

**PENGEMBANGAN KLASTERISASI POLA KUALITAS PULP
MENGUNAKAN METODE *K-MEANS CLUSTERING***



TUGAS AKHIR

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tridinanti**

Disusun Oleh:

Nehru Dwi Prasetyo S.Kalit

2102240017

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2026

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**KLASTERISASI POLA KUALITAS PULP MENGGUNAKAN METODE
K-MEANS CLUSTERING**

OLEH:

Nehru Dwi Prasetyo S.Kalit

2102240017

Palembang, Juli 2026

Mengetahui,

Diperiksa dan disetujui oleh

Ketua Prodi Teknik Industri

Pembimbing I



Hj. Selvia Aprilyanti, S.T., M. T



Hermanto MZ, S.T., M.M

Pembimbing II



Hj. Selvia Aprilyanti, S.T., M. T

Disahkan,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ani Firda, S.T., M.T

SURAT KETERANGAN PERBAIKAN SIDANG
TUGAS AKHIR

Mahasiswa Berikut

Nama : Nehru Dwi Prasetyo. S. Kalit

NPM : 2102240017

Judul : PENGEMBANGAN KLASTERISASI POLA KUALITAS PULP
MENGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING

Sudah Melakukan Perbaikan Sidang Tugas Akhir sesuai dengan Lembaran Pertanyaan,

Saran Dan Koreksi pada Sidang Tugas Akhir Hari *kamis*, Tanggal *23*, Bulan
Juli, Tahun *2026*.

Palembang, *23 Juli 2026*

Palembang, *23 Juli 2026*

Pembimbing I


Hermano

Pembimbing II


Selvia Apriyanti

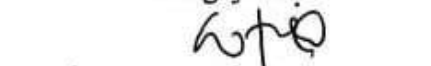
Penguji I


.....

Penguji II


Azhari.....

Penguji III


Wenny Andania.....

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Nehru Dwi Prasetyo S.Kalit
Npm : 2102240017
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Klasterisasi Pola Kualitas Pulp Menggunakan Metode *K-Means Clustering*

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Tugas Akhir dengan judul tersebut diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah tugas akhir ini disebut dengan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulis Tugas Akhir ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplak dari Tugas Akhir karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta menerima Sanksi Hukum Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang "Sistem Pendidikan Nasional" Pasal 70 yang berbunyi: Lulusan Yang Karya Ilmiah Yang Digunakan Untuk Mendapatkan Gelar Akademik Profesi Atau Vokasi Bagaimana Dimaksud Dalam Pasal 25 ayat 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan penjara paling lama 2 tahun atau pidana denda paling banyak Rp.200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah).

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan dari pihak siapapun.



Palembang, Juli 2026



Nehru Dwi Prasetyo S.Kalit

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

- | | | |
|---|---|----------------|
| <div style="background-color: red; color: white; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 5px 0;">1</div> | repository.univ-tridianti.ac.id
<small>Internet</small> | 463 words — 6% |
| <hr/> | | |
| <div style="background-color: purple; color: white; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 5px 0;">2</div> | Anggelia Deli, Petronela Kurniati Kondang, Wilnotus Daniel Awil, Astina Ranti. "Analisis Segmentasi Anggaran Pemasaran dan Penjualan Produk di Industri Retail Menggunakan K-Means Clustering Berbasis R Shiny", Instink: Inovasi Pendidikan, Teknologi Informasi dan Komputer, 2025
<small>Crossref</small> | 53 words — 1% |
| <hr/> | | |
| <div style="background-color: purple; color: white; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 5px 0;">3</div> | Mohammed Mustapha, Indramani Dhada, Ranjan Das, Anoop Kumar Shukla. "Characterisation of drek wood, jackfruit and pineapple peels for thermochemical conversion", Results in Engineering, 2026
<small>Crossref</small> | 44 words — 1% |
| <hr/> | | |
| <div style="background-color: teal; color: white; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 5px 0;">4</div> | dspace.uui.ac.id
<small>Internet</small> | 43 words — 1% |
| <hr/> | | |
| <div style="background-color: green; color: white; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 5px 0;">5</div> | etheses.uin-malang.ac.id
<small>Internet</small> | 43 words — 1% |
| <hr/> | | |
| <div style="background-color: gold; color: black; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 5px 0;">6</div> | repository.uin-suska.ac.id
<small>Internet</small> | 43 words — 1% |
| <hr/> | | |
| <div style="background-color: brown; color: white; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 5px 0;">7</div> | jurnal.goretanpena.com
<small>Internet</small> | 42 words — 1% |

MOTTO

Janganlah takut, sebab aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab aku ini Allahmu;

Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau;

Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-ku yang membawa kemenangan.

(Yesaya 41:10)

Aku membahayakan nyawa ibuku untuk melahirkan ku kedunia ini jadi tidak mungkin
aku tidak ada artinya dan keluarga ini membesarkan ku dan menyayangiku, Lantas
akankah aku tidak berguna..?

(Nehru Dwi Prasetyo. S. Kalit)

“Aku membentuk versi terbaik diriku karena tidak ada orang lain yang akan menjalani
hidup ini untukku”

(Penulis)

“Success bukanlah milik orang pintar, melainkan success adalah milik mereka yang tidak
henti-hentinya berusaha”

(Penulis)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji dan syukur kepada tuhan yang maha esa dan atas dukungan dan do'a dari oarang yang penulis sayangi. Akhir dari skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, dengan rasa hormat dan bangga penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Tuhan allah, Karena hanya izin tuhan dan karunianyalah maka skripsi ini dapat penulis selesaikan pada waktu nya.
2. Kepada orang tua yang telah memberikan dukungan moril maupun matrial serta tiada henti henti nya mendoakan penulis untuk kesuksesannya, karena tiada kata kata yang indah selain do'a yang tiada henti henti nya meminta kepada tuhan, terkhususnya do'a orang tua yang ingin anaknya sukses.
3. Abangku hengky maruli simanungkalit dan istrinya mear renta party panjaitan terimakasih atas segala dukungan, motivasi, dan suport dari keluarga yang selalu di berikan kepada penulis. Kehadiran keluarga ini menjadi inspirasi dan sumber kekuatan bagi penulis untuk tetap berjuang untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Dosen pembimbing dan para dosen universitas tridinanti terimakasih atas bimbingan, ilmu, dan arahan yang telah di berikan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Setiap ilmu yang di berikan akan selalu menjadi bekal berharga bagi penulis.
5. Sahabat dan teman teman seperjuangan dengan penulis yang selalu menemani dalam suka maupun duka yang penulis hadapi, memberikan semangat, serta membantu dalam setiap kesulitan selama masa perkuliahan hingga penyusuna skripsi ini.
6. Kepada seseorang yang pernah bersama penulis dan tidak bisa penulis sebutkan namanya. Terimakasih untuk pata hati terhebat yang di berikan kepada penulis sebelum proses penyusunan skirpsi ini. Ternyata perginya anda dari kehidupan memberikan penulis cukup motivasi untuk terus maju dan berproses menjadi pribadi yang jauh lebih baik dari hari ini yang mengerti apa itu pengalaman, pendewasaan, sabar dan menerima arti kehilangan sebagai bentuk proses penempaan diri penulis menghadapi hidup ini. Terimakasih telah menjadi bagian terindah sekaligus menyakitkan dari pendewasaan yang penulis hadapi. Dan pada akhirnya setiap orang ada masanya dan setiap masa ada orangnya.
7. Almamater yang saya banggakan, universitas tridinanti sebagai tempat penulis menimba ilmu dan berkembang, terimakasih telah memberikan banyak pengalaman berharga.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Puji Syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmatnya dan kuasa-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Semoga Allah SWT senantiasa membimbing setiap Langkah, perbuatan dan sikap penulis agar dapat bertindak lebih bijaksana dan dapat memberikan manfaat kepada orang lain. Tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini banyak mendapatkan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini tidak lupa penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ani Firda, S.T, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti
2. Ibu Hj. Selvia Aprilyanti, S. T., M.T selaku Pembimbing II Tugas Akhir sekaligus Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Tridinanti
3. Hermanto MZ, S.T, M.M selaku Pembimbing I Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Universitas Tridinanti.
4. Bapak/I Dosen dan Staf jurusan Teknik Industri Universitas Tridinanti yang telah mendidik dan membimbing dalam proses belajar mengajar.
5. Orang tua yang selalu memberikan doa dan memberikan dukungan berbentuk moril maupun material.
6. Untuk teman teman seperjuangan di Program Studi Teknik Industri angkatan 2021 yang turut membantu memberi pemikiran ide, terus menjadi tim dan suport bagi penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun semangat dan harpan bagi penulis sebagai masukan dan juga sebagai perbaikan di masa mendatang. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat membantu dalam penyusunan laporan ini. Penulis berharap semoga dengan laporan ini dapat bermanfaat.

Palembang, Juli 2026

Nehru Dwi Prasetyo. S. Kalit

ABSTRAK

Kualitas pulp merupakan indikator utama dalam memastikan stabilitas proses dan mutu produk pada industri pulp dan kertas. Variasi proses *bleaching* sering menyebabkan fluktuasi kualitas yang sulit terdeteksi melalui metode konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi kualitas pulp, mengidentifikasi pola kualitas secara kuantitatif, serta menerapkan metode *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan data kualitas pulp di PT Tanjung Enim Lestari. Data yang digunakan mencakup parameter *Final Brightness*, *Final Viscosity*, dan *Final Dirt Count*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode K-Means berhasil membentuk tiga kluster utama, yaitu kluster kualitas tinggi, kluster kualitas stabil (kluster dominan), dan kluster kualitas tidak stabil atau anomali. Kluster stabil memiliki karakteristik rata-rata *Brightness* sebesar 90,06% ISO, *Viscosity* 9,87 mPa.s, dan *Dirt* 0,21, yang menunjukkan konsistensi proses *bleaching*. Kluster anomali terdiri dari sampel dengan *Viscosity* sangat tinggi (hingga 30,14 mPa.s) atau *Brightness* sangat rendah (65,75% ISO). Proses klusterisasi dinyatakan konvergen pada iterasi pertama, karena iterasi berikutnya tidak menghasilkan perubahan nilai *centroid* maupun penetapan kluster. Temuan ini menegaskan bahwa *K-Means* efektif dalam mengidentifikasi pola kualitas pulp serta memberikan dasar bagi monitoring dan pengendalian kualitas yang lebih akurat dan berbasis data.

Kata Kunci : *Bleaching*, Klusterisasi, Kualitas, Pulp

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Pulp.....	9
2.2 Kualitas Pulp	12
2.3 Metode <i>K-Means Clustering</i>	15
2.4 Profil PT. Tanjung Enim Lestari	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	42

3.1	Jenis Penelitian	25
3.2	Sumber dan Jenis Data	25
3.3	Variabel Penelitian	25
3.4	Tahapan Penelitian	25
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
4.1	Deskripsi Umum.....	28
4.2	Perhitungan <i>K-Means Klustering</i>	29
4.3	Pembahasan	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN		43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu sektor manufaktur yang berperan penting dalam menyediakan bahan baku bagi produk kertas, tisu, karton, dan kemasan. Dalam proses produksinya, kualitas pulp menjadi faktor utama karena menentukan mutu produk akhir. Pulp yang baik harus memiliki tingkat kecerahan (*brightness*) yang stabil, viskositas yang sesuai, serta jumlah kotoran (*dirt count*) yang rendah. Menurut Devani dan Oktaviany (2021), kualitas pulp dipengaruhi oleh parameter seperti *brightness*, viskositas, kadar lignin, kadar abu, dan kadar ekstraktif. Sementara itu, Pratiwi et al. (2016) menyatakan bahwa variasi bahan baku, terutama karakteristik chip kayu, dapat memengaruhi kestabilan kualitas pulp yang dihasilkan.

PT Tanjung Enim Lestari Pulp and Paper merupakan perusahaan penghasil pulp yang dalam proses produksinya melalui tahapan pengolahan bahan baku, pemasakan, pencucian, pemutihan (*bleaching*), pengeringan, dan pengemasan. Tahap *bleaching* menjadi bagian penting karena berpengaruh langsung terhadap kualitas akhir pulp. Pada penelitian ini, parameter yang digunakan sebagai indikator kualitas akhir adalah *Final Brightness*, *Final Viscosity*, dan *Final Dirt Count*. Ketiga parameter tersebut merupakan indikator utama kualitas pulp karena menunjukkan keberhasilan proses pemutihan, kondisi serat, dan tingkat kebersihan pulp. Hal ini sejalan dengan Devani dan Oktaviany (2021) serta Napitu et al. (2022), yang

menjelaskan bahwa pengendalian kualitas pulp perlu dilakukan secara sistematis agar variasi mutu produk dapat diminimalkan.

Berdasarkan data kualitas pulp periode Mei 2025, masih ditemukan beberapa sampel yang menunjukkan penyimpangan dari pola kualitas normal. Mayoritas data berada pada rentang *brightness* sekitar 89–91% ISO, viskositas 9–11 mPa.s, dan *dirt count* sekitar 0,17–0,22. Namun, terdapat beberapa data yang menunjukkan kondisi tidak stabil, seperti viskositas sangat tinggi, *brightness* rendah, dan *dirt count* tinggi. Kondisi ini menunjukkan adanya potensi cacat atau anomali kualitas yang perlu dianalisis lebih lanjut.

Tabel 1.1 Data Cacat Kualitas *Pulp*

No.	<i>Final Brightness</i> (% ISO)	<i>Final Viscosity</i> (mPa.s)	<i>Final Dirt</i>
1	89,15	9,34	0,44
2	90,39	30,14	0,26
3	78,80	11,38	0,20
4	65,75	8,22	0,15

Sumber : PT.TEL, 2025

Data pada tabel tersebut menunjukkan bahwa pengendalian kualitas secara konvensional belum cukup untuk mengidentifikasi pola penyimpangan kualitas secara cepat dan objektif. Menurut Hidayat dan Putro (2020), metode *K-Means Clustering* dapat digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kemiripan karakteristik. Utari (2021) juga menjelaskan bahwa *K-Means* efektif digunakan

untuk data kuantitatif karena mampu membentuk kelompok berdasarkan jarak terdekat terhadap pusat klaster. Dengan demikian, metode ini sesuai untuk mengelompokkan data kualitas *pulp* menjadi kategori kualitas tinggi, kualitas stabil, dan kualitas tidak stabil atau anomali.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian mengenai klasterisasi pola kualitas pulp menggunakan metode *K-Means Clustering* penting dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi kualitas pulp, memanfaatkan data produksi secara kuantitatif, serta mengelompokkan pola kualitas berdasarkan parameter *Final Brightness*, *Final Viscosity*, dan *Final Dirt Count*. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mendeteksi anomali kualitas, mempercepat pengambilan keputusan, dan mendukung perbaikan proses *bleaching* secara berkelanjutan.

1.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini Adalah :

- 1) Data proses produksi belum dimanfaatkan secara optimal untuk analisis.
- 2) Metode pengendalian kualitas masih konvensional dan deskriptif sederhana.
- 3) Belum diterapkan metode *data mining* seperti *K-Means Clustering*.
- 4) Tidak tersedia sistem klasifikasi kualitas yang cepat dan akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik variasi kualitas *pulp* yang terjadi pada proses produksi di PT Tanjung Enim Lestari?
2. Bagaimana pemanfaatan data proses produksi dapat digunakan untuk menganalisis pola kualitas *pulp*?
3. Bagaimana penerapan metode *K-Means Clustering* dapat digunakan untuk mengelompokkan data kualitas *pulp* berdasarkan parameter prosesnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik variasi kualitas *pulp* yang terjadi pada proses produksi di PT Tanjung Enim Lestari.
2. Memanfaatkan data proses produksi untuk mengidentifikasi pola-pola kualitas *pulp* secara kuantitatif.
3. Menerapkan metode *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan data kualitas *pulp* berdasarkan parameter proses produksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat. Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Menambah wawasan dan pengetahuan dalam menerapkan ilmu-ilmu yang didapat selama berada di bangku kuliah dalam mengatasi permasalahan nyata di dunia industri.

2. Bagi Akademik

Manfaat akademik dalam penelitian ini adalah sebagai media referensi bagi peneliti selanjutnya yang nantinya menggunakan konsep dan dasar penelitian yang sama.

3. Bagi Industri

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas *pulp* di PT. Tanjung Enim Lestari.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1. Objek Penelitian

Proses produksi pulp di PT Tanjung Enim Lestari, khususnya pada tahap *bleaching* dan *digester* yang berpengaruh terhadap parameter kualitas pulp.

2. Data Penelitian:

Data sekunder dan primer yang meliputi parameter kualitas *pulp* seperti *brightness*, viskositas, kadar lignin, kadar abu, serta data proses produksi terkait.

3. Metode Analisis

Analisis dilakukan menggunakan metode *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan data kualitas pulp berdasarkan kesamaan karakteristik proses produksi.

4. Batasan Penelitian

Penelitian difokuskan pada tahap analisis klasterisasi data kualitas *pulp* tanpa membahas aspek finansial, perencanaan produksi, atau desain proses kimia secara mendalam.

1.7 Sistematika Penelitian

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang pengambilan judul, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi sumber - sumber referensi dan kutipan dari berbagai sumber terkait dengan permasalahan utama yang dibahas dan dikaji.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi kajian metode pendekatan yang dilakukan dalam bahasan penelitian. Bab ini akan memberikan kemudahan dalam melaksanakan pembahasan.

BAB IV ANALISIS PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan secara lengkap atas segala hasil dan kajian secara menyeluruh yang saling berkaitan dengan rumusan permasalahan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dihasilkan dari pembahasan yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bellanov, A. (2023). K-Means Clustering Analysis Untuk Menentukan Strategi Promosi Kampus. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 9(1), 259-268.
- Burgard, J. P., Moreira Costa, C., dan Schmidt, M. (2024). Robustification of the k-means clustering problem and tailored decomposition methods: when more conservative means more accurate. *Annals of Operations Research*, 339(3), 1525–1568.
- Dawa Saka, K., Agung Saryatmo, M., & Laricha Salomon, L. (2022). Analisis Preferensi Konsumen Untuk Pengembangan Online Store Menggunakan Metode Conjoint Analysis Dan Clustering (Studi Kasus Umkm Sinar Makmur). In *Jurnal Mitra Teknik Industri* (Vol. 1, Issue 2).
- Devani, V., & Oktaviany, M. (2021). Usulan Peningkatan Kualitas Pulp Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Dan New Seven Tools Di PT.Indah Kiat. *AGROINTEK*, 15(2), 521–536. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i2.7166>
- Hasil, J., Dan, P., Ilmiah, K., Bellanov, A., & Nurhayati, L. (n.d.). K-Means Clustering Analysis Untuk Menentukan Strategi Promosi Kampus. *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 9, Issue 1).
- Hidayat, T., & Putro, B. E. (2020). Analisis Karakteristik Konsumen Hotel “X” dengan Menggunakan Metode K-Means Clustering. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 4(2), 53.

- Jannah, M. N., dan Setiawan, M. (2024). Structured Defect Data-Based K-Means Clustering Analysis and Prioritization for Quality Control in Manufacturing. *Jurnal PASTI*.
- Lestari, H., dan Mukti, A. R. (2024). Penerapan Data Mining dalam Pengelompokan Kualitas Produk Kelapa Sawit Menggunakan K-Means Clustering. *Jurnal CESS, Universitas Negeri Medan*, 4(2), 1651-1662.
- Siregar, G., Mauli, J., Akram, R., & Informatika, J. (2023). Klasterisasi Pola Penjualan Menggunakan Metode K-Means Clustering (Study Kasus Penjualan di Toko Ponsel Kota Langsa). *Jurnal Ilmiah Teknik UNIDA* (Vol. 4, Issue 1).
- Napitu, T. H., Harahap, U. N., & Suratman, J. (2022). Pengendalian kualitas produk pulp dengan menggunakan metode Kaizen di PT. Toba Pulp Lestari, Tbk. *Jurnal VORTEKS*, 3(1), 182–189. <https://doi.org/10.54123/vorteks.v3i1.155>
- Nayak, P. P., & Datta, A. K. (2025). An entropy-based TOPSIS approach for selecting best suitable rice husk for potential energy applications: pyrolysis kinetics and characterization of rice husk and rice husk ash. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(15), 21789–21806. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02824-3>
- Patel, R., Vegad, K., Gagat, S., Joshi, S., dan Patel, N. (2024). K-means Clustering assisted ATR-FTIR study for rapid quality evaluation of arrowroot starch. *Trends in Current Biology*, 2(4). <https://doi.org/10.14719/tcb.4398>
- Pratiwi, I., Husin, I., & Lazim, M. (2016). Analisis Kualitas Chip Untuk Bahan Baku Pulp (Studi Kasus di PT. Tanjung Enim Lestari Pulp and Paper). In *Jurnal Desiminasi Teknologi* (Vol. 4, Issue 1).

- Siahaan, E. F., Silitonga, M., Gultom, J. A., & Sinurat, W. (2025). Analisis Kualitas Pulp Dengan Empat Metode Terhadap Jumlah Produk Cacat Pt. Qmx. *ATDS Saintech Journal of Engineering*, 6(1), 15-23.
- Utari, D. T. (2021). Analisis Karakteristik Wilayah Transmisi Covid-19 dengan Menggunakan Metode K-Means Clustering. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 5(1), 25. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v5i1.1220>