

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Gunung Merapi adalah salah satu gunungapi aktif Indonesia yang menunjukkan gejala vulkanisme paling aktif di dunia dan termasuk dalam tipe A atau *stratovolcano* yang terus diawasi oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) [1], [2]. Gunung dengan ketinggian 2.968 mdpl (meter diatas permukaan laut) ini terletak pada 7°32'30'' LS (Lintang Selatan) dan 110°26'30'' BT (Bujur Timur), perbatasan antara Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dan Kabupaten Magelang, serta Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah [1], [3], [4]. Dengan karakteristiknya, yaitu berbentuk kerucut, memiliki komposisi magma basaltik andesit, mengandung 52–56 % silica (SiO₂), serta kawah yang berbentuk tapal kuda dimana bagian tengahnya tumbuh kubah lava [5]. Tipe ini memiliki ancaman bahaya primer dengan karakteristik letusan berupa awan panas yang terdiri dari gas, bongkahan batu, dan abu vulkanis dengan awal letusan berupa aliran lava dan runtuh kubah lava, serta bahaya sekunder berupa banjir lahar dingin yang terjadi pada pasca erupsi [3]. Muntahan awan panas gunung Merapi dapat mengalir gravitasional menyusuri lembah sungai dengan kecepatan 60 – 100 km/jam, dengan jarak lucur berkisar antara 4 – 15 km [4], [5]. Inilah ciri khas yang disebut dengan Tipe Merapi sekaligus menjadi ancaman atau bahaya utama bagi penduduk sekitar [5].

Tercatat erupsi terbesar terjadi pada 5 November 2010, dimana terjadi penghancuran kubah lava yang menghasilkan guguran awan panas sejauh 15 km ke arah Kali Gendol [5]. Menurut data Pusdalops BNPB (Pusat Pengendalian Operasi Penanggulangan Bencana, Badan Nasional Penanggulangan Bencana) tanggal 27 November 2010, jika bencana erupsi Merapi saat itu telah menewaskan sebanyak 339 orang di wilayah DIY dan Jawa Tengah. Selain itu juga kerusakan

dan kerugian berbagai sektor, meliputi : sektor ekonomi produktif, sektor infrastruktur, sektor perumahan, lintas sektor, dan sektor sosial mencapai Rp 3.557 triliun [3]. Informasi status terbaru yang dirilis oleh MAGMA Indonesia PVMBG pada 26 Januari 2022 periode 06.00 – 12.00 WIB dan 30 Januari 2022 periode 12.00 – 18.00 WIB menunjukkan adanya peningkatan status menjadi Siaga Level III menunjukkan hasil pengamatan visual dan instrumental yang memperlihatkan adanya peningkatan aktivitas yang semakin nyata atau gunungapi mengalami erupsi [31], [32]. Oleh karena statusnya yang termasuk dalam gunungapi sangat aktif dan aktivitasnya yang tinggi dengan periode letusan pendek antara 2 – 7 tahun, maka perlu adanya tindakan mitigasi bencana alam untuk mengurangi resiko atau dampak bagi masyarakat yang bermukim di area rawan bencana [5], [6]. Ini sesuai dengan UU No.24 tahun 2007 membahas tentang mitigasi yang diartikan sebagai upaya penanggulangan bencana untuk meminimalkan dampak kerusakan yang ditimbulkan, serta meminimalkan jumlah korban [6].

Suhu permukaan yang diperoleh dari tangkapan data citra satelit merupakan komponen kunci dan berbagai aspek penelitian lingkungan [7]. Saat ini penginderaan jauh termal merupakan teknik yang berkembang dan digunakan untuk memantau gunung berapi global secara dinamis [8]. Penginderaan jauh termal, khususnya Landsat *Thematic Mapper* (TM) dapat diandalkan untuk mempelajari gunung berapi aktif [9]. Dalam hal ini estimasi total fluks termal lava telah dilakukan dengan menggunakan Landsat TM [10]. Data Landsat ETM+ juga dapat digunakan untuk memahami karakteristik termal dari rangkaian aliran lava dengan cara menganalisis sinyal *short-wave infrared* (SWIR) yang terpancar dari permukaan alirannya [11], [12].

Dengan mengacu pada penelitian [12], maka pada penelitian ini penulis mencoba untuk menganalisis adanya anomali *brightness temperature* baik secara spasial maupun temporal di area kawah gunung Merapi selama periode tahun 2013-2022 dengan memanfaatkan data citra satelit Landsat 8 TIRS. Dalam penelitian ini menggunakan parameter *Brightness Temperature* (BT), dan bukan menggunakan *Land Surface Temperature* (LST) dengan memperhitungkan tingkat deteksi oleh TIRS dalam mengukur radiasi yang dipancarkan oleh benda – benda

panas yang sangat tinggi dan dengan mempertimbangkan sifat dari benda yang dideteksi yang merupakan hasil dari proses vulkanisme, yaitu lava pijar yang suhunya sangat tinggi (mencapai 1000°C) [12]. Pada prinsipnya, sebuah objek di lokasi tertentu variasi LST nya (dari waktu-ke waktu) dapat diwakili oleh parameter BT, ini karena LST selain dipengaruhi oleh besarnya radiasi dari benda yang diterima sensor juga dipengaruhi oleh rasio energi yang diradiasikan oleh benda permukaan (*land surface emissivities*) dan transmisi atmosfer pada saat *akuisisi*. Analisis ini berfokus pada dinamika peningkatan suhu (*thermal*). Pada penelitian ini, nilai pixel *cloud-free* tidak diperhitungkan dengan mempertimbangkan karakter letusan Merapi berupa awan panas yang terdiri dari gas, bongkahan batu, dan abu vulkanis [3], seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

Landsat 8 memiliki keunggulan, yaitu tipe resolusi sedang dan membawa perekaman ulang sensor termal 16 hari yang sangat berguna untuk pemantauan aktivitas vulkanisme. *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) berguna untuk mengukur *surface brightness temperature* pada dua pita termal spectral dengan resolusi spasial sepanjang 100 m [13]. Dimana sensor optik inframerah yang secara fundamental telah digunakan untuk melakukan pemantauan aktivitas gunung berapi global. Selain itu, dalam hal pengambilan gambar sensor Landsat yang diambil secara *push-broom* (*compared to a whisk broom*) [12], yang dapat mengurangi rasio *signal-to-noise*, dan memiliki rentang pita TIR dinamis lebih besar yang diambil kemudian digabungkan dengan gambar OLI untuk membentuk gambar terdaftar [12]–[14]. *Thermal remote sensing* ini juga telah digunakan selama 9 tahun pada gunung Kamchatka yang dikombinasikan dengan karakteristik letusan terbukti mampu membantu mengantisipasi kejadian letusan yang besar [15], [16].

Pada penelitian ini juga penulis akan membuat sebuah model *Convolutional Neural Network* yang nantinya juga digunakan untuk menganalisis secara otomatis data citra Landsat 8 TIRS yang didapatkan dan menghasilkan data apakah menunjukkan kondisi normal, siaga, ataupun waspada. *Deep learning* merupakan bagian dari *machine learning* dikenal berkat kapabilitasnya yang signifikan dalam memodelkan berbagai data kompleks, diantaranya seperti citra

dan suara [17], [18]. Metode yang memiliki hasil signifikan dalam hal pengenalan citra adalah CNN [17], [18]. CNN termasuk kedalam jenis *Deep Neural Network* karena memiliki kedalaman jaringan yang tinggi, serta banyak diaplikasikan pada data citra [17], [18]. Selain itu, CNN juga memiliki hasil paling signifikan dalam identifikasi citra karena mampu meniru sistem pengenalan citra pada *visual cortex* manusia, sehingga memiliki kemampuan mengolah data citra [17], [18]. CNN sendiri merupakan sebuah pengembangan dari *Multiplayer Perceptron* (MLP) yang dirancang untuk mengolah data dalam bentuk dua dimensi [17], [18].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis suhu kecerahan pada permukaan baik secara spasial maupun temporal pada area kawah gunung Merapi dan mengetahui tingkat akurasi keadaan normal, siaga, maupun waspada menggunakan arsitektur CNN terbaik pada penelitian ini. Hal tersebut nantinya dapat memudahkan pihak berwenang dalam mempelajari dan mengetahui kondisi terkini gunung Merapi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka rumusan masalah terkait dengan penelitian ini nantinya, diantaranya :

1. Bagaimana cara menganalisis *Surface Brightness Temperature Temporal* dan *Spacial Anomaly* di area kawah gunung Merapi menggunakan data citra Landsat 8 TIRS?
2. Apakah ada keterkaitan antara adanya anomali suhu kecerahan di area kawah gunung Merapi dengan kejadian erupsi?
3. Bagaimana cara menganalisis data citra menggunakan model *Convolutional Neural Network*?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis menetapkan beberapa batasan, diantaranya :

1. Wilayah penelitian ini meliputi Kawasan Gunung Merapi yang berada di perbatasan 4 Kabupaten Sleman, Provinsi DI Yogyakarta dan Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Klaten, provinsi Jawa Tengah, khususnya area kawah gunung Merapi.
2. Data citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah Landsat 8 TIRS Band 10 pada periode 2013 - 2022, meliputi area kawah gunung Merapi dari *website Google Earth Engine* melalui

(<https://earthengine.google.com/>) dan USGS *Earth Explorer* melalui (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) dengan eksistensi .TIF berjumlah 75 gambar citra yang terbagi menjadi 25 citra normal, 25 citra siaga, dan 25 citra waspada.

3. Pada penelitian ini hanya khusus menggunakan band termal, yaitu Band 10 dan tidak menggunakan Band 11, ini dikarenakan pada Band 11 terjadi ketidakstabilan sensor sejak perekaman tanggal 29 Maret 2016 [19].
4. Pengolahan data citra Landsat untuk menganalisis adanya *Surface Brightness Temperature Temporal Anomaly*, *Surface Temperature Spacial Anomaly*, menggunakan aplikasi QGIS, *Website Smithsonian Institution National Museum of Natural History Global Volcanism Program*, MAGMA Indonesia-Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, GVP (*Global Volcanism Program*).
5. *Google Collaboratory* (Google Colab) untuk pembuatan model CNN dengan menggunakan bahasa pemrograman *python*.
6. Membandingkan hasil analisis dengan data informasi dari MAGMA Indonesia-Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, GVP (*Global Volcanism Program*) dan MODVOLC (*Modis Volcano Alert*).
7. Menggunakan parameter *Brightness Temperature* (BT). Gambar citra spasial dan temporal Landsat 8 TIRS Bands 10 diproses untuk mendapatkan *Surface Brightness Temperature Temporal Anomaly*, *Surface Temperature Spacial Anomaly*, yang datanya digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik suhu, khususnya di kawasan kawah.
8. Pada analisis data citra penelitian ini nilai pixel *cloud-free* tidak diperhitungkan, hal ini diambil dengan mempertimbangkan karakteristik letusan gunung Merapi berupa awan panas.
9. Hasil penelitian adalah informasi mengenai analisis suhu kecerahan di kawasan kawah yang dapat diidentifikasi dari citra multitemporal Landsat-8 TIRS Band 10 dan model CNN yang dapat dimanfaatkan sebagai prekursor adanya erupsi untuk tipe gunung Merapi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah disebutkan, maka penulis menetapkan tujuan dari penelitian ini, yaitu :

1. Menganalisis *Surface Brightness Temperature Temporal* dan *Spcaial Anomaly* di area kawah gunung Merapi menggunakan data citra Landsat 8 TIRS.
2. Menghasilkan informasi hubungan hasil analisis anomali suhu kecerahan di area kawah gunung Merapi dengan kejadian erupsi.
3. Menganalisis data citra area kawah gunung Merapi menggunakan model *Convolutional Neural Network*.

1.5 Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat yang penulis harapkan dari diadakannya penelitian ini, diantaranya :

- a. Aspek keilmuan
Memberikan dan menambah wawasan terhadap ilmu pengetahuan dalam bidang penginderaan jauh, khususnya pada analisis anomali suhu kecerahan pada area gunung Merapi dengan memanfaatkan data citra satelit Landsat 8 TIRS Band 10 dan model *Convolutional Neural Network*.
- b. Aspek kerekayasaan
Memberikan informasi tentang anomali suhu kecerahan sebagai indikator kondisi terkini gunung Merapi dan dapat dijadikan sebagai acuan oleh pihak berwenang (PVMBG) untuk mitigasi bencana alam daerah.
- c. Manfaat untuk penulis
Mempertanggung jawabkan tugas akhir sebagai syarat menerima gelar Sarjana dan menerapkan keilmuan yang telah diberikan selama perkuliahan.