

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Wilayah Indonesia adalah salah satu wilayah beriklim tropis sehingga Indonesia memiliki variabilitas curah hujan yang tinggi. Beberapa faktor cuaca/iklim mempengaruhi curah hujan di wilayah Indonesia, baik secara global maupun lokal sehingga dapat bersifat harian, musiman atau tahunan [1]. Beberapa kawasan di wilayah Indonesia memiliki curah hujan yang sangat beragam dengan keberagaman tersebut membuat sulitnya memprediksi indeks curah hujan yang mengakibatkan bencana seperti banjir dan longsor di suatu daerah, kejadian tersebut menimbulkan kerugian terhadap masyarakat, pemerintah, industri dan pertanian, serta sektor lainnya [2].

Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta merupakan wilayah paling rawan banjir dan wilayah pesisir yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim dibandingkan wilayah pesisir lainnya di Asia Tenggara [3]. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mengemukakan bahwa salah satu penyebab banjir di Jakarta adalah curah hujan [4] Berdasarkan data yang disampaikan oleh BMKG, hujan ekstrem yang terjadi di Jakarta dan sekitarnya terjadi pada tanggal 31 Desember 2019 dan 1 Januari 2020. Curah hujan tertinggi mencapai hingga 377 milimeter (mm) per hari. BNPB mencatat bahwa sampai tanggal 6 Januari 2022, sebanyak 67 orang meninggal dunia dan 173.040 orang harus mengungsi akibat terjadinya bencana banjir dan longsor yang hampir merata di Jabodetabek [5].

Untuk mengurangi dampak banjir di wilayah Jakarta, diperlukan informasi indeks curah hujan ekstrem di wilayah Jakarta dan sekitarnya. Dalam hal ini, data pengamatan dan prakiraan yang akurat dengan akses yang relatif cepat adalah kunci untuk sistem peringatan dini potensi terjadinya bencana banjir. Memanfaatkan kemajuan teknologi merupakan faktor penting dalam menunjang keakuratan informasi yang diterima. Pengembangan komponen ini penting dan akan sangat bermanfaat bagi para pemangku kepentingan dan masyarakat yang terkena dampak banjir di wilayah Jakarta dan sekitarnya.

Usulan solusi dari permasalahan tersebut berupa pembuatan sistem informasi indeks hujan ekstrem di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya. Sistem informasi tersebut menampilkan informasi pengamatan hujan berbasis radar hujan dan satelit GSMaP yang divisualisasikan. Sistem informasi ini mengembangkan prediksi pergerakan hujan menggunakan algoritma dari PyStep sehingga mampu memberikan hasil pergerakan hujan dalam 1 jam kedepan. Penentuan apakah hujan telah memenuhi indeks hujan ekstrem dan prediksi pergerakan hujan dilakukan dengan mengambil nilai hujan maksimal dari suatu titik lokasi yang diberikan. Kemudian hasil dari Pystep digunakan sebagai data input di algoritma Random Forest untuk memprediksi potensi banjir. Harapannya agar solusi prediksi indeks hujan di wilayah Jakarta dan sekitarnya dapat disampaikan secara *real-time* dan memberikan pemberitahuan kepada pengguna apabila terdapat potensi banjir pada kawasan Jakarta dan sekitarnya. Selain itu, sistem ini memiliki antar muka yang mudah dipahami oleh masyarakat.

1.2. Informasi Pendukung Masalah

BMKG mencatat intensitas hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi berada di wilayah Bogor pada tanggal 31 Desember 2019 – 1 Januari 2020. Intensitas hujan yang tinggi menyebabkan tinggi muka pintu air Katulampa lebih dari 110 cm pada pukul 22.00 WIB (31/12/2019) [6]. Hal ini menimbulkan luapan sungai Ciliwung sehingga mengakibatkan banjir di beberapa titik wilayah Jakarta dan sekitarnya. BPBD DKI Jakarta telah mengeluarkan peringatan dini untukantisipasi banjir. BNPB dan BPBD Bersama unsur terkait masih terus melakukan pendataan dampak banjir dan longsor, kebutuhan mendesak: evakuasi dan bantuan logistik. Bagi warga yang tinggal di Bantaran sungai Ciliwung agar selalu waspada dan mengungsi ke tempat yang aman. Upaya yang dilakukan oleh BNPB adalah memantau dan berkordinasi dengan BPBD terdampak serta TRC BNPB masih melakukan pendataan dan kaji cepat [7].

Hujan dengan intensitas tinggi masih berpotensi terjadi di wilayah Kota Bogor dan sekitarnya sampai Senin 17 Oktober 2022 sebagaimana menurut informasi prakiraan cuaca dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). BMKG juga menyatakan bahwa sebagian besar wilayah Indonesia

berpotensi mengalami cuaca ekstrem yang ditandai dengan curah hujan tinggi dan angin kencang sampai pertengahan Oktober 2022 [2].

Penelitian mengenai indeks hujan ekstrem wilayah Jakarta telah dilakukan antara lain oleh Lestari et al [8] dengan menggunakan indeks berbasis intensitas (RX1day, RX5day, R95p, R99) dan frekuensi (R10mm, R20mm, R50mm, R100mm) berdasarkan ETCCDI menunjukkan bahwa indeks hujan ekstrem di tiga stasiun cuaca di Jakarta (Kemayoran, Halim, dan Citeko) berbeda-beda disebabkan oleh tingginya perbedaan kondisi cuaca lokal dalam merespon kondisi cuaca skala besar.

Di Badan Riset dan Inovasi Nasional sudah mengembangkan radar hujan untuk Sistem Pemantauan Hujan (SANTANU). Sistem tersebut dapat memantau hujan di Bandung berdasarkan data yang diperoleh dari radar yang sudah dioperasikan oleh BRIN di kawasan Bandung dan Sumedang. Dengan adanya sistem tersebut, kini masyarakat di Kota Bandung dapat mengantisipasi terjadinya banjir yang mungkin terjadi saat hujan tiba [9]. Radar hujan tersebut akan dioperasikan di kantor BRIN Cibinong untuk memantau daerah Jakarta dan sekitarnya pada akhir tahun 2022. Data dari radar hujan Cibinong tersebut akan digunakan oleh sistem informasi yang akan dibangun ini. Aplikasi radar hujan SANTANU dapat dilihat di website <http://santanu.brin.go.id/v2/>.

GSMaP memiliki peta presipitasi global multi-satelit di bawah Misi Global Precipitation Measurement (GPM), dengan menggunakan Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) yang berada di satelit inti GPM, satelit konstelasi GPM lainnya, dan satelit Geostasioner. GSMaP memberikan informasi curah hujan global setiap jam. Fitur utama dari algoritma GSMaP adalah pemanfaatan berbagai atribut yang berasal dari radar presipitasi angkasa, TRMM/PR dan GPM/DPR. Informasi curah hujan oleh GSMaP telah digunakan secara luas, tidak hanya untuk tujuan ilmiah, tetapi juga untuk meteorologi, pencegahan bencana, pemantauan iklim, pemantauan pertanian, kesehatan masyarakat, pendidikan, dan sebagainya. Data curah hujan GSMaP dapat diunduh di website <https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>. Aplikasi SADEWA yang dioperasikan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional secara rutin menampilkan data GSMaP ini di websitenya <https://sadewa.brin.go.id/>.

Pada umumnya algoritma nowcast terdiri dari tiga unsur yakni identifikasi, tracking, dan prediksi. Identifikasi yang dimaksud adalah identifikasi objek hujan dari data radar. Tracking adalah menelusuri pergerakan objek hujan berdasarkan urutan data radar. Prediksi adalah proses menebak atau memprediksi pergerakan hujan selanjutnya, dalam hal ini adalah dalam skala jangka pendek yakni 20 menit kedepan (interval prediksi per 2 menit). Waktu 20 menit dianggap cukup untuk memberikan informasi bagi pengguna dalam mengambil keputusan.

1.3. Analisis Umum

1.3.1. Aspek Manufakturabilitas (*manufacturability*)

Sistem informasi yang telah dibuat dapat dikerjakan oleh beberapa tenaga kerja, untuk membuat sistem informasi ini ada beberapa keahlian yang harus dimiliki seperti, *frontend*, *backend*, dan *machine learning*. Untuk persiapan membuat sistem informasi ini menggunakan framework Nuxt 3 untuk bagian *frontend*. Kemudian pada bagian *backend* akan menggunakan framework FastAPI untuk membuat API dan dibutuhkan metode *Machine Learning* untuk mendapatkan hasil prediksi indeks hujan dengan tingkat akurasi yang baik dari data yang telah tersedia.

1.3.2. Aspek Keberlanjutan (*sustainability*)

Kebutuhan sistem informasi yang telah dibuat sangat berpotensi menjadi suatu kebutuhan yang akan terus digunakan oleh masyarakat. Selain dibutuhkan oleh masyarakat sistem informasi ini juga dapat digunakan oleh badan usaha, peneliti dan pemerintahan. Hal tersebut diperlukan untuk mengembangkan sistem ini menjadi lebih baik lagi. Sehingga dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk memberikan peringatan potensi banjir guna pengambilan solusi penanganan dari bencana banjir oleh pihak-pihak terkait.

1.3.3. Aspek Penggunaan (*usability*)

Penggunaan sistem informasi ini mudah untuk diakses karena pengguna cukup membuka halaman website yang sudah disediakan. Kemudian pada website tersebut akan menampilkan visualisasi peta dan pergerakan awan. Selain itu, akan diberikan informasi tambahan guna memudahkan pengguna dalam membaca dan memahami arti dari tampilan citra warna awan dalam website.

1.4. Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan masalah, latar belakang, dan analisis yang telah dipaparkan, maka kebutuhan yang harus dipenuhi dari solusi yang akan diajukan antara lain:

- 1) Sistem informasi radar hujan berbasis website
- 2) Sistem dapat melakukan visualisasi persebaran awan dalam bentuk GIS secara *real-time*
- 3) Sistem dapat melakukan prediksi indeks hujan di kawasan Jakarta sampai Bogor dan dapat diterapkan pada daerah lainnya.
- 4) Sistem dapat mendeteksi potensi banjir dan memberikan notifikasi peringatan di kawasan Jakarta dan dapat diterapkan pada daerah lainnya.
- 5) Sistem yang dirancang dapat dengan mudah ditingkatkan (*upgrade*) untuk memenuhi kebutuhan atau perkembangan di masa mendatang.

1.5. Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi, Adapun tujuan dari tugas akhir ini sebagai berikut :

- 1) Dihasilkannya sebuah model yang memiliki akurasi yang baik menggunakan *machine learning* untuk memperkirakan indeks hujan ekstrem di kawasan Jakarta sampai Bogor
- 2) Mengantisipasi masyarakat dengan menggunakan sistem informasi terkait peringatan potensi banjir di kawasan Jakarta melalui notifikasi berupa pop up pada website tersebut
- 3) Menghasilkan visualisasi indeks hujan berbasis website secara *real-time* di kawasan Jakarta sampai Bogor

1.6. Solusi Sistem yang Diusulkan

1.6.1. Karakteristik Produk

Solusi yang ditawarkan adalah pengembangan sebuah sistem informasi prediksi hujan ekstrem berupa website yang menghasilkan visualisasi indeks hujan secara *real-time* di daerah Jakarta dan sekitarnya.

a. Fitur Utama

- 1) Memberikan peringatan dini berdasarkan prediksi potensi banjir berdasarkan indeks hujan ekstrem di kawasan Jakarta dan sekitarnya. Sistem ini dapat diimplementasikan pada daerah lain berdasarkan data yang digunakan.
 - 2) Memberikan visualisasi hujan dari data radar dan GSMaP dalam bentuk GIS di kawasan Jakarta dan sekitarnya. Visualisasi persebaran hujan ditampilkan secara *real-time*.
 - 3) Menyediakan keamanan bagi sistem dengan menerapkan autentikasi ketika pengguna ingin melakukan pengunduhan data radar. Selain itu, sistem dapat memudahkan admin/developer untuk memasukkan data ke server ketika ada penambahan data radar baru yang dipasang.
- b. Sifat Solusi yang diusulkan
- 1) Menampilkan visualisasi pergerakan awan hujan secara *real-time* serta dengan *user interface* yang mudah dipahami pengguna.
 - 2) Sistem informasi dirancang untuk dapat diakses pada setiap ukuran device. Sehingga memudahkan pengguna dalam mengakses website ini.
 - 3) Sistem dirancang dapat dikembangkan dengan mudah apabila digunakan untuk penelitian selanjutnya. Kemudahan ini memungkinkan *developer* untuk mengoptimalkan sistem informasi sesuai dengan kebutuhan yang ada.

1.6.1.1. Solusi 1

Dari permasalahan di atas, maka solusi yang diusulkan adalah sistem informasi mampu menampilkan informasi pengamatan hujan berbasis radar hujan Santanu dan satelit GSMaP. Sistem informasi menampilkan prediksi pergerakan hujan menggunakan framework pySTEPS. Apabila prediksi pergerakan hujan yang terjadi di suatu titik dengan durasi tertentu maka akan dijadikan sebagai data input prediksi potensi banjir. Seleksi kondisi ini dilakukan dengan menggunakan algoritma Random Forest untuk mengetahui apakah hujan yang terjadi di suatu waktu berpotensi banjir atau tidak. Kemudian sistem informasi dibangun menggunakan *framework* Nuxt.js untuk bagian *frontend* dan untuk *backend* menggunakan *framework* FastAPI.

- 1) pySTEPS

pySTEPS adalah sebuah pustaka perangkat lunak yang ditulis dalam bahasa pemrograman Python untuk memproses data radar cuaca dan menghasilkan prediksi pergerakan hujan dengan menggunakan teknik peramalan kuantitatif. Kelebihan utama dari pySTEPS adalah *framework open-source* dan dukungan yang kuat terhadap komunitas, yang memungkinkan pengembang untuk berkontribusi dan memperbaiki algoritma yang ada. Selain itu, pySTEPS menawarkan beragam metode prediksi yang dapat diadaptasi sesuai dengan karakteristik setiap area. Namun, kelemahan pySTEPS terletak pada kompleksitas perangkat lunaknya yang mungkin memerlukan waktu dan upaya untuk memahami dan mengintegrasikannya dengan infrastruktur yang ada. Selain itu, ketersediaan data radar cuaca dalam beberapa wilayah yang terbatas, sehingga dapat mempengaruhi akurasi dan keandalan prediksi pergerakan hujan.

2) Random Forest

Random Forest adalah algoritma *machine learning* yang menggabungkan banyak pohon keputusan secara acak untuk klasifikasi dan regresi. Kelebihannya termasuk mengatasi *overfitting*, kinerja tinggi, dan kemampuan menangani data kompleks. Namun, kelemahannya adalah kurang interpretabilitas dan waktu komputasi yang lebih lama. Untuk prediksi pergerakan potensi banjir, Random Forest dapat memberikan hasil yang baik berdasarkan data historis dan atribut relevan, tetapi interpretasi hasilnya mungkin lebih rumit.

3) Nuxt JS

Nuxt.js adalah sebuah *framework* berbasis Vue.js yang memudahkan pengembangan aplikasi web modern dengan fitur universal (server-side rendering), routing, dan build tools yang terintegrasi. Kelebihan utamanya adalah kemampuan universalnya yang memungkinkan aplikasi di-render di sisi server sebelum dikirim ke client, meningkatkan kecepatan dan SEO. Selain itu, Nuxt.js menyediakan fitur routing otomatis, sehingga mempermudah pengaturan navigasi dalam aplikasi. Kekurangannya mungkin terletak pada kompleksitas konfigurasi dan belajar bagi pengembang yang belum terbiasa dengan ekosistem Vue.js, serta performa server-side rendering yang dapat berdampak pada konsumsi sumber daya server dalam kasus aplikasi yang sangat besar dan kompleks.

4) FastAPI

FASTAPI adalah sebuah *framework* web Python yang dirancang untuk membangun API dengan cepat dan efisien. Kelebihan utamanya adalah kinerja yang tinggi berkat integrasi dengan Starlette, sehingga cocok untuk menjalankan model *machine learning* yang memerlukan eksekusi cepat. FASTAPI juga memiliki dukungan dokumentasi otomatis dan validasi data yang kuat, membantu pengembang dalam proses pembangunan dan debugging. Namun, kekurangannya dalam running model machine learning terutama tergantung pada kompleksitas dan ukuran model itu sendiri. Model yang sangat besar atau kompleks mungkin memerlukan sumber daya server yang lebih tinggi untuk dijalankan dengan optimal, sehingga perlu dipertimbangkan dengan cermat dalam penggunaan pada lingkungan produksi yang skala besar.

1.6.1.2. Solusi 2

Solusi ke-2 yang diusulkan dari permasalahan di atas adalah berupa sistem informasi yang menampilkan informasi pengamatan hujan berbasis radar hujan Santanu dan satelit GSMaP. Apabila curah hujan hasil pengamatan keduanya telah memenuhi indeks hujan ekstrem yang telah ditentukan maka akan dilakukan peringatan hujan ekstrem. Seleksi kondisi ini dilakukan dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbours. Sistem informasi mampu menampilkan prediksi pergerakan hujan sehingga apabila diprediksi akan terjadi hujan ekstrem maka akan dimunculkan peringatan awal. Prediksi pergerakan hujan dilakukan dengan metode *translasi*. Kemudian sistem informasi dibangun menggunakan *framework* React.js untuk bagian frontend dan untuk backend menggunakan *framework* Flask.

1) KNN

K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah salah satu teknik klasifikasi dalam supervised learning di data mining. Metode ini berfokus pada atribut dan data training untuk melakukan pengklasifikasian data baru berdasarkan kemiripan mayoritas dengan data training. Proses ini melibatkan penghitungan jarak antara data testing dan data training, dengan menggunakan nilai terkecil dari K tetangga terdekat sebagai hasil klasifikasi. Penerapan K-NN pada dataset yang tersedia memungkinkan pengujian keakuratan metode ini. Keunggulan dari K-NN adalah ketangguhannya dalam menangani *noise* dan data yang tidak terstruktur. Namun, metode ini juga memiliki beberapa kelemahan, seperti sensitifitas terhadap data

pencilan (*outliers*) yang dapat mempengaruhi hasil prediksi. Selain itu, penggunaan nilai K yang tidak tepat dapat menyebabkan *overfitting* atau *underfitting*, yang dapat mengurangi kinerja prediksi pergerakan hujan.

2) Decision Tree

Decision Tree adalah algoritma klasifikasi yang sangat populer dan kuat, berbasis logika, dan mudah dipahami. Penggunaan struktur pohon memungkinkan representasi aturan dari hasil klasifikasi dengan atribut sebagai *node* dan kelas sebagai daun (*leaf*), serta akar (*root*) sebagai node teratas. Kelebihannya terletak pada kemampuan untuk menghilangkan perhitungan yang tidak diperlukan dengan menguji dan memilih data berdasarkan kelas tertentu, sehingga memberikan hasil prediksi yang akurat dan efisien bahkan untuk pengguna tanpa latar belakang statistik yang khusus. Kekurangan dari Decision Tree adalah cenderung *overfitting* jika tidak diatur dengan baik, kurang efektif dalam menangani data kontinu, dan bisa menghasilkan pohon yang kompleks sulit diinterpretasi.

3) React JS

ReactJS (juga dikenal sebagai React) adalah sebuah pustaka JavaScript yang digunakan untuk membangun antarmuka pengguna interaktif pada aplikasi web. Pendekatan komponen yang digunakan dalam React memungkinkan pengembang untuk membagi aplikasi menjadi bagian-bagian kecil yang dapat dikelola dengan lebih mudah. Kelebihan utama React adalah kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi dan performa aplikasi, karena mengadopsi Virtual DOM yang meminimalkan manipulasi langsung terhadap DOM. Selain itu, React memiliki komunitas yang besar dan aktif, sehingga banyak tersedia komponen-komponen tambahan yang dapat digunakan secara gratis. Namun, salah satu kelemahan React adalah kurangnya yang cukup tinggi bagi pengembang pemula, karena memerlukan pembelajaran konsep-konsep khusus seperti JSX dan siklus hidup komponen.

4) Flask

Flask adalah sebuah framework web mikro yang ditulis dalam Python. Flask digunakan untuk membangun aplikasi web ringan dan sederhana. Kelebihan utama dari Flask adalah kesederhanaan dan kemudahan dalam penggunaannya. Dengan menggunakan Flask, kita dapat dengan cepat membangun dan menjalankan model machine learning di lingkungan web. Flask menyediakan dukungan yang baik

untuk integrasi model machine learning dengan kode Python, sehingga memungkinkan deployment yang efisien dan mudah diakses melalui API web. Namun, kelemahan Flask adalah skalabilitasnya yang terbatas untuk aplikasi kompleks dan besar. Aplikasi machine learning memiliki kebutuhan performa yang sangat tinggi atau jumlah pengguna yang besar, sehingga kurang cocok digunakan untuk *running* model *machine learning*.

1.6.2. Skenario Penggunaan

1.6.2.1. Solusi 1

Adapun skenario penggunaan produk dari solusi 1 mencakup langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Pengumpulan data: data persebaran hujan dikumpulkan dari data Santanu dan data Sadewa. Data hujan yang dikumpulkan merupakan data yang berlokasi di daerah Bandung, Jakarta, dan sekitarnya. Data hujan Santanu berformat *.mat sedangkan data dari Sadewa berformat *.nc.
- 2) Preprocessing data: Sebelum menerapkan algoritma machine learning seperti Pystep dan Random Forest, dilakukan pemrosesan dan pembersihan data. Langkah-langkah data processing meliputi *cleaning*, *oversampling*, *tranforming* dan *splitting* data.
- 3) Pemodelan pySTEPS dan Random Forest: Data yang digunakan dalam proses training pySTEPS adalah data radar dari Santanu dengan akumulasi 1 jam. Hasil prediksi pergerakan hujan dari pySTEPS digunakan sebagai nilai input Random Forest. Random forest akan melakukan training berdasarkan 2 data input yaitu dari hasil pySTEPS dan dari file *.nc Sadewa. Algoritma Random Forest melakukan klasifikasi untuk menghasilkan prediksi potensi banjir di suatu daerah.
- 4) Evaluasi kinerja model: Setelah model dibuat, maka akurasi dari model harus dievaluasi guna mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan. Evaluasi dari setiap algoritma machine learning menggunakan matrik evaluasi seperti akurasi, RMSE, IoA, AUC, dan Cohen's Kappa.
- 5) Deployment Backend: Model machine learning disimpan kedalam format *.pkl. Model tersebut di deploy menggunakan *framework* FastAPI yang digunakan

sebagai server. Selain machine learning, FastAPI digunakan sebagai server website dengan deployment yang berbeda dari deployment machine learning.

- 6) Menampilkan hasil pada Website: Setelah server berhasil dibuat maka frontend dapat melakukan request ke server untuk menjalankan prediksi potensi banjir. Server akan mengembalikan response berupa hasil running machine learning untuk nantinya ditampilkan oleh frontend menggunakan Nuxt.js sehingga dapat dilihat oleh pengguna.

1.6.2.2. Solusi 2

- 1) Pengumpulan data: data persebaran hujan dikumpulkan dari data Santanu dan data Sadewa. Data hujan yang dikumpulkan merupakan data yang berlokasi di daerah Bandung, Jakarta, dan sekitarnya. Data hujan Santanu berformat *.mat sedangkan data dari Sadewa berformat *.nc.
- 2) Preprocessing data: Sebelum menerapkan algoritma *machine learning* seperti KNN dan Decision Tree, dilakukan pemrosesan dan pembersihan data. Langkah-langkah data processing meliputi *cleaning*, *oversampling*, dan sebagainya.
- 3) Pemodelan pySTEPS dan Random Forest: Data yang digunakan dalam proses training Pystep adalah data radar dari Santanu dengan akumulasi 1 jam. Hasil prediksi pergerakan hujan dari pySTEPS digunakan sebagai nilai input Random Forest. Random forest akan melakukan training berdasarkan 2 data input yaitu dari hasil pySTEPS dan dari file *.nc Sadewa. Algoritma Random Forest melakukan klasifikasi untuk menghasilkan prediksi potensi banjir di suatu daerah.
- 4) Evaluasi kinerja model: Setelah model dibuat, maka akurasi dari model harus dievaluasi guna mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan. Evaluasi dari setiap algoritma machine learning menggunakan matrik evaluasi seperti akurasi, RMSE, IoA, AUC, dan Cohen's Kappa.
- 5) Deployment Backend: Model machine learning disimpan kedalam format *.pkl. Model tersebut di deploy menggunakan *framework* Flask yang digunakan sebagai server. Selain machine learning, Flask digunakan sebagai server website dengan deployment yang berbeda dari deployment machine learning.

- 6) Menampilkan hasil pada Website: Setelah server berhasil dibuat maka frontend dapat melakukan request ke server untuk menjalankan prediksi potensi banjir. Server akan mengembalikan response berupa hasil running machine learning untuk nantinya ditampilkan oleh frontend menggunakan React.js sehingga dapat dilihat oleh pengguna.

1.7. Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Berdasarkan beberapa alternatif solusi yang sudah dijabarkan diatas, penelitian ini akan menggunakan solusi 1. Hal ini dikarenakan metode Random Forest memiliki hasil akurasi yang lebih akurat daripada menggunakan metode Decision Tree. Selain itu agar dapat dikembangkan lebih lanjut seperti penambahan data variabel dan parameter guna meningkatkan akurasi dari data yang tersedia. Kemudian berdasarkan data dari Techempower Benchmark, FastAPI sebagai *framework backend* memiliki keunggulan dalam hal performa yang tinggi daripada *framework backend* yang lainnya. Kemudian untuk *framework frontend* menggunakan Nuxt.js karena memiliki kemampuan membuat website secara dinamis, fitur *auto import*, dan mendukung bahasa TypeScript yang dapat dengan mudah untuk dikembangkan selanjutnya. Sehingga dari solusi tersebut dapat memberikan sistem informasi prediksi indeks hujan secara *real-time* dengan *delay* yang minimum

Saat ini iklim di Indonesia terkadang tidak menentu. Bahkan, saat cuaca di suatu daerah terlihat cerah, tiba-tiba dapat berubah menjadi hujan bahkan badai. Perubahan iklim yang tidak menentu akan menyebabkan sulitnya memprediksi kondisi cuaca. Dampak dari perubahan cuaca yang tidak menentu sudah sangat dirasakan pada setiap aspek kehidupan. Bahkan dapat mempengaruhi perubahan lingkungan khususnya wilayah Jakarta, Bandung, dan sekitarnya. Untuk memprediksi kondisi cuaca di suatu daerah dengan akurat, diperlukan teknologi yang dapat menganalisis dan memprediksi kondisi cuaca pada daerah tersebut. *Machine learning* mencoba mengolah data yang diobservasi yang kemudian akan mendapatkan hasil yaitu pola cuaca dan nantinya pola tersebut dapat membantu menganalisis pergerakan hujan disuatu daerah untuk mendapatkan prediksi indeks hujan ekstrem.

Sistem diimplementasikan pada teknologi website yang menampilkan pergerakan awan dengan visualisasi geografis di kawasan Jakarta, Bandung, dan sekitarnya. Peringatan potensi banjir pada kawasan tersebut dihasilkan notifikasi melalui *pop-up* pada website. Sistem informasi yang telah dibuat dapat dikerjakan oleh beberapa tenaga kerja. Untuk membuat sistem informasi ini, ada beberapa keahlian yang harus dimiliki seperti *frontend*, *backend*, dan *machine learning*. Sistem ini menggunakan framework Pystep dan metode Random Forest guna melakukan prediksi potensi banjir. Kemudian pada bagian *backend* akan menggunakan *framework* FastAPI untuk membuat API. Kemudian menggunakan *framework* Nuxt.js sebagai frontend untuk menampilkan hasil dari prediksi dan komputasi dari data yang ada.