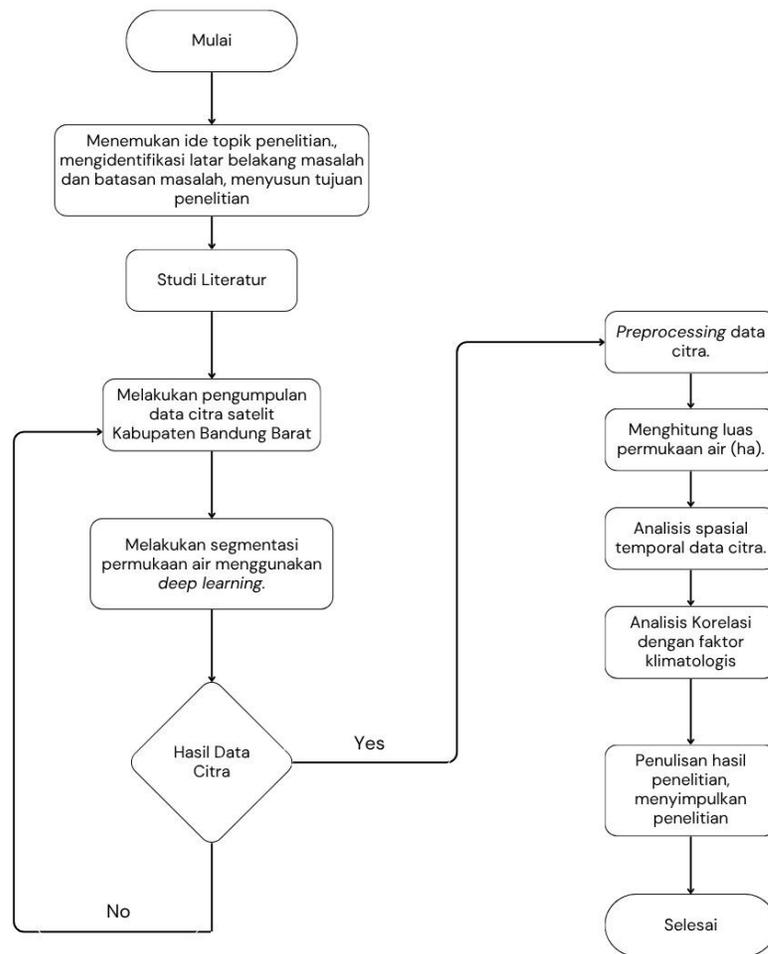


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini berfokus untuk menganalisis variasi spasio-temporal permukaan air di Kabupaten Bandung Barat berdasarkan citra Sentinel-2A dan mengaplikasikan pendekatan *deep learning* sebagai proses segmentasi untuk pemetaan permukaan air secara otomatis. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan menemukan ide topik penelitian, mengidentifikasi latar belakang masalah, batasan masalah dan tujuan penelitian untuk mengetahui keunggulan dari penelitian yang dilaksanakan. Tahapan berikutnya ialah melakukan studi literatur untuk menganalisis lebih lanjut topik penelitian berdasarkan penelitian sebelumnya dan juga upaya memperkaya pengetahuan untuk penelitian. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data dengan memanfaatkan *Application Programming Interface* (API) yang berasal dari website Copernicus jenis Sentinel-2A. Setelah data berhasil diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan segmentasi menggunakan pendekatan *deep learning* menggunakan model WatNet. Jika data citra hasil segmentasi baik akan dilanjutkan *preprocessing* terhadap citra tersebut, jika tidak citra tidak akan digunakan pada tahapan selanjutnya dan diperlukan pengambilan citra kembali. Tahap ini meliputi penggabungan data citra (*mosaic*) yang masih dalam bentuk *tile*, lalu pemotongan citra (*clip*) sesuai dengan area studi, yaitu Kabupaten Bandung Barat. Proses ini penting untuk memastikan bahwa data dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Selanjutnya, perhitungan luas permukaan air dari hasil tahapan sebelumnya. Dan, dilakukan analisis spasio-temporal permukaan air menggunakan ArcGis. Analisis berikutnya ialah, analisis korelasi dengan mempertimbangkan adakah keterkaitan permukaan air dengan variabel-variabel klimatologis seperti curah hujan, suhu, dan kelembapan menggunakan RStudio. Akhirnya, hasil dari seluruh analisis akan disusun dalam bentuk laporan penelitian yang mencakup metodologi, temuan, dan rekomendasi. Laporan ini akan mengikuti standar akademik yang berlaku dan diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman mengenai perubahan permukaan air serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di Kabupaten Bandung Barat. Dengan demikian, metode penelitian ini tidak hanya sistematis tetapi juga komprehensif, memungkinkan peneliti untuk mendapatkan hasil yang valid dan bermanfaat.

3.2 Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data yang teliti dan terstruktur menjadi penting dalam memastikan data yang didapatkan sesuai untuk melaksanakan tahapan selanjutnya, yakni analisis. Pada penelitian ini, mempergunakan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak juga data yang menjadi fokus untuk bahan penelitian serta teknik pengumpulan data. Dengan pemahaman tentang tahapan pengumpulan data ini, diharapkan penelitian dapat berhasil dalam mengetahui variasi spasio-temporal permukaan air di Kabupaten Bandung Barat.

3.2.1 Spesifikasi Perangkat

Perangkat keras yang dipergunakan dalam pelaksanaan penelitian:

1. Laptop Lenovo IdeaPad 5 14ITL05: Untuk melakukan seluruh kegiatan penelitian yang berkaitan dengan pengolahan hingga analisis akhir untuk menghasilkan hasil penelitian.

Spesifikasi perangkat:

- *Processor*: 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7
- *Memory RAM*: 16384MB
- *Operating System*: Windows 11 Home Single Language 64-bit
- *System Type*: 82FE

Perangkat lunak yang dipergunakan dalam pelaksanaan penelitian:

1. ArcMap v.10.8 : Untuk pengolahan data citra satelit, yang berupa data raster maupun polygon. Perangkat lunak ini pun digunakan untuk melakukan pengolahan data citra dasar, seperti *clip*, *mosaic* dan lainnya. Analisis spasio-temporal pun memanfaatkan perangkat lunak ini.
2. Google Collaboratory: Untuk menjalankan code python dengan tujuan mengakuisisi data citra, segmentasi permukaan air, perhitungan luas permukaan air yang berasal dari data citra dengan menggunakan deep learning.
3. Google One: Untuk penyimpanan hasil pemrosesan segmentasi permukaan air.
4. Microsoft Home and Students 2021: Untuk mengelola penulisan dari awal hingga akhir penelitian. Dan, mengolah data dengan rumus excel dasar.

Najwa Nabila Amanda Siswoyo, 2025

ANALISIS SPASIO-TEMPORAL PERMUKAAN AIR BERDASARKAN DATA CITRA SATELIT SENTINEL-2A DENGAN PENDEKATAN DEEP LEARNING (STUDI KASUS: KABUPATEN BANDUNG BARAT)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

5. Rstudio v.R.4.4.1: Untuk melakukan analisis korelasi antara luas permukaan dengan variabel klimatologis.

3.2.2 Bahan Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian ini, diperlukan pengumpulan bahan dan data yang relevan dan akurat. Pemilihan bahan dan data ini, sangat krusial untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil penelitian yang akan diperoleh. Seluruh bahan dan data yang digunakan dalam penelitian ini telah diidentifikasi secara cermat, mencakup aspek sumber, format, serta kegunaannya masing-masing dalam Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Bahan dan data selama penelitian

Bahan, Data	Sumber	Format	Kegunaan
Data Citra Satelit Copernicus Jenis Sentinel 2-A	Website Copernicus Data Space Ecosystem Europe's eyes on Earth (<i>Online</i>)	Data Raster (TIFF)	Data utama penelitian. Yang mana akan diolah untuk mendapatkan informasi terkait permukaan air.
Data Curah Hujan, Kelembapan Udara dan Suhu Kabupaten Bandung Barat 2016-2024	Website Nasa Power, https://power.larc.nasa.gov/ (<i>Online</i>)	.csv	Menjadi salah satu variabel untuk analisis korelasi.
Data Batas Administrasi Wilayah Kota/Kabupaten	BIG, Dukcapil	Vector/SHP	Untuk mengetahui batas wilayah juga memotong data citra satelit sesuai <i>georeference</i> .
Wilayah Kabupaten Bandung Barat	Website Open Street Map, https://www.openstreetmap.org/ (<i>Online</i>)	.json	Mengetahui Informasi area Kabupaten Bandung Barat

3.2.3 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini mengumpulkan data utama yakni data citra satelit Sentinel-2A menggunakan teknik *Application Programming Interface* (API) dari website Copernicus. Dalam mengumpulkan data pendukung lainnya digunakan berbagai website yang merupakan sumber penyedia informasi dari data batas administrasi Kota/Kabupaten juga data variabel klimatologis.

3.2.3.1 Penggunaan API untuk Pengumpulan Citra Sentinel-2A

Penelitian ini memanfaatkan citra Sentinel-2A untuk data utama mengenai kondisi spasial wilayah Kabupaten Bandung Barat. Rentang periode data citra dalam penelitian ini berlangsung dari 2016-2024, yang diperlukannya pengumpulan data citra secara otomatis dan efektif. Penggunaan API Website Copernicus menjadi jawaban atas pengumpulan data citra secara otomatis. Dalam implementasi penggunaan API ini, digunakan *platform* Google Colab dengan penggunaan *Jupyter Notebook* untuk mempermudah proses pengumpulan data menggunakan API. Berikut proses pengumpulan data citra Sentinel-2A:

1. Instalasi dan import beberapa *library* seperti, *sentinelhub*, *rioxarray*, *basemap-data*, *basemap-data-hires*, *basemap*, *matplotlib*, *geopandas*, *tiffle*, *osm2geojson*, *osmnx*.
2. Selanjutnya, melakukan konfigurasi dengan *Copernicus Client Credential*. Untuk mendapatkan *credential*, diperlukan membuat akun pada website Copernicus. Setelah membuat akun, login dan buka halaman *dashboard* Sentinel Hub Copernicus. Pilih halaman *User settings* untuk membuat *credential* yang meliputi *Client ID* dan *Client Secret* baru. Setelah didapatkannya kode unik *credential*, sertakan dalam kode konfigurasi dalam Google Colab.
3. Pemotongan data raster wilayah, dilakukan dengan tujuan input citra tidak terlalu besar dan dapat diatur ukurannya. Pemotongan data raster wilayah ini menggunakan file geoJSON wilayah Kabupaten Bandung Barat yang jenisnya *polygon*. Selanjutnya, pemotongan data raster wilayah ini menggunakan UTM

Grid yang berfungsi agar resolusi ukuran potongan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Penelitian ini menggunakan resolusi 2048 x 2048 px.

4. Kode berikutnya ialah fungsi untuk mengambil informasi ketersediaan dari potongan citra tertentu. Dengan parameter *bbox*, *time_interval*, *config*, *time_difference*, *cloud_cover*.
5. Selanjutnya, diperlukan parameter *bbox*, dan *resolution* untuk mengetahui ukuran *Area of Interest* (AOI) atau mengembalikan resolusi citra yang akan dihasilkan
6. Melakukan pengambilan data citra dengan *request* API Copernicus, dengan menggunakan parameter *date_start*, *date_end*, *bbox*, *size*, *evalscript*, *responses*, *config*, *dest*.
7. Mengatur *band* yang diperlukan dalam citra dengan memberitahu API menggunakan *evalscript raw band*. Data citra ini menggunakan band 2, 3, 4, 8, 11, 12 dalam format integer 16 bit.
8. Mempersiapkan informasi lengkap mengenai data yang akan di *request* ke API Copernicus, seperti nama folder destinasi data yang diunduh, resolusi pengambilan data, rentang waktu data yang dikumpulkan, persentase *cloud coverage*, *evalscript raw band*, format data yang berhasil diunduh berupa TIFF.
9. Terakhir, ialah melakukan unduh data jika *request* ke API Copernicus sudah berhasil dilakukan.

3.2.3.2 Pengumpulan data GeoJSON dan SHP Kabupaten/Kota

Pengumpulan data GeoJSON wilayah kabupaten Bandung Barat diakses melalui website OpenStreetMap, dengan memilih koordinat dari wilayah tersebut lalu unduh dengan format (.json). Sedangkan, data SHP mengenai batas administrasi Kabupaten/Kota Jawa Barat diakses melalui *website* Lapak GIS, dengan hanya mencari kategori wilayah yang diinginkan seperti Provinsi Jawa Barat > Kabupaten/Kota > Pilih Kabupaten Bandung Barat.

3.2.3.3 Pengumpulan data Variabel Klimatologis

Pengumpulan data faktor klimatologis wilayah Kabupaten Bandung Barat dilakukan dengan cara mengakses *website* Nasa Power, yang dapat diakses secara bebas. Dilakukan pemilihan menu *Single Point* pada sidebar, guna memperoleh data berdasarkan titik koordinat latitude dan longitude wilayah Kabupaten Bandung Barat. Nasa Power memiliki rentang waktu yang cukup lengkap dan terbaru, pilihlah rentang tahun 2016-2024 dengan periode *monthly and annual*. Tiba untuk memilih data apa saja yang ingin ditemukan dengan memilih *parameters* mengenai data suhu, kelembapan udara dan curah hujan. Data dapat didapatkan dalam bentuk CSV, JSON, ASCII, NetCDF.

3.3 Teknik Pengolahan Penelitian

Pengolahan data penelitian ini diawali dengan tahapan segmentasi permukaan air dari citra Sentinel-2A menggunakan pendekatan *deep learning*. Selanjutnya data melalui tahapan *pre-processing*, hingga akhirnya data sudah siap untuk dilakukan analisis. Berikut penjelasan mengenai teknik pengolahan penelitian:

3.3.1 Segmentasi Permukaan Air

Tahapan segmentasi permukaan air dari data citra Sentinel-2A menggunakan teknik pendekatan *deep learning*. Pendekatan *deep learning* pada penelitian ini memanfaatkan model WatNet, karena model ini memungkinkan untuk melakukan identifikasi area permukaan air secara akurat berdasarkan data citra multispektral yang tersedia. Menggunakan Google Colab sebagai media segmentasi nya dengan informasi *Jupyter Notebook* yang berisikan kode-kode dari model WatNet. Berikut tahapan segmentasi permukaan air:

1. Pertama akses dokumentasi dari model WatNet melalui GitHub. Lalu, kumpulan data citra di masukkan dalam direktori yang dikenali. Setelah itu temukan file `infer_demo.ipynb`.
2. Jalankan seluruh *cell* kode yang ada dalam file `infer_demo.ipynb`, menggunakan Google Colab. Namun, perlu dipahami mengenai direktori data

Najwa Nabila Amanda Siswoyo, 2025

ANALISIS SPASIO-TEMPORAL PERMUKAAN AIR BERDASARKAN DATA CITRA SATELIT SENTINEL-2A DENGAN PENDEKATAN DEEP LEARNING (STUDI KASUS: KABUPATEN BANDUNG BARAT)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

yang akan di segmentasi, direktori hasil data yang sudah ter-segmentasi, juga versi *library* yang digunakan dalam model ini.

3. Dalam penelitian ini, kode model WatNet sedikit di modifikasi dengan tujuan efisiensi pengolahan proses segmentasi data citra berlangsung dengan beberapa masukkan (*input*) dan juga menghasilkan *output* yang sama dengan jumlah *input*, dalam sekali menjalankan kode. Penggunaan metode *looping* dalam kode untuk mewujudkan tujuan tersebut.
4. Siapkan *storage* yang cukup untuk menyimpan hasil segmentasi data citra.
5. Periksa apakah hasil citra sudah lengkap/sesuai atau belum.

3.3.2 *Pre-Processing*

Teknik pengolahan data selanjutnya ialah melakukan pemrosesan hasil segmentasi data citra dengan beberapa alat di dalam ArcGis. Gunanya untuk menyiapkan data untuk proses berikutnya. Tahapan *Pre-processing* data penelitian ini, ialah:

1. Menyatukan potongan-potongan citra tiap periode menggunakan alat *mosaic*.
2. Lalu, hasil *mosaic* ini akan disesuaikan dengan identitas batas wilayah nya dengan melakukan pemotongan agar sesuai dengan *georeference* nya, menggunakan alat *clip* pada ArcGis.
3. Selanjutnya, ubah jenis data citra yang raster menjadi jenis polygon menggunakan alat *Raster to Polygon*.
4. Ketika data citra sudah jenis Polygon, lakukan pemilihan piksel air saja pada bagian *Attribute Tabel* data, lalu untuk hasil citra yang hanya memiliki piksel air saja digunakan alat *dissolve*.
5. Alat *Union* digunakan pada tahapan selanjutnya guna menggabungkan dua atau lebih *layer* data untuk menciptakan *layer* data baru yang mencakup semua informasi dari data yang digabungkan.

3.3.3 Analisis Spasio-Temporal Permukaan Air

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis spasio-temporal yang memanfaatkan data citra satelit Sentinel-2A untuk mengidentifikasi dan

menganalisis perubahan permukaan air di Kabupaten Bandung Barat. Analisis spasio-temporal dihasilkan dari proses alat *Union* dari ArcGIS, yang disesuaikan dengan kategori analisis spasio-temporal yang diinginkan. Dilakukan analisis secara *intra-annual* dengan adanya 4 kelas WOF dan analisis secara *inter-annual* dengan di kelompokkannya menjadi 5 kelas WOF. Dalam Tabel 3.2 dijelaskan pula mengenai rentang kelas WOF, periode, dan cara pengolahannya.

Tabel 3. 2 Kategori Analisis Spasio-Temporal Permukaan air

Jenis	<i>Intra-annual</i>	<i>Inter-annual</i>
Rentang WOF	WOF _{Intra} I : 20 – 40% WOF _{Intra} II : 41 – 60% WOF _{Intra} III : 61 – 80% WOF _{Intra} IV : 81 – 100%	Permukaan air Musiman: WOF _{Inter} I : 10 – 20% WOF _{Inter} II : 21 – 40% WOF _{Inter} III : 41 – 60% Permukaan air Permanen: WOF _{Inter} IV : 61 – 80% WOF _{Inter} V : 81 – 100%
Periode	Berdasarkan musim : - DJF - MAM - JJA - SON	Berdasarkan Musiman/Permanen : - Permukaan air Musiman - Permukaan air Permanen
Pengolahan Data	1. Data setiap tahun pada masing-masing periode musim, di gabungkan dengan <i>Union</i> . Dengan kata lain 9 data digabungkan menjadi	1. Data setiap tahun, di gabungkan dengan <i>Union</i> . Dengan kata lain terdapat 36 data digabungkan menjadi 1 (karena rentang periode dari 2016 hingga 2024,

Jenis	<i>Intra-annual</i>	<i>Inter-annual</i>
	1 (data periode dari 2016 hingga 2024). 2. Lalu dikelompokkan sesuai WOF nya. Dengan menandai setiap rentang WOF, ada 4 warna untuk mewakili banyaknya kemunculan air.	dan disetiap tahun nya ada 4 musim). 2. Lalu dikelompokkan sesuai WOF nya. Dengan menandai setiap rentang WOF, ada 5 warna untuk mewakili banyaknya kemunculan air

Analisis spasio-temporal pertama ialah dengan menemukan *Water Occurrence Frequency* (WOF) dari periode musim DJF, MAM, JJA, SON. Terdapat 4 data spasial dan 4 rentang WOF yang dihasilkan dari analisis spasio-temporal ini. Selanjutnya ialah, analisis spasio-temporal dengan menemukan *Water Occurrence Frequency* (WOF) jenis permukaan air permanen dan jenis permukaan air musiman. Terdapat 1 data spasial dan 5 rentang WOF yang dihasilkan dari analisis spasio-temporal ini.

3.3.4 Analisis Korelasi Permukaan Air

Selain itu, penelitian ini juga menganalisis korelasi antara perubahan permukaan air dan variabel-variabel klimatologis seperti curah hujan, suhu, dan kelembapan, guna memberikan wawasan yang lebih dalam tentang pengaruh variabel iklim terhadap fluktuasi permukaan air. Pengolahan data hingga dapat di analisis ialah dengan berikut:

1. Dari hasil data *clip* di bagian 2 tahapan *pre-processing*, akan dilakukan perhitungan luas permukaan air dengan menggunakan Google Colab dan kode *Python* untuk memproses nya lebih cepat dan mudah.

2. Kode python ini berisikan *threshold* untuk mengklasifikasikan piksel air dan bukan air. Jika nilai piksel data citra \geq dari *threshold*, maka dikategorikan menjadi piksel air.
3. Setelah itu piksel-piksel air yang ditemukan akan dijumlahkan. Lalu, menghitung jumlah piksel area yang terdapat dalam citra, dengan resolusi area sumbu x dan y dihitung.
4. Untuk mengetahui jumlah luas permukaan air, hitunglah dengan cara jumlah piksel air dikalikan jumlah piksel area dibagi 1000 (jika ingin dengan satuan hektare).