

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketinggian dasar awan atau *Cloud Base Height* (CBH) merupakan parameter penting sebagai penyeimbang energi di bumi dengan cara menyerap dan memantulkan radiasi yang masuk dan keluar dari atmosfer (Stephens dkk., 2012 dan Zhou dkk., 2016). Dampak awan terhadap keseimbangan radiasi di atmosfer bergantung kepada distribusi awan dan struktur vertikal awan sehingga memiliki kontribusi terhadap ketidakpastian dalam prakiraan cuaca dan prediksi iklim (Li dkk., 2016). Pengetahuan mengenai CBH akan membantu kita untuk memahami proses mikrofisika awan, dan juga memahami paksaan atau gaya radiasi awan (*cloud radiative forcing*) dan pelepasan panas laten yang pada akhirnya mengarah pada perbaikan model dan berkurangnya ketidakpastian terhadap penentuan tren iklim. Pengetahuan tentang CBH dapat memvalidasi beberapa produk turunan dari satelit termasuk vektor pergerakan atmosfer (Sankhala dkk., 2020).

CBH dapat diamati dengan penginderaan jarak jauh (*remote sensing*) aktif dan pasif (Goren dkk., 2018). Penginderaan jarak jauh pasif berbasis satelit mampu mengestimasi puncak awan secara lebih baik namun gagal dalam memberikan informasi yang akurat ketinggian dasar awan. Pengamatan seputar awan berbasis pada satelit contohnya adalah *Infrared Pathfinder Satellite Observations* (CALIPSO) yang memiliki penggambaran CBH cukup baik pada skala regional dan global (29). Namun, CALIPSO memiliki pengamatan temporal

cukup buruk sehingga sulit digunakan untuk mempelajari karakteristik awan di suatu lokasi. Pengamatan awan dari permukaan menggunakan radar awan dan ceilometer memberikan nilai struktur vertikal awan yang lebih akurat dari pengamatan berbasis satelit (Stefan dkk., 2014). Namun, pengamatan ceilometer jumlahnya terbatas dan hanya terdapat pada beberapa lokasi saja di dunia.

Satu-satunya pengamatan ceilometer di Indonesia terdapat di Kototabang, Sumatra Barat. Ceilometer di Kototabang adalah Ceilometer CT25K yang diproduksi oleh Vaisala dan dioperasikan oleh Universitas Kyoto, bekerjasama dengan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Data Ceilometer di Kototabang sangat berharga untuk memberikan informasi terkait karakteristik CBH di Indonesia khususnya di pegunungan Sumatra, lebih tepatnya Kototabang. Penelitian tentang struktur vertikal awan di Indonesia masih sangat terbatas dan sebagian besar hanya terkait dengan distribusi spasial awan dari citra satelit (Marzuki dkk., 2017). Terdapat beberapa penelitian tentang struktur vertikal awan dan aerosol salah satunya berada di Padang menggunakan radiosonde (Lismalini dkk., 2021). Namun periode observasi Lidar yang digunakan sangat singkat (dua tahun) sedangkan pengamatan awan berbasis radiosonde memiliki berbagai ambiguitas karena radiosonde mengamati awan secara tidak langsung menggunakan profil termodinamika atmosfer yaitu dari kelembaban relatif. Pengamatan Ceilometer di Kototabang yang sudah cukup lama (sekitar dua puluh tahun (2002-2021)) dapat memberikan informasi penting terkait tren jangka panjang CBH di Kototabang, dalam kaitannya dengan perubahan iklim.

Penelitian struktur vertikal awan dengan memanfaatkan data observasi jangka panjang telah dilakukan oleh beberapa peneliti di berbagai negara di dunia (Guo dkk., 2017), tetapi belum dilakukan di Indonesia. Posisi Ceilometer di Kototabang yang berada di pegunungan (865 m di atas permukaan laut) juga akan memberikan informasi berharga terkait pengaruh pegunungan Sumatra dalam mengontrol awan di kawasan ini. Atmosfer Sumatra juga dipengaruhi oleh sirkulasi berskala global *Madden-Julian Oscillation* (MJO) (Marzuki dkk., 2016) dan musim (Marzuki dkk., 2022), yang menimbulkan variabilitas internal dari tren jangka panjang struktur vertikal awan. Oleh karena itu, proses fisika awan dan presipitasi di wilayah Sumatra sangat kompleks sehingga pemantauan CBH di daerah pegunungan Sumatra sangat diperlukan.

Walaupun pengamatan Ceilometer di Kototabang telah berlangsung sejak tahun 2002, tetapi data instrumen ini masih minim dimanfaatkan. Terdapat satu peneliti yang telah mengolah data ini (Pratama dkk., 2022), namun terbatas pada periode dan studi kasus tertentu. Dengan demikian, analisis komprehensif dari CBH di Kototabang dengan memanfaatkan data Ceilometer belum dilakukan. Penelitian ini menganalisis tren jangka panjang selama dua puluh tahun (2002-2021) dan variabilitas internal tren jangka panjang ketinggian dasar awan di pegunungan Sumatra dalam kaitannya dengan MJO dan musim. Nilai rata-rata CBH dan jumlah awan untuk setiap bulan dan tahun akan dihitung dan dibuat deret waktu (*time series*), kemudian tren jangka panjang CBH diuji menggunakan uji non-parametrik Mann-Kendall dan Sen's Slope.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren jangka panjang selama dua puluh tahun (2002-2021) dan variabilitas internal tren jangka panjang ketinggian dasar awan di pegunungan Sumatra dalam kaitannya dengan MJO dan musim. Manfaat dari penelitian ini yaitu pengetahuan mengenai CBH akan membantu kita untuk memahami proses mikrofisika awan di pegunungan Sumatra, dan juga membantu memahami gaya radiasi awan (*cloud radiative forcing*) global dan pelepasan panas laten. Pengetahuan ini akan mengarah pada perbaikan tren dan berkurangnya ketidakpastian terhadap penentuan tren iklim. Selain itu, karakteristik CBH dari pengamatan ceilometer di Kototabang dapat digunakan untuk memvalidasi beberapa produk turunan dari satelit termasuk vektor pergerakan atmosfer.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi untuk wilayah Kototabang, Sumatra Barat. Data yang digunakan adalah data Ceilometer untuk penentuan CBH, data curah hujan dari pengamatan ORG (*Optical Rain Gauge*), dan indeks MJO. Semua data didapatkan dalam rentang waktu 2002-2021. Pengujian tren jangka panjang CBH yang digunakan adalah uji tren Mann-Kendall dan uji tren Sen's Slope.