



Implementasi Algoritma K-Means Clustering Pada Sistem Identifikasi Kualitas CPO (Crude Palm Oil) untuk Produksi Kosmetik dan Makanan

Athaya Putri¹, Ahmad Musyafa²

^{1,2} Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Banten 15415, Indonesia

thayaaa.07@gmail.com, ahmad.musyafa@unpam.ac.id

Abstrak

Crude Palm Oil (CPO) merupakan komoditas strategis yang menjadi bahan baku utama dalam industri makanan dan kosmetik sehingga kualitasnya harus dipastikan sesuai standar. Di PT. Ichiko Agro Lestari, proses identifikasi kualitas CPO masih dilakukan secara manual berdasarkan hasil uji laboratorium, sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama serta berpotensi menimbulkan penilaian yang subjektif dan kurang konsisten. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan algoritma K-Means Clustering pada sistem identifikasi kualitas CPO berbasis web sebagai pendukung pengambilan keputusan. Data yang digunakan berasal dari hasil pengujian laboratorium dengan enam parameter utama, yaitu Free Fatty Acid (FFA), Moisture, Impurity, DOBI, Karoten, dan Peroxide Value (PV). Proses clustering dilakukan menggunakan perhitungan Euclidean Distance untuk mengelompokkan data ke dalam tiga klaster, yaitu kualitas premium, standar, dan rendah. Sistem dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript dengan mekanisme pemrosesan secara client-side sehingga mampu melakukan perhitungan dan menampilkan hasil klasifikasi secara langsung melalui antarmuka web. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box untuk mengevaluasi fungsi input data, validasi, proses perhitungan algoritma, dan penyajian hasil clustering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan perancangan dan mampu menghasilkan proses identifikasi kualitas CPO secara cepat, objektif, serta terstruktur. Dengan demikian, penerapan algoritma K-Means Clustering pada sistem berbasis web dapat mendukung PT. Ichiko Agro Lestari dalam meningkatkan efisiensi proses penilaian mutu CPO serta meminimalkan subjektivitas pada proses klasifikasi kualitas produk.

Kata Kunci: CPO, K-Means Clustering, Kualitas Minyak Sawit, Sistem Berbasis Web, Pengambilan Keputusan..

1. Pendahuluan

Minyak kelapa sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia yang memiliki peran strategis dalam mendukung sektor industri nasional maupun ekspor (Nayantakaningtyas & Daryanto, 2012; Susanto, 2020; Irawan & Soesilo, 2021). CPO banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku utama dalam industri makanan, kosmetik, farmasi, hingga berbagai produk oleokimia (Christian & Setiadi, 2019; Muini & Mulki, 2026). Tingginya permintaan terhadap CPO menyebabkan perusahaan harus mampu menjaga kualitas produk agar tetap memenuhi standar yang telah ditetapkan (Levia, 2023). Kualitas bahan baku menjadi faktor penting karena akan memengaruhi mutu produk akhir yang dihasilkan. Oleh karena itu, proses identifikasi kualitas CPO perlu dilakukan secara akurat, konsisten, dan efisien untuk menjamin keberlangsungan proses produksi (Oktavia, 2022).

Penentuan kualitas CPO tidak hanya berpengaruh terhadap kualitas produk akhir, tetapi juga berkaitan dengan keamanan konsumsi, efisiensi proses pengolahan, serta tingkat kepuasan pelanggan (Harya et al., 2026). CPO dengan kualitas yang baik mampu menghasilkan produk yang memiliki stabilitas lebih tinggi dan memenuhi spesifikasi industri. Sebaliknya, kualitas CPO yang rendah dapat menyebabkan penurunan mutu produk, meningkatnya biaya produksi, hingga potensi penolakan produk oleh konsumen. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengendalian mutu merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari proses produksi. Dengan demikian, perusahaan memerlukan sistem evaluasi kualitas yang mampu memberikan hasil secara cepat dan objektif.

Penilaian mutu CPO umumnya dilakukan berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap sejumlah parameter utama. Parameter tersebut meliputi *Free Fatty Acid* (FFA), *Moisture*, *Impurity*, *DOBI*, Karoten, serta *Peroxide Value* (PV) (Luthfi & Syafrinal, 2023). Masing-masing parameter memberikan informasi mengenai karakteristik fisik maupun kimia minyak kelapa sawit sehingga dapat dijadikan dasar dalam menentukan tingkat kualitas produk. Nilai setiap parameter harus memenuhi batas standar tertentu agar CPO dinyatakan layak digunakan sebagai bahan baku industri. Oleh sebab itu, ketepatan dalam membaca dan menginterpretasikan hasil pengujian laboratorium menjadi aspek yang sangat penting dalam proses penilaian kualitas.

Di PT. Ichiko Agro Lestari, proses penentuan kualitas CPO masih dilakukan secara manual dengan membaca dan menafsirkan hasil uji laboratorium. Proses tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama karena setiap parameter harus diperiksa dan dibandingkan dengan standar mutu yang berlaku. Selain itu, proses penilaian sangat bergantung pada pengalaman serta interpretasi analis yang melakukan evaluasi. Perbedaan pengalaman

Implementasi Algoritma K-Means Clustering Pada Sistem Identifikasi Kualitas CPO (Crude Palm Oil) untuk Produksi Kosmetik dan Makanan

antartetugas berpotensi menghasilkan keputusan yang tidak konsisten terhadap data dengan karakteristik yang hampir sama. Kondisi tersebut menyebabkan proses identifikasi kualitas belum sepenuhnya optimal dalam mendukung kebutuhan operasional perusahaan.

Seiring meningkatnya volume data hasil pengujian laboratorium, proses klasifikasi kualitas CPO secara manual menjadi semakin tidak efisien. Banyaknya data yang harus dianalisis menyebabkan waktu yang dibutuhkan dalam proses pengambilan keputusan juga semakin panjang. Di sisi lain, perusahaan dituntut untuk menghasilkan keputusan secara cepat tanpa mengurangi tingkat ketelitian dalam proses evaluasi mutu. Apabila proses identifikasi masih dilakukan secara konvensional, maka peluang terjadinya kesalahan klasifikasi akan semakin besar. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengotomatisasi proses pengelompokan data sehingga hasil yang diperoleh lebih cepat, konsisten, dan objektif.

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong pemanfaatan berbagai metode komputasi dalam mendukung proses pengambilan keputusan di berbagai sektor industri. Salah satu penerapan yang berkembang pesat adalah penggunaan sistem cerdas untuk mengolah data dalam jumlah besar menjadi informasi yang lebih bermakna. Sistem tersebut mampu membantu perusahaan melakukan analisis secara lebih cepat dibandingkan proses manual. Selain meningkatkan efisiensi kerja, penerapan teknologi informasi juga dapat mengurangi tingkat subjektivitas dalam proses evaluasi data. Dengan demikian, penggunaan sistem berbasis komputer menjadi solusi yang relevan untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dalam pengendalian mutu CPO.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pengolahan data adalah teknik *data mining*. Teknik ini bertujuan menemukan pola, hubungan, maupun karakteristik tertentu dari sekumpulan data sehingga dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan. Melalui *data mining*, data yang sebelumnya hanya berfungsi sebagai arsip dapat diolah menjadi informasi yang memiliki nilai strategis bagi perusahaan. Berbagai metode dalam *data mining* dapat diterapkan sesuai dengan karakteristik data dan tujuan analisis yang diinginkan. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk proses pengelompokan data adalah algoritma K-Means Clustering.

Algoritma K-Means Clustering merupakan metode *unsupervised learning* yang bekerja dengan mengelompokkan data berdasarkan tingkat kemiripan karakteristiknya. Proses pengelompokan dilakukan dengan menghitung jarak setiap data terhadap pusat klaster (*centroid*) menggunakan perhitungan Euclidean Distance sehingga setiap data akan masuk ke kelompok dengan jarak terdekat. Hasil akhir dari proses tersebut adalah terbentuknya beberapa kelompok data yang memiliki karakteristik serupa. Metode ini memiliki keunggulan berupa proses komputasi yang sederhana, mudah diimplementasikan, serta mampu menangani data numerik dalam jumlah yang cukup besar. Karakteristik tersebut menjadikan K-Means sebagai salah satu algoritma yang banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang, termasuk sektor industri kelapa sawit.

Penerapan algoritma K-Means pada proses identifikasi kualitas CPO diharapkan mampu menghasilkan proses klasifikasi yang lebih sistematis dibandingkan metode manual. Pengelompokan dilakukan berdasarkan nilai parameter laboratorium sehingga keputusan yang dihasilkan tidak hanya bergantung pada interpretasi individu. Selain meningkatkan konsistensi hasil penilaian, proses komputasi juga dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat sehingga mendukung efisiensi operasional perusahaan. Sistem yang dibangun mampu mengelompokkan kualitas CPO ke dalam kategori premium, standar, dan rendah berdasarkan tingkat kedekatan data terhadap pusat klaster. Dengan demikian, proses identifikasi kualitas menjadi lebih objektif serta dapat dijadikan sebagai pendukung pengambilan keputusan.

Penelitian mengenai penerapan algoritma K-Means Clustering dalam industri kelapa sawit telah banyak dilakukan, baik untuk pengelompokan kualitas minyak kelapa sawit maupun analisis produktivitas perkebunan. Hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode K-Means mampu memberikan pengelompokan data secara efektif sesuai karakteristik yang dimiliki setiap objek. Temuan tersebut menjadi dasar sekaligus referensi penting dalam pengembangan sistem identifikasi kualitas CPO pada penelitian ini. Keberhasilan penerapan K-Means pada berbagai permasalahan di sektor kelapa sawit menunjukkan bahwa algoritma ini memiliki potensi yang besar untuk diterapkan pada proses pengendalian mutu bahan baku. Oleh karena itu, kajian terhadap penelitian terdahulu menjadi landasan penting dalam menentukan pendekatan yang digunakan pada penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh Abdussalam Al Masykur et al. (2023) menunjukkan bahwa algoritma K-Means Clustering dapat diterapkan untuk pemetaan pengelompokan lahan produksi tandan buah segar. Penelitian tersebut membagi produktivitas lahan ke dalam tiga klaster, yaitu tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan karakteristik data yang dimiliki. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa metode K-Means mampu menghasilkan pengelompokan yang jelas sehingga memudahkan pihak manajemen dalam melakukan evaluasi terhadap produktivitas perkebunan. Temuan tersebut membuktikan bahwa algoritma K-Means efektif digunakan untuk mengolah data numerik pada sektor kelapa sawit. Selain itu, penelitian ini memberikan gambaran bahwa metode clustering dapat mendukung proses pengambilan keputusan secara lebih sistematis dibandingkan analisis manual.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Suan Ekie Nanda Putra dan Mhd. Furqan (2024) yang memanfaatkan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan kualitas CPO berdasarkan parameter *Free Fatty Acid* (FFA), *Moisture*, dan *Dirt*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa proses pengelompokan menggunakan metode K-Means mampu memberikan hasil yang lebih objektif dibandingkan penilaian yang hanya mengandalkan

interpretasi pengguna. Penggunaan parameter laboratorium sebagai dasar proses clustering juga menghasilkan klasifikasi yang lebih konsisten terhadap kualitas minyak kelapa sawit. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa K-Means memiliki kemampuan yang baik dalam membantu industri melakukan identifikasi kualitas CPO. Oleh sebab itu, penelitian tersebut menjadi salah satu referensi penting dalam pengembangan sistem identifikasi kualitas pada penelitian ini.

Selanjutnya, Andri Nofiar Am et al. (2019) melakukan penelitian mengenai penentuan mutu kelapa sawit menggunakan parameter kadar air, kadar kotoran, dan *Free Fatty Acid* (FFA). Data hasil pengujian dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu sangat baik, baik, dan kurang baik berdasarkan tingkat kemiripan karakteristiknya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma K-Means mampu meningkatkan efisiensi proses klasifikasi sekaligus memberikan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode manual. Proses pengelompokan yang dilakukan secara otomatis juga membantu meminimalkan potensi kesalahan akibat subjektivitas dalam penilaian mutu. Temuan tersebut semakin memperkuat bahwa algoritma K-Means layak diterapkan sebagai metode pengelompokan kualitas CPO.

Penelitian yang dilakukan oleh Putri Isnaini et al. (2023) berfokus pada pengelompokan produktivitas hasil panen kelapa sawit berdasarkan beberapa variabel produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma K-Means Clustering mampu mengidentifikasi perbedaan tingkat produktivitas antarblok perkebunan secara efektif. Meskipun penelitian tersebut lebih menitikberatkan pada aspek produktivitas dibandingkan kualitas minyak sawit, hasil yang diperoleh tetap memberikan bukti bahwa K-Means sangat sesuai diterapkan pada data numerik di bidang perkebunan kelapa sawit. Kemampuan algoritma dalam membentuk kelompok berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik data menjadi keunggulan utama metode tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini semakin memperkuat dasar penggunaan K-Means dalam proses pengelompokan kualitas CPO.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Indah Ramadhani dan Megawati (2023) yang menunjukkan bahwa metode K-Means mampu menghasilkan klaster yang konsisten untuk membantu perusahaan dalam mengevaluasi kinerja produksi. Pengelompokan yang dihasilkan memberikan informasi yang lebih mudah dipahami sehingga mendukung proses pengambilan keputusan oleh pihak manajemen. Hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa algoritma K-Means tidak hanya efektif digunakan dalam proses analisis data, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu pengambilan keputusan pada industri kelapa sawit. Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa algoritma K-Means telah terbukti memberikan hasil pengelompokan yang baik pada berbagai permasalahan di sektor kelapa sawit. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini mengembangkan sistem identifikasi kualitas CPO berbasis web yang memanfaatkan enam parameter laboratorium, yaitu *Free Fatty Acid* (FFA), *Moisture*, *Impurity*, *DOBI*, Karoten, dan *Peroxide Value* (PV), sehingga diharapkan mampu menghasilkan proses identifikasi kualitas yang lebih cepat, objektif, dan terstruktur untuk mendukung pengambilan keputusan di PT. Ichiko Agro Lestari.

2. Metode Penelitian

K-Means Clustering adalah algoritma unsupervised learning yang mengelompokkan data ke dalam kklaster berdasarkan kemiripan fitur (Han et al., 2011). Tahapan umum K-Means adalah:

1. Menentukan jumlah klaster k(pada penelitian ini ditetapkan 3 klaster).
2. Menentukan centroid awal untuk tiap klaster.
3. Menghitung jarak setiap data terhadap centroid (menggunakan Euclidean Distance).
4. Menetapkan data ke klaster dengan jarak terdekat.
5. Memperbarui centroid (pada K-Means klasik) hingga konvergen.

Rumus Euclidean Distance: Habibi, A. M., & Santika, R. R. (2020). "Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor dalam Menentukan Jurusan Menggunakan Metode Euclidean Distance Berbasis Web Pada SMP Setia Gama. SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika, 3(4), 7-14.

$$d(x, c) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x^i - c^i)^2}$$

Keterangan:

x = data (nilai parameter CPO)

c = centroid klster

n = jumlah atribut/parameter

Berikut adalah tahapan metode *K-Means*:

- 1) Pengumpulan Data

Data diambil dari hasil uji laboratorium CPO PT. Ichiko

Agro Lestari meliputi atribut numerik FFA, Moisture, Impurity, DOBI, Karoten, dan Peroxide Value. mengetahui data apa yang sebenarnya dibutuhkan pengguna.

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.12779>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

2) Perhitungan *K-Means Clustering*

Proses ini menggunakan 3 klaster ($k=3$): Cluster A (Premium), Cluster B (Standar), Cluster C (Rendah). Kedekatan data ke centroid dihitung menggunakan Euclidean Distance:

$$d(C_k) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - c_{k,i})^2}$$

X = data CPO

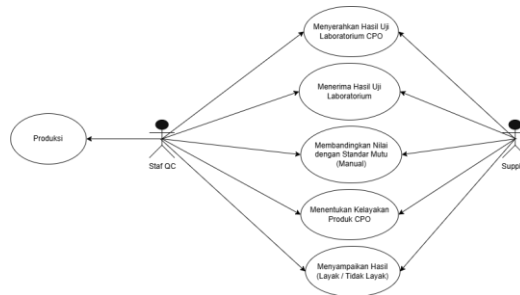
C_k = centroid ke- k

n = jumlah parameter (6 variabel)

Sehingga perhitungan jarak untuk setiap cluster adalah:

Jarak ke Cluster A (Premium):

$$d_A = \sqrt{(FFA - 2.10)^2 + (Moisture - 0.12)^2 + (Impurity - 0.018)^2 + (DOBI - 3.15)^2 + (Karoten - 620)^2 + (PV - 0.9)^2}$$



Gambar 1. Analisa sistem berjalan

Jarak ke Cluster B (Standar):

$$d_B = \sqrt{(FFA - 3.80)^2 + (Moisture - 0.25)^2 + (Impurity - 0.035)^2 + (DOBI - 2.60)^2 + (Karoten - 520)^2 + (PV - 2.1)^2}$$

Jarak ke Cluster B (Rendah):

$$d_C = \sqrt{(FFA - 6.50)^2 + (Moisture - 0.42)^2 + (Impurity - 0.070)^2 + (DOBI - 2.10)^2 + (Karoten - 420)^2 + (PV - 4.5)^2}$$

3) Implementasi Sistem Web

Sistem dirancang sepenuhnya di sisi klien (*client-side*) menggunakan HTML untuk struktur antarmuka, CSS untuk penataan gaya visual, dan JavaScript untuk melakukan perhitungan algoritma *K-Means* tanpa memerlukan database di tahap prototipe ini.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Sistem Berjalan

Proses penentuan kualitas Crude Palm Oil (CPO) di PT. Ichiko Agro Lestari saat ini masih dilakukan secara manual berdasarkan hasil uji laboratorium yang disediakan oleh pihak supplier. Hasil uji laboratorium tersebut berisi sejumlah parameter kualitas CPO, antara lain *Free Fatty Acid* (FFA), *Moisture*, *Impurity*, *DOBI*, *Karoten*, dan *Peroxide Value*.

Supplier menyerahkan hasil uji laboratorium CPO kepada perusahaan sebagai dasar evaluasi mutu produk. Selanjutnya, Staf *Quality Control* (QC) menerima data hasil uji tersebut dan melakukan proses penilaian kualitas dengan cara membandingkan nilai setiap parameter terhadap standar mutu yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Proses perbandingan ini dilakukan secara manual.

Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, Staf QC kemudian menentukan kelayakan produk CPO, yaitu apakah produk dinyatakan layak atau tidak layak untuk diproses lebih lanjut oleh bagian produksi. Hasil penilaian ini selanjutnya disampaikan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam proses operasional perusahaan karena seluruh proses penilaian dilakukan secara manual dan sangat bergantung pada pengalaman serta interpretasi individu, maka potensi terjadinya perbedaan penilaian antar petugas cukup besar. Selain itu, proses ini juga membutuhkan waktu yang relatif lama, terutama ketika jumlah sampel CPO yang harus dianalisis semakin meningkat.

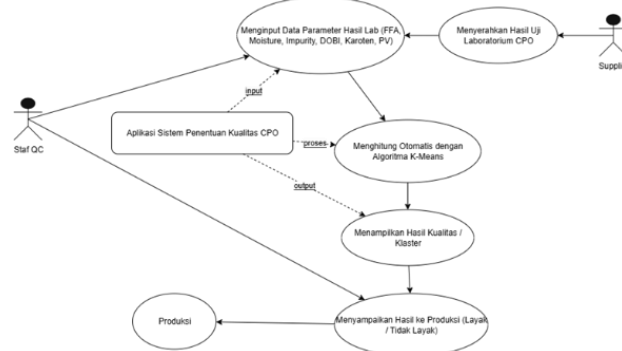
3.2 Analisa Sistem Usulan

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.12779>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Sistem usulan adalah sistem identifikasi kualitas CPO berbasis web yang mengimplementasikan algoritma *K-Means Clustering*. Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna dalam mengelompokkan kualitas CPO berdasarkan parameter uji laboratorium.

Pada sistem usulan, pengguna memasukkan nilai parameter kualitas CPO melalui antarmuka web. Data tersebut kemudian diproses menggunakan algoritma *K-Means* untuk menentukan kluster kualitas terdekat. Hasil pengelompokan ditampilkan secara langsung kepada pengguna.



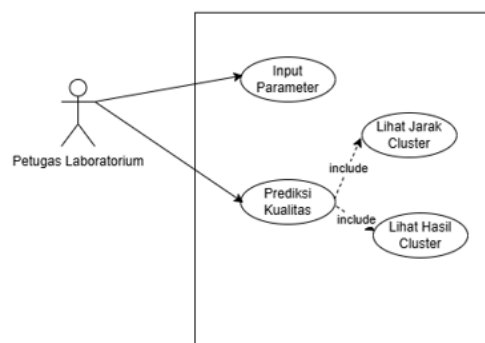
Gambar 2. Analisa sistem usulan

3.3 Perancangan Unified Modeling Language (UML)

Perancangan *Unified Modelling Language* dapat menunjukkan bagaimana aliran sistem bekerja. Tujuan perancangan UML adalah memberikan pengguna bahasa pemodelan visual atau gambar untuk berbagai jenis proses rekayasa dan pemrograman Menggabungkan data pemodelan terbaik.

1) Use Case Diagram

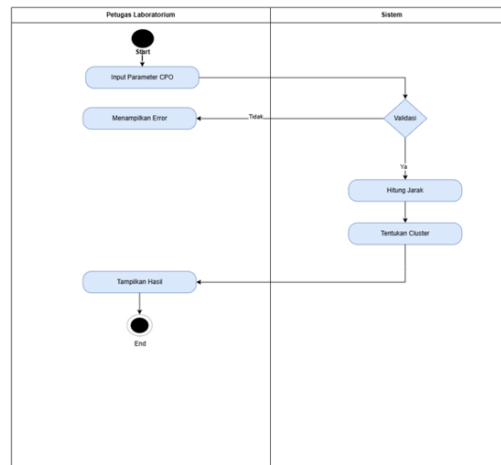
Use Case Diagram digunakan untuk menunjukan interaksi antara *actor* (seorang pengguna atau sistem *external*) terhadap sistem. Diagram ini memberikan penjelasan fungsi atau layanan apa saja yang disediakan oleh sistem terhadap kebutuhan seorang pengguna:



Gambar 3. Use case

2) Activity Diagram

Activity Diagram, juga disebut sebagai jenis *diagram* yang juga digunakan untuk memodelkan proses alur kerja atau urutan aktivitas dalam sistem, proses bisnis, dan struktur navigasi perangkat lunak. Diagram ini menunjukkan representasi visual bagaimana alur kerja dimulai, berurutan, bercabang, dan berakhir. Aktivitas diagram biasanya digunakan untuk menggambarkan proses bisnis yang rumit, mendokumentasikan prosedur operasional, dan membantu dalam desain sistem informasi.



Gambar 4. Activity diagram

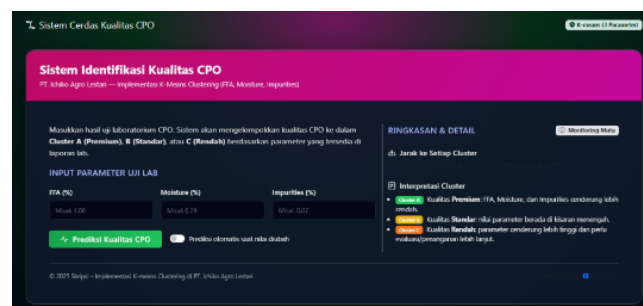
3.4 Implementasi User Interface

Perancangan *User Interface* adalah proses perancangan antarmuka pengguna (UI) untuk menghasilkan tampilan untuk perangkat lunak atau perangkat terkomputerisasi yang berfokus pada tampilan atau gaya. Tujuan Perancangan *User Interface* (UI) adalah untuk membuat antarmuka yang user *friendly*:

1) Tampilan Website

Gambar dibawah ini adalah tampilan website utama dari Sistem Identifikasi Kualitas CPO pada PT. Ichiko Agro Lestari dirancang secara efisien untuk mengelompokkan mutu minyak sawit mentah menggunakan algoritma K-Means Clustering. Halaman ini memuat header di bagian atas yang menampilkan judul sistem beserta informasi metode kalkulasi berbasis tiga parameter utama. Pada area sebelah kiri, terdapat formulir input laboratorium yang berfungsi sebagai media bagi pengguna untuk memasukkan data numerik dari parameter kadar asam lemak bebas (FFA), kelembaban (*Moisture*), dan kadar kotoran (*Impurities*). Proses komputasi tersebut didukung oleh tombol eksekusi prediksi serta opsi pemrosesan data otomatis.

Sementara itu, area sebelah kanan diisi oleh panel ringkasan dan detail yang menyajikan hasil analisis data secara langsung. Bagian ini memuat indikator jarak data terhadap centroid tiap kluster beserta penjelasan kriterianya, di mana Cluster A mengklasifikasikan mutu Premium dengan karakteristik parameter yang rendah, Cluster B untuk mutu Standar dengan nilai menengah, dan Cluster C untuk mutu Rendah karena akumulasi parameternya cenderung tinggi.

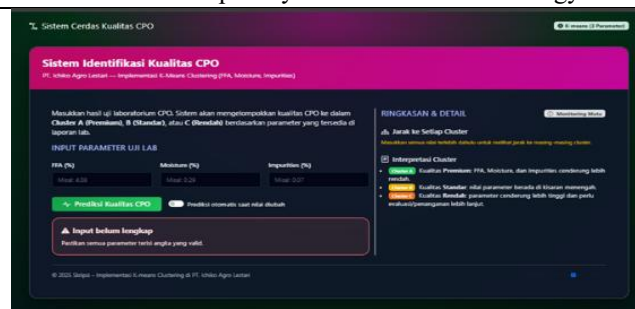


Gambar 5. Tampilan Website

2) Tampilan Error Message

Gambar di bawah ini menunjukkan Fasilitas error handling pada *website* berfungsi sebagai validasi sistem ketika pengguna mencoba melakukan kalkulasi tanpa melengkapi data uji laboratorium secara valid. Jika tombol prediksi ditekan saat kolom FFA, *Moisture*, atau *Impurities* masih kosong, sistem secara otomatis memicu pesan peringatan berbingkai merah di bawah tombol eksekusi dengan notifikasi bertuliskan "Input belum lengkap" serta instruksi "Pastikan semua parameter terisi angka yang valid."

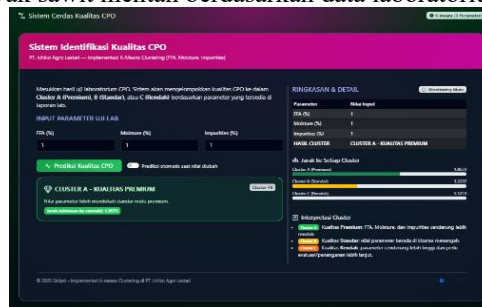
"Kondisi *error* atau *state* kosong ini juga berdampak pada panel informasi di sisi kanan, di mana grafik perhitungan jarak tidak dapat ditampilkan dan digantikan oleh pesan petunjuk berwarna kuning yang meminta pengguna memasukkan seluruh nilai terlebih dahulu untuk melihat kalkulasi kedekatan terhadap masing-masing centroid kluster.



Gambar 6. Tampilan Error message

3) Tampilan Hasil Perhitungan

Gambar di bawah ini menampilkan antarmuka sebuah aplikasi web bernama "Sistem Identifikasi Kualitas CPO" (*Crude Palm Oil*) milik PT. Ichiko Agro Lestari. Aplikasi ini menggunakan algoritma *K-Means* untuk mengklasifikasikan kualitas minyak sawit mentah berdasarkan data laboratorium.



Gambar 7. Tampilan Hasil Perhitungan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem identifikasi kualitas *Crude Palm Oil* (CPO) berbasis web menggunakan metode *K-Means Clustering* yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Metode *K-Means Clustering* dapat diterapkan secara efektif untuk mengelompokkan kualitas CPO berdasarkan parameter *Free Fatty Acid* (FFA), *Moisture*, dan *Impurities*. Pengelompokan dilakukan dengan menghitung jarak kedekatan data uji laboratorium terhadap pusat cluster (*centroid*), sehingga sistem mampu menentukan kategori kualitas CPO secara sistematis.
2. Sistem identifikasi kualitas CPO yang dibangun mampu membantu proses penilaian mutu CPO menjadi lebih terstruktur dan konsisten. Proses klasifikasi tidak lagi bergantung sepenuhnya pada penilaian manual, sehingga potensi kesalahan akibat subjektivitas pengguna dapat diminimalkan.
3. Implementasi sistem dalam bentuk aplikasi berbasis web memudahkan pengguna dalam melakukan pengujian kualitas CPO. Pengguna hanya perlu memasukkan nilai parameter uji laboratorium, kemudian sistem akan menampilkan hasil pengelompokan kualitas CPO secara otomatis.
4. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama, mulai dari proses input data, validasi data, perhitungan *K-Means Clustering*, hingga penampilan hasil klasifikasi kualitas CPO, telah berjalan sesuai dengan tujuan perancangan sistem.
5. Sistem ini dapat dijadikan sebagai alat bantu pendukung keputusan bagi PT. Ichiko Agro Lestari dalam menentukan kualitas CPO, sehingga dapat membantu perusahaan dalam menjaga standar mutu bahan baku yang digunakan.

Reference

- Agrawal, R., & Srikant, R. (2019). *Data mining: Concepts and techniques*. Morgan Kaufmann.
- Arhami, M., & Nasir, M. (2020). *Data mining: Algoritma dan implementasi*. Andi Offset.
- Christian, A., & Setiadi, W. (2019). *Industri oleokimia berbasis kelapa sawit*. Rasibook.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2018). *Data mining: Concepts and techniques* (3rd ed.). Morgan Kaufmann.
- Harya, G. I., Soedarto, T., & Hendrarini, H. (2026). *Standar mutu dan sertifikasi produk ekspor komoditas perkebunan*. PT Ghani Press Group.
- Irawan, B., & Soesilo, N. I. (2021). Dampak kebijakan hilirisasi industri kelapa sawit terhadap permintaan CPO pada industri hilir. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Publik*, 12(1), 29–43.
- Kusrini, & Luthfi, E. T. (2009). *Algoritma data mining*. Andi Offset.
- Larose, D. T., & Larose, C. D. (2015). *Discovering knowledge in data: An introduction to data mining*. Wiley.
- Levia, D. (2023). Analisis proses produksi CPO untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas mutu CPO. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 2(2), 82–89.
- Luthfi, E., & Syafrinal, S. (2023). Pengaruh pemakaian bleaching earth (BE) terhadap mutu crude palm oil (CPO).

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.12779>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

-
- Muini, C. F. M., & Mulki, M. A. (2026). Hilirisasi limbah kelapa sawit: Potensi fraksi tak tersabunkan sebagai bahan aktif anti-aging dan pelembap alami dalam industri kosmetik modern. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1902–1913.
- Nayantakaningtyas, J. S., & Daryanto, H. K. (2012). Daya saing dan strategi pengembangan minyak sawit di Indonesia. *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*, 9(3), 194–201.
- Oktavia, R. (2022). *Six sigma sebagai usulan perbaikan kualitas crude palm oil (CPO) untuk mengurangi kadar oil losses di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Rifai, A., & Sari, D. P. (2021). Penerapan metode K-Means clustering dalam pengelompokan kualitas minyak kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 8(2), 123–130.
- Santoso, B. (2017). *Data mining: Teknik pemanfaatan data untuk keperluan bisnis*. Graha Ilmu.
- Siregar, A. R., & Lubis, M. R. (2020). Analisis mutu crude palm oil (CPO) berdasarkan parameter FFA dan moisture. *Jurnal Industri Perkebunan*, 5(1), 45–52.
- Susanto, D. A. (2020). Daya saing ekspor produk CPO Indonesia dan potensi hilirisasi diolah menjadi biodiesel. *Jurnal Perspektif Bea Dan Cukai*, 4(2).