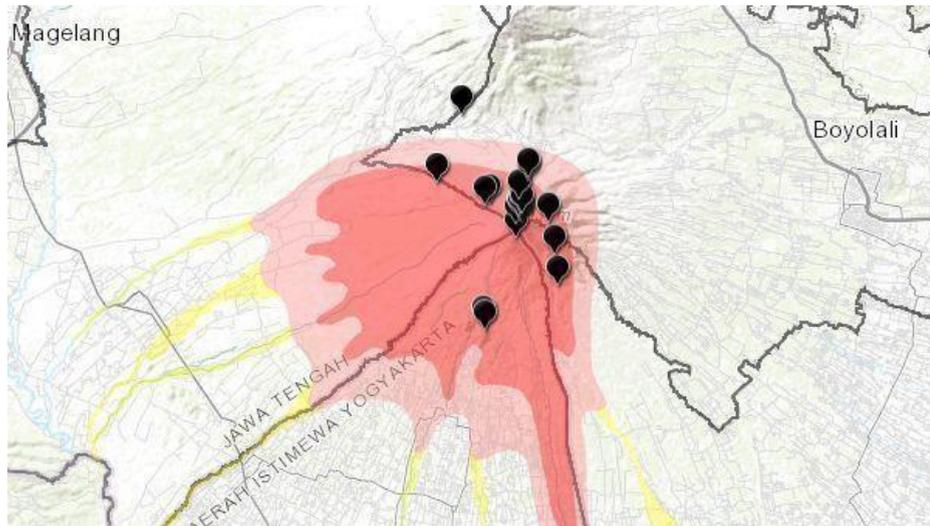


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 LOKASI PENELITIAN



Sumber :

<https://www.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=cb953a967f114162bffa0308db68a2c>

Gambar 3.1 Peta jaringan pengamatan geokimia pada Gunung Merapi

Tempat utama untuk melakukan penelitian adalah di BPPTKG (Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi), dimana secara geografis lokasinya terletak pada koordinat $07^{\circ}32'30''$ - $07^{\circ}52'30''$ LS dan $110^{\circ}15'00''$ - $110^{\circ}37'30''$ BT. Secara administratif, Gunung Merapi berada di persimpangan empat wilayah kabupaten, yaitu Sleman di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Magelang, Klaten, serta Boyolali di Provinsi Jawa Tengah. Gunung Merapi memiliki ketinggian sebesar 2978 meter di atas permukaan laut, dengan diameter sekitar 28 kilometer. Luasnya berkisar antara 300 hingga 400 kilometer persegi dan memiliki volume sekitar 150 kilometer kubik.

3.2 DATA DAN PERALATAN

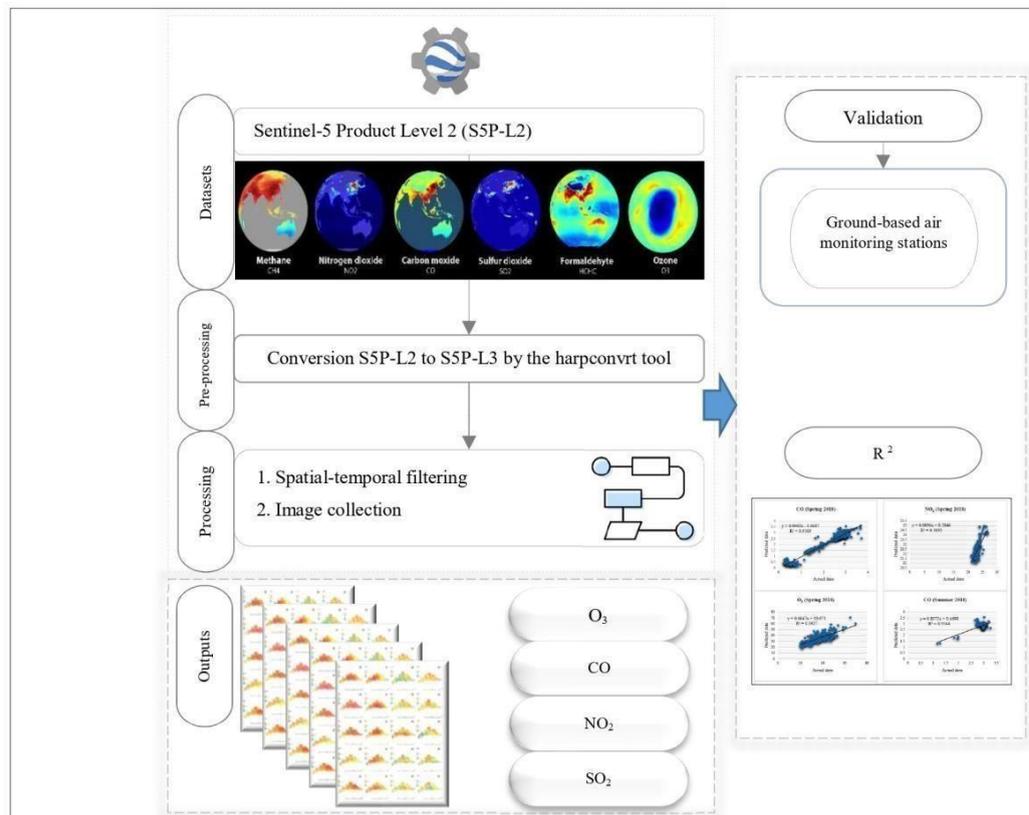
3.2.1 Data Penelitian

Data yang digunakan adalah data satelit yang didapatkan menggunakan *software Google Earth Engine*. Pengamatan dilakukan dalam rentang waktu 1 bulan dari Bulan Januari 2023 hingga Bulan Desember 2023. Penelitian ini

menggunakan gambar Citra Sentinel-5P TROPOMI yang diluncurkan oleh *European Space Agency* pada 13 Oktober 2017 dengan tujuan utama melakukan pemantauan kualitas udara dengan beberapa faktor kualitas udara, salah satunya adalah Sulfur Dioksida (SO₂) (Apituley, 2017). Satelit Sentinel-5P TROPOMI memiliki dua jenis produk, yakni produk *Offline* (OFFL) dan produk *Near Real-Time* (NRTI). Data tentang Sulfur Dioksida (SO₂) diperoleh melalui penggunaan teknologi komputasi di awan melalui platform *Google Earth Engine*. Teks ini menyatakan bahwa data awal yang siap untuk dianalisis berada pada Level 2 (L2). Namun, data tersebut masih dalam bentuk granul dalam satu orbit perekaman, sehingga bisa dipecah menjadi bagian-bagian kecil. Dalam proses ini, setiap data diubah menjadi Level 3 (L3), yang menghasilkan data yang tidak tergabung dalam granul yang sama. Resolusi spasial Sentinel-5P TROPOMI yang dipakai dalam *Google Earth Engine* memiliki tingkat kejelasan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan satelit pengamatan cuaca lainnya. Resolusi ini sebesar 0,01 derajat atau setara dengan sekitar 1,11 km, dengan waktu pembaruan harian yang memungkinkan pengamatan yang dilakukan setiap hari. Penelitian ini menggunakan informasi NRTI untuk mencatat dengan rinci waktu perekaman di Bulan Juli 2023.

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah gambar satelit sentinel-5P dengan tingkat produk L2_SO₂. Informasi ini berasal dari situs web ESA. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data OFFL (*offline*) yang diambil pada bulan Juli 2019. Data NRTI hanya dapat diakses selama satu bulan setelah pengambilan data, memiliki cakupan yang lebih terbatas. Di sisi lain, data OFFL dapat diunduh dari website ESA setelah lebih dari satu bulan, dan memiliki cakupan yang lebih luas. Data tersebut diambil sekitar waktu n Pada pukul 06.00 UTC atau pukul 13.00 WIB. Data yang digunakan pada pada penelitian sebanyak 6 data, yaitu pada rentang tanggal 1-5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30 Juli 2023. Resolusi spasial pada Sentinel-5P L2 adalah 7x3,5 km dan keunggulan L2 dibandingkan L1B adalah kemampuan *geolocation* dan *irradiance*, artinya pembacaan data akan mencakup objek dinamik dan *static*.

3.2.2 Peralatan yang Digunakan



Gambar 3.2 Rangkaian perangkat GPS di lapangan

Google Earth Engine merupakan suatu *platform cloud* yang menyediakan analisis data lingkungan global secara *online*. Komponen utama *Earth Engine* adalah :

1. *Datasets* : Platform USGS dan ESA, termasuk Satelit Sentinel 5P, telah menyediakan akses terbuka ke sejumlah besar citra. *Google Earth Engine* telah menggabungkannya menjadi satu platform. *Google Earth Engine* memiliki koleksi besar citra penginderaan jauh yang tersimpan dalam ukuran petabyte, yang dapat dengan mudah diakses dan digunakan untuk analisis geografi.
2. *Pre-Processing* : *Image pre-processing* adalah langkah awal dalam menganalisis data citra satelit. Tujuan dari pemrosesan data citra adalah untuk meningkatkan kejelasan data geografis dalam format digital agar dapat memberikan informasi yang lebih bermakna bagi pengguna, menghasilkan data kuantitatif tentang suatu objek, serta membantu menyelesaikan masalah. Kualitas gambar yang dihasilkan oleh sensor dipengaruhi secara signifikan oleh faktor-faktor seperti kondisi atmosfer, sudut pengambilan data, dan waktu pengambilan data. Dampak dari situasi

tersebut adalah data citra satelit memiliki kesalahan nilai informasi yang memerlukan penyesuaian. ada pada citra tersebut, sehingga citra yang dihasilkan akan lebih akurat dan representatif. Saat menggunakan Google Earth Engine, *user* tidak menggunakan perangkat sendiri sebagai ‘pemikir’ dari proses yang akan dilakukan. Dengan ukuran data yang sangat besar, perangkat *user* tidak dapat memproses dengan baik. Infrastruktur Google sebagai *cloud* yang akan digunakan untuk *Google Earth Engine* memungkinkan *user* untuk melakukan tahap pemrosesan data, ditambah dengan *library* data yang begitu lengkap (Gorelick et al., 2017).

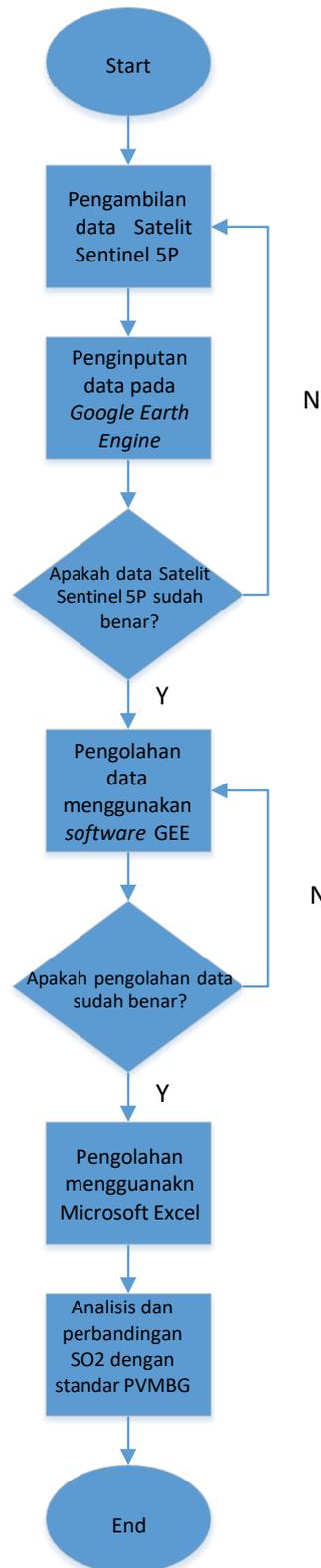
3. *Processing* : *Google Earth Engine* memberikan penggunaan API menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan *JavaScript* yang tersedia di Github, yang memudahkan pengguna untuk melakukan permintaan ke server *Google Earth Engine*. Dalam tahapan ini, ahli peneliti menggunakan teknik Klasifikasi terbimbing (*supervised classification*), yaitu cara klasifikasi yang memandu komputer dalam melaksanakan proses klasifikasi
4. *Output* : *Google Earth Engine* memberikan IDE (*Integrated Development Environment*) untuk mempercepat pembuatan *prototipe* dan visualisasi data geospasial dengan menggunakan analisis yang kompleks melalui API *Javascript*.



Gambar 3.3 Alur penggunaan *software* untuk penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa perangkat untuk mengumpulkan dan mengolah data. Perangkat keras yang digunakan adalah sebuah laptop, sedangkan perangkat lunak yang digunakan meliputi *Google Earth Engine* untuk menggabungkan dan mengambil data dari Satelit Sentinel 5P, *JavaScript Programme* untuk mengolah data, Microsoft Excel untuk membuat grafik dari hasil penelitian, dan Microsoft Office untuk menulis laporan. Untuk mendeteksi perubahan gas yang mungkin terkait dengan aktivitas magmatik Gunung Merapi, perangkat Satelit Sentinel 5P digunakan untuk memantau kondisi di lapangan.

3.3 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

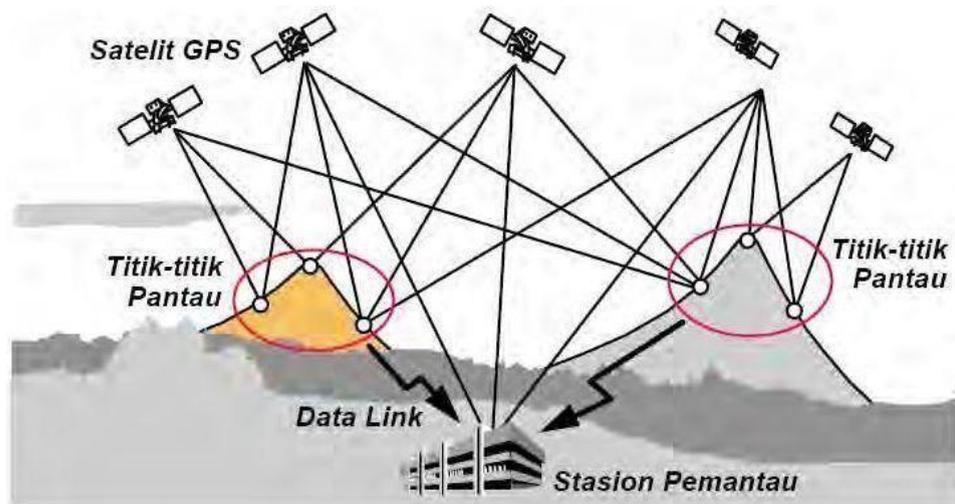


Gambar 3.4 Diagram alir pengukuran geokimia menggunakan GPS

Pada tahap awal, data dikumpulkan sebagai bagian dari persiapan untuk pengolahan data. Dalam hal ini, data Satelit Sentinel 5P diperoleh melalui *TROPOspheric Monitoring Instrument* (TROPOMI) yang dimiliki oleh *European Space Agency* (ESA). Data hasil pengamatan Satelit Sentinel 5P kemudian dilakukan pengecekan dan penggabungan sehingga kualitas data pada titik pengamatan dapat diketahui menggunakan *software Google Earth Engine*. Pada proses ini, data dari Satelit Sentinel 5P akan dibaca, diterjemahkan, dan dicek kualitasnya. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam mengambil dan mengolah data di Google Earth Engine menggunakan *JavaScript*.

Setelah diolah dan dicek kualitasnya, data kemudian proses menggunakan *Microsoft Excel*. Dari hasil pengolahan menggunakan *Microsoft Excel* inilah data Satelit Sentinel 5P dapat dianalisis untuk menentukan besar dan arah gas Sulfur Dioksida yang keluar pada Gunung Merapi.

3.4 METODE PENGUKURAN

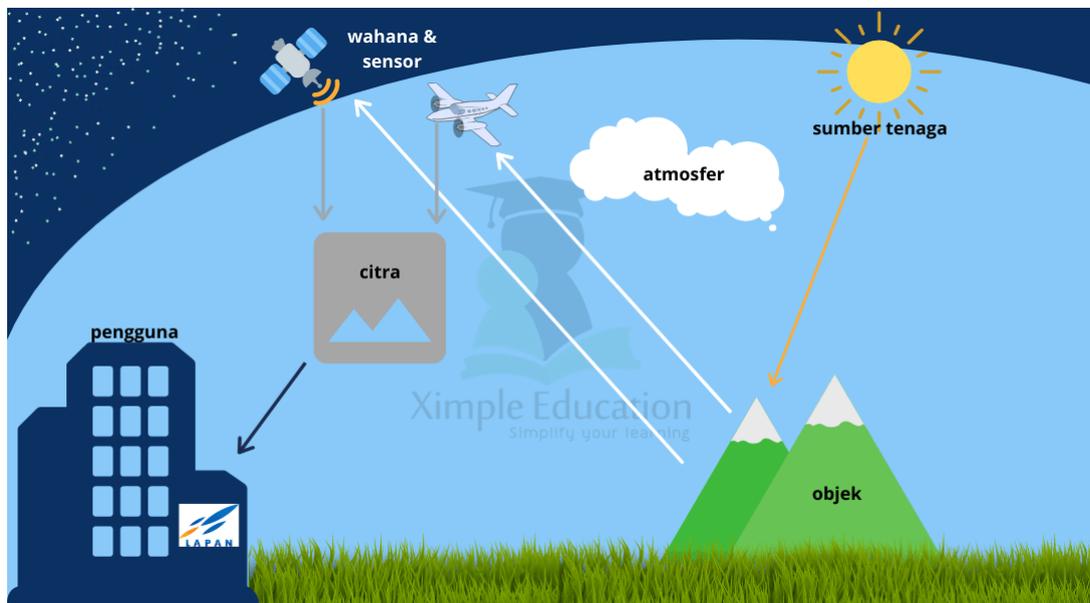


Gambar 3.5 Metode pemantauan geokimia berbasis GPS

Google Earth Engine adalah platform analisis data spasial yang sangat bermanfaat bagi para ilmuwan, pengamat lingkungan, dan profesional dalam menganalisis data spasial. Dengan menggunakan GEE, pengguna dapat mengakses berbagai data dan alat analisis yang dapat membantu dalam mengambil keputusan yang berbasis data. Data yang tersedia termasuk citra satelit, data iklim dan cuaca, data penutupan lahan, dan data kualitas udara. Untuk mengakses data, pengguna dapat menggunakan alat pencarian yang tersedia di platform atau dapat mencari data secara manual melalui berbagai sumber data.

Setelah mengakses data, langkah berikutnya adalah menganalisis data

dengan menggunakan berbagai alat analisis data yang tersedia di platform. GEE menyediakan berbagai teknik analisis data, termasuk analisis spasial, analisis temporal, dan analisis multivariat. Teknik analisis yang dipakai tergantung dari tujuan analisis dan jenis data yang dianalisis. Langkah terakhir setelah melakukan analisis data adalah membuat visualisasi data yang dapat membantu memahami hasil analisis. GEE menyediakan berbagai alat visualisasi data, termasuk peta interaktif, grafik, dan animasi. Pengguna dapat membuat visualisasi data yang menarik dan informatif untuk digunakan dalam laporan dan presentasi



Gambar 3.6 Perubahan bias cahaya yang terjadi akibat geokimia

Pada penelitian ini, data satelit Sentinel 5P yang dipergunakan merupakan data level 2 yang merupakan produk yang sudah memiliki *geolocation*. *Slant Column Density* (SCD) dari SO₂ diperoleh dengan menggunakan *Differential Optical Absorption Spectroscopy* (DOAS). Dalam spectrum UV (312-326 nm). SCD kemudian dikonversi menjadi VCD (*Vertical Column Density*) dengan menggunakan AMF (*Air Mass Factor*) (Theys dr.,2017).

$$VCD = \frac{SCD}{AMF}$$

Keterangan :

VCD : *Vertical Column Density*

SCD : *Slant Column Density*

AMF : *Air Mass Factor*

Nilai VCD atau total kolom vertikal inilah yang digunakan sebagai nilai konsentrasi SO₂ yang diemisikan oleh Gunung Merapi.

Setelah diketahui nilai *density* nya, data kemudian dikonversi ke dalam total massa (massa molar SO₂ adalah 64,066) dalam satuan ton. Hal ini diperlukan karena umumnya nilai konsentrasi gas yang dikeluarkan oleh PVMBG adalah dalam satuan ton.

$$\text{Total Massa} = \frac{\text{mol}}{\text{m}^2} \times \text{molar mass} \times \text{areas}$$

Keterangan :

$\frac{\text{mol}}{\text{m}^2}$: Total VCD atau *Vertical Column Density* yang didapatkan dari GEE

Molar Mass : 64,066

Areas : 16x13 (dalam km)

Nilai maksimum SO₂ total kolom selama bulan Juli 2023 diperoleh dari data Sentinel-5P yang disediakan pada GEE. Nilai maksimum dihitung dengan batas area 16x13 km yang melingkupi Gunung Merapi dan sekitarnya. Nilai maksimum yang diperoleh kemudian ditampilkan dalam sebuah grafik.