

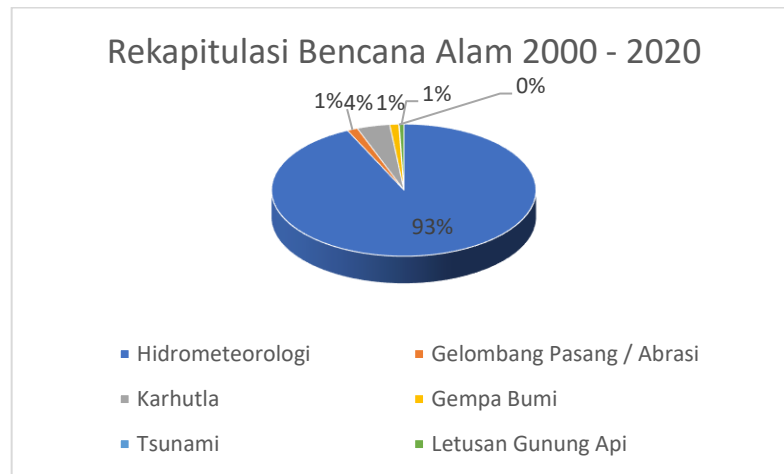
BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap tahunnya banjir telah menimbulkan kerusakan yang besar di seluruh dunia (Jonkman, 2005). Berdasarkan laporan lembaga internasional yang merekam *database* kejadian bencana (EM-DAT) dalam Fisher et al. (2018), telah terjadi 3.751 kejadian bencana alam yang terjadi selama 10 tahun terakhir (2008 – 2017) yang mana 84 persennya merupakan bencana yang berkaitan dengan cuaca. Jumlah korban bencana alam tersebut mencapai sekitar 2 Milyar orang dan 95 persennya merupakan korban akibat kejadian cuaca ekstrem. Selain itu, kerugian ekonomi yang dialami oleh 141 negara akibat bencana alam dalam kurun waktu tersebut diestimasikan mencapai 1.658 Milyar Dollar Amerika dan 73 persennya merupakan bencana yang berkaitan dengan cuaca ekstrem.

Kejadian cuaca ekstrem di Indonesia cenderung mempunyai dampak yang negatif terhadap masyarakat, bahkan dapat menimbulkan bencana. Bencana yang diakibatkan oleh fenomena hidrometeorologi seperti puting beliung, banjir, tanah longsor dan kekeringan menjadi salah satu bencana alam yang frekuensi kejadiannya sangat tinggi di Indonesia. Berdasarkan laporan BNPB 2020, jumlah kejadian bencana akibat fenomena hidrometeorologi adalah sebanyak 847 kasus dari 958 bencana alam yang terjadi dari Januari hingga 26 Maret 2020. Bahkan, dapat terlihat pada Gambar 1. 1, bahwa dari 25.652 bencana alam yang terjadi dari tahun 2000 hingga awal tahun 2020 di seluruh wilayah Indonesia, persentase kejadian bencana hidrometeorologi mencapai lebih dari 90%.



Gambar 1. 1 Presentase Berbagai Kejadian Bencana Alam di Indonesia tahun 2000 – 2020

Sumber: BNPB 2020

Salah satu bencana hidrometeorologi yang kerap melanda Indonesia adalah banjir. Berdasarkan data dari BNPB, telah terjadi sebanyak 9.442 kejadian banjir dari tahun 2000 hingga awal tahun 2020. Banjir tersebut telah menimbulkan jutaan rumah rusak, ribuan orang menjadi korban jiwa, puluhan ribu orang korban luka, bahkan hampir tiga puluh juta orang menderita dan mengungsi. Belum lagi rusaknya puluhan ribu berbagai fasilitas umum seperti fasilitas kesehatan, peribadatan, dan pendidikan. Pemanasan global mengarah ke bertambahnya kejadian curah hujan ekstrem (Trenberth 2011). Selain hujan ekstrem, dilihat dari frekuensi banjir, berdasarkan penelitian Hirabayashi et al. (2013) tentang kejadian banjir di masa depan, diproyeksikan akan terjadi peningkatan frekuensi banjir yang dapat menimbulkan kerugian baik nyawa maupun harta karena pemanasan global.

Salah satu upaya yang manjur dan dapat ditempuh untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh banjir adalah dengan mendesiminasikan peringatan

dini. *Early warning system* (EWS) atau sistem peringatan dini memiliki tujuan utama untuk menggerakkan individu dan komunitas agar bereaksi secara cepat dan tepat terhadap ancaman dalam rangka mengurangi risiko kerusakan atau hilangnya properti dan korban luka bahkan korban tewas (UNISDR, 2006). *World Meteorological Organization* / WMO (2008) menjelaskan peran pokok dari *National Meteorological and Hydrological Services* (NMHSs) dan WMO sendiri adalah ikut memberikan sumbangsih dalam upaya perlindungan harta dan nyawa manusia dengan menyediakan peringatan dini terkait dengan ancaman hidrometeorologi dan informasi lainnya untuk mengurangi risiko. Untuk menunjang EWS yang efektif, WMO (2015) mencanangkan program *impact-based forecast* (IBF) / prakiraan berbasis dampak yang memiliki tujuan untuk menunjang kebutuhan bisnis dan pertumbuhan ekonomi dan keberlanjutan. Oleh karena itu prakiraan berbasis dampak harus disampaikan dalam perspektif pengguna akhir.

Numerical weather prediction (NWP) / prakiraan cuaca numerik merupakan sebuah model yang sangat penting dalam melakukan prakiraan banjir dengan jangka waktu yang panjang pada sebuah daerah aliran sungai (DAS) (Rogelis dan Werner, 2018). NWP dapat memproduksi prakiraan cuaca hingga beberapa hari ke depan, sehingga badan penanggulangan bencana dapat memberikan respon terhadap peringatan dini yang diberikan oleh NMHSs. Menurut Seo et al., (2018), salah satu produk NWP yang saat ini digunakan secara operasional sebagai input pemodelan hidrologi adalah *quantitative precipitation forecasts* (QPFs). Hal ini menunjukkan perlunya perubahan paradigma prakiraan hujan secara kualitatif

(hujang ringan – sedang – lebat) ke QPF yang menerangkan rentang numerik curah hujan yang mungkin terjadi (WMO, 2016).

Menurut Powers et al. 2017, salah satu NWP yang banyak dipakai di seluruh dunia dengan berbagai penggunaan termasuk untuk kepentingan penelitian dan operasional prakiraan cuaca adalah *Weather Research and Forecasting* / WRF (Skamarock et al., 2008). Berdasarkan penelitian Li et al. (2017), produk QPF yang dihasilkan oleh WRF rasional dan dapat digunakan sebagai referensi yang handal untuk peringatan banjir di suatu DAS. Peringatan dini banjir yang dapat diandalkan membutuhkan prakiraan curah hujan yang akurat mengenai kapan terjadinya dan jumlahnya untuk diketahui limpasan yang dihasilkan (Wehbe et al., 2018). Level keadaan tanah di skala regional dapat mempengaruhi pembentukan hujan, aliran sungai dan evapotranspirasi (Vivoni. et al., 2008). Berdasarkan penelitian Senatore et al. (2015), kemampuan WRF dalam memprediksi kelembaban tanah dan curah hujan masih kurang baik jika dibandingkan dengan pemodelan WRF-Hydro (Gochis et al., 2015), karena WRF-Hydro memiliki bias yang lebih kecil. Hal senada juga dinyatakan oleh Wehbe et al. (2018), yang mana WRF-Hydro memiliki bias dan kesalahan (RMSE) yang lebih kecil jika dibandingkan dengan WRF saja. Bahkan, sebagai pemodelan hidrometeorologi, WRF-Hydro memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan secara operasional sebagai alat untuk memprediksi banjir (Sun et al., 2020).

WRF-Hydro telah banyak digunakan oleh para peneliti untuk memprediksi cuaca ekstrem dan analisis kejadian banjir di berbagai belahan dunia (Zarekarizi, 2018; Ryu et al., 2017; Yucel et al., 2015; Avolio et al., 2019). Akan tetapi, belum

banyak kajian bagaimana penggunaan WRF-Hydro di BMI yang memiliki proses geo-kimia-fisik yang kompleks karena kuatnya hubungan antara daratan-lautan-udara. Oleh karena itu, perlu adanya sebuah komparasi performa baik dari model WRF saja maupun WRF-Hydro yang memiliki nilai penting untuk menentukan pemodelan mana yang lebih handal untuk memprakirakan banjir di BMI. Selain pentingnya meningkatkan peningkatan di bidang teknologi dan sains untuk menghasilkan prakiraan cuaca ekstrem dan banjir, respon masyarakat terhadap peringatan dini untuk mengurangi risiko banjir juga sangat penting (Lopez, Baldassar, dan Seibert, 2017).

Penelitian ini akan berfokus kepada EWS dengan memanfaatkan NWP (WRF dan WRF-Hydro) yang akan digunakan untuk menganalisis kejadian hujan ekstrem yang terjadi mulai tanggal 31 Desember 2019 hingga tanggal 1 Januari 2020 dan respon masyarakat dan badan penanggulangan bencana terhadap peringatan dini cuaca ekstrem dan banjir. Penelitian akan berfokus di daerah hilir DAS Bekasi Hulu yang terdapat pertemuan 2 Sub-DAS, yaitu Sub-DAS Cileungsi dan Sub-DAS Cikeas. Selain karena alasan tersebut, lokasi penelitian dipilih karena daerah tersebut merupakan wilayah permukiman padat penduduk sehingga banyak kegiatan sektor ekonomi yang dirugikan ketika terjadi banjir. Ditambah lagi, daerah hilir DAS Bekasi Hulu juga kerap terkena banjir akibat curah hujan yang tinggi (Prihartanto dan Ganesha, 2019). Berdasarkan penelitian Kadri & Kurniyaningrum (2019) yang menggunakan data penggunaan lahan antara tahun 1990 dan 2018, hal ini terjadi karena daerah di DAS Bekasi secara keseluruhan mengalami perubahan lahan berupa penambahan area terbangun sebesar 43%.

1.2. Rumusan Masalah

Pertemuan Sub-DAS Cikeas dan Sub-DAS Cileungsi yang berada di Kota Bekasi tergolong sebagai kawasan perkotaan yang padat penduduk. Banjir yang sering terjadi di wilayah ini seringkali tidak hanya mengakibatkan kerusakan infrastruktur dan kerugian ekonomi tetapi juga mengancam nyawa manusia. Adanya perubahan lanskap dari waktu ke waktu di wilayah ini dan adanya peningkatan kejadian curah hujan ekstrem karena pemanasan global, dapat menyebabkan situasi di daerah pertemuan dua sub-DAS tersebut semakin memburuk.

Untuk meminimalkan bencana akibat banjir di perkotaan, sistem peringatan dini yang efektif dan tepat waktu sangat penting agar masyarakat yang berisiko dan badan penanggulangan bencana dapat mengambil tindakan dan keputusan yang tepat. Oleh karena itu, situasi banjir perkotaan saat ini di DAS Bekasi Hulu, termasuk sistem peringatan dini yang ada, dan kemampuan WRF-Hydro harus dianalisis. Keadaan tersebut perlu dievaluasi, didiagnosis, dan diperbaiki. Terlebih lagi, hingga saat ini kemampuan WRF-Hydro dalam memprediksi hujan lebat di BMI belum diketahui.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut di atas, maka muncul pertanyaan penelitian (*research question*) sebagai berikut:

1. Karakteristik utama apa di wilayah pertemuan Sub-DAS Cileungsi dan Sub-DAS Cikeas terkait dengan risiko banjir, kesiapsiagaan banjir, dan tindakan respons yang dilakukan?

2. Apakah simulasi yang dihasilkan oleh pemodelan WRF-Hydro mampu memberikan peringatan risiko banjir dan tindakan respons dibandingkan sistem peringatan dini yang ada saat ini?
3. Bagaimana agar pemodelan WRF-Hydro mampu diimplementasikan oleh badan penanggulangan bencana terkait dan masyarakat sebagai penerima peringatan dini di wilayah rawan banjir terpilih?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sistem peringatan dini hujan lebat dan banjir eksisting di wilayah rawan banjir terpilih.
2. Menganalisis bagaimana badan penanggulangan bencana di wilayah studi dalam mengambil tindakan respons atas peringatan risiko banjir.
3. Menguji kemampuan WRF-Hydro dalam memprediksi hujan lebat pada saat banjir pada tanggal 1 Januari 2020.
4. Memberikan usulan kepada badan penanggulangan bencana terkait dan masyarakat agar hasil pemodelan WRF-Hydro dapat digunakan untuk menggerakkan masyarakat untuk mengambil tindakan respon sehingga dapat mengurangi kerugian.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumbangan terhadap ilmu pengetahuan dan dapat dijadikan sebagai referensi penelitian selanjutnya.

2. Manfaat praktis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi *tools* untuk memprakirakan kejadian banjir sehingga pemangku kepentingan dapat mengambil keputusan untuk menempuh upaya mitigasi

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Agar dapat mencapai semua tujuan penelitian, studi ini akan berfokus kepada bagaimana sistem peringatan dini hujan lebat dan banjir di wilayah pertemuan Sub-DAS Cileungsi dan Sub-DAS Cikeas baik oleh masyarakat di wilayah rawan banjir maupun badan penanggulangan bencana. Dalam penelitian ini, ruang lingkup yang dikaji adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini adalah aktor – aktor yang terlibat dalam sistem peringatan dini hujan lebat dan banjir baik dari lembaga pemerintah yang memiliki tugas dan tanggung jawab dalam sistem peringatan dini dan organisasi masyarakat yang aktif terlibat dalam sistem peringatan dini di wilayah pertemuan Sub-DAS Cileungsi dan Sub-DAS Cikeas.
2. Penelitian ini akan menganalisis kejadian hujan lebat pada 1 Januari 2020 yang mengakibatkan jebolnya tanggul di Sub-DAS Cikeas berdasarkan output dari WRF-Hydro dengan satu macam konfigurasi.
3. Bagaimana optimalisasi penggunaan WRF-Hydro dalam memprediksi cuaca ekstrem atau banjir di masa yang akan datang berdasarkan pendapat para ahli pemodelan meteorologi dan hidrologi.