

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 *Tracer Study*

Tracer Study merupakan salah satu instrumen penting dalam evaluasi pendidikan yang digunakan untuk melacak jejak lulusan setelah mereka menyelesaikan studi. *Tracer Study* umumnya dilakukan oleh institusi pendidikan untuk memperoleh informasi terkait kondisi lulusan, seperti status pekerjaan, relevansi kompetensi yang diperoleh selama belajar, pendidikan lanjutan, serta aktivitas lain yang berkaitan dengan perkembangan karier mereka.

Tracer Study memainkan peran penting dalam memberikan gambaran komprehensif mengenai transisi lulusan dari dunia pendidikan ke dunia kerja serta kesesuaian antara kurikulum yang diajarkan dengan kebutuhan industri. Melalui pendekatan ini, institusi dapat melakukan evaluasi berbasis data untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan memastikan lulusan memiliki kompetensi yang relevan. [8]

Di Indonesia, pelaksanaan *Tracer Study* memiliki landasan kebijakan yang jelas. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) menetapkan *Tracer Study* sebagai salah satu indikator penting dalam proses akreditasi perguruan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa *Tracer Study* bukan hanya bersifat administratif, tetapi juga strategis dalam mendukung pengembangan mutu pendidikan nasional. Regulasi DIKTI menekankan bahwa data lulusan merupakan salah satu komponen utama dalam penilaian kualitas institusi, terutama terkait relevansi lulusan dengan dunia kerja, tingkat pengangguran terdidik, dan kontribusi lulusan terhadap

pembangunan (DIKTI, 2017). Dengan demikian, *Tracer Study* menjadi alat bagi institusi pendidikan untuk membuktikan kualitas output pendidikan yang dihasilkan. [9]

Bagi sekolah kejuruan, *Tracer Study* memiliki peran yang lebih spesifik dan strategis. Sekolah kejuruan dituntut menghasilkan lulusan yang siap kerja dan mampu memenuhi kebutuhan tenaga kerja terampil di industri. Melalui *Tracer Study*, sekolah dapat mengetahui seberapa besar tingkat penyerapan lulusan di dunia kerja, bidang usaha yang digeluti, kemampuan lulusan beradaptasi di lingkungan kerja, serta apakah kompetensi yang diberikan selama pendidikan sesuai dengan tuntutan industri. Informasi ini menjadi dasar yang penting dalam menilai efektivitas proses pembelajaran dan kesesuaian kurikulum. [10]

Selain itu, *Tracer Study* membantu institusi pendidikan dalam merancang strategi pengembangan kurikulum yang lebih adaptif. Data mengenai kebutuhan industri, tren pekerjaan, serta keahlian yang paling banyak digunakan lulusan dapat dijadikan pedoman untuk memperbarui materi pembelajaran dan menyesuaikan program keahlian. Melalui hasil *Tracer Study*, sekolah dapat membuat keputusan yang berbasis bukti (*evidence-based decision making*) untuk meningkatkan keterkaitan antara kompetensi lulusan dengan kebutuhan pasar kerja. [1]

Lebih jauh, *Tracer Study* juga berkontribusi dalam meningkatkan hubungan antara sekolah dan alumni. Dengan adanya sistem yang terstruktur untuk memantau lulusan, institusi dapat tetap menjaga komunikasi jangka panjang dengan alumni dan memanfaatkan data tersebut untuk pengembangan jejaring, kerja sama dengan dunia usaha dan dunia industri (DUDI), serta peningkatan

peluang penempatan kerja siswa. Oleh karena itu, *Tracer Study* bukan hanya sekadar instrumen pengumpulan data, tetapi juga sebuah strategi dalam pembangunan mutu pendidikan melalui pemanfaatan informasi lulusan. [6]

Secara keseluruhan, *Tracer Study* menjadi salah satu indikator utama keberhasilan suatu institusi pendidikan dalam menyiapkan lulusan yang kompetitif dan relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Implementasi *Tracer Study* yang efektif memungkinkan sekolah untuk terus melakukan perbaikan dan inovasi pada aspek kurikulum, pembelajaran, dan hubungan industri sehingga mutu pendidikan dapat terus berkembang mengikuti dinamika perkembangan zaman. [11]

3.2 Aplikasi

Aplikasi merupakan salah satu komponen utama dalam sistem informasi modern. Secara umum, aplikasi dapat dipahami sebagai suatu sistem yang terdiri dari pengguna, perangkat keras, perangkat lunak, jaringan komunikasi, serta data yang saling berinteraksi untuk mengumpulkan, mengolah, menyimpan, dan menyebarkan informasi guna mendukung proses kerja maupun pengambilan keputusan. Stair & Reynolds (2020) menyatakan bahwa aplikasi tidak hanya menjadi alat bantu komputasi, tetapi juga berfungsi sebagai sistem pendukung yang mampu meningkatkan efisiensi operasional serta kualitas layanan dalam suatu organisasi. [12]

Perkembangan teknologi informasi mendorong terjadinya transformasi signifikan pada konsep aplikasi, salah satunya melalui kemunculan aplikasi berbasis web. Aplikasi jenis ini memungkinkan pengguna mengakses layanan

secara real-time melalui jaringan internet tanpa perlu melakukan instalasi khusus pada perangkat. Menurut Laudon & Laudon (2021), aplikasi berbasis web memiliki beberapa keunggulan seperti skalabilitas yang tinggi, aksesibilitas yang luas, serta kemudahan pemeliharaan karena proses pembaruan dilakukan secara terpusat di server. Keunggulan tersebut menjadikan aplikasi web sebagai pilihan ideal bagi organisasi yang membutuhkan penyampaian informasi yang cepat, fleksibel, dan merata. [13]

Dalam dunia pendidikan, aplikasi berbasis web banyak dimanfaatkan untuk mendukung proses administrasi, akademik, hingga pemantauan data lulusan. Aplikasi yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan kerapian pengelolaan data, mempercepat proses administrasi, serta menyediakan informasi yang akurat bagi seluruh pemangku kepentingan. Dengan meminimalkan proses manual yang rentan kesalahan, aplikasi memungkinkan institusi untuk menyajikan laporan yang lebih cepat dan presisi.

Pada konteks *Tracer Study*, aplikasi berfungsi sebagai platform utama yang memungkinkan pengelolaan data alumni dilakukan secara sistematis dan terstruktur. *Tracer Study* sendiri bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait aktivitas lulusan setelah menyelesaikan pendidikan, seperti status pekerjaan, kesesuaian kompetensi, dan perkembangan karier. Aplikasi *Tracer Study* memberikan fleksibilitas bagi alumni untuk mengisi data secara mandiri kapan pun dan dari mana pun. Penelitian oleh Suharso & Purnomo (2019) menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi berbasis web dalam *Tracer Study* mampu meningkatkan partisipasi alumni secara signifikan karena proses pengisian menjadi lebih mudah, cepat, dan dapat diakses dengan berbagai perangkat. [14]

Lebih dari sekadar alat pengumpulan data, aplikasi *Tracer Study* juga mendukung proses analisis informasi yang diperlukan untuk evaluasi kurikulum dan peningkatan kualitas pembelajaran. Melalui sistem berbasis web, data yang diperoleh dapat disimpan secara aman, diproses secara otomatis, dan disajikan dalam bentuk visual seperti grafik, diagram, atau laporan statistik. Fitur analitik ini membantu institusi pendidikan dalam mengambil keputusan berbasis data (*data-driven decision making*), seperti pengembangan kurikulum, penyusunan strategi peningkatan mutu lulusan, serta penentuan relevansi program studi dengan kebutuhan pasar kerja. Integrasi aplikasi dengan teknologi modern bahkan memungkinkan pelacakan tren dan prediksi mengenai perjalanan karier alumni. [15]

Keunggulan lainnya adalah kemampuan aplikasi web untuk terintegrasi dengan layanan pendukung seperti *Chatbot*, dashboard manajemen, hingga sistem akademik. Integrasi tersebut memungkinkan proses *Tracer Study* berjalan lebih efektif dan efisien. Alumni tidak hanya dapat mengisi data, tetapi juga memperoleh informasi terkait kegiatan alumni, peluang kerja, atau layanan institusi lainnya. Dengan demikian, aplikasi web tidak hanya berfungsi sebagai alat penyimpanan data, tetapi juga sebagai ekosistem digital yang memperkuat komunikasi dan hubungan berkelanjutan antara alumni dan institusi. [16]

Secara keseluruhan, aplikasi berbasis web memiliki peran strategis dalam mendukung pelaksanaan *Tracer Study*. Fleksibilitas akses, kemudahan penggunaan, kemampuan analitik, serta potensi integrasi yang luas menjadikannya solusi ideal bagi institusi pendidikan dalam meningkatkan kualitas pengelolaan data alumni. Pemanfaatan aplikasi tidak hanya mempermudah proses

administratif, tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang bagi pengembangan mutu pendidikan secara keseluruhan. [17]

3.3 *Chatbot*

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) membawa perubahan signifikan dalam cara manusia berinteraksi dengan sistem digital. Salah satu implementasi AI yang berkembang pesat adalah *Chatbot*, yaitu program komputer yang dirancang untuk melakukan percakapan dengan pengguna melalui teks maupun suara, [18]. *Chatbot* bekerja dengan memproses input pengguna, memahami maksudnya, dan memberikan respons yang relevan secara otomatis. Kemampuan ini didukung oleh *Natural Language Processing* (NLP), cabang AI yang berfokus pada pemahaman bahasa manusia oleh komputer. Menurut Jurafsky dan Martin (2021), NLP memungkinkan *Chatbot* mengenali konteks percakapan, memproses entitas penting, dan menghasilkan respons yang sesuai sehingga interaksi terasa lebih natural. [19].

Dalam era transformasi digital, *Chatbot* telah banyak diterapkan pada sektor bisnis, layanan pelanggan, kesehatan, hingga pendidikan. Di lingkungan pendidikan, *Chatbot* berkembang menjadi asisten virtual yang membantu mahasiswa maupun tenaga kependidikan dalam memperoleh informasi dengan cepat. Fryer dkk. (2020) menegaskan bahwa *Chatbot* mampu meningkatkan efisiensi layanan akademik karena dapat bekerja 24/7 dan menjawab pertanyaan rutin seperti informasi mata kuliah, jadwal, administrasi, dan layanan akademik lainnya. [20]

Selain meningkatkan efisiensi, *Chatbot* juga terbukti meningkatkan keterlibatan pengguna (*user engagement*). Winkler dan Söllner (2018) menyatakan bahwa *Chatbot* dalam pendidikan mampu meningkatkan pengalaman belajar serta mempercepat akses informasi melalui percakapan yang lebih interaktif dan mudah dipahami. Hal ini membuat *Chatbot* sangat relevan untuk mendukung proses administrasi dan pembelajaran di institusi pendidikan modern. [21]

Salah satu tantangan utama dalam pelaksanaan *Tracer Study* adalah rendahnya tingkat partisipasi alumni. Banyak alumni merasa kesulitan mengakses formulir atau tidak sempat mengisi data. Integrasi *Chatbot* menjadi solusi untuk membuat proses *Tracer Study* lebih interaktif dan fleksibel. Berdasarkan penelitian Suharsono dan Prasetyo (2020), penggunaan *Chatbot* dalam *Tracer Study* dapat meningkatkan respons alumni, mempermudah pengisian data secara bertahap, serta meningkatkan kenyamanan pengguna.

Selain itu, *Chatbot* memungkinkan proses pengumpulan data berlangsung secara otomatis dan *real-time*, sehingga mempermudah institusi dalam memantau data lulusan dan melakukan analisis. Integrasi *Chatbot* menjadikan *Tracer Study* lebih menarik, efisien, dan responsif dibandingkan metode kuesioner konvensional.

Secara keseluruhan, *Chatbot* memberikan peluang besar untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan partisipasi dalam *Tracer Study*. Dengan dukungan teknologi NLP, *Chatbot* mampu memberikan pengalaman interaksi yang lebih baik dan sejalan dengan tren digitalisasi layanan pendidikan.

3.4 Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/AI*) merupakan salah satu bidang ilmu komputer yang berkembang pesat dan memiliki dampak luas dalam berbagai sektor kehidupan. AI berfokus pada pengembangan sistem yang mampu meniru perilaku cerdas manusia, termasuk kemampuan untuk belajar dari pengalaman, mengenali pola, memecahkan masalah, memahami bahasa alami, serta mengambil keputusan secara mandiri. Menurut Russell dan Norvig (2021), AI mencakup serangkaian teknik yang memungkinkan komputer melakukan tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia, seperti penalaran, perencanaan, dan pembelajaran. Dengan kemampuannya tersebut, AI menjadi teknologi kunci dalam otomasi dan pengolahan data skala besar. [22]

Perkembangan AI semakin pesat seiring kemajuan dalam bidang pembelajaran mesin (*machine learning*), pembelajaran mendalam (*deep learning*), dan pemrosesan bahasa alami (*Natural Language Processing/NLP*). Teknologi ini memungkinkan sistem menganalisis data secara kompleks dan menemukan hubungan antarvariabel yang sulit dideteksi oleh analisis manual. Menurut Goodfellow, Bengio, dan Courville (2016), metode *deep learning* membawa lompatan besar dalam peningkatan performa sistem AI, terutama dalam klasifikasi data, pemrosesan teks, prediksi perilaku, dan deteksi pola berbasis data. [23]

AI telah digunakan secara luas dalam pendidikan untuk mendukung pengambilan keputusan, evaluasi pembelajaran, hingga personalisasi layanan akademik. Institusi pendidikan memanfaatkan AI untuk membangun sistem rekomendasi belajar, mengolah data akademik, memprediksi performa siswa, hingga mengotomasi proses administrasi. Aplikasi AI memungkinkan analisis

dilakukan secara cepat, akurat, dan adaptif sehingga menghasilkan wawasan yang lebih bermakna bagi pengembangan kebijakan pendidikan.

Dalam konteks *Tracer Study*, penerapan AI memiliki potensi besar untuk meningkatkan efektivitas pengumpulan dan analisis data alumni. *Tracer Study* tradisional sering menghadapi kendala berupa rendahnya tingkat respons alumni, kualitas data yang tidak konsisten, serta proses analisis manual yang memakan waktu. Dengan AI, institusi pendidikan dapat mengotomatisasi berbagai tahapan proses *Tracer Study*, mulai dari pengumpulan data hingga analisis prediktif. Sistem berbasis AI dapat mengidentifikasi pola dari data alumni, mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan lulusan, serta memprediksi status lulusan di masa depan misalnya apakah mereka berpeluang bekerja, melanjutkan pendidikan, atau berwirausaha. [24]

Teknik *machine learning* seperti *Random Forest*, *Support Vector Machine*, dan *Neural Network* dapat digunakan untuk membangun model prediksi berdasarkan data lulusan sebelumnya. Model tersebut membantu sekolah memahami variabel apa yang paling berpengaruh terhadap keberhasilan alumni di dunia kerja, seperti kompetensi teknis, masa tunggu kerja, pengalaman magang, atau ketersediaan jaringan industri. Dengan informasi prediktif ini, sekolah dapat menyusun strategi peningkatan mutu pendidikan yang lebih terarah.

Selain itu, penerapan AI dapat dipadukan dengan sistem *Chatbot* yang didukung NLP untuk mengumpulkan data *Tracer Study*. *Chatbot* AI mampu berinteraksi dengan alumni secara natural, memandu pengisian data, menjawab pertanyaan, serta melakukan tindak lanjut otomatis. Pendekatan ini meningkatkan

partisipasi alumni sekaligus memberikan pengalaman pengisian *Tracer Study* yang lebih interaktif dan mudah diakses.

Secara keseluruhan, AI memberikan kontribusi signifikan dalam transformasi digital *Tracer Study*. Kemampuan AI memproses data besar, mengenali pola, serta menghasilkan prediksi akurat menjadikannya alat strategis bagi institusi pendidikan dalam mengevaluasi kualitas lulusan dan merancang kebijakan peningkatan mutu pendidikan secara berkelanjutan.

3.5 Algoritma *Random Forest*

Random Forest merupakan salah satu algoritma *ensemble learning* yang populer dalam bidang *machine learning*. Algoritma ini bekerja dengan menggabungkan banyak pohon keputusan (*decision trees*) untuk menghasilkan model prediksi yang lebih akurat dan stabil. Breiman sebagai pengembang algoritma ini menjelaskan bahwa *Random Forest* membangun sejumlah pohon keputusan pada dataset pelatihan yang di-*bootstrap*, kemudian melakukan prediksi berdasarkan mekanisme *majority voting* untuk klasifikasi atau *averaging* untuk regresi. Pendekatan ini meningkatkan kemampuan generalisasi model karena tidak bergantung pada satu pohon keputusan saja, tetapi pada rata-rata performa dari banyak pohon. [25]

Keunggulan utama *Random Forest* terletak pada kemampuannya dalam menangani data besar dan kompleks. Algoritma ini juga dikenal tahan terhadap *overfitting* karena setiap pohon dibangun dari subset data dan subset fitur yang berbeda-beda. Selain itu, *Random Forest* dapat digunakan untuk data numerik maupun kategorikal, serta mampu mempelajari hubungan non-linear. Menurut

Tan, Steinbach, dan Kumar, metode ensemble seperti *Random Forest* telah terbukti memberikan performa prediksi yang kuat dalam berbagai domain, termasuk kesehatan, bisnis, teknologi, dan pendidikan.

Dalam konteks *Tracer Study*, *Random Forest* memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas analisis data lulusan. Dataset *Tracer Study* umumnya kompleks dan mencakup variabel seperti data akademik, kompetensi, pengalaman magang, kondisi keluarga, dan status pekerjaan setelah lulus. *Random Forest* dapat mempelajari pola-pola dalam data tersebut untuk memprediksi status lulusan di masa depan, seperti peluang bekerja, melanjutkan pendidikan, atau berwirausaha. Dengan demikian, institusi pendidikan dapat memahami faktor-faktor apa yang paling berpengaruh terhadap keberhasilan lulusan dan menggunakannya sebagai dasar peningkatan kurikulum.

Selain itu, *Random Forest* menyediakan fitur *feature importance* yang memungkinkan peneliti mengetahui variabel yang memiliki pengaruh paling besar dalam prediksi. Informasi ini sangat berguna untuk pengambilan keputusan berbasis data, termasuk evaluasi program pendidikan dan penguatan kompetensi tertentu. Hal ini sejalan dengan tujuan *Tracer Study* untuk memberikan umpan balik bagi peningkatan mutu pendidikan dan relevansi kurikulum.

3.6 Python

Python merupakan salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high-level programming language*) yang dirancang dengan filosofi kemudahan dalam membaca kode serta efisiensi dalam pengembangan perangkat lunak. Bahasa ini bersifat *interpreted*, *object-oriented*, dan mendukung berbagai paradigma

pemrograman seperti *procedural*, *functional*, maupun *object-oriented programming*. *Python* pertama kali dikembangkan oleh Guido van Rossum pada akhir tahun 1980-an dan diperkenalkan secara resmi pada tahun 1991. Sejak itu, *Python* berkembang pesat dan menjadi salah satu bahasa pemrograman paling populer di dunia. [26]

Keunggulan utama *Python* terletak pada sintaksnya yang ringkas, jelas, dan mudah dipahami sehingga cocok untuk pemula maupun pengembang profesional. Filosofi desain *Python* tertuang dalam *The Zen of Python*, yang menekankan kesederhanaan, keterbacaan, dan struktur kode yang rapi. Selain itu, *Python* memiliki ekosistem pustaka yang sangat luas, menjadikannya sangat fleksibel untuk berbagai kebutuhan pengembangan perangkat lunak.

Python dapat diterapkan dalam berbagai domain seperti aplikasi desktop, web development, otomasi sistem, analisis data, *machine learning*, *microcontroller*, hingga *artificial intelligence*. Dalam pengembangan web, *Python* menyediakan berbagai *framework* seperti Django dan *Flask*, sementara dalam bidang AI *Python* didukung oleh pustaka populer seperti *NumPy*, *Pandas*, *Scikit-learn*, *TensorFlow*, dan *PyTorch*. Hal ini menjadikan *Python* sebagai bahasa utama dalam penelitian akademik dan industri terkait data science serta kecerdasan buatan.

Pada penelitian ini, *Python* digunakan untuk mengimplementasikan algoritma *Random Forest Classifier* dalam memproses dataset *Tracer Study*. *Python* memfasilitasi proses *preprocessing*, pelatihan model, visualisasi hasil, dan evaluasi performa model. Dengan dukungan pustaka visualisasi seperti *Matplotlib* dan *Seaborn*, analisis data dapat disajikan secara efektif dan informatif.

Selain itu, *Python* juga mendukung pengembangan aplikasi pada perangkat kecil seperti *microcontroller* melalui *platform MicroPython* atau *CircuitPython*, sehingga cakupan penggunaannya sangat luas mulai dari sistem tertanam (*embedded system*) hingga aplikasi skala besar. *Python* juga bersifat *cross-platform*, sehingga dapat dijalankan pada Windows, LinUX, maupun macOS tanpa perubahan kode yang signifikan.

Secara keseluruhan, *Python* merupakan bahasa pemrograman yang fleksibel, mudah dipelajari, dan didukung komunitas besar. Keunggulan-keunggulan tersebut menjadikan *Python* sebagai pilihan ideal untuk pengembangan model kecerdasan buatan pada sistem *Tracer Study* berbasis web.

3.7 *Flask*

Flask adalah salah satu *framework* web minimalis yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Framework ini pertama kali diperkenalkan oleh Armin Ronacher pada tahun 2010 sebagai bagian dari proyek komunitas *Python* bernama *Pallets Projects*. *Flask* dirancang dengan konsep *microframework*, yaitu *framework* yang ringan, fleksibel, dan tidak menyertakan komponen bawaan yang kompleks seperti autentikasi, ORM, maupun *form handler*. Dengan karakteristik ini, pengembang dapat memilih sendiri *library* tambahan sesuai kebutuhan aplikasi yang dibangun. [27]

Sebagai *microframework*, *Flask* memiliki arsitektur sederhana sehingga mudah dipelajari dan diimplementasikan. *Flask* menyediakan fitur utama seperti routing, template engine menggunakan Jinja2, *development server*, serta kemampuan menangani HTTP *request* secara efisien. Meskipun sederhana, *Flask*

mampu digunakan untuk membangun aplikasi web berskala kecil hingga menengah, API (*Application Programming Interface*), maupun layanan berbasis microservices. Fleksibilitas ini menjadikan *Flask* banyak digunakan dalam pengembangan proyek riset maupun sistem produksi.

Dalam pengembangan sistem modern, *Flask* sering dipilih karena kemudahannya dalam integrasi dengan berbagai teknologi seperti database SQL/NoSQL, model *machine learning*, hingga sistem *Chatbot*. *Flask* dapat menjadi *webhook* yang menerima data dari aplikasi eksternal atau menjadi *endpoint API* untuk mengirim dan menerima permintaan HTTP (*GET*, *POST*, *PUT*, *DELETE*). Hal ini menjadikan *Flask* sangat cocok untuk proyek yang memerlukan komunikasi antara aplikasi web dengan komponen berbasis AI atau machine learning.

Pada penelitian ini, *Flask* berperan penting sebagai komponen pendukung dalam pembangunan fitur prediksi kesesuaian pekerjaan alumni menggunakan algoritma *Random Forest*. Model machine learning yang dikembangkan dengan *Python* dapat diekspor kemudian dipanggil melalui API berbasis *Flask*. Dengan demikian, prediksi dapat dijalankan secara real-time dan diintegrasikan dengan aplikasi *Tracer Study* berbasis web. Selain itu, *Flask* memungkinkan pemanggilan layanan *Chatbot* atau NLP sederhana melalui endpoint yang disediakan, sehingga mendukung fleksibilitas komunikasi data dalam sistem *Tracer Study*.

Secara keseluruhan, keunggulan *Flask* terletak pada:

1. kemudahan penggunaan,
2. fleksibilitas arsitektur,
3. performa yang ringan,

4. kemudahan integrasi dengan machine learning dan sistem eksternal.

Karakteristik tersebut menjadikan *Flask* pilihan ideal untuk mendukung pengembangan sistem *Tracer Study* yang membutuhkan interaksi data cepat, integrasi AI, serta layanan berbasis API yang dinamis.

3.8 *User Experience (UX)* dalam Aplikasi

User Experience (*UX*) merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan sebuah aplikasi karena berhubungan langsung dengan bagaimana pengguna merasakan, memahami, dan berinteraksi dengan sistem. Menurut Jakob Nielsen, *UX* mencakup komponen penting seperti usability, efisiensi, efektivitas, tingkat kesalahan pengguna, serta kepuasan secara keseluruhan. Aplikasi dengan *UX* yang baik memastikan pengguna dapat menyelesaikan tugas dengan mudah, cepat, dan tanpa kebingungan, sehingga meningkatkan tingkat adopsi dan keberhasilan sistem. [28]

Dalam konteks aplikasi *Tracer Study*, *UX* memiliki peran yang sangat penting karena pengguna utama terdiri dari alumni dengan tingkat kemampuan teknologi yang beragam. Aplikasi harus dirancang sederhana, responsif, dan mudah dipahami agar alumni tidak mengalami kesulitan ketika mengisi data *Tracer Study*. Navigasi yang jelas, tampilan antarmuka yang intuitif, serta proses input yang tidak rumit menjadi faktor kunci dalam meningkatkan kenyamanan pengguna.

Integrasi *Chatbot* sebagai asisten virtual juga merupakan salah satu elemen penting yang dapat memperkuat *UX*. *Chatbot* dapat membantu menjawab pertanyaan secara real-time, memandu pengguna dalam pengisian formulir, serta

memberikan informasi terkait *Tracer Study* tanpa mereka harus mencari menu yang membingungkan. Hal ini tidak hanya mempermudah alumni, tetapi juga mengurangi beban admin sekolah karena sebagian pertanyaan dapat dijawab otomatis oleh *Chatbot*.

Selain itu, penerapan *UX* yang baik dalam aplikasi turut mempengaruhi tingkat partisipasi alumni. Semakin mudah dan nyaman aplikasi digunakan, semakin besar kemungkinan alumni untuk mengisi *Tracer Study* secara lengkap dan benar. Bagi pihak sekolah, *UX* yang baik dapat mempercepat pengolahan data, mengurangi kesalahan input, serta meningkatkan akurasi laporan *Tracer Study*.

Dengan demikian, perhatian terhadap *UX* tidak hanya berfokus pada aspek tampilan visual, tetapi juga mencakup interaksi pengguna, kemudahan proses, serta dukungan fitur pendukung seperti *Chatbot*. Pengembangan aplikasi *Tracer Study* berbasis web yang memperhatikan aspek *UX* akan menghasilkan sistem yang lebih efektif, efisien, dan memberikan pengalaman positif bagi seluruh pengguna.

3.9 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan relevansi integrasi teknologi dalam *Tracer Study*. Firdaus mengembangkan *Tracer Study* berbasis WhatsApp *Chatbot* untuk meningkatkan respons alumni, namun sistem tersebut belum dilengkapi dengan kemampuan analisis prediktif. Hal ini membuat hasil *Tracer Study* hanya bersifat deskriptif dan tidak memberikan insight untuk pengambilan keputusan jangka panjang. [2]

Selain itu, Ristiawan dkk. menggunakan algoritma *Random Forest* untuk memprediksi status mahasiswa dengan tingkat akurasi yang tinggi. Meskipun demikian, penelitian tersebut tidak mengkaitkan model prediktif secara langsung dengan sistem *Tracer Study*, sehingga aplikasinya belum sepenuhnya mendukung analisis kelulusan dan dunia kerja alumni. [5]

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat ruang untuk pengembangan sebuah sistem *Tracer Study* yang lebih komprehensif, yaitu dengan menggabungkan fitur *Chatbot* sebagai peningkat interaksi pengguna dan algoritma *Random Forest* sebagai alat analisis prediktif. Integrasi tersebut membuka peluang untuk menghasilkan sistem *Tracer Study* yang tidak hanya mengumpulkan data, tetapi juga memprediksi status alumni berdasarkan pola data yang tersedia.

3.10 Usability

Usability merupakan aspek kualitas sistem yang menunjukkan tingkat kemudahan suatu sistem ketika digunakan oleh pengguna untuk mencapai tujuan tertentu. Usability tidak hanya berkaitan dengan tampilan antarmuka yang menarik, tetapi juga mencakup kemampuan pengguna dalam memahami sistem, menyelesaikan tugas, memperoleh hasil yang tepat, dan merasakan kenyamanan selama menggunakan sistem. Berdasarkan model ISO 9241-11, usability dapat dinilai melalui tiga aspek utama, yaitu effectiveness, efficiency, dan satisfaction. [29]

Effectiveness atau efektivitas menunjukkan tingkat ketepatan dan kelengkapan pengguna dalam menyelesaikan tugas menggunakan sistem. Suatu

sistem dapat dikatakan efektif apabila pengguna mampu menjalankan fungsi yang tersedia dan memperoleh hasil sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Efficiency atau efisiensi berkaitan dengan sumber daya yang digunakan oleh pengguna untuk menyelesaikan suatu tugas, seperti waktu, usaha, dan jumlah langkah yang diperlukan. Sementara itu, satisfaction atau kepuasan menunjukkan tanggapan subjektif pengguna mengenai kenyamanan, kemudahan, dan penerimaan terhadap sistem yang digunakan. [29]

Pengujian usability penting dilakukan karena keberhasilan suatu aplikasi tidak hanya ditentukan oleh berjalannya fungsi sistem. Sistem yang seluruh fiturnya dapat dijalankan belum tentu mudah dipahami dan digunakan oleh pengguna. Oleh karena itu, evaluasi usability diperlukan untuk mengetahui apakah antarmuka, navigasi, penyajian informasi, dan tahapan penggunaan sistem telah sesuai dengan karakteristik serta kebutuhan pengguna. Hasil evaluasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi masalah dan menyusun rekomendasi perbaikan sistem. [29]

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur persepsi pengguna terhadap usability suatu sistem adalah System Usability Scale atau SUS. SUS dikembangkan oleh John Brooke sebagai instrumen evaluasi usability yang sederhana, cepat, dan dapat digunakan pada berbagai jenis sistem. SUS terdiri atas sepuluh pernyataan yang menggunakan skala Likert dengan lima pilihan jawaban, mulai dari sangat tidak setuju sampai sangat setuju. Sepuluh pernyataan tersebut terdiri atas lima pernyataan positif pada nomor ganjil dan lima pernyataan negatif pada nomor genap. [30]

SUS memberikan penilaian secara menyeluruh terhadap perceived usability atau usability yang dirasakan oleh pengguna. Pernyataan dalam SUS mencakup beberapa aspek, seperti kemudahan penggunaan, kompleksitas sistem, kebutuhan terhadap bantuan teknis, keterpaduan fungsi, konsistensi, kemudahan dipelajari, dan kepercayaan diri pengguna ketika menggunakan sistem. Instrumen ini diberikan setelah responden memperoleh kesempatan untuk menggunakan dan mencoba fungsi-fungsi utama sistem. [30]

Perhitungan skor SUS dilakukan dengan menghitung kontribusi nilai dari setiap pernyataan. Pada pernyataan bernomor ganjil, nilai kontribusi diperoleh dengan mengurangi skor jawaban responden dengan satu. Pada pernyataan bernomor genap, nilai kontribusi diperoleh dengan mengurangi angka lima dengan skor jawaban responden. Seluruh nilai kontribusi kemudian dijumlahkan dan dikalikan dengan 2,5 sehingga menghasilkan skor SUS dalam rentang 0 sampai 100. Skor yang lebih tinggi menunjukkan persepsi pengguna yang lebih baik terhadap usability sistem. Skor SUS bukan merupakan persentase keberhasilan sistem, melainkan skor penilaian usability yang dirasakan oleh pengguna. [30]

Penggunaan SUS memiliki dasar empiris yang kuat. Penelitian Orfanou, Tselios, dan Katsanos yang melibatkan 769 pengguna dalam sebelas studi menunjukkan bahwa SUS memiliki validitas dan reliabilitas yang baik untuk mengevaluasi usability sistem pembelajaran berbasis teknologi. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa SUS tetap dapat menghasilkan penilaian yang cukup kuat meskipun diterapkan dengan jumlah responden yang relatif kecil.

Selain itu, SUS bersifat *technology agnostic* sehingga dapat diterapkan pada berbagai jenis perangkat lunak, situs web, perangkat, dan layanan digital. [31]

Dalam penelitian ini, pengujian *usability* digunakan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan aplikasi *Tracer Study* berbasis web di SMK Satya Praja 2 Petarukan. Pengujian dilakukan kepada pengguna yang telah mencoba fungsi-fungsi utama aplikasi, terutama alumni sebagai pengguna utama sistem. Aspek yang dinilai mencakup kemudahan registrasi dan login, pengisian data *Tracer Study*, penggunaan *Chatbot*, pembuatan *curriculum vitae*, akses materi dan latihan psikotes, pencarian informasi lowongan pekerjaan, serta pemahaman terhadap hasil prediksi kesesuaian pekerjaan.

Pengujian *usability* melengkapi pengujian *Black Box Testing* yang digunakan dalam penelitian ini. *Black Box Testing* bertujuan memastikan bahwa fungsi-fungsi aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional, sedangkan pengujian SUS digunakan untuk mengetahui persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan sistem. Dengan demikian, aplikasi yang dikembangkan tidak hanya dinilai berdasarkan keberhasilan fungsi, tetapi juga berdasarkan kemudahan, kenyamanan, dan penerimaannya oleh pengguna.

3.11 Kerangka Pemikiran Teoritis

Berdasarkan teori-teori yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini berangkat dari kebutuhan akan *Tracer Study* yang lebih efektif, interaktif, dan memiliki kemampuan prediktif. Sistem *Tracer Study* berbasis web berfungsi sebagai platform utama dalam proses pengumpulan dan pengelolaan data alumni.

Chatbot diintegrasikan dalam sistem untuk meningkatkan interaksi, mempermudah pengisian data oleh alumni, serta mengurangi beban admin dalam

memberikan penjelasan yang bersifat repetitif. Hal ini mendukung peningkatan partisipasi alumni serta membantu mengurangi missing data.

Selanjutnya, algoritma *Random Forest* digunakan untuk melakukan prediksi status alumni berdasarkan pola data akademik maupun non-akademik. Dengan kemampuan menangani data kompleks dan memberikan feature importance, *Random Forest* membantu sekolah dalam memahami faktor-faktor apa saja yang paling berpengaruh terhadap kesuksesan alumni di dunia kerja.

Integrasi antara platform web, *Chatbot*, dan machine learning diharapkan dapat menghasilkan sistem *Tracer Study* yang lebih komprehensif, interaktif, dan memiliki nilai strategis dalam proses pengambilan keputusan, khususnya dalam meningkatkan mutu lulusan dan relevansi kurikulum.