

Screening CV Otomatis Dalam Natural Language Processing Menggunakan K-Nearest Neighbor Pada Aplikasi SKILLQ

Rizal Muhammad Affandi¹, Didik Hermanto²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro Kediri, Jawa Timur

Artikel Info

Kata kunci:

Curriculum Vitae (CV)
Artificial Intelligence (AI)
Natural Language Processing (NLP)
K-Nearest Neighbor (K-NN)
Screening CV

ABSTRAK

CV adalah faktor penting yang digunakan oleh divisi HRD untuk menilai kandidat. Namun, divisi HRD sering menghadapi kendala seperti tumpukan CV yang begitu besar dan banyak yang harus dianalisis secara manual, dimana hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dan potensi kehilangan kandidat yang berkualitas. *Screening CV* otomatis merupakan sebuah aplikasi yang menggunakan rumpun ilmu *Natural Language Processing* (NLP) berbasis *Artificial Intelligence* (AI) atau juga dikenal dengan Kecerdasan Buatan yang dapat mempersingkat waktu penyeleksian CV dalam jumlah yang banyak. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah, mempercepat dan mengevaluasi para HRD ataupun perusahaan dalam mencari informasi terkait dengan pelamar kerja. Aplikasi ini juga dapat membantu dalam pengambilan keputusan dan dapat mengurangi kesalahan dalam memeriksa berkas lamaran kerja yang telah masuk. Program *Screening CV* otomatis yang diberi nama dengan SKILLQ ini berhasil di deploy dengan menggunakan model data terbaik berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan dengan algoritma K-NN yang telah diuji. Hasil dari pengujian dengan menerapkan algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) didalam pemodelan data dalam bidang *Natural Processing Language* (NLP) berbasis *Artificial Intelligence* mampu meningkatkan akurasi serta mengurangi menyeleksi CV secara manual. *Screening CV* ini berhasil di deploy dan mampu menjawab keresahan HRD terkait jumlah CV yang banyak dengan waktu yang singkat dimana yang sebelumnya CV yang diseleksi secara manual dapat memakan waktu 1 jam kurang lebih dapat diselesaikan dalam hitungan menit sampai hitungan detik.

Saya Korespondensi :

Rizal Muhammad Affandi,
Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Dian Nuswantoro Kediri, (Kota Kediri) (64129)
Email: 611202100029@mhs.dinus.ac.id

1. PENDAHULUAN

Curriculum Vitae atau yang biasa disingkat CV adalah ringkasan perjalanan pendidikan dan aktiitas proesional seseorang dan setiap CV akan berbeda pada setiap orangnya. CV yang baik yang akan menarik perhatian perusahaan. Dari sana akan tergambar sosok pelamar, misalna memiliki ambisi ang sehat dan jelas, track record, keluasan minat, keterampilan, dan kearifan kepribadiannya. Seluruh faktor tersebut akan menunjang seseorang dalam bekerja dan menyelesaikannya [1], [2], [3], [4]. Dalam proses rekrutmen, CV adalah faktor penting yang digunakan oleh divisi HRD untuk menilai kandidat. Namun, divisi HRD sering menghadapi kendala seperti tumpukan CV yang begitu besar dan banyak yang harus dianalisis secara manual, dimana hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dan potensi kehilangan kandidat yang berkualitas. Adanya keterbatasan sumber daya di divisi HRD juga dapat memperparah dan juga menimbulkan masalah lain yang menyangkut keuangan apabila harus menambah sumber daya manusia lagi. Selain itu, kesalahan dalam mengevaluasi CV dapat terjadi, sehingga akan sangat berdampak pada keputusan rekrutmen yang efektif dan juga efisien. Sedangkan bagi pencari kerja, membuat CV yang menonjol adalah tantangan. Mereka sering kesulitan dalam menyesuaikan CV dengan posisi yang mereka inginkan dan memerlukan umpan balik untuk perbaikan. Panduan yang lebih spesifik tentang kata kunci dan format juga diperlukan. Hal tersebut sangat

merugikan perusahaan karena dengan kesalahan mengevaluasi CV yang banyak berpotensi: pengambilan keputusan yang tidak efektif, memungkinan kandidat yang berkualitas, dan lain-lain.

Dalam menghadapi tantangan ini, perlu adanya solusi yang lebih efisien dan modern. Perancangan sistem seleksi administrasi otomatis berbasis web menjadi solusi yang tepat untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini akan memberikan manfaat berupa efisiensi dalam pemeriksaan atau seleksi administrasi pelamar. Dengan teknologi berbasis web, pihak HRD juga akan mendapatkan akses lebih mudah untuk melihat dan menganalisis data administrasi pelamar kerja yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait manajemen sumber daya manusia. Dengan perancangan sistem seleksi administrasi otomatis berbasis web pada HRD diharapkan dapat meningkatkan efisiensi seleksi dan dapat mengurangi kesalahan dalam memeriksa berkas lamaran kerja yang telah masuk.

2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian dalam perancangan sistem seleksi administrasi otomatis berbasis web melibatkan berbagai konsep dan prinsip dalam bidang database dan manajemen sumber daya manusia [5]. Berikut adalah beberapa komponen Metode Penelitian yang relevan:

2.1 Artificial Intelligence

AI atau *Artificial Intelligence* adalah simulasi kecerdasan manusia yang diterapkan ke dalam sistem komputer atau perangkat mesin lain, sehingga perangkat tersebut punya cara berpikir seperti manusia. Tujuan diciptakannya AI adalah untuk membuat teknologi yang mampu meniru aktivitas kognitif manusia, seperti cara belajar (learning), melakukan penalaran (reasoning), mengambil keputusan (decision making), dan mengoreksi diri (self correction) [1], [6], [7].

2.2 Natural Language Processing (NLP)

Natural Language Processing (NLP) adalah salah satu bidang ilmu komputer yang merupakan cabang dari kecerdasan buatan, dan bahasa (linguistik) yang berkaitan dengan interaksi antara komputer dan bahasa alami manusia, seperti bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Tujuan utama dari studi NLP adalah membuat mesin yang mampu mengerti dan memahami makna bahasa manusia lalu memberikan respon yang sesuai [8], [9].

2.3 Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN)

Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah merupakan sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap obyek baru berdasarkan (K) tetangga terdekatnya. KNN termasuk algoritma *supervised learning*, dimana hasil dari *query instance* yang baru, diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Kelas yang paling banyak muncul yang akan menjadi kelas hasil klasifikasi [10].

Nearest Neighbor adalah suatu pendekatan untuk menghitung kedekatan antara kasus baru dengan kasus lama, yaitu berdasarkan pada pencocokan bobot dari sejumlah fitur yang ada [11].

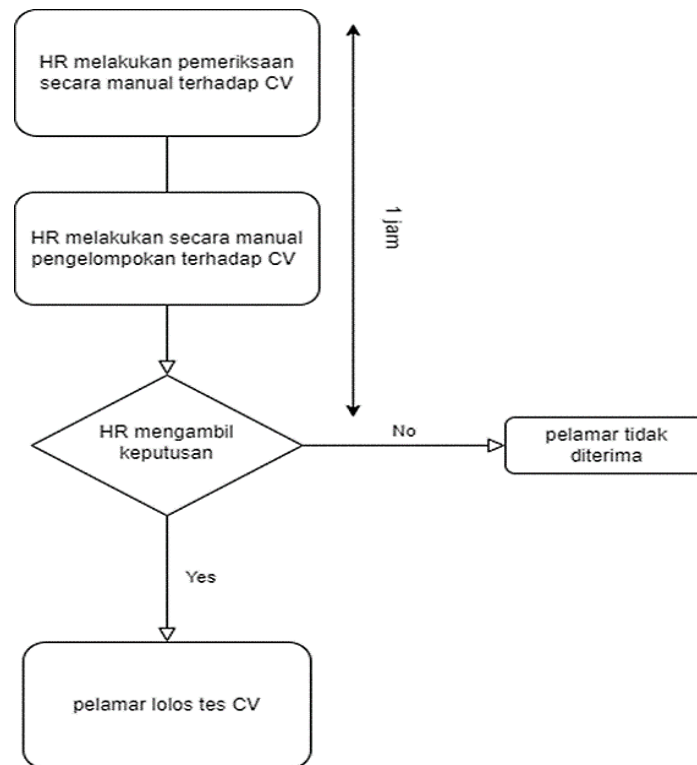
2.4 Python

Python adalah bahasa pemrograman serbaguna yang bisa dijalankan pada hampir semua arsitektur sistem, dan bisa digunakan untuk berbagai aplikasi di banyak bidang, mulai dari web development hingga machine learning. Python merupakan bahasa pemrograman interpreter serta dapat dilakukan dengan paradigma *object oriented programming*, fungsi, atau dengan cara biasa yaitu *procedural oriented programming*.

2.5 Solusi

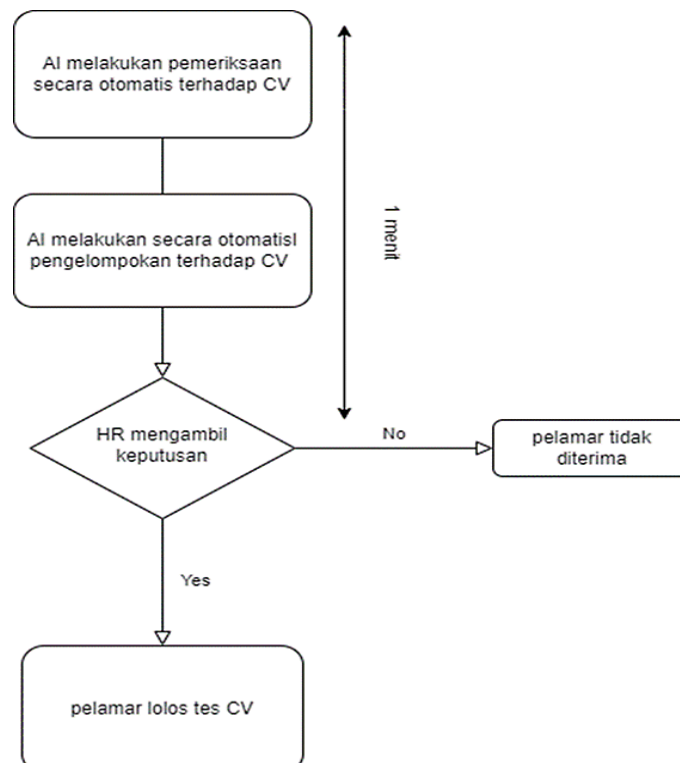
Solusi yang saya ajukan adalah *screening* CV otomatis yang merupakan model machine learning yang dapat digunakan untuk mengumpulkan, menyortir, memindai lamaran kerja yang diterima untuk posisi yang dibuka. AI ini memudahkan rekruter untuk menyaring kandidat yang memenuhi kualifikasi. Tidak hanya itu saya juga membuat model machine learning yang dapat digunakan untuk calon pelamar kerja membuat CV yang sesuai dan akan diberikan *feedback* untuk memperbaikinya kembali. Solusi ini akan dirancang untuk menghasilkan output di atas dengan cara mengenali *keyword-keyword* tertentu. Filter ini akan menyaring seberapa akurat informasi yang ada pada desain CV profesional kita, dengan kualifikasi yang diinginkan oleh perusahaan.

Solusi ini dibuat untuk menggantikan proses manual yang selama ini dilakukan. Berikut merupakan *As-Is* dan *To-Be* dari solusi yang saya kembangkan.



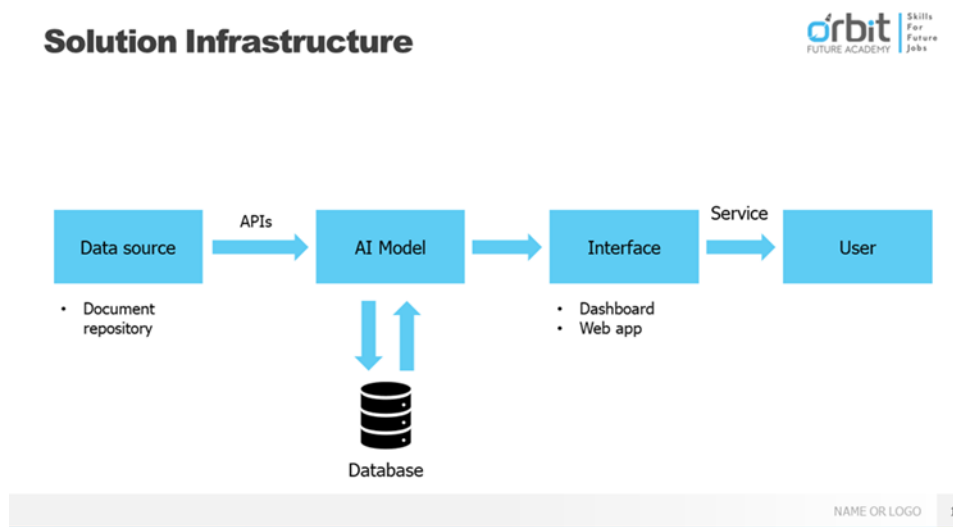
Gambar 1 proses sebelum screening CV otomatis

Pada Gambar 1, HR melakukan pemeriksaan dan pengelompokan CV yang banyak secara manual dan mengidentifikasi potensi terjadinya kesalahan dalam pemeriksaan. Proses ini kurang lebih membutuhkan waktu 1 jam. Apabila terjadi kesalahann HR akan memeriksa dan mencari kembali yang tetntunya akan memakan waktu lebih lama lagi.



Gambar 2 proses setelah screening CV otomatis

Berdasarkan Gambar 2, dengan solusi yang saya kembangkan ini, AI akan melakukan data untuk diperiksa menggunakan filter yang menyaring *keyword-keyword* yang sudah disetting sebelumnya karena setiap recruiter pasti memiliki ketentuan sendiri. Proses pemeriksaan dan pengelompokan hanya membutuhkan waktu 1 menit dan meminimalisir kesalahan karena dikerjakan secara otomatis. Solusi *screening* CV otomatis yang saya akan kembangkan akan memiliki infrastruktur sesuai pada Gambar 3.



Gambar 3 infrastructure solution

Mesin (sebagai data source) akan mengirimkan sinyal dari filter lalu dengan API akan diterima oleh algoritma *screening* CV otomatis untuk diolah dan dilakukan pemeriksaan dan pengelompokan CV. Hasil dari sinyal akan disimpan di dalam Database. Hasil pengolahan akan ditampilkan melalui *interface* dalam bentuk dashboard atau web application yang digunakan oleh HR dalam menyeleksi CV pelamar kerja. Sebagai *interface*, saya akan mengembangkan Web app untuk menampilkan hasil dari filter keyword-keyword serta meminimalisir kesalahan karena dikerjakan secara otomatis

2.6 Proses Pelaksanaan

2.6.1 Tahap Pertama Pengumpulan data

Di dalam tahap pertama yaitu pengumpulan data ini terdapat 3 hal yang harus dikerjakan mulai dari pemrosesan data, normalisasi data, dan eksplorasi data. Berikut ini merupakan penjabarannya secara rinci mengenai 3 hal tersebut.

- a. Pemrosesan Data
Dalam pemrosesan data ini informasi dari data yang diinginkan didapatkan dari berbagai sumber, yaitu dari website kaggle
- b. Normalisasi Data
Berkaitan dengan normalisasi data, data yang sudah diambil nantinya diatur ke dalam format yang konsisten untuk memudahkan dalam pemrosesan.
- c. Eksplorasi data
Tujuan dari eksplorasi data dalam kategori-kategori ini dilakukan adalah untuk mengevaluasi kecocokan antara informasi yang tercantum di dalam sebuah CV.

2.6.2 Tahap Kedua Pra-Pemrosesan

Pada tahap kedua yaitu tahap pra-pemrosesan data, saya melakukan pembersihan data. Pembersihan Data sendiri dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan data yang tidak relevan atau duplikat untuk meningkatkan kualitas data yang akan dianalisis.

2.6.3 Tahap Ketiga Pembelajaran Mesin

Di dalam tahap ketiga yaitu pembelajaran mesin ini terdapat 2 hal yang harus dikerjakan mulai dari pengembangan model dan pembagian data. Berikut ini merupakan penjabarannya secara rinci mengenai 2 hal tersebut.

- Pengembangan Model : Menggunakan algoritma pembelajaran mesin untuk membuat model yang dapat mempelajari pola dari data yang diberikan.
- Pembagian Data : Data dibagi menjadi set pelatihan (untuk melatih model) dan set validasi (untuk mengevaluasi performa model).

2.6.4 Tahap Keempat Pemodelan

Di dalam tahap keempat yaitu permodelan ini terdapat 2 hal yang harus dikerjakan mulai dari pemilihan model dan pelatihan model. Berikut ini merupakan penjabarannya secara rinci mengenai 2 hal tersebut.

- Pemilihan Model: aplikasi ini menggunakan model one vs restclassifier dan KNN untuk model Category CV dan model Linear regrasion untuk skor CV
- Pelatihan Model: Model dilatih dengan menggunakan data yang telah disiapkan sebelumnya.

2.6.5 Tahap Kelima Evaluasi dan penyetelan

Di dalam tahap kelima yaitu evaluasi dan penyetelan ini terdapat 2 hal yang harus dikerjakan mulai dari evaluasi model dan penyetelan hyperparameter. Berikut ini merupakan penjabarannya secara rinci mengenai 2 hal tersebut.

- Evaluasi Model : Untuk Category CV menggunakan set validasi untuk mengukur kinerja model berdasarkan metrik tertentu seperti akurasi, sedangkan untuk Skor CV menggunakan r2_score untuk mengukur kinerja model
- Penyetelan Hyperparameter : Menyesuaikan parameter model untuk meningkatkan performa.

2.6.6 Tahap Keenam Implementasi dan penyempurnaan

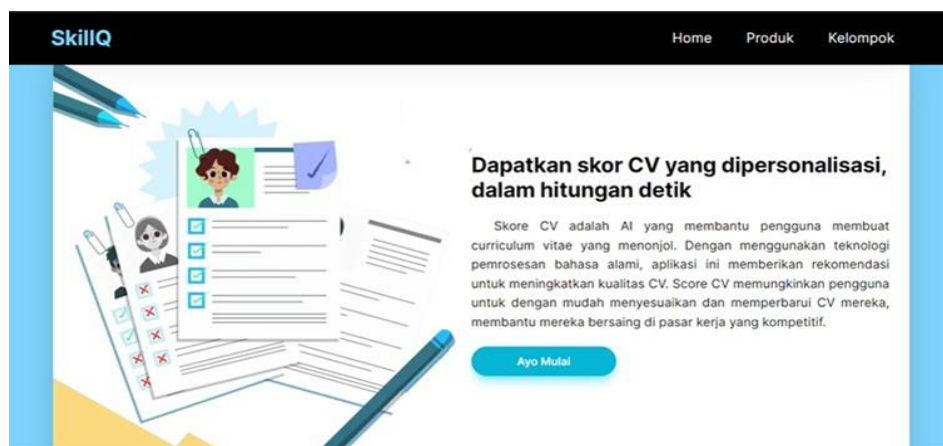
Di dalam tahap terakhir atau keenam ini terdapat 2 hal yang harus dikerjakan mulai dari pemrosesan data, normalisasi data, dan eksplorasi data. Berikut ini merupakan penjabarannya secara rinci mengenai 2 hal tersebut.

- Implementasi : Model yang telah dilatih diterapkan pada data CV baru untuk melakukan *screening* secara otomatis.
- Pemantauan Kinerja : Memantau kinerja model secara berkala dan melakukan perbaikan atau penyesuaian jika diperlukan.

3. PEMBAHASAN HASIL

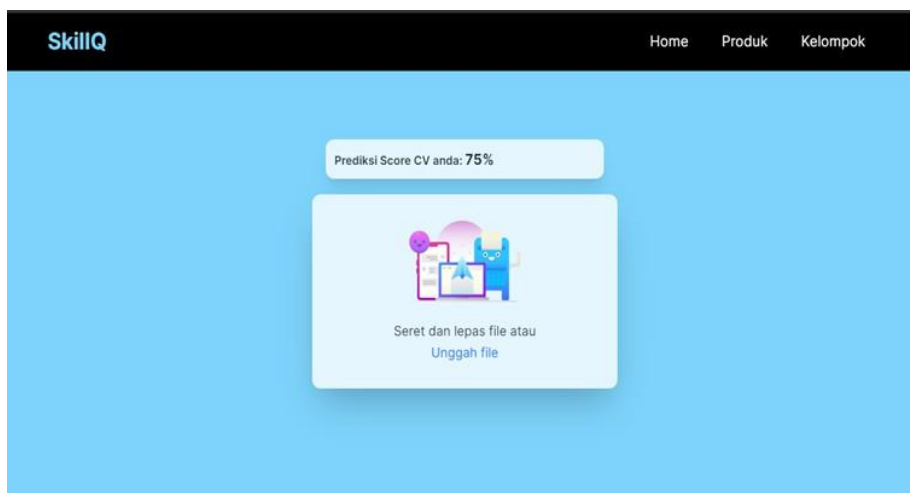
Aplikasi kecerdasan buatan yang dirancang khusus untuk membantu departemen Sumber Daya Manusia (HRD) dalam proses seleksi CV secara efisien. Aplikasi ini memberikan solusi terhadap tugas yang memakan waktu dan kompleksitas dalam menilai dan memilih calon pekerja yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Berikut adalah deskripsi lebih rinci mengenai fitur utama.

3.1 Fitur untuk Memprediksi *Scoring* CV



Gambar 4 halaman home fitur scoring

Berdasarkan Gambar 4, aplikasi dilengkapi dengan kemampuan untuk memberikan skor otomatis terhadap CV yang diajukan oleh para pelamar. Melalui analisis bahasa alami dan machine learning, aplikasi ini dapat mengekstrak informasi kunci dari CV, termasuk keterampilan, pengalaman, dan pendidikan. Skor ini mencerminkan tingkat kesesuaian CV dengan kriteria yang ditetapkan oleh perusahaan.



Gambar 5 hasil CV yang sudah di scoring

Gambar 5 menunjukkan fitur prediksi *Scoring CV*. Fitur ini memungkinkan untuk memprediksi skor CV mereka. Skor CV adalah nilai yang menunjukkan kualitas CV dari segi kelengkapan, relevansi, dan daya tarik. Fitur prediksi *Scoring CV* menggunakan algoritma machine learning untuk memprediksi skor CV. Algoritma ini didasarkan pada sejumlah faktor, yaitu:

- a. Panjang CV: Panjang CV dalam jumlah kata.
- b. Konten CV: Isi CV, seperti pengalaman kerja, pendidikan, dan keterampilan.

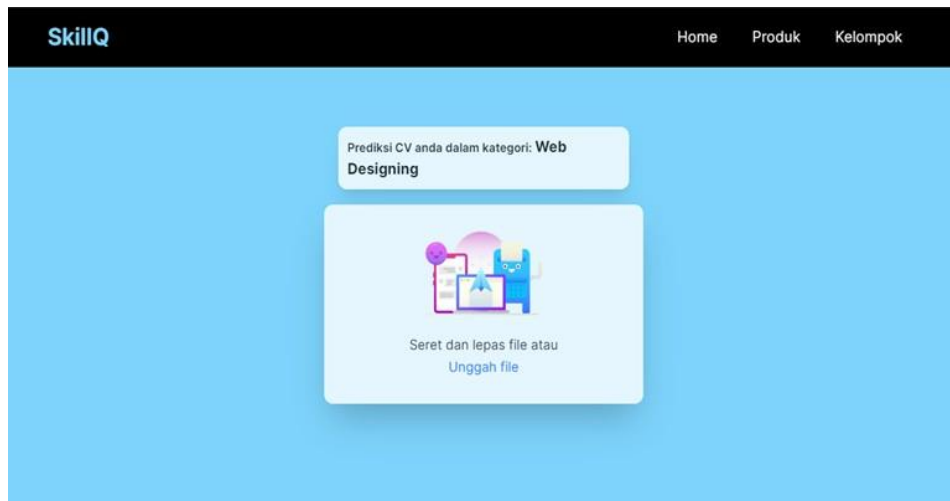
Fitur prediksi *Scoring CV* dapat membantu pengguna untuk memahami kualitas CV kandidat: Skor CV dapat memberikan gambaran umum tentang kualitas CV yang diberikan tanpa harus membacanya satu persatu. Untuk menggunakan fitur prediksi *Scoring CV*, pengguna perlu mengunggah CV dengan bentuk file PDF, Setelah CV diunggah, akan memproses CV dan menampilkan skor CV dalam hitungan detik.

3.2 Fitur untuk Kategorisasi CV.



Gambar 6 halaman home fitur kategori

Dengan fitur kategorisasi pada Gambar 6, dapat membantu divisi HR dalam mengelompokkan CV berdasarkan jenis pekerjaan atau posisi yang dibutuhkan. Ini memungkinkan tim HR untuk dengan cepat mengidentifikasi calon yang sesuai dengan spesifikasi pekerjaan tertentu. Kategorisasi ini dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan unik setiap perusahaan.



Gambar 7 hasil CV yang sudah di kategorasi

Gambar 7 menunjukkan fitur kategorisasi CV dari aplikasi SkillQ. Fitur ini adalah fitur yang memungkinkan pengguna untuk memfilter resume berdasarkan keterampilan dan pengalaman mereka. Fitur ini dapat membantu pengguna untuk mengkategorikan CV kandidat tersebut ke dalam jenis pekerjaan yang mana yang sesuai. Fitur kategorisasi CV ini dapat menjadi alat yang berguna bagi divisi HRD dalam melakukan seleksi kandidat karyawan sebab mereka tidak perlu membaca satu persatu CV yang ada untuk mengkategorikannya sesuai dengan lamaran yang diambil oleh kandidat tersebut. Untuk menggunakan fitur fitur kategorisasi CV, pengguna perlu mengunggah CV dengan bentuk file PDF. Setelah CV diunggah, akan memproses CV dan menampilkan kategori pekerjaan yang sesuai untuk CV tersebut dalam hitungan detik.

4. KESIMPULAN

Program *Screening CV* otomatis yang diberi nama dengan SKILLQ ini berhasil di deploy dengan menggunakan model data terbaik berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan dengan algoritma K-NN yang telah diuji. Hasil dari pengujian dengan menerapkan algoritma K Nearest Neighbor (K-NN) didalam pemodelan data dalam bidang Natural Processing Language (NLP) berbasis *Artificial Intelligence* mampu meningkatkan akurasi serta mengurangi menyeleksi CV secara manual. *Screening CV* ini berhasil di deploy dan mampu menjawab keresahan HRD terkait jumlah CV yang banyak dengan waktu yang singkat.

Aplikasi "SkillQ" yang telah saya kembangkan pastilah memiliki kelebihan dan juga kelemahannya, berikut ini saya paparkan mengenai kelebihan dari aplikasi ini sendiri, yaitu:

1. Performa Tinggi (Next.js): Next.js memberikan performa yang cepat karena dukungan untuk rendering sisi klien dan sisi server (SSR), mengurangi waktu pemuatan halaman dan meningkatkan pengalaman pengguna.
2. Real-time Interactivity : Memanfaatkan kemampuan React untuk real-time interaksi, memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan aplikasi secara dinamis tanpa perlu me-refresh halaman.
3. API yang Kuat : Flask menyediakan kemudahan dalam pembuatan API dengan Python, memungkinkan integrasi yang mulus dengan model machine learning untuk *screening CV*.
4. Skalabilitas : Kombinasi Next.js dan Flask memberikan kemampuan untuk meningkatkan skalabilitas, baik untuk tampilan pengguna maupun untuk penanganan permintaan API

Sedangkan untuk kekurangan dari aplikasi "SkillQ" ini sendiri, yaitu:

1. Pembagian Tanggung Jawab (Next.js dan Flask): Pemisahan tanggung jawab antara frontend (Next.js) dan backend (Flask) dapat menyulitkan sinkronisasi dan memerlukan manajemen proyek yang baik.
2. Dukungan Pustaka ML (Flask): Pustaka machine learning yang digunakan dalam Flask harus kompatibel dan mendukung integrasi yang baik dengan aplikasi .

3. Kompleksitas Pengembangan Awal: Integrasi antara Next.js (frontend) dan Flask (backend) mungkin memerlukan lebih banyak waktu dan keahlian pengembangan awal dibandingkan dengan solusi yang menggunakan satu stack teknologi saja.
5. Pemeliharaan Kode Ganda: Karena menggunakan dua teknologi yang berbeda, perawatan dan pemeliharaan kode dapat menjadi lebih kompleks. Perubahan pada satu bagian sistem dapat memerlukan penyesuaian di kedua sisi, yang dapat meningkatkan kerumitan pengembangan.

Berikut ini adalah rencana pengembangan yang akan saya lakukan berkaitan dengan aplikasi “SkillQ” dikemudian (pengembangan lebih lanjut).

1. Menganalisis dan Mengevaluasi Performa Saat Ini.
Dengan melakukan analisis menyeluruh terhadap performa SkillQ saat ini; Mengevaluasi keakuratan skoring dan kategorisasi CV yang dihasilkan oleh model AI; dan Mendapatkan umpan balik dari pengguna SkillQ untuk mengetahui area yang perlu perbaikan.
2. Melakukan peningkatan Model AI.
Dengan memperbarui dan memperbaiki model AI untuk meningkatkan akurasi dan keandalan skoring CV; Mempertimbangkan penggunaan teknologi terkini seperti transfer learning untuk meningkatkan kinerja model; Menggunakan dataset yang lebih besar dan representatif untuk melatih model.
3. Melakukan pengembangan Fitur.
Dengan menambahkan fitur-fitur baru yang dapat meningkatkan fungsionalitas SkillQ, seperti: Analisis sentiment dari surat lamaran dan referensi untuk mendapatkan wawasan tambahan, Identifikasi kecenderungan industri atau spesialisasi pekerjaan dari CV, dan Evaluasi tingkat pengalaman dan keterampilan yang lebih rinci.
4. Pemantauan dan Pemeliharaan
Dengan menetapkan rutinitas pemantauan performa model dan aplikasi secara keseluruhan; Menetapkan prosedur pemeliharaan rutin untuk mengatasi bug dan masalah keamanan yang mungkin muncul.
5. Mengkustomisasi dan Mempersonalisasi.
Dengan menambahkan opsi kustomisasi skala perusahaan, di mana perusahaan dapat menyesuaikan skoring berdasarkan kriteria khusus mereka; Merencanakan pengembangan sistem rekomendasi yang memahami preferensi perusahaan.
6. Berkaitan dengan Keamanan dan Kepatuhan.
Dengan memperbarui keamanan aplikasi untuk melindungi data pelamar dan perusahaan; Memastikan SkillQ mematuhi regulasi privasi dan keamanan data yang berlaku.

REFERENCES

- [1] E. D. Madyatmadja, C. P. M. Sianipar, C. Wijaya, and D. J. M. Sembiring, “Classifying Crowdsourced Citizen Complaints through Data Mining: Accuracy Testing of k-Nearest Neighbors, Random Forest, Support Vector Machine, and AdaBoost,” *Informatics*, vol. 10, no. 4, p. 84, Nov. 2023, doi: 10.3390/informatics10040084.
- [2] A. Fadlil, Herman, and D. Praseptian M, “K Nearest Neighbor Imputation Performance on Missing Value Data Graduate User Satisfaction,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 6, no. 4, pp. 570–576, Aug. 2022, doi: 10.29207/resti.v6i4.4173.
- [3] A. Ridok, “SENTIMENT ANALYSIS FOR REVIEW MOBILE APPLICATIONS USING NEIGHBOR METHOD WEIGHTED K-NEAREST NEIGHBOR (NWKNN),” *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology JEEST*, vol. 03, no. 01, pp. 23–32, 2016, [Online]. Available: <http://jeest.ub.ac.id>
- [4] M. Rival *et al.*, “Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Analisis Sentimen Pengguna Aplikasi Tokopedia Informasi Artikel A B S T R A K,” *Intellect: Indonesian Journal of Innovation Learning and Technology*, vol. 02, pp. 171–184, 2023, doi: 10.57255/intellect.v2i2.296.
- [5] H. Susanto, A. Setyanto, and A. H. Muhammad, “Analisis Sentimen Berita terhadap Bitcoin dengan Metode Klasifikasi K-Nearest Neighbor,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 4, no. 2, p. 2024, 2024, [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/2023#References>
- [6] N. Isnaini, Adiwijaya, M. S. Mubarak, and M. Y. A. Bakar, “A multi-label classification on topics of Indonesian news using K-Nearest Neighbor,” in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, May 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1192/1/012027.

- [7] S. Syafrizal, M. Afdal, and R. Novita, "Analisis Sentimen Ulasan Aplikasi PLN Mobile Menggunakan Algoritma Naïve Bayes Classifier dan K-Nearest Neighbor," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 1, pp. 10–19, Dec. 2023, doi: 10.57152/malcom.v4i1.983.
- [8] E. H. Muktafin and P. Kusriani, "Sentiments analysis of customer satisfaction in public services using K-nearest neighbors algorithm and natural language processing approach," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 19, no. 1, pp. 146–154, Feb. 2021, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.V19I1.17417.
- [9] M. Muzayyid, A. Hakim, I. Kadek, and D. Nuryana, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENERIMAAN PESERTA MAGANG MENGGUNAKAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING & ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBORS PADA PT. IDE JUALAN CREATIVE," *ournal of Emerging Information Systems and Business Intelligence*, vol. 4, no. 3, 2023.
- [10] S. Sahara, R. Agung Permana, U. Bina Sarana Informatika, and S. Antar Bangsa, "METODE KNN PADA SENTIMENT ANALISIS REVIEW PRODUK GAME ANDROID," Online, 2022. [Online]. Available: www.zdnet.com
- [11] D. Sebastian, "Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Melakukan Klasifikasi Produk dari beberapa E-marketplace," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 5, no. 1, pp. 2443–2229, 2019, doi: 10.28932/jutisi.v5i1.913.