

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keruntuhan Bendungan

Adapun tinjauan pustaka yang berkaitan dengan keruntuhan bendungan adalah sebagai berikut ini.

1. Penelusuran Banjir akibat Keruntuhan Bendungan Kadumalik Jawa Barat oleh Widianoro (2017). Bendungan Kadumalik merupakan salah satu proyek Ditjen Sumber Daya Air (SDA) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Pembangunan konstruksi bendungan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air yang beragam, akan tetapi bendungan juga dapat menimbulkan bencana banjir pada daerah hilir apabila terjadi keruntuhan. Pada penelitian ini dilakukan penelusuran banjir akibat keruntuhan Bendungan Kadumalik yang bertujuan untuk mendapatkan perilaku banjir akibat keruntuhan bendungan dalam rangka mitigasi bencana banjir akibat keruntuhan Bendungan Kadumalik.

Keruntuhan Bendungan Kadumalik dimodelkan secara 1D dengan HEC-RAS versi 4.1.0. Keruntuhan bendungan disimulasikan terjadi akibat *overtopping* dan *piping*. Simulasi keruntuhan dibagi menjadi tiga skenario untuk setiap tipe keruntuhan. Skenario bentuk keruntuhan tipe *overtopping* dan *piping* sama, yang membedakan saat menentukan durasi keruntuhan di setiap skenario keruntuhannya.

Hasil dari penelitian ini adalah keruntuhan bendungan akibat *overtopping* secara umum menghasilkan banjir yang mempunyai kedalaman banjir pada titik tinjauan yang lebih tinggi dengan durasi yang lebih lama dibandingkan banjir yang dihasilkan oleh keruntuhan bendungan akibat *piping*. Keruntuhan bendungan akibat *piping* secara umum menghasilkan banjir yang memiliki waktu perjalanan banjir dari mulai keruntuhan sampai dengan elevasi puncak di titik tinjauan lebih cepat dibandingkan banjir yang dihasilkan oleh keruntuhan bendungan akibat *overtopping*.

2. Analisa Keruntuhan Bendungan Muka Kuning Batam Menggunakan Aplikasi Zhong Xing HY221 oleh Aniskurlillah (2014). Bendungan selain membawa manfaat yang sangat besar, juga merupakan bangunan yang berisiko tinggi. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 39 tahun 2010 mengenai bendungan disebutkan bahwa setiap bendungan harus dilengkapi dengan dokumen rencana tindak darurat dalam rangkaantisipasi penyelamatan jiwa dan harta benda apabila terjadi keruntuhan bendungan.

Simulasi analisa keruntuhan bendungan pada penelitian ini menggunakan program Zhong Xing HY21. Dalam penelitian ini skenario keruntuhan terjadi akibat *overtopping* dan *piping* yang terbagi sebagai berikut ini.

- a. *Overtopping* bendungan dianggap mengalami *sliding* sehingga puncak bendungan turun menjadi +26,5 m yang sebelumnya +28,75 m.
- b. *Piping* atas bendungan mengalami *piping* yang dimulai pada elevasi muka air normal +25 m.
- c. *Piping* tengah bendungan mengalami *piping* yang dimulai pada bagian tengah bendungan +19 m.
- d. *Piping* bawah bendungan mengalami *piping* dengan elevasi pusat +14 m.

Hasil dari penelitian ini adalah luas genangan banjir terkecil adalah 18,11 km² yang terjadi akibat skenario keruntuhan *overtopping* dan luas genangan maksimal sebesar 18,94 km² yang terjadi akibat skenario *piping* atas. Untuk hidrograf *outflow* banjir maksimal adalah sebesar 3454,88 m³/detik yang terjadi pada skenario keruntuhan akibat *overtopping*. Waktu datang banjir tercepat adalah 0,23 jam dan yang terlama 1,30 jam. Untuk waktu puncak banjir yang tercepat adalah 1,17 jam dan yang terlama 1,67 jam. Sedangkan untuk waktu surut banjir yang tercepat adalah 6,53 jam dan yang terlama adalah 24,00 jam.

3. Analisis Perilaku Banjir Bandang akibat Keruntuhan Bendungan Alam pada Daerah Aliran Sungai Krueng Teungku Provinsi Aceh oleh Azmeri (2015). Selama lima belas tahun terakhir telah terjadi tiga kejadian bencana banjir bandang pada tahun 1987, 2000, 2013 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Teungku. Kejadian tanggal 2 Januari 2013 menimbulkan dampak besar pada Desa Beureuneut Kecamatan Seulimeum Kabupaten Aceh Besar. Penelitian ini

bertujuan untuk menganalisis perilaku banjir bandang akibat keruntuhan bendungan alam dengan melakukan simulasi permodelan keruntuhan bendungan.

Simulasi pemodelan banjir bandang akibat keruntuhan bendungan alam ini menggunakan *software* HEC-RAS 4.1.0 yang diakibatkan oleh *overtopping* dan *piping*. Hasil perhitungan parameter keruntuhan bendungan alam akibat *overtopping* dihasilkan bahwa lebar rekahan keruntuhan rata-rata 90 ft dan durasi keruntuhan yaitu 0,10 jam atau 6,02 menit menghasilkan lebar dasar rekahan 65,64 ft atau 20 meter. Hasil perhitungan parameter keruntuhan bendungan alam akibat *piping* dihasilkan bahwa lebar rekahan keruntuhan rata-rata 70 ft dan durasi keruntuhan yaitu 0,40 jam atau 2,39 menit menghasilkan lebar dasar rekahan 70 ft atau 21 meter.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa banjir bandang yang mengakibatkan keruntuhan bendungan alam di Krueng Teungku dapat disebabkan oleh *overtopping* dan *piping*. Uji kedekatan atau kecocokan data hasil analitis dan observasi dengan menggunakan koefisien determinasi menghasilkan nilai yang hampir sama dan mendekati 1. Hal ini memberikan informasi bahwa estimasi ketelitian penelitian yang merupakan faktor dan lebar rekahan rata-rata, durasi keruntuhan, dan lebar rekahan hampir menyamai kondisi lapangan. Koefisien determinasi yang diperoleh dari pemodelan akibat *overtopping* lebih besar dibandingkan akibat *piping*. Simulasi kejadian banjir bandang 2 Januari 2013 akibat keruntuhan bendungan alam di DAS Krueng Teungku Kabupaten Aceh Besar diakibatkan oleh *overtopping*, dengan jarak antara bendungan alam ke hilir sungai adalah 6,720 km dengan waktu tiba banjir selama 1,104 jam.

2.2 Genangan Banjir

Adapun tinjauan pustaka yang berkaitan dengan genangan banjir adalah sebagai berikut ini.

1. Analisis Keuntuhan Bendungan Pacal oleh Wijayanti (2013). Bendungan Pacal terletak di Desa Kedungsumber, Kecamatan Temayang, Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur berdaya tampung air sekitar 23 juta m³ juga memiliki potensi runtuh. Bendungan Pacal adalah bendungan yang menyerupai jenis bendungan urugan batu membrane beton karena pada prinsipnya merupakan bendungan urugan batu gamping kalkarenit dengan menggunakan pelat membrane beton di bagian lereng hulu sebagai lapisan kedap air. Kekurangan pada bendungan urugan batu adalah lemahnya daya tahan sudut geser material bendungan terhadap *overtopping*. Oleh karena itu, bendungan harus diimbangi dengan bangunan pelimpah yang kapasitasnya mampu mengalirkan debit besar. Kejadian kemungkinan Bendungan Pacal menarik untuk dikaji.

Pemetaan genangan banjir dilakukan dengan *software* HEC-GeoRAS 4.3 yang diintegrasikan dalam *software* ArcGIS 9.3. Sedangkan simulasi pemodelan banjir dilakukan menggunakan *software* HEC-RAS 4.1.0. Data tampang lintang di hilir bendungan sungai diinterpretasikan dari peta topografi Rupa Bumi Indonesia (RBI) Bakosurtanal skala 1:25000 tahun 2001. Pemodelan simulasi sungai dilakukan di HEC-GeoRAS terlebih dahulu kemudian diinterpretasikan ke dalam HEC-RAS.

Dari hasil analisis genangan menunjukkan daerah yang terkena risiko banjir paling tinggi adalah Desa Sukosewu, Kecamatan Kapas. Sedangkan daerah yang terkena risiko dengan volume yang paling besar adalah Desa Temayang, Kecamatan Temayang. Hasil tersebut menunjukkan tinggi, luas, dan volume genangan yang dihasilkan tidak linear disebabkan efek elevasi dan lebar dasar sungai.

2. Simulasi 1-D Banjir akibat Keruntuhan Bendungan Benel di Kabupaten Jember oleh Budiyasa (2015). Pembangunan bendungan merupakan suatu alternatif untuk mengatasi masalah pemenuhan kebutuhan air, baik untuk irigasi maupun non-irigasi serta sebagai upaya konservasi sumber daya air. Bendungan

dapat menyebabkan bencana banjir pada daerah hilir bila terjadi keruntuhan. Mitigasi bencana banjir yang disebabkan oleh keruntuhan bendungan diperlukan untuk meminimalkan korban. Salah satu mitigasi bencana banjir adalah pembuatan peta genangan banjir pada daerah hilir bendungan.

Keruntuhan bendungan disimulasikan dengan *software* HEC-RAS 4.1.0 sedangkan pemetaan tinggi muka air maksimum menggunakan *software* HEC-GeoRAS.

Dari hasil analisis genangan menunjukkan luas genangan terbesar adalah Desa Tuwes dengan luas 2,42 km² sedangkan luas desa yang tergenang paling kecil adalah Desa Candikesuma dengan luas 0,04 km².

3. Analisis Wilayah Tergenang dan Perilaku Banjir pada Simulasi Kegagalan Bendungan Ciawi oleh Wirustyastuko dan Nugroho (2013). Bencana banjir di DKI Jakarta telah banyak menyebabkan kerugian. Dalam waktu sepuluh tahun terakhir telah terjadi tiga kejadian bencana banjir besar yang menimpa DKI Jakarta. Guna meningkatkan faktor kemampuan untuk meminimalisir risiko bencana banjir, Pemerintah DKI Jakarta berencana membangun infrastruktur pengendali banjir salah satunya adalah Bendungan Ciawi. Bendungan selain dapat berperan sebagai faktor yang dapat meningkatkan kemampuan dalam menurunkan risiko bencana, bendungan dapat pula menjadi sebuah faktor ancaman bencana baru. Bencana banjir besar dapat menjadi sebuah bencana baru bila bendungan mengalami keruntuhan. Maka studi tentang analisis wilayah tergenang dan perilaku banjir pada simulasi kegagalan Bendungan Ciawi perlu dilakukan, mengingat untuk menindak lanjuti rencana pembangunan Bendungan Ciawi dan mengantisipasi ancaman bahaya kegagalan dari bendungan tersebut.

Untuk mengetahui sebaran wilayah yang terkena dampak dari kegagalan Bendungan Ciawi dan perilaku banjir yang terjadi pada daerah hilir dalam studi ini dilakukan simulasi dengan menggunakan bantuan *software* Zhong Xing HY21 yang dikeluarkan oleh Sinotech Engineering Consultant, Taiwan. Data tampang lintang di hilir bendungan berdasarkan tinjauan lokasi dengan peta DEM (*Digital Elevation Model*), peta kontur, peta jaringan sungai, dan penampang melintang profil lahan daerah lokasi genangan.

Dari hasil analisis simulasi keruntuhan Bendungan Ciawi untuk skenario kasus *overtopping* diperoleh akumulasi luas area genangan adalah 8905,02 Ha dan total volume genangan 132.329.971,7 m³. Sedangkan untuk skenario kasus *piping* diperoleh total akumulasi luas area genangan adalah 8367,94 Ha dan total volume genangan 132.434.494,19 m³. Jumlah wilayah yang terkena dampak genangan pada kasus *overtopping* adalah 21 Kecamatan dari 6 Kabupaten dan pada kasus *piping* adalah 20 Kecamatan dari 6 Kabupaten.

2.3 Keaslian Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pemodelan runtuhnya Bendungan Gonggang yang terletak di Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur. Runtuhnya Bendungan Gonggang disimulasikan terjadi akibat *overtopping* dan *piping*. Simulasi keruntuhan dibagi menjadi beberapa skenario keruntuhan bendungan dengan parameter keruntuhan yang berbeda seperti lebar rerata keruntuhan (B_{avg}), durasi keruntuhan (T_f), dan kemiringan keruntuhan (z).

Simulasi pemodelan keruntuhan bendungan dilakukan secara 1 dimensi menggunakan *software* HEC-RAS 4.1.0. Data tampang lintang di hilir bendungan sungai didapatkan dari peta DEM (*Digital Elevation Model*). Pemodelan simulasi sungai dilakukan di HEC-GeoRAS terlebih dahulu kemudian diinterpretasikan ke dalam HEC-RAS. Data masukan dalam HEC-RAS berupa kondisi batas hulu dan hilir, pemodelan bendungan, pemodelan waduk, parameter keruntuhan, *cross section* sungai, *boundary condition*, dan *initial condition*. Simulasi ditentukan sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan debit puncak akibat keruntuhan terbesar dan mengetahui aliran banjir akibat keruntuhan bendungan. Pada penelitian ini dilakukan sistem peringatan dini akibat kemungkinan bencana keruntuhan Bendungan Gonggan dengan menerapkan sistem siaga bertingkat sesuai dengan pedoman penyiapan rencana tindak darurat yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan Balai Keamanan Bendungan tahun 1998.