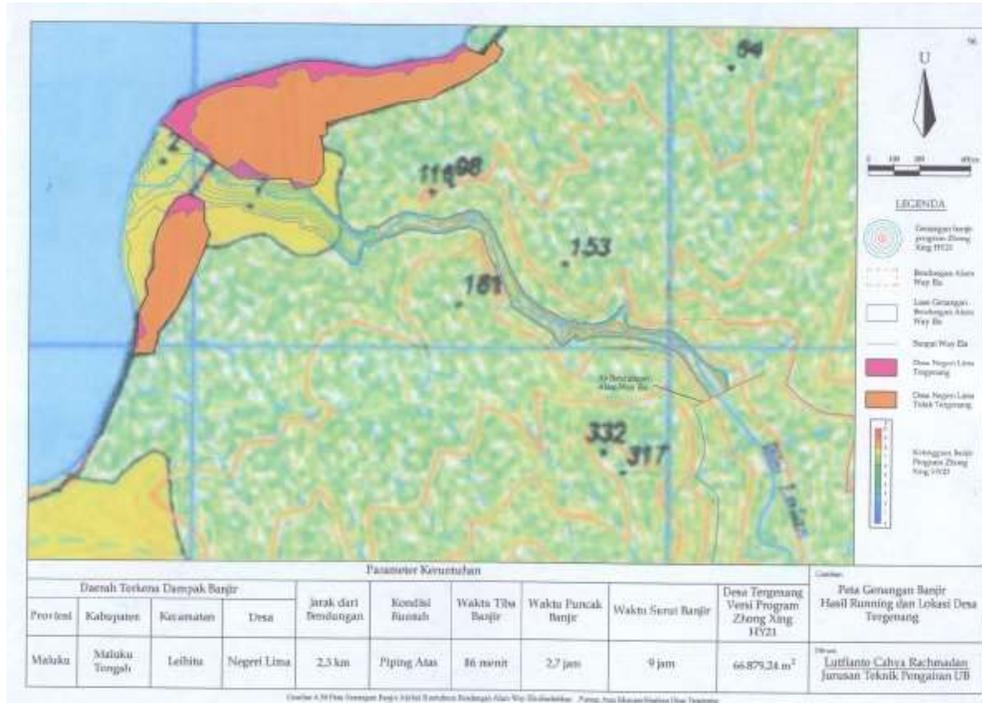


**Gambar 2.1 Poligon Genangan Banjir Keruntuhan Bendungan Pacal**

(Sumber: Wijayanti, 2013)

Rachmadan (2014) melakukan penelitian tentang analisis keruntuhan bendungan menggunakan program *Zhong Xing HY21*. Bendungan yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Bendungan Alam Way Ela di Maluku yang telah mengalami keruntuhan pada tanggal 25 Juli 2013. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan antara hasil *running* program *Zhong Xing HY21* dengan kenyataan berdasarkan data BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana). Keruntuhan bendungan menggunakan skenario *overtopping* dan *piping*. Skenario *piping* disimulasikan dengan 3 keadaan yaitu *piping* bagian atas, tengah, dan bawah. Dari penelitian ini, diketahui bahwa keruntuhan Bendungan Alam Way Ela disebabkan oleh *piping* atas yang diawali oleh runtuhnya *spillway* dan menyebabkan timbulnya rekahan pada tubuh bendungan bagian atas. Hasil penelitian menunjukkan luas genangan banjir yang terjadi seluas 66.879,24 m<sup>2</sup> dengan kesalahan relatif sebesar 56,73% apabila dibandingkan dengan data dari BNPB. Waktu tiba banjir di hilir bendungan yaitu Desa Negeri Lima adalah 86 menit dengan waktu puncak banjir

selama 2 jam 40 menit dan waktu surut selama 9 jam sesuai dengan data historis yang ada. Peta genangan banjir hasil analisis keruntuhan Bendungan Alam Way Ela dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



**Gambar 2.2 Peta Genangan Banjir Hasil Running Zhong Xing HY21 Kondisi Pipung Atas Memperlihatkan Desa Terganggu**

(Sumber: Rachmadan, 2014)

Sebelumnya, Adilla (2016) telah melakukan analisis hidraulika mengenai keruntuhan Bendungan Cipanas. Dalam penelitian ini, bendungan diasumsikan mengalami keruntuhan *overtopping* dan *piping*. Keruntuhan *overtopping* tidak dapat disimulasikan karena *spillway* bendungan masih mampu melewati debit *outflow* PMF Colenco. Keruntuhan *piping* disimulasikan dengan 2 skenario, pertama menganggap jembatan Tol Cikopo-Palimanan runtuh diterjang banjir dan kedua menganggap jembatan tetap kokoh. Simulasi keruntuhan *piping* menggunakan waktu rekahan selama 1 jam berdasarkan persamaan empiris dari penelitian Froelich (2008) yang dikorelasikan dengan kejadian keruntuhan bendungan dengan tipikal yang sama. Dari hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa debit puncak di tubuh bendungan terjadi pada jam ke 7 menit ke 53 sebesar

39503 m<sup>3</sup>/detik. Pemukiman penduduk pada bagian hilir bendungan tidak tergenang oleh banjir akibat skenario 1 maupun skenario 2. Sedangkan pada skenario 2, jembatan Jalan Tol Cikopo-Palimanan tergenang selama 4 jam dan mengakibatkan efek pembendungan genangan di hilir bendungan selama 6 jam.

### **2.3 Keabsahan Penelitian**

Penelitian ini akan mensimulasikan terjadinya keruntuhan *piping*. Budiayasa (2015) menyimpulkan bahwa debit puncak banjir akibat keruntuhan bendungan tidak sensitif terhadap perubahan parameter kemiringan lereng rekahan, sehingga dalam penelitian ini variasi data kemiringan lereng rekahan tidak digunakan. Simulasi dilakukan dalam 5 variasi waktu yang mengacu pada penelitian Froelich (2008) dan dikorelasikan dengan tabel nilai karakteristik keruntuhan bendungan yang diterbitkan oleh *US Army Corps of Engineers* (2007). Dengan penggunaan variasi nilai pada parameter rekahan, penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Adilla (2016) dimana parameter rekahan menggunakan penelitian Froehlich (2008) yang dikorelasikan dengan kejadian keruntuhan bendungan dengan tipikal yang sama, sedangkan debit masukan yang digunakan mengacu pada debit  $Q_{PMF}$  Colenco.