

Penerapan Metode K-Means Clustering Dalam Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit

Febri Suciati¹, Ismawardi Santoso², Muhammad Dahria³

^{1,2,3} Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹Febrisuciati.04@gmail.com, ²Ismawardi1408@gmail.com, ³muhammaddahria.tgd@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: Febrisuciati.04@gmail.com

Abstrak

Pengelolaan limbah kelapa sawit pada PT. Langkat Nusantara Kepong menghadapi tantangan signifikan akibat volume limbah yang tinggi dan variasi dalam karakteristik limbah. Masalah utama yang dihadapi adalah kesulitan dalam mengelompokkan limbah berdasarkan jenis dan potensi dampaknya terhadap lingkungan, yang dapat menghambat efektivitas proses pengolahan dan meningkatkan biaya operasional. Untuk mengatasi masalah tersebut, diterapkan metode K-Means Clustering dalam pengelolaan limbah. Metode ini digunakan untuk mengelompokkan limbah kelapa sawit berdasarkan parameter karakteristiknya, seperti komposisi kimia, ukuran partikel, dan kandungan air. Dengan menerapkan algoritma K-Means, limbah dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kluster yang serupa, memungkinkan pengelolaan yang lebih terstruktur dan efisien. Penerapan metode K-Means Clustering berhasil mengidentifikasi dan mengelompokkan limbah kelapa sawit ke dalam kategori yang berbeda berdasarkan karakteristiknya. Hasil ini meningkatkan efisiensi proses pengolahan limbah, mengurangi biaya operasional, dan meminimalkan dampak lingkungan. Dengan pemisahan yang lebih jelas dan pengelolaan yang lebih baik, PT. Langkat Nusantara Kepong dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan memenuhi standar lingkungan yang lebih ketat.

Kata Kunci K-Means Clustering, Pengelolaan Limbah, Limbah Kelapa Sawit, Pengolahan Limbah, Analisis Data, Pengelompokan Data, Efisiensi Operasional

Abstract

Waste management at PT. Langkat Nusantara Kepong faces significant challenges due to the high volume and varied characteristics of palm oil waste. The primary issue is the difficulty in categorizing waste based on type and environmental impact, which hampers processing efficiency and increases operational costs. To address this issue, the K-Means Clustering method was implemented in waste management. This method is used to group palm oil waste based on characteristics such as chemical composition, particle size, and moisture content. By applying the K-Means algorithm, waste can be categorized into similar clusters, allowing for more structured and efficient management. The implementation of K-Means Clustering successfully identified and categorized palm oil waste into different categories based on its characteristics. This outcome improved waste processing efficiency, reduced operational costs, and minimized environmental impact. With clearer separation and better management, PT. Langkat Nusantara Kepong can optimize resource use and meet stricter environmental standards.

Keywords: K-Means Clustering, Waste Management, Palm Oil Waste, Waste Processing, Data Analysis, Data Clustering, Operational Efficiency.

1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor andalan di Indonesia yang berkontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional. Namun, disisi lain, industri ini juga menghasilkan limbah dalam jumlah besar yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan operasional perkebunan kelapa sawit dapat berupa limbah padat, cair, maupun gas. Limbah padat seperti tandan kosong, cangkang, dan serat buah sawit dapat menimbulkan masalah pencemaran tanah dan udara. Sementara itu, limbah cair seperti air buangan pabrik dapat mencemari sumber air jika tidak diolah dengan benar [1].

Pengelolaan limbah kelapa sawit yang tepat sangat penting untuk menjaga kelestarian lingkungan dan keberlangsungan usaha. Limbah kelapa sawit sebenarnya memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali atau didaur ulang, misalnya sebagai pupuk organik, pakan ternak, atau sumber energi terbarukan. Namun, langkah awal yang penting adalah mengklasifikasikan dan mengelompokkan limbah berdasarkan karakteristiknya agar dapat dikelola dengan lebih efektif dan efisien [2].

PT. Langkat Nusantara Kepong, sebagai salah satu perusahaan perkebunan kelapa sawit terkemuka di Indonesia, menghadapi tantangan dalam mengelola limbah yang dihasilkan dari kegiatan operasional mereka. Dengan jumlah limbah yang besar dan beragam, diperlukan metode yang tepat untuk mengklasifikasikan dan mengelompokkan limbah agar dapat dikelola dengan lebih baik. Klasifikasi dan pengelompokan limbah yang akurat merupakan langkah awal yang penting dalam proses pengelolaan limbah yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, diperlukan metode yang dapat membantu dalam mengklasifikasikan dan mengelompokkan limbah kelapa sawit berdasarkan kemiripan karakteristik, seperti metode K-Means Clustering.

Maka dari itu teknik yang akan digunakan pada karya ilmiah ini adalah Ilmu data mining untuk pengklasteran dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering. Metode K-Means Clustering ini merupakan suatu cara mengelompokkan limbah kelapa sawit berdasarkan kemiripan karakteristik yang ditentukan. Sebagaimana diketahui Clustering dalam data

mining dapat digunakan untuk menganalisa objek berdasarkan kesamaan sifat antar objek tersebut. Dalam masalah yang dibahas dalam penelitian ini akan dirancang sebuah perangkat lunak berbasis Dekstop Programming yang diharapkan dapat menjadi solusi pemecahan [3].

Dekstop Programming merupakan sebuah pemrograman yang dilakukan dengan memanipulasi elemen-elemen Visual yang dilakukan pada sebuah komputer tunggal yang pengoperasiannya tidak tergantung pada komputer lain dalam jaringan maupun web. Pada konsep perancangan yang dilakukan dengan cara menganalisis masalah dan kebutuhan dalam permasalahan yang dibahas kemudian dilakukan sebuah rating terhadap indikator-indikator penyebab masalah dan fase akhir akan dilakukan sebuah perancangan sistemnya sehingga dapat menyelesaikan masalah sesuai dengan yang diharapkan [4]. Penelitian ini berdasarkan penelitian sebelumnya yang berjudul Penerapan Data mining Dalam Pemilihan Produk Unggulan dengan Metode Algoritma K-Means Dan K-Medoids Gustrinda, R., & Mulyana, D. I. (2022). Penerapan Data mining Dalam Pemilihan Produk Unggulan dengan Metode Algoritma K-Means Dan K-Medoids. Jurnal Media Informatika Budidarma, 6(1), 27-34.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan guna mendapat informasi dan data yang valid agar mengurangi resiko kesalahan data yang diteliti. Untuk melakukan penelitian ini dibutuhkan riset langsung ke tempat Penelitian ini dilakukan guna mendapat informasi dan data yang valid agar mengurangi resiko kesalahan data yang diteliti. Untuk melakukan penelitian ini dibutuhkan riset langsung ke lapangan agar memperoleh data yang akurat tanpa adanya kekurangan data satupun agar memperoleh data yang akurat tanpa adanya kekurangan data satupun.

a. Teknik Pengumpulan Data (Data Collecting)

Data Collecting adalah suatu teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mencari informasi yang dibutuhkan dalam penelitian.

1. Pengamatan Langsung (Observasi)
2. Wawancara (Interview)

b. Studi Kepustakaan (Study Of Literature)

c. Penerapan Metode KMEANS dalam pengolahan data menjadi sebuah hasil diagnosa.

2.2 Limbah Kelapa Sawit

Limbah kelapa sawit merupakan sisa hasil pengolahan buah kelapa sawit menjadi minyak sawit. Limbah padat yang dihasilkan antara lain tandan kosong, cangkang, dan serat buah sawit. Sementara itu, limbah cair utama adalah air buangan dari pabrik pengolahan kelapa sawit. Limbah padat dan cair ini berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

Pengelolaan limbah kelapa sawit yang efektif dan efisien sangat penting untuk menjaga kelestarian lingkungan dan keberlangsungan usaha perkebunan. Limbah dapat dimanfaatkan kembali atau didaur ulang menjadi pupuk organik, pakan ternak, atau sumber energi terbarukan. Klasifikasi dan pengelompokan limbah berdasarkan karakteristik merupakan langkah awal yang penting agar dapat dikelola dengan tepat [5].

2.3 Knowledge Discovery in Database (KDD)

Pada proses data mining yang biasanya disebut knowledge discovery database (KDD). Knowledge Discovery Database (KDD) adalah penerapan metode saittifik pada data mining. Dalam penjelasan ini data mining merupakan satu langkah dari proses KDD [6].

Atribut merupakan sifat atau ciri khas dari suatu record data. Atribut dapat dibedakan kedalam jenis-jenis yang sangat berbeda bergantung kepada tipe asal sumbernya, yaitu bergantung pada tipe data nilai yang diterima. Categorical Attribute atau biasa disebut juga dengan Atribut kategorikal merupakan salah satu jenis atribut yang sumber asanya merupakan suatu himpunan simbol yang memiliki batas atau simbol berhingga [7].

2.4 Data Mining

Data mining dapat diterapkan pada berbagai bidang, seperti pemasaran, keuangan, kesehatan, dan teknologi informasi. Dengan memanfaatkan teknik data mining, organisasi dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasi bisnis mereka dan mengambil keputusan yang lebih baik dan lebih informasi [8].

Data Mining merupakan suatu kegiatan dalam mencari pola yang unik dari tumpukan-tumpukan rekaman, arsip atau data yang sangat besar, data dapat disimpan kedalam data werehouse, database, ataupun penyimpanan informasi lainnya [9].

Data mining bisa dikatakan suatu cara atau teknik dalam menggali sebuah informasi berharga yang diperoleh melalui data yang banyak dan tersembunyi pada suatu koleksi data (database) yang sangat besar atau menumpuk sehingga ditemukan suatu pola yang menarik dan bermanfaat yang sebelumnya tidak diketahui pemilik data [10].

2.5 K-Means Clustering

K-Means merupakan salah satu algoritma dalam data mining yang bisa digunakan untuk melakukan pengelompokan/clustering suatu data. Ada banyak pendekatan untuk membuat cluster, diantaranya adalah membuat aturan yang mendikte keanggotaan dalam grup yang sama berdasarkan tingkat persamaan diantara anggota-anggotanya [11]. Pendekatan lainnya adalah dengan membuat sekumpulan fungsi yang mengukur beberapa properti dari pengelompokan tersebut sebagai fungsi dari beberapa parameter dari sebuah clustering [12]. Metode K-Means adalah metode yang termasuk dalam algoritma clustering berbasis jarak yang membagi data ke dalam sejumlah cluster dan algoritma ini hanya bekerja pada atribut numerik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Metode KMEANS

Data Mining yang digunakan untuk Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit Pada PT. Langkat Nusantara Kepong Menggunakan Metode KMEANS adalah dengan menggunakan metode KMEANS yang digunakan untuk pengelompokkan data limbah dalam Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit Pada PT. Langkat Nusantara Kepong menggunakan metode KMEANS. Berikut ini kerangka kerja dari metode KMEANS.



Gambar 1 Kerangka Kerja Metode KMEANS

Kerangka kerja yang telah disusun dapat dijadikan sebagai pedoman dalam pengimplementasian metode Algoritma KMEANS untuk menyelesaikan permasalahan yang terdapat pada Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit Pada PT. Langkat Nusantara Kepong.

Tabel 1 Data Limbah

No	Kode Limbah	Tanggal	Data Limbah		
			Volume (L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
1	K01	Desember 1, 2023	750	727	718
2	K02	Desember 2, 2023	900	863	852
3	K03	Desember 3, 2023	936	956	943
4	K04	Desember 4, 2023	459	466	441
5	K05	Desember 5, 2023	411	402	418
6	K06	Desember 6, 2023	954	932	956
7	K07	Desember 7, 2023	486	461	467
8	K08	Desember 8, 2023	960	977	982
9	K09	Desember 9, 2023	954	943	952

10	K10	Desember 10, 2023	942	957	959
11	K11	Desember 11, 2023	975	983	989
12	K12	Desember 12, 2023	522	489	477
13	K13	Desember 13, 2023	756	759	741
14	K14	Desember 14, 2023	723	691	711
15	K15	Desember 15, 2023	396	362	369
16	K16	Desember 16, 2023	984	896	899
17	K17	Desember 17, 2023	381	388	371
18	K18	Desember 18, 2023	549	571	563
19	K19	Desember 19, 2023	675	686	681
20	K20	Desember 20, 2023	726	734	744
21	K21	Desember 21, 2023	519	533	529
22	K22	Desember 22, 2023	504	481	478
23	K23	Desember 23, 2023	576	539	542
24	K24	Desember 24, 2023	549	506	503
25	K25	Desember 25, 2023	561	542	552
26	K26	Desember 26, 2023	531	511	508
27	K27	Desember 27, 2023	648	566	576
28	K28	Desember 28, 2023	474	481	494
29	K29	Desember 29, 2023	351	362	347
30	K30	Desember 30, 2023	591	637	639
31	K31	Desember 31, 2023	657	558	551
32	K32	Januari 1, 2024	681	574	566
33	K33	Januari 2, 2024	558	562	567
34	K34	Januari 3, 2024	501	443	472
35	K35	Januari 4, 2024	396	347	338

Tabel 2 Hasil Rekomendasi

No	Kode Limbah	Tanggal	Cluster	Keterangan
1	K02	Desember 2, 2023	C1	Polusi Rendah
2	K03	Desember 3, 2023	C1	Polusi Rendah
3	K06	Desember 6, 2023	C1	Polusi Rendah
4	K08	Desember 8, 2023	C1	Polusi Rendah
5	K09	Desember 9, 2023	C1	Polusi Rendah
6	K10	Desember 10, 2023	C1	Polusi Rendah
7	K11	Desember 11, 2023	C1	Polusi Rendah
8	K16	Desember 16, 2023	C1	Polusi Rendah
9	K01	Desember 1, 2023	C2	Polusi Sedang
10	K13	Desember 13, 2023	C2	Polusi Sedang

11	K14	Desember 14, 2023	C2	Polusi Sedang
12	K18	Desember 18, 2023	C2	Polusi Sedang
13	K19	Desember 19, 2023	C2	Polusi Sedang
14	K20	Desember 20, 2023	C2	Polusi Sedang
15	K23	Desember 23, 2023	C2	Polusi Sedang
16	K25	Desember 25, 2023	C2	Polusi Sedang
17	K27	Desember 27, 2023	C2	Polusi Sedang
18	K30	Desember 30, 2023	C2	Polusi Sedang
19	K31	Desember 31, 2023	C2	Polusi Sedang
20	K32	Januari 1, 2024	C2	Polusi Sedang
21	K33	Januari 2, 2024	C2	Polusi Sedang
22	K04	Desember 15, 2023	C3	Polusi Tinggi
23	K05	Desember 17, 2023	C3	Polusi Tinggi
24	K07	Desember 21, 2023	C3	Polusi Tinggi
25	K12	Desember 22, 2023	C3	Polusi Tinggi
26	K15	Desember 24, 2023	C3	Polusi Tinggi
27	K17	Desember 26, 2023	C3	Polusi Tinggi
28	K21	Desember 15, 2023	C3	Polusi Tinggi
29	K22	Desember 17, 2023	C3	Polusi Tinggi
30	K24	Desember 21, 2023	C3	Polusi Tinggi
31	K26	Desember 22, 2023	C3	Polusi Tinggi
32	K28	Desember 28, 2023	C3	Polusi Tinggi
33	K29	Desember 29, 2023	C3	Polusi Tinggi
34	K34	Januari 3, 2024	C3	Polusi Tinggi
35	K35	Januari 4, 2024	C3	Polusi Tinggi

3.2 Hasil Tampilan Antarmuka

Hasil tampilan antarmuka menjelaskan dan menampilkan hasil rancangan antarmuka (*interface*) dari sistem yang telah dibangun. Berikut ini adalah implementasi hasil rancangan antarmuka (*interface*) dari sistem yang telah dibuat adalah sebagai berikut:

1. Form Login

Form Login merupakan halaman untuk menginput *username* dan *password* dari aplikasi Data Mining ini. Berikut ini adalah tampilan dari *Form Login* yaitu sebagai berikut :



Gambar 2 Tampilan Form Login

2. Form Menu Utama

Form Menu Utama adalah halaman utama dari Data Mining ini. Berikut ini adalah tampilan antarmuka dari *Form Menu Utama* dari aplikasi Data Mining ini :



Gambar 3 Tampilan *Form* Menu Utama

3. *Form* Data Limbah

Berikut ini adalah tampilan antarmuka dari *Form* Data Limbah dari aplikasi Data Mining ini :



Gambar 4 Tampilan *Form* Data Limbah

4. *Form* Data Centroid

Berikut ini adalah tampilan antarmuka dari *Form* Data Centroid dari aplikasi Data Mining ini :



Gambar 5 Tampilan *Form* Data Centroid

5. *Form* data proses K-MEANS

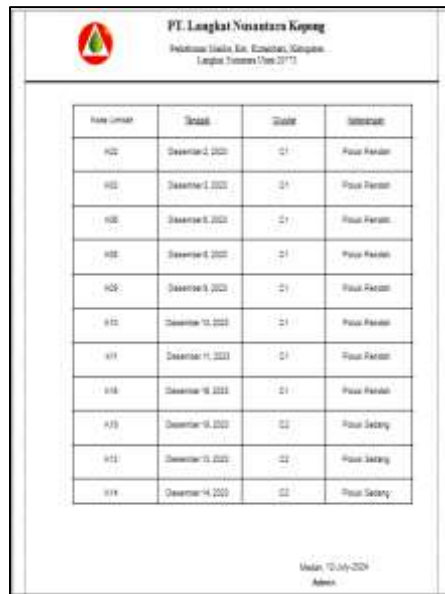
Berikut ini adalah tampilan antarmuka dari *Form* proses K-MEANS dari aplikasi Data Mining ini :



Gambar 6 Tampilan *Form* proses K-MEANS

6. Laporan

Berikut ini adalah tampilan antarmuka Laporan dari aplikasi Data Mining ini :



Kode Limbah	Tanggal	Jumlah	Keterangan
H02	Desember 2, 2023	01	Pusat Pemasok
H02	Desember 3, 2023	01	Pusat Pemasok
H02	Desember 5, 2023	01	Pusat Pemasok
H02	Desember 6, 2023	01	Pusat Pemasok
H02	Desember 8, 2023	01	Pusat Pemasok
H02	Desember 9, 2023	01	Pusat Pemasok
H02	Desember 10, 2023	01	Pusat Pemasok
H02	Desember 11, 2023	01	Pusat Pemasok
H02	Desember 16, 2023	01	Pusat Pemasok
H02	Desember 16, 2023	02	Pusat Sediaan
H02	Desember 18, 2023	02	Pusat Sediaan
H02	Desember 14, 2023	02	Pusat Sediaan

Gambar 7 Tampilan Laporan

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian, Dan berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan pada Bab I sebelumnya maka kesimpulan dari penelitian ini yaitu Pengelompokan limbah kelapa sawit harus mempertimbangkan jenis, sumber, dan analisis dampak lingkungan untuk meminimalkan risiko dan menyusun strategi pengelolaan yang efektif. Aplikasi dengan metode K-Means Clustering dirancang untuk mengelompokkan data limbah berdasarkan karakteristik seperti volume, jenis, dan lokasi produksi, melalui langkah-langkah pengumpulan data, pra-pemrosesan, implementasi algoritma, serta pengembangan antarmuka pengguna yang intuitif guna memudahkan analisis dan pengambilan keputusan. Implementasi di PT. Langkat Nusantara Keping melibatkan pelatihan staf, pengumpulan data, penerapan K-Means Clustering, dan evaluasi hasil untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan limbah dan mengurangi dampak lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan rahmat dan karunia sehingga mampu menyelesaikan jurnal ini. Terima kasih disampaikan kepada Bapak Ismawardi Santoso dan Bapak Muhammad Dahria, serta pihak-pihak yang mendukung dalam proses penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Khaerunnisa, "Optimalisasi Pemanfaatan Lahan untuk Kelapa Sawit Berbasis Ekonomi Hijau (Studi Kasus Kecamatan Angkona Kabupaten Luwu Timur)," Doctoral dissertation, Institut Agama Islam Negeri Palopo, 2023.
- [2] B. Dharma, A. I. Pratiwi, and M. Melati, "Analisis Laporan Keuangan Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit pada PT. Perkebunan Nusantara III Persero Labuhanbatu Selatan," Jurnal Manajemen Akuntansi (JUMSI), vol. 3, no. 1, pp. 64-71, 2023.
- [3] A. M. A. A. Fajrin, "Penerapan Data Mining untuk Analisis Pola Pembelian Konsumen dengan Algoritma FP-Growth pada Data Transaksi Penjualan Spare Part Motor," Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer (KLIK), vol. 5, 2020.
- [4] K. Andesa, "Integrasi Pemrograman Web pada Pemrograman Desktop sebagai Alternatif Fasilitas Laporan dalam Pengembangan Program Aplikasi," unpublished, 2019.
- [5] R. Komala and S. Aziz, "Pengaruh Proses Aerasi terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di PTPN VII secara Aerobik," Jurnal Redoks, vol. 4, no. 2, pp. 7-16, 2019.
- [6] N. Afiasari, N. Suarna, and N. Rahaningsi, "Implementasi Data Mining Transaksi Penjualan Menggunakan Algoritma Clustering dengan Metode K-Means," Jurnal Saintekom: Sains, Teknologi, Komputer dan Manajemen, vol. 13, no. 1, pp. 100-110, 2023.
- [7] A. N. Khormarudin, "Teknik Data Mining: Algoritma K-Means Clustering," Jurnal Ilmu Komputer, pp. 1-12, 2019. [Online]. Available: <https://ilmukomputer.org/category/datamining/>.
- [8] P. Purwadi, P. S. Ramadhan, and N. Safitri, "Penerapan Data Mining Untuk Mengestimasi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda Pada BPS Deli Serdang," Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer), vol. 18, no. 1, p. 55, 2019, doi: 10.53513/jis.v18i1.104.

- [9] Y. Mardi, "Data Mining: Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4.5," Jurnal Edik Informatika, vol. 2, no. 2, pp. 213–219, 2019.
- [10] T. N. Padilah and R. I. Adam, "Analisis Regresi Linier Berganda Dalam Estimasi Produktivitas Tanaman Padi di Kabupaten Karawang," FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika, vol. 5, no. 2, p. 117, 2019, doi: 10.24853/fbc.5.2.117-128.
- [11] A. Solichin and K. Khairunnisa, "Klasterisasi Persebaran Virus Corona (Covid-19) di DKI Jakarta Menggunakan Metode K-Means," Fountain of Informatics Journal, vol. 5, no. 2, pp. 52–59, 2020.
- [12] J. Hutagalung and F. Sonata, "Penerapan Metode K-Means untuk Menganalisis Minat Nasabah," Jurnal Media Informatika Budidarma, vol. 5, no. 3, pp. 1187–1194, 2021.