

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pada proses penelitian ini, dilakukan pencarian artikel jurnal sebagai acuan atau penelitian terdahulu. Pada penelitian ini terdapat 10 artikel jurnal penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian. Penelitian terdahulu ini berkontribusi dalam berbagai aspek pendukung dalam penelitian seperti latar belakang dan dalam perancangan aplikasi berbasis *website*. Penjelasan lebih detail pada penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terdahulu

| Artikel Jurnal 1 [3] |   |
|----------------------|---|
| Judul                | <i>Geo-spatial approach for land-use and land-cover changes and deforestation mapping: a case study of Ankasha Guagusa, Northwestern, Ethiopia</i>  |
| Nama Penulis         | Mekasha, S<br>Suryabhadgavan, K V<br>Gebrehiwot, Mersha   |
| Nama Jurnal          | <i>Tropical Ecology</i> 61:550–569  |
| Tahun                | 2020  |
| Hasil                | Terdeteksi Perubahan Tata Guna Lahan/Tutupan Lahan, Dihasilkan tren dari perubahan penggunaan Lahan/Tutupan Lahan, Lahan hutan menunjukkan penurunan dari tahun 1985 hingga 1996 namun meningkat pada dua periode terakhir, dihasilkan luas tutupan hutan dan laju perubahannya   |
| Kesimpulan           | Wilayah studi mengalami perubahan signifikan sejak 1985, dengan perluasan pertanian dan perkotaan menyebabkan pergeseran lahan kosong, hutan, dan sedikit badan air. Perubahan ini berdampak baik dan buruk pada aspek biofisik dan sosial ekonomi, termasuk penurunan keanekaragaman hayati, kerentanan terhadap erosi tanah, dan penurunan kualitas air. Studi menekankan perlunya manajemen yang tepat dan pemantauan deforestasi menggunakan pendekatan geospasial untuk mitigasi jangka panjang. |
| Artikel Jurnal 2 [4] |   |
| Judul                | <i>Deforestation: Human Causes, Consequences and Possible Solution</i>  |
| Nama Penulis         | Bodo, T<br>Gimah, Batombari Gbidum<br>Seomoni, Kemetonye Joy  |
| Nama Jurnal          | <i>Journal of Geographical Research</i> 4(2)  |
| Tahun                | 2021  |
| Hasil                | Dihasilkan solusi bahwa Pendidikan Lingkungan Hidup merupakan Solusi Masalah Deforestasi Dan Hilangnya Habitat  |
| Kesimpulan           | Deforestasi dan hilangnya habitat tidak hanya mengancam tanaman dan hewan, tetapi juga berdampak pada kelangsungan hidup manusia. Tindakan ini dapat mengubah mekanisme planet Bumi dan membahayakan kehidupan  |

|                      |  |
|----------------------|--|
|                      | tumbuhan dan hewan. Ekspansi pertanian dan aktivitas manusia semakin menyusutkan kawasan hutan. Pentingnya pendidikan lingkungan hidup menjadi kunci untuk memperbaiki dampak buruk ini dengan melindungi hutan alam dan melakukan penghijauan jika diperlukan.  |
| Artikel Jurnal 3 [5] |  |
| Judul                | <i>A Machine-Learning-Based Approach to Predict Deforestation Related to Oil Palm: Conceptual Framework and Experimental Evaluation</i>  |
| Nama Penulis         | Sboui, Tarek<br>Saidi, S<br>Lakti, Ahmed   |
| Nama Jurnal          | <i>Applied Sciences</i> 13(3):1772   |
| Tahun                | 2023   |
| Hasil                | Dihasilkan peta (raster) mengenai pengurangan hutan dan <i>daily polygons map</i> (vector), dihasilkan <i>training model</i> untuk prediksi deforestasi,   |
| Kesimpulan           | Penelitian ini berfokus pada prediksi deforestasi kelapa sawit di Provinsi Aceh, Indonesia. Model menggunakan kriteria seperti wilayah, jarak ke kelapa sawit, dan lainnya, dengan akurasi sekitar 0,82. Kriteria penting termasuk luas, kedekatan dengan perkebunan kelapa sawit, jarak ke perairan, dan jarak ke jalan raya. Meskipun akurat, terdapat keterbatasan pada periode pengelompokan yang lama dan perlunya <i>dataset</i> yang lebih besar. Disarankan penelitian lebih lanjut dengan <i>dataset</i> yang lebih besar dan pengurangan periode pengelompokan untuk mendukung pengambil keputusan terkait deforestasi kelapa sawit. |
| Artikel Jurnal 4 [6] |  |
| Judul                | <i>Prototyping process in education and science</i>  |
| Nama Penulis         | Kunicina, N<br>Zabasta, A<br>Patlins, A<br>Bilić, I<br>Pekša, Jānis  |
| Nama Jurnal          | 2020 IEEE 61th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)   |
| Tahun                | 2020   |
| Hasil                | Dihasilkan proses pembuatan prototipe, model pembuatan prototipe, praktik pembuatan prototipe terbaik, keterbatasan prototipe, kelebihan, kekurangan pembuatan prototipe, dan perbedaan antara pembuatan prototipe perangkat lunak dan perangkat keras serta dihasilkan infrastruktur prototipe.   |
| Kesimpulan           | Makalah ini membahas proses pembuatan prototipe, model, praktik terbaik, keterbatasan, kelebihan, kekurangan, dan perbedaan antara pembuatan prototipe perangkat lunak dan keras. Infrastruktur prototipe dan tiga contoh dari Riga Technical University juga disajikan. Artikel ini relevan untuk pelajar dan pengembang prototipe perangkat elektromekanis, skema kontrol otomotif, solusi kontrol gerak, dan teknologi manajemen infrastruktur otomatis.  |
| Artikel Jurnal 5 [7] |  |
| Judul                | <i>Two Decades Progress on the Application of Remote Sensing for Monitoring Tropical and Sub-Tropical Natural Forests: A Review</i>  |
| Nama Penulis         | Gyamfi-Ampadu, Enoch<br>Gebreslasie, M   |
| Nama Jurnal          | <i>Forests</i> 12(6):739   |
| Tahun                | 2021   |
| Hasil                | Dihasilkan estimasi <i>Aboveground Biomass</i> dan karbon menggunakan <i>remote sensing</i> , teridentifikasinya spesies pohon, Pemetaan Keanekaragaman Jenis Pohon, Pemetaan Tutupan Hutan dan Deteksi Perubahan hutan,   |

|                      |   |
|----------------------|---|
| Kesimpulan           | Tinjauan perkembangan remote sensing dalam pemantauan hutan selama dua dekade terakhir menyoroti kemajuan dalam pemantauan karbon, biomassa, identifikasi spesies pohon, prediksi keanekaragaman pohon, pemetaan tutupan hutan, dan deteksi perubahan. Meskipun kemajuan dalam pemanfaatan data bebas seperti Landsat dan Sentinel 2, masih terdapat keterbatasan dalam memanfaatkan data hiperspektral dan resolusi sangat tinggi di Afrika. Algoritme pembelajaran mesin berperan penting dalam meningkatkan akurasi klasifikasi dan prediksi. Pentingnya penelitian lebih lanjut di Afrika terkait karbon dan biomassa, khususnya dalam konteks perubahan iklim, memberikan arahan bagi peneliti penginderaan jauh yang fokus pada hutan tropis dan subtropis. Kesimpulan ini menekankan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mendukung konservasi dan perlindungan hutan. |
| Artikel Jurnal 6 [8] |   |
| Judul                | <i>Web Application and sensors for a sustainable forest</i>   |
| Nama Penulis         | Douss, Rim<br>Farah, I  |
| Nama Jurnal          | 2022 2nd <i>International Conference of Smart Systems and Emerging Technologies (SMARTTECH)</i>   |
| Tahun                | 2022  |
| Hasil                | pengujian aplikasi yang fokus pada skalabilitas suhu, kelembapan, waktu penghitungan, dan rendering nilai indikator dalam konteks deteksi kebakaran di Smart Forests. Data <i>sensor</i> diproses dan dikirim melalui MQTT dan <i>Gateway</i> , dengan mekanisme penyimpanan sementara saat tidak ada jaringan. Data yang dikirim mencakup informasi peristiwa (peringatan) dan data <i>sensor</i> . Pengawas dan pemadam kebakaran diberi peringatan ketika suhu mencapai ambang batas tertentu, dan kelembapan relatif turun di bawah 35%. Simulasi <i>sensor</i> dijalankan pada platform tertentu, dan penyesuaian jumlah data yang dikirim dilakukan untuk mereplikasi data suhu dan kelembapan.   |
| Kesimpulan           | Penelitian ini mengusulkan penggunaan objek <i>web</i> dan hub elektronik untuk mendeteksi kebakaran di Smart Forests dengan biaya minimal, dengan kemungkinan aplikasi pada berbagai aspek pemantauan hutan. Aplikasi <i>web</i> cerdas dapat menghubungkan objek berbeda, mengumpulkan dan memproses data suhu dan kelembapan sebelum mengirimkannya ke server Smart Forest. Meskipun masih banyak pekerjaan yang perlu dilakukan, seperti menguji teknologi baru untuk respons yang lebih cepat, penting untuk mempertimbangkan konteks lokal dan ketersediaan dana. Pengembangan aplikasi seluler juga diidentifikasi sebagai perspektif, yang dapat memberikan informasi <i>real-time</i> tentang keadaan dan risiko deteksi kebakaran hutan.  |
| Artikel Jurnal 7 [9] |   |
| Judul                | <i>Design and Development of Car Sparepart Sales Information System for Web-Based Using RAD Method on UMKM Sinar Seroja</i>   |
| Nama Penulis         | Chandra S, Sutomo R, Wiratama J   |
| Nama Jurnal          | Jurnal Teknologi Terapan G-Tech 7(2):494-503  |
| Tahun                | 2023  |
| Hasil                | Sistem informasi ini berfungsi untuk mengintegrasikan laporan dan data transaksi penjualan serta pembelian ke dalam satu sistem, mengurangi risiko terjadinya kesalahan, kerusakan, atau kehilangan data. Selain itu, dengan adanya integrasi antara data stok barang dan data penjualan, setiap transaksi penjualan atau pembelian akan secara otomatis memengaruhi stok barang yang tersedia. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk lebih efisien dalam manajemen persediaan dan meminimalkan risiko kekurangan atau kelebihan stok.  |

|                        |  |
|------------------------|--|
| Kesimpulan             | UMKM Sinar Seroja terbantu dalam mengelola data mereka dengan lebih efisien. Dengan sistem ini, data yang sebelumnya tersebar dapat diintegrasikan menjadi satu pusat data yang terorganisir. Hal ini akan memudahkan perusahaan dalam mencatat dan mengolah data, terutama data transaksi penjualan dan stok barang. Salah satu fitur utama dari sistem ini adalah kemampuannya untuk menghasilkan laporan transaksi, yang dapat dicetak dan digunakan untuk analisis lebih lanjut. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat membantu UMKM Sinar Seroja dalam mengurangi kesalahan dan meningkatkan efisiensi operasional mereka.   |
| Artikel Jurnal 8 [10]  |  |
| Judul                  | Rancang Bangun Sistem Penggajian Karyawan Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD)   |
| Nama Penulis           | Doni Antoro, Nizirwan Anwar, Muhamad Bahrul Ulum, Agung Mulyo Widodo, Nixon Erzed  |
| Nama Jurnal            | Jurnal ikraith-informatika 7(1)  |
| Tahun                  | 2023   |
| Hasil                  | Dihasilkan sistem informasi penggajian karyawan yang dapat membantu mengelola penggajian dengan tambahan penggunaan <i>Web-Service</i> untuk integrasi dengan server bank (server lain)  |
| Kesimpulan             | Sistem Informasi Penggajian Karyawan memiliki peran penting dalam pengelolaan proses penggajian, memastikan keakuratan dan ketersediaan informasi yang diperlukan. Penggunaan format JSON pada <i>Web-Service</i> memungkinkan integrasi yang mudah dengan teknologi terbaru, memberikan fleksibilitas dan kemudahan implementasi pada berbagai <i>platform</i> . Lebih lanjut, integrasi dengan server lain, seperti server bank, dapat dilakukan melalui <i>Web-Service</i> , meningkatkan interoperabilitas antar sistem. Pengujian sistem menggunakan <i>User Acceptance Testing (UAT)</i> dilakukan untuk memverifikasi bahwa hasil implementasi sesuai dengan harapan, memastikan kualitas sistem sebelum diimplementasikan secara luas. Dengan demikian, implementasi Sistem Informasi Penggajian Karyawan dengan <i>Web-Service</i> dan pengujian yang cermat dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses penggajian karyawan. |
| Artikel Jurnal 9 [11]  |  |
| Judul                  | Web-Based Payroll Application Design and Development Using Rapid Application Development   |
| Nama Penulis           | Michael Jardine Gunawan, Rudi Sutomo   |
| Nama Jurnal            | JOINS (Journal of Information Systems) 8(1):67-79  |
| Tahun                  | 2023   |
| Hasil                  | Hasil dari artikel tersebut adalah keberhasilan perancangan, pengembangan, implementasi, dan pengujian aplikasi penggajian berbasis web dengan metodologi Rapid Application Development (RAD). Sistem ini menampilkan persyaratan fungsional dan non-fungsional baik untuk administrator maupun karyawan, termasuk fitur-fitur seperti manajemen gaji, manajemen kehadiran, pengajuan cuti, dan data gaji. Admin memiliki akses ke fitur tambahan seperti menambah gaji, menyetujui/menolak absensi, dan membuat laporan. Sistem ini bertujuan untuk mengefektifkan pengelolaan data penggajian dan meningkatkan akurasi dalam laporan penggajian.   |
| Kesimpulan             | Keberhasilan dari perancangan aplikasi sistem informasi ini membuat proses pengelolaan data penggajian menjadi lebih efektif dan efisien serta menghasilkan laporan penggajian yang lebih akurat.  |
| Artikel Jurnal 10 [12] |  |
| Judul                  | The Development of Web-Based Sales Reporting Information Systems Using Rapid Application Development Method  |
| Nama Penulis           | Suryasari, Jansen Wiratama, Ririn Ikana Desanti  |

|             |   |
|-------------|---|
| Nama Jurnal | Ultima InfoSys: Jurnal Ilmu Sistem Informasi 13(2):110-116  |
| Tahun       | 2023  |
| Hasil       | Sistem informasi untuk pelaporan penjualan di PT Artindo Pratama menggunakan metode Rapid Application Development berhasil, dilihat dari sistem yang diuji menggunakan User Acceptance Testing (UAT) dan mendapatkan skor keseluruhan sebesar 82,5.   |
| Kesimpulan  | Kesimpulan dari artikel tersebut adalah pembangunan Sistem Informasi Pelaporan Penjualan berbasis web dengan metode Rapid Application Development berhasil mengoptimalkan proses bisnis pada suatu perusahaan produksi cat. Sistem yang diuji melalui User Acceptance Testing memperoleh skor keseluruhan sebesar 82,5% yang menunjukkan peningkatan efisiensi, keamanan, dan kinerja dalam aktivitas pelaporan penjualan. Studi ini menekankan pentingnya penerapan RAD dan UAT dalam merancang sistem informasi secara efektif. |

Jurnal pertama menjelaskan tentang perubahan wilayah studi sejak 1985, terutama perluasan pertanian dan perkotaan, yang memiliki dampak baik dan buruk pada aspek biofisik dan sosial ekonomi. Penting untuk manajemen yang tepat dan pemantauan deforestasi menggunakan pendekatan geospasial. Jurnal kedua menjelaskan bahwa deforestasi dan hilangnya habitat mengancam kelangsungan hidup manusia serta berdampak pada mekanisme planet Bumi. Pentingnya pendidikan lingkungan hidup untuk melindungi hutan alam dan melakukan penghijauan jika perlu. Jurnal pertama dan kedua memberikan kesimpulan dan pemahaman bahwa penelitian ini penting untuk dilakukan karena kedua jurnal tersebut merupakan latar belakang dan fondasi dari penelitian ini.

Jurnal ketiga berfokus pada prediksi deforestasi kelapa sawit di Provinsi Aceh, Indonesia, dengan menggunakan model yang mengandalkan kriteria wilayah dan jarak. Disarankan penelitian lebih lanjut dengan *dataset* yang lebih besar untuk mendukung pengambilan keputusan. Jurnal ketiga ini memberikan gambaran dan *insight* pada penelitian ini agar dapat dilakukannya prediksi deforestasi hutan untuk pengambilan keputusan yang lebih lanjut oleh pemerintah, lembaga sosial dan organisasi pemantauan sumber daya alam agar penurunan lahan hutan lebih terkontrol. Penelitian ini mengadopsi ide prediksi deforestasi hutan untuk fitur sistem informasinya.

Jurnal keempat membahas pembuatan prototipe perangkat lunak dan keras serta praktik terbaik yang relevan untuk pengembang prototipe. Infrastruktur

prototipe dan contoh dari Riga Technical University disajikan. Jurnal kelima merupakan tinjauan perkembangan remote sensing dalam pemantauan hutan selama dua dekade terakhir, menyoroti kemajuan dan keterbatasan dalam pemanfaatan data untuk konservasi hutan, terutama di Afrika. Jurnal keempat dan kelima ini diadopsi untuk dijadikan acuan agar data yang ada terkait dengan transformasi hutan lebih dimanfaatkan.

Jurnal keenam mengusulkan penggunaan objek *Web* dan hub elektronik untuk mendeteksi kebakaran di *Smart Forests* dengan biaya minimal, dengan perhatian pada konteks lokal dan ketersediaan dana, dengan ini juga jurnal ini diadopsi untuk dilakukan pembuatan *website* dalam memonitor deforestasi agar biaya yang dikeluarkan seminimal mungkin. Jurnal ketujuh menyatakan bahwa sistem informasi membantu UMKM Sinar Seroja mengelola data dengan lebih efisien, terutama dalam mencatat dan mengolah data transaksi penjualan dan stok barang. Jurnal kedelapan menjelaskan tentang sistem informasi penggajian karyawan menggunakan format JSON pada *Web-Service* untuk integrasi mudah dengan teknologi terbaru, dengan pengujian yang cermat untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi proses penggajian. Jurnal ketujuh dan kedelapan diadopsi untuk menginformasikan bahwa dengan sistem informasi berbasis *website* dapat membuat proses menjadi lebih efisien.

Jurnal keempat, keenam, ketujuh, kedelapan, kesembilan dan kesepuluh dijadikan acuan dalam pembuatan aplikasi berbasis *web* serta laporan penelitian. Acuan yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dari metode pengembangan situs yakni RAD (*Rapid Application Development*), referensi fitur, serta perancangan database dan UML (*Unified Modelling Language*).

Kebaruan dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian terdahulunya adalah dalam penelitian ini dilakukan perancangan aplikasi berbasis *web* dengan metode RAD dan dengan fokus penelitian perubahan atau transformasi hutan beserta prediksinya. Pada penelitian juga dilakukan pendekatan baru yaitu dengan menggunakan *dataset Hansen Global Forest Change v1.11* dan *dataset*

*VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1* dalam mengidentifikasi transformasi hutan.

## **2.2 Teori yang digunakan**

### **2.2.1 Transformasi Hutan**

Tinjauan tentang transformasi hutan mencakup konsep perubahan penggunaan lahan dari wilayah hutan menjadi bentuk penggunaan lain, seperti pertanian, perkebunan, pertambangan, atau pemukiman. Faktor-faktor yang memengaruhi transformasi hutan, dampaknya terhadap ekosistem, dan implikasinya terhadap lingkungan dan keberlanjutan dapat menjadi bagian penting dari landasan teori [3].

### **2.2.2 Prediksi Transformasi Hutan**

Landasan teori ini dapat melibatkan studi terkait teknik dan metodologi prediksi transformasi hutan. Ini mungkin melibatkan model prediktif, algoritma, dan teknik pengolahan data yang umumnya digunakan dalam konteks prediksi perubahan lahan [5].

### **2.2.3 Kalimantan dan Perubahan Hutan**

Tinjauan tentang kondisi geografis, ekologi, dan perubahan hutan di Kalimantan. Informasi ini dapat mencakup historis transformasi hutan di wilayah ini, faktor-faktor pendorong utama, dan dampaknya terhadap keanekaragaman hayati dan masyarakat.

### **2.2.4 UML (Unified Modelling Language)**

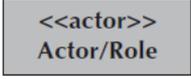
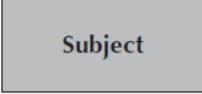
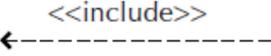
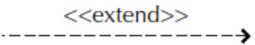
*Unified Modelling Language* (UML) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan dalam merancang sistem berbasis objek. Banyak pengembang sistem informasi menggunakan diagram UML untuk mengeksplorasi potensi desain dan memeriksa keabsahan arsitektur yang telah direncanakan. UML berperan dalam pembuatan dan pengelolaan model sistem. Dengan demikian, UML memiliki fleksibilitas yang besar dalam berbagai metode perancangan [13].

#### **2.2.4.1 Use Case Diagram**

*Use case diagram* adalah representasi grafis dari interaksi antara pengguna (aktor) dan sistem. Aktor dapat berperan sebagai

pengguna utama yang memulai aksi tertentu dalam sistem atau sebagai penerima hasil dari aksi tersebut. Tujuan dari diagram kasus pengguna adalah untuk menggambarkan fungsi-fungsi yang dapat dilakukan oleh sistem [13].

Tabel 2. 2 Sintaksis dan Simbol dari *Use Case Diagram*  
Sumber: [13]

| Deskripsi   | Simbol   |
|---|--|
| <p>Actor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Merupakan orang atau sistem yang memperoleh manfaat dari dan berada di luar subjek.</li> <li>- Digambarkan sebagai figur tongkat (default) atau, jika melibatkan aktor nonmanusia, persegi panjang dengan &lt;&lt;aktor&gt;&gt; di dalamnya (alternatif).</li> <li>- Dilabeli dengan perannya.</li> <li>- Dapat dikaitkan dengan aktor lain menggunakan asosiasi spesialisasi/superkelas, yang dilambangkan dengan anak panah dengan kepala anak panah berongga.</li> <li>- Ditempatkan di luar batas subjek.</li> </ul> |  <p>Actor/Role</p>  |
| <p>Use Case:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mewakili bagian utama dari fungsionalitas sistem.</li> <li>- Dapat memperluas kasus penggunaan lainnya.</li> <li>- Dapat mencakup kasus penggunaan lainnya.</li> <li>- Ditempatkan di dalam batas sistem.</li> <li>- Diberi label dengan frasa kata kerja-kata benda yang deskriptif.</li> </ul>  |    |
| <p>Subject boundary:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mencantumkan nama subjek di dalam atau di atas.</li> <li>- Mewakili cakupan subjek, misalnya, sistem atau proses bisnis individual.</li> </ul>  |   |
| <p>Association relationship:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menghubungkan aktor dengan kasus penggunaan yang berinteraksi dengannya.</li> </ul>   |    |
| <p>Include relationship:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mewakili penyertaan fungsionalitas satu use case di dalam use case lain.</li> <li>- Memiliki anak panah yang ditarik dari use case dasar ke use case yang digunakan.</li> </ul>   |    |
| <p>Extend relationship:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mewakili perluasan use case untuk menyertakan perilaku opsional.</li> <li>- Memiliki anak panah yang ditarik dari use case perluasan ke use case dasar.</li> </ul>   |    |

| Deskripsi  | Simbol  |
|--|---|
| Generalization relationship: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mewakili use case khusus ke use case yang lebih umum.</li> <li>- Memiliki anak panah yang ditarik dari use case khusus ke use case dasar.</li> </ul> |  |

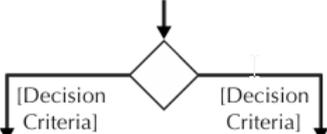
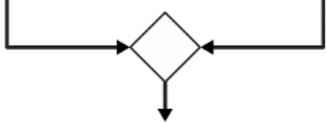
Tabel 2.2 menjelaskan mengenai sintaksis dasar dan simbol dari *use case diagram*. Elemen diagram use-case meliputi aktor, use case, batas subjek, dan serangkaian hubungan antara aktor, aktor dan use case, serta use case. Hubungan ini terdiri dari hubungan asosiasi, include, extend, dan generalization.

#### 2.2.4.2 Activity Diagram

*Activity diagram* merupakan representasi visual dari serangkaian aktivitas yang terjadi dalam sistem. Diagram tersebut mampu mengilustrasikan urutan berbagai aktivitas serta proses paralel yang dapat terjadi dalam beberapa eksekusi [13]. Umumnya, diagram aktivitas dimanfaatkan untuk memperoleh pemahaman tentang bagaimana program beroperasi tanpa perlu mengamati secara rinci tampilan aplikasi atau sistem yang sebenarnya.

Tabel 2. 3 Sintaksis untuk Activity Diagram  
Sumber: [13]

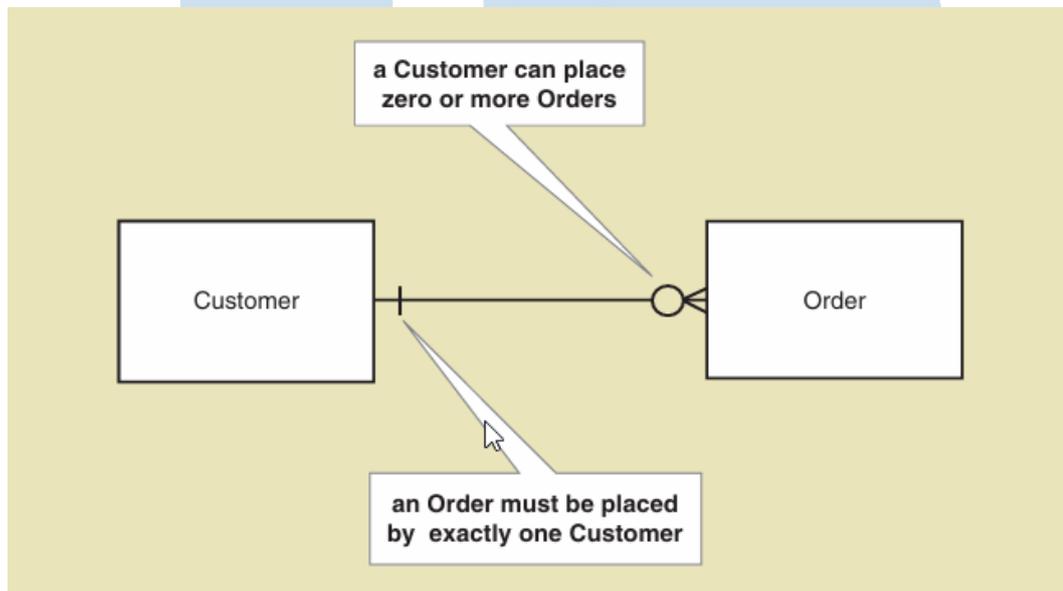
| Deskripsi  | Simbol   |
|--|--|
| Action: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Merupakan perilaku yang sederhana dan tidak dapat diuraikan.</li> <li>- Diberi label berdasarkan namanya.</li> </ul>                          |  |
| Activity: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digunakan untuk mewakili serangkaian tindakan.</li> <li>- Diberi label berdasarkan namanya.</li> </ul>                                      |  |
| Object Node: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digunakan untuk mewakili objek yang terhubung ke serangkaian aliran objek.</li> <li>- Diberi label berdasarkan nama kelasnya.</li> </ul> |  |
| Control flow: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menunjukkan urutan eksekusi.</li> </ul>   |  |

| Deskripsi   | Simbol  |
|---|---|
| <p>Object flow:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menunjukkan aliran objek dari satu aktivitas (atau tindakan) ke aktivitas (atau tindakan) lainnya.</li> </ul>  |     |
| <p>Initial node:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggambarkan awal serangkaian tindakan atau aktivitas.</li> </ul>  |    |
| <p>Final-activity node:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digunakan untuk menghentikan semua aliran kontrol dan aliran objek dalam suatu aktivitas (atau tindakan).</li> </ul>   |    |
| <p>Final-flow node:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digunakan untuk menghentikan aliran kontrol atau aliran objek tertentu.</li> </ul>   |    |
| <p>Decision node:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digunakan untuk mewakili kondisi pengujian guna memastikan bahwa aliran kontrol atau aliran objek hanya melalui satu jalur.</li> <li>- Diberi label dengan kriteria keputusan untuk melanjutkan ke jalur tertentu.</li> </ul>  |     |
| <p>Merge node:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digunakan untuk menyatukan kembali jalur keputusan berbeda yang dibuat menggunakan node keputusan.</li> </ul>   |   |
| <p>Fork node:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digunakan untuk membagi perilaku menjadi serangkaian aliran aktivitas (atau tindakan) yang paralel atau bersamaan</li> </ul>   |  |
| <p>Join node:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digunakan untuk menyatukan kembali serangkaian aliran aktivitas (atau tindakan) yang paralel atau bersamaan</li> </ul>   |  |
| <p>Swimlane:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digunakan untuk memecah diagram aktivitas menjadi baris dan kolom guna menetapkan aktivitas (atau tindakan) individual kepada individu atau objek yang bertanggung jawab untuk menjalankan aktivitas (atau tindakan).</li> <li>- Diberi label dengan nama individu atau objek yang bertanggung jawab</li> </ul> |   |

### 2.2.4.3 Entity Relationship Diagram

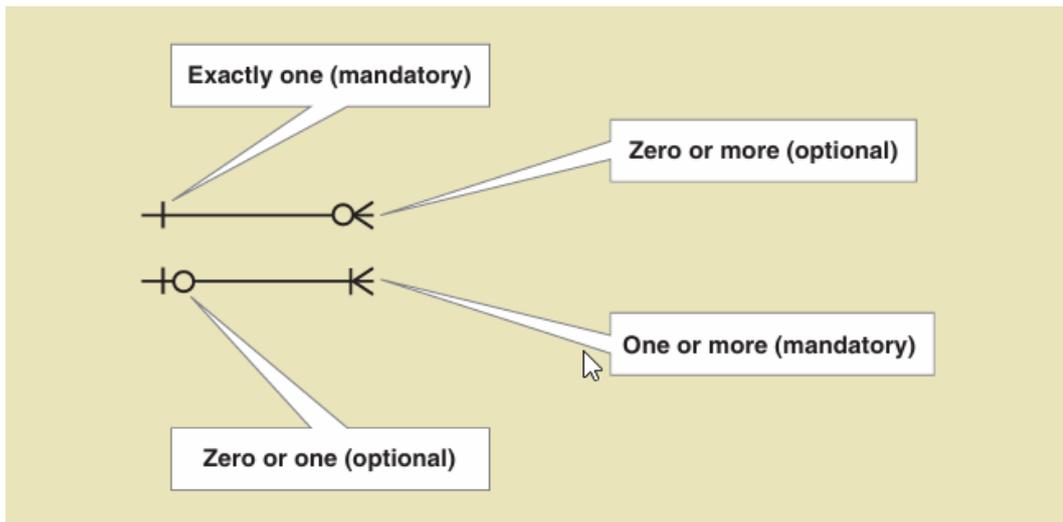
ERD atau diagram relasi entitas merupakan representasi grafis dari hubungan antara objek data yang terkait dalam basis data [13].

ERD menunjukkan keterkaitan antara entitas-entitas data dan bagaimana mereka berinteraksi satu sama lain melalui relasi. Fokus utama dari ERD adalah untuk secara grafis mengilustrasikan koneksi yang terjalin antara objek data dan entitas yang relevan. Dalam *entity-relationship diagram*, persegi panjang melambangkan entitas data, sedangkan garis yang menghubungkan persegi panjang tersebut menggambarkan hubungan antar entitas data.



Gambar 2. 1 Contoh ERD Sederhana  
Sumber: [13]

Gambar 2.1 memberikan contoh hubungan antara dua entitas data, yaitu “Customer” dan “Order”. Setiap *customer* dapat membuat banyak *order*, namun setiap *order* hanya dapat dibuat oleh satu *customer*. Hubungan ini dikenal sebagai *one-to-many relationship*. Simbol "crow's feet" pada garis di sebelah entitas data “Order” menandakan banyak *order*. Selain itu, simbol-simbol lain pada garis relasi juga menunjukkan batasan kardinalitas minimum dan maksimum.



Gambar 2. 2 Simbol Kardinalitas dari ERD relationship  
 Sumber: [13]

Gambar 2.2 merupakan penjelasan mengenai simbol hubungan ERD. Penjelasan lebih detail dapat dilihat pada tabel 2.4 dimana terdapat 3 tipe relationship diantara entitas dan 2 relationship participant.

Tabel 2. 4 ERD Relationship

| Simbol | Penjelasan                    |
|--------|-------------------------------|
|        | <i>X-to-one relationship</i>  |
|        | <i>X-to-many relationship</i> |
|        | <i>Mandatory relationship</i> |
|        | <i>Optional relationship</i>  |

Hubungan dalam ERD dalam diklasifikasikan kedalam 3 tipe. Tipe-tipe ini termasuk *one-to-one relationship*, *one-to-many*

*relationship* dan *many-to-many relationship*. Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing *relationship*:

1) *One-to-one relationship*

Hubungan ini mendefinisikan bahwa satu dan hanya satu instansi entitas data yang terhubung dengan satu dan hanya satu instansi entitas data yang lain.

2) *One-to-many relationship*

Hubungan tersebut mendefinisikan bahwa satu dan hanya satu instansi entitas dari suatu entitas data yang dapat terhubung dengan banyak instansi entitas dari entitas data lainnya.

3) *Many-to-many relationship*

Hubungan tersebut mendefinisikan bahwa lebih dari satu instansi entitas dari suatu entitas data dapat terhubung dengan lebih dari satu instansi entitas dari entitas data lainnya.

Entitas yang berpartisipasi dalam suatu hubungan disebut *participant*. Terdapat dua *participant relationship*:

1) *Optional*

Satu kejadian entitas tidak memerlukan kejadian entitas yang sesuai dalam hubungan tertentu.

2) *Mandatory*

Satu kejadian entitas memerlukan kejadian entitas yang sesuai dalam hubungan tertentu.

### **2.2.5 Aplikasi dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam**

Penyelidikan terhadap aplikasi teknologi informasi, khususnya aplikasi prediksi transformasi hutan, dalam konteks pengelolaan sumber daya alam dan keberlanjutan. Terdapat beberapa aplikasi berbasis *web* atau platform daring yang berfokus pada pemantauan keadaan hutan dan lingkungan. Beberapa di antaranya termasuk:

1. Global Land Analysis and Discovery (GLAD):

GLAD adalah *platform* yang menyediakan pemantauan deforestasi secara global. Dikembangkan oleh University of Maryland, GLAD menggunakan data satelit untuk mendeteksi perubahan lahan dan menyajikan informasi melalui peta interaktif [14] .

2. Forest Watcher:

Forest Watcher adalah aplikasi seluler yang dikembangkan oleh Global Forest Watch dan World Resources Institute. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk menerima pembaruan dan melakukan pemantauan langsung terhadap kondisi hutan melalui perangkat seluler [15] .

3. MapBiomias:

MapBiomias adalah platform pemetaan hutan interaktif yang fokus pada pemantauan perubahan lahan dan tutupan lahan di Brasil. Mereka menyediakan peta dan data yang dapat diakses publik tentang keadaan hutan dan lahan di seluruh negara [16] .

4. Hansen Global Forest Change Explorer:

Dikembangkan oleh University of Maryland, alat ini menyediakan peta interaktif dan data detil tentang perubahan hutan global. Hansen Global Forest Change Explorer menggunakan data dari Landsat dan Sentinel untuk pemantauan perubahan hutan [17] .

### 2.2.6 PHP

PHP merupakan bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun dan mengembangkan situs. PHP terintegrasi dalam dokumen HTML dan beroperasi di server. Perintah serta sintaksis PHP dijalankan di server, tetapi hasilnya dimasukkan ke dalam halaman HTML, sehingga skrip PHP tidak terlihat oleh klien [18] .

PHP didesain untuk berinteraksi dengan basis data server, memungkinkan pengembang mengakses basis data dengan mudah saat membuat dokumen HTML. Saat sebuah halaman *web* diminta, *browser* mencari alamat server *web*, mengidentifikasi halaman yang diminta, dan

mengirimkan informasi tersebut ke server. Di sisi *browser*, kode HTML diterjemahkan dan ditampilkan kepada pengguna [19] .

### 2.2.7 MySQL

MySQL adalah sebuah sistem manajemen basis data (DBMS) *open source* yang beroperasi di sisi server dan menggunakan perintah dasar SQL. Sistem ini mendukung pengolahan data dalam bahasa SQL dan mendukung model basis data relasional (RDBMS). Keunggulan utama MySQL adalah kecepatannya; penggunaannya dapat menghasilkan kinerja RDBMS yang cepat, dan dapat dijalankan di berbagai *platform*, termasuk Linux dan Windows [20] .

Banyak aplikasi web menggunakan MySQL sebagai basis data mereka. MySQL menawarkan fitur-fitur seperti *multi-threading*, *multi-user*, dan sistem manajemen basis data SQL (DBMS). Selain itu, MySQL unggul untuk *support* banyak pengguna, status *open source*, dan beragam tipe data yang tersedia. Namun, seperti halnya platform lainnya, MySQL juga memiliki kekurangan, seperti keterbatasannya dalam menangani basis data besar, sehingga tidak cocok untuk aplikasi *mobile* dan aplikasi permainan (*game*) [21] .

### 2.2.8 Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE) adalah sebuah platform komputasi awan yang dirancang untuk menganalisis data geospasial skala besar. GEE menyediakan akses ke kumpulan data petabyte yang luas, termasuk citra satelit, data cuaca, dan data topografi, serta menyediakan alat komputasi yang kuat untuk menganalisis data ini.[22]

Google Earth Engine memiliki beberapa keunggulan, berikut merupakan keunggulan dari Google Earth Engine [22] :

- 1) Skalabilitas: GEE mampu menangani analisis data dalam skala besar, yang tidak mungkin dilakukan dengan komputer desktop biasa.
- 2) Aksesibilitas: GEE dapat diakses melalui browser web, sehingga mudah digunakan oleh peneliti dan praktisi di berbagai bidang.

- 3) Kemudahan Penggunaan: GEE menyediakan antarmuka pemrograman aplikasi (API) yang mudah digunakan, serta berbagai alat bantu visualisasi dan analisis data.
- 4) Gratis: GEE tersedia secara gratis untuk penggunaan non-komersial.

### **2.2.9 Global Forest Change**

Global Forest Change (GFC) merupakan kumpulan data yang menyajikan informasi komprehensif tentang perubahan tutupan hutan global. Dikembangkan oleh Global Forest Watch (GFW) berdasarkan analisis citra satelit, dataset ini memberikan wawasan mendalam mengenai deforestasi, regenerasi hutan, serta dinamika perubahan penggunaan lahan. GFC, sebagai produk penginderaan jauh interaktif, telah dimanfaatkan oleh lebih dari dua juta pengguna, termasuk peneliti, aktivis lingkungan, dan masyarakat lokal, untuk memahami perubahan tutupan hutan secara mendalam [23].

Penyediaan lapisan temporal pada perubahan lahan memungkinkan analisis historis untuk mengevaluasi dampak aktivitas manusia terhadap ekosistem hutan. Penelitian yang beragam dapat dilakukan dengan menggunakan GFC, mulai dari identifikasi lokasi perubahan hutan hingga pemantauan tren perubahan seiring waktu, yang pada akhirnya berkontribusi pada pengembangan strategi konservasi hutan. GFC telah menjadi instrumen krusial dalam penelitian lingkungan dan keberlanjutan, menyediakan landasan data yang sangat penting untuk menganalisis transformasi hutan di berbagai wilayah.

### **2.2.10 Night-Time Light: VIIRS**

Night-Time Light (NTL) memanfaatkan sensor Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) untuk mengukur radiasi cahaya yang dipancarkan dari permukaan bumi pada malam hari. Sensor VIIRS, yang terpasang pada satelit suhu milik National Aeronautics and Space Administration (NASA) dan National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), mampu mencakup rentang panjang gelombang spektral dari 0,41 hingga 12,2  $\mu\text{m}$  dengan cakupan wilayah mencapai 3.000

km [24]. Data NTL memberikan pemahaman mendalam tentang aktivitas manusia, distribusi populasi, dan perubahan perkotaan, yang relevan untuk berbagai bidang seperti analisis perkotaan, pemantauan pertumbuhan populasi, dan evaluasi dampak kegiatan manusia terhadap lingkungan malam.

### **2.2.11 Python**

Python, sebagai bahasa pemrograman tingkat tinggi, memiliki fleksibilitas dan penerapan yang luas, terutama dalam bidang pengolahan data. Dengan sintaksis yang jelas dan sederhana, Python mudah dipahami dan digunakan. Dalam konteks data science, Python sering digunakan untuk analisis statistik, pengembangan model pembelajaran mesin (machine learning), pembersihan data (data cleansing), dan berbagai tugas terkait lainnya.

Keunggulan Python juga terletak pada banyaknya pustaka (library) yang tersedia untuk berbagai bidang. Pustaka seperti Scikit-Learn memfasilitasi pemodelan kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin, TensorFlow mendukung aplikasi computer vision, dan OpenCV Python memungkinkan implementasi deep learning [25]. Dengan demikian, Python menjadi pilihan yang menarik bagi para praktisi data science karena kemudahan penggunaannya dan dukungan pustaka yang kaya.

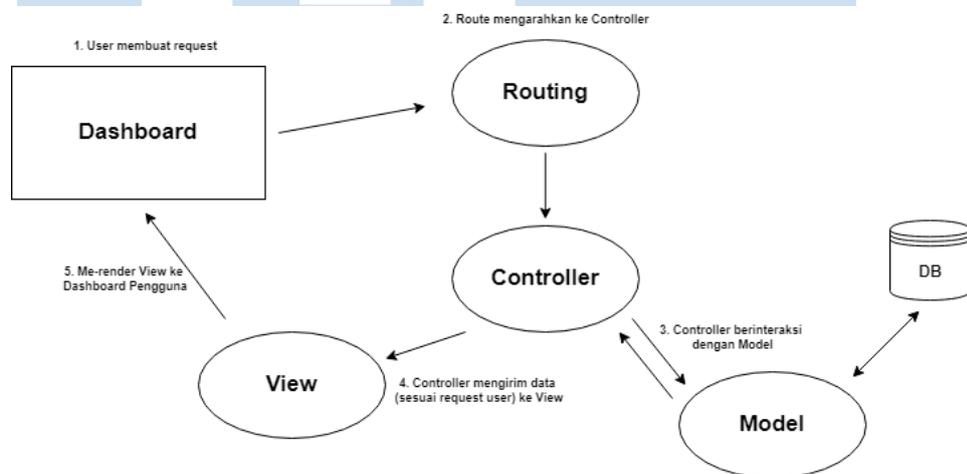
## **2.3 Framework/Algoritma/SDLC yang digunakan**

### **2.3.1 Metode RAD**

Metode RAD adalah pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak yang bertujuan untuk mempercepat proses pengembangan dan meningkatkan fleksibilitasnya. Metode RAD biasanya lebih bersifat iteratif dan melibatkan partisipasi aktif dari pengguna akhir [26]. Dalam konteks perancangan *website*, penerapan metode RAD dapat mempercepat siklus pengembangan dan memastikan bahwa kebutuhan pengguna terpenuhi dengan baik.

### 2.3.2 Laravel

Laravel adalah kerangka kerja pengembangan *web* berbasis PHP yang populer. Landasan teori untuk Laravel dapat mencakup konsep *Model-View-Controller* (MVC), *Eloquent ORM* (*Object-Relational Mapping*), sistem *routing*, dan fitur-fitur lainnya yang membuat laravel menjadi pilihan yang kuat untuk pengembangan aplikasi *web* modern. Pemahaman tentang kelebihan laravel dalam hal keamanan, produktivitas, dan struktur proyek dapat menjadi bagian dari landasan teori ini [27].



Gambar 2. 3 Arsitektur *Framework* Laravel  
Sumber: [28]

Gambar 2.5 menggambarkan arsitektur *Framework* Laravel yang diterapkan pada aplikasi berbasis web. Prosesnya dimulai ketika pengguna mengirimkan permintaan (request) ke sistem. Selanjutnya, Route mengarahkan permintaan tersebut ke Controller Laravel. Controller kemudian berinteraksi dengan model untuk mengakses data dari basis data, lalu mengirimkan hasilnya kembali ke Controller. Terakhir, Controller mengirimkan hasil tersebut ke view yang akan menampilkan informasi dalam bentuk tampilan dan data kepada pengguna.

### 2.3.3 Bootstrap

Bootstrap adalah kerangka kerja *front-end* yang dirancang untuk mempercepat pengembangan tata letak dan antarmuka pengguna yang responsif. Landasan teori untuk Bootstrap dapat mencakup *grid system*,

komponen *UI*, dan utilitas yang memudahkan desain dan pengembangan tampilan yang bersih dan responsif. Pemahaman tentang kompatibilitas *cross-browser*, *responsivitas*, dan penggunaan kelas CSS yang mudah dapat menjadi bagian dari landasan teori [29].

## 2.4 Tools yang digunakan

### 2.4.1 XAMPP

XAMPP adalah singkatan dari Cross-platform, Apache, MySQL, PHP, dan Perl [30]. Ini adalah paket perangkat lunak yang memungkinkan Anda untuk membuat dan mengelola lingkungan pengembangan *web* lokal di komputer Anda [31]. XAMPP mencakup beberapa komponen utama yang umum digunakan dalam pengembangan *web*, termasuk:

1. Apache: Sebuah server *web* yang mendukung bahasa pemrograman seperti PHP, Perl, dan Python. Apache bertanggung jawab untuk melayani halaman *web* kepada pengguna melalui protokol HTTP.
2. MySQL: Sistem manajemen basis data (DBMS) yang populer, yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data dalam basis data relasional.
3. PHP: Bahasa pemrograman yang sering digunakan untuk mengembangkan *web* dinamis. PHP dijalankan pada server dan dapat diintegrasikan dengan HTML untuk membuat halaman *web* interaktif.
4. Perl: Bahasa pemrograman skrip serbaguna yang biasanya digunakan untuk pemrosesan teks, manipulasi file, dan tugas-tugas sistem lainnya.

XAMPP memungkinkan Anda untuk menjalankan *web* yang menggunakan teknologi-teknologi ini secara lokal di komputer Anda, tanpa perlu mengunggahnya ke server *web* eksternal [32]. Ini sangat berguna untuk pengembangan dan pengujian aplikasi *web* sebelum mereka diluncurkan secara publik.

### 2.4.2 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) adalah editor kode sumber ringan dan kuat yang dikembangkan oleh Microsoft. Landasan teori untuk VS

Code dapat membahas fitur-fitur seperti IntelliSense (*autocompletion*), ekstensi, *debugger*, integrasi Git, dan antarmuka pengguna yang ramah pengembang. Pemahaman tentang fleksibilitas dan dukungan yang diberikan oleh VS Code untuk berbagai bahasa pemrograman dan teknologi dapat menjadi fokus dalam landasan teori ini [33].

### **2.4.3 Google Earth Engine Code Editor**

Google Earth Engine Code Editor adalah lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) berbasis web yang dirancang khusus untuk analisis data geospasial skala besar. Dengan antarmuka yang intuitif dan dukungan bahasa pemrograman JavaScript, platform ini memungkinkan pengguna untuk mengakses, memproses, dan memvisualisasikan data geospasial secara efisien. Code Editor juga menyediakan akses ke berbagai algoritma dan fungsi bawaan yang memudahkan analisis data, seperti klasifikasi citra, deteksi perubahan, dan pemodelan spasial. Selain itu, platform ini memungkinkan kolaborasi dan berbagi skrip analisis dengan pengguna lain, memperluas potensi penelitian dan aplikasi di berbagai bidang [34].

### **2.4.2 Google Colab**

Google Colaboratory (Colab) adalah lingkungan notebook Jupyter berbasis cloud yang dikembangkan oleh Google Research. Colab memungkinkan pengguna menulis dan mengeksekusi kode Python secara langsung di browser, tanpa perlu instalasi atau konfigurasi tambahan [35]. Colab juga menyediakan akses gratis ke sumber daya komputasi seperti GPU dan TPU, yang mempercepat eksekusi kode dan memungkinkan pelatihan model machine learning yang lebih kompleks [35]. Selain itu, Colab mendukung kolaborasi secara real-time, sehingga beberapa pengguna dapat bekerja sama dalam satu notebook secara bersamaan [36].