Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)
MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science
Journal Homepage: https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom
Vol. 5 Iss. 1 January 2025, pp: 168-174
ISSN(P): 2797-2313 | ISSN(E): 2775-8575

Implementation of K-Means Algorithm to Determine the Interest of High School Students in Information Technology Subjects and Communication

Implementasi Algoritma *K-Means* untuk Mengetahui Minat Siswa SMA Terhadap Mata Pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi

Widya Indah Permatasari[1*], Vitri Tundjungsari[2]

[1,2]Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul, Indonesia

E-Mail: [1*]widyaindah1102@gmail.com, [2]vitri.tundjungsari@esaunggul.ac.id

Received Aug 30th 2024; Revised Nov 1st 2024; Accepted Oct 14th 2024; Available Online Dec 5th 2024
Corresponding Author: Widya Indah Permatasari
Copyright © 2025 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

Abstract

In the Merdeka Curriculum, high school students are required to study Information and Communication Technology (ICT) subjects. Based on interviews conducted at State Senior High School 1 Tarumajaya, it was found that there are challenges in the ICT learning process, where students feel burdened by the extensive and difficult material, particularly for those without a prior background in IT. Furthermore, in grade XI, students frequently choose specializations that do not align with their true interests. Consequently, this study aims to assess students' interests in ICT subjects using a K-Means clustering approach. The findings indicate that the K-Means algorithm is effective in clustering students based on their interests in ICT subjects. There are two identified groups: the first group comprises 91 students who are not interested, while the second group consists of 123 students who are interested. These results suggest that students' interest in ICT subjects is more dominant compared to those who are not interested.

Keyword: Clustering, Information and Communication Technology, K-Means, Student Interest

Abstrak

Pada Kurikulum Merdeka, Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) diwajibkan mempelajari Mata Pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Berdasarkan hasil wawancara di SMAN 1 Tarumajaya menunjukkan adanya masalah dalam proses pembelajaran TIK, di mana siswa merasa terbebani dengan materi yang banyak dan sulit, terutama bagi mereka yang tidak memiliki latar belakang TI sebelumnya. Selain itu, pada kelas XI, siswa sering kali memilih peminatan yang tidak sesuai dengan minat mereka yang sebenarnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui minat siswa terhadap mata pelajaran TIK, dengan menggunakan pendekatan *K-Means clustering*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *K-Means* mampu mengelompokkan siswa berdasarkan minat mereka terhadap mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Terdapat dua kelompok, yaitu kelompok pertama yang terdiri dari 91 siswa yang tidak berminat, dan kelompok kedua yang terdiri dari 123 siswa yang berminat. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa minat siswa terhadap mata pelajaran TIK lebih dominan dibandingkan dengan siswa yang tidak berminat.

Kata Kunci: *Clustering*, *K-Means*, Minat Siswa, Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi (TI) saat ini menjadi elemen kunci dalam mendorong inovasi dan meningkatkan efisiensi operasional di berbagai sektor industri. Perusahaan-perusahaan menggunakan TI untuk mengembangkan solusi inovatif dan mencapai tujuan bisnis mereka. World Economic Forum (WEF) memperkirakan bahwa sekitar 85 juta pekerjaan akan digantikan oleh mesin pada tahun 2025, dengan manusia dan mesin diharapkan bekerja sama untuk menyelesaikan berbagai tugas pekerjaan [1]. Peran teknologi akan terus meningkat, menciptakan transformasi besar di berbagai sektor, terutama dalam pengelolaan data dan otomatisasi [2]. Dengan perkembangan pesat ini, kemampuan tenaga kerja dalam teknologi menjadi kebutuhan untuk tetap bersaing di pasar global.

Kesiapan mereka terhadap tantangan masa depan dapat dipengaruhi oleh minat belajar siswa, terutama dalam mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), sangat penting dalam mendukung Kurikulum Merdeka di Indonesia yang mewajibkan siswa SMA kelas X untuk mempelajari mata pelajaran TIK sebagai upaya untuk membekali mereka dengan keterampilan TI yang dibutuhkan [3] Namun, hasil wawancara di SMAN 1 Tarumajaya menunjukkan adanya masalah dalam proses pembelajaran TIK, di mana siswa merasa terbebani dengan materi yang banyak dan sulit, terutama bagi mereka yang tidak memiliki latar belakang TI sebelumnya. Selain itu, pada kelas XI, siswa sering kali memilih peminatan yang tidak sesuai dengan minat mereka yang sebenarnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui minat siswa terhadap mata pelajaran TIK secara lebih sistematis, dengan menggunakan pendekatan *K-Means clustering*.

Algoritma *K-Means* dipilih dalam penelitian ini karena keunggulannya dalam menangani data berukuran besar secara cepat dan efisien. Dibandingkan dengan algoritma *clustering* lain, seperti Hierarchical *Clustering* yang memerlukan komputasi lebih rumit, *K-Means* lebih sederhana dalam implementasinya [4]. Proses *K-Means* dimulai dengan menentukan jumlah kluster, diikuti dengan penghitungan centroid dan pengelompokan data secara iteratif hingga hasil optimal tercapai. Kelebihan ini menjadikan *K-Means* dapat digunakan untuk pengelompokan minat siswa dalam penelitian ini [5].

Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas algoritma *K-Means* dalam mengelompokkan data [6] menggunakan *K-Means* untuk mengelompokkan minat siswa dalam mata pelajaran Matematika, di mana hasilnya menunjukkan bahwa algoritma ini berhasil membagi siswa ke dalam kluster minat yang sesuai. [1] menggunakan *K-Means* dalam mengukur minat baca mahasiswa di Perpustakaan Akademi Keperawatan RS Dustira Cimahi. [7] menerapkan *K-Means* untuk melihat minat belajar siswa. sementara [8] menggunakannya untuk mengetahui pengaruh minat dan kebiasaan belajar terhadap hasil belajar biologi siswa SMA se-kota Stabat. Semua penelitian ini menunjukkan keandalan *K-Means* dalam mengelompokkan data berdasarkan minat. Perbedaan utama antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah fokus pada minat siswa terhadap mata pelajaran TIK yang diharapkan dapat memberikan wawasan bagi sekolah dalam merancang program pembelajaran yang lebih sesuai dengan minat siswa.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Rencana Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa proses yaitu pengumpulan data, analisis data dan implementasi atau penerapan algoritma *K-Means* [9] *algoritma K-Means* digunakan untuk mengetahui minat siswa SMA terhadap Mata Pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Peneliti menggunakan tanggapan dari Siswa Kelas X di SMAN 1 Tarumajaya, melalui penyebaran google formulir.

2.2. Populasi dan Sampel

Populasi merujuk pada sekumpulan data dengan karakteristik serupa, mencakup objek atau subjek yang memiliki kualitas dan atribut tertentu yang telah diidentifikasi oleh peneliti. Data ini digunakan untuk penelitian dengan tujuan membuat kesimpulan [10]. Melibatkan siswa atau siswi dari SMAN 1 Tarumajaya. Penetuan sempel dapat dilakukan karena pengambilan sempel menjadi lebih mudah bagi peneliti. Sehingga bisa menerapkan sampel yang diperlukan dari populasi. Sampel yang digunakan menerapkan teknik slovin sampling, yang dimana rumus nya seperti berikut:

$$n=N/(1 + Ne^2) \quad (1)$$

Dimana n merupakan sampel minimum; N merupakan sampel pada populasi; dan e merupakan toleransi kesalahan (error)

2.3. Langkah-langkah Penelitian

Berdasarkan metode penelitian yang digunakan, terdapat langkah-langkah sebagai berikut:

2.3.1. Identifikasi Masalah

Melakukan tinjauan pustaka yang relevan dengan topik penelitian, penulis membaca dan melakukan perbandingan terhadap pustaka yang ditinjau terhadap topik penelitian.

2.3.2. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui penyebaran questioner untuk menanyakan tanggapan siswa. untuk memastikan validitas dan keandalan pertanyaan yang disebarkan dalam kuesioner, proses validasi dilakukan melalui beberapa langkah. Pertama, pertanyaan dirancang berdasarkan tinjauan pustaka yang relevan serta diskusi dengan para ahli, termasuk guru Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Selanjutnya, kuesioner diuji coba pada sekelompok kecil responden untuk mengidentifikasi potensi kebingungan dan mendapatkan umpan balik. Hasil dari uji coba tersebut dianalisis, dan pertanyaan yang dianggap ambigu atau tidak jelas direvisi. Pada tabel 1. merupakan Pertanyaan yang akan diberikan dalam google formulir:

Tabel 1. Pertanyaan pada Kuesioner

No.	Pertanyaan	Minat	Tidak Minat
1.	Apakah Anda minat terhadap mata pelajaran TIK?	☐	☐
2.	Apakah Anda minat untuk mengikuti perkembangan teknologi terbaru?	☐	☐
3.	Apakah Anda minat mengikuti workshop terkait teknologi/ komputer?	☐	☐
4.	Apakah Anda minat mengikuti kegiatan klub komputer?	☐	☐
5.	Apakah Anda minat untuk mengikuti Lomba terkait komputer?	☐	☐

2.3.3. Preprocessing

Pada tahap ini merupakan tahap awal dalam pengolahan data yang bertujuan untuk membersihkan dan mempersiapkan data mentah sebelum digunakan dalam analisis atau model. Pada tahap ini, data duplikat, kosong, atau tidak relevan dibersihkan dan disesuaikan sehingga dapat diolah [11]. Bertujuan untuk memastikan bahwa data bebas dari kesalahan atau anomali yang dapat memengaruhi hasil analisis [12]. Adapun tahapan pada *preprocessing* adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan Data dengan menghapus data duplikat, menangani data kosong, menghapus baris/kolom, dan menghilangkan data yang tidak relevan.
2. Penanganan Anomali dengan mengidentifikasi dan menangani outlier yang dapat memengaruhi analisis.
3. Transformasi Data Kategorikal dengan mengubah data kategorikal menjadi bentuk numerik.
4. Normalisasi/Standarisasi dengan menyesuaikan skala data agar sesuai dengan kebutuhan algoritma.

2.3.4. Transformation

Pada tahap ini merupakan proses mengubah data ke dalam format yang sesuai dengan kebutuhan algoritma yang akan digunakan. Dalam konteks algoritma *k-means*, data yang digunakan untuk *clustering* atau pengelompokan diubah ke bentuk numerik, seperti nama atau kategori yang diubah menjadi angka agar dapat diproses [13]. Adapun tahapan pada *transformation* adalah sebagai berikut:

1. Konversi Data Kategorikal ke Numerik dengan mengubah data seperti nama atau kategori menjadi angka.
2. Penskalaan Data dengan menerapkan normalisasi atau standarisasi pada data numerik agar setiap fitur memiliki skala yang sebanding.
3. Reduksi Dimensi jika diperlukan dengan menggunakan metode seperti PCA untuk mengurangi jumlah fitur dan menyederhanakan proses clustering.

2.3.5. Penerapan Algoritma

Pada tahap ini merupakan Algoritma *k-means* diterapkan pada data yang telah dipreproses dan ditransformasi. *K-means* adalah algoritma pengelompokan yang membagi data ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kemiripan karakteristik [14]. Pada tahap ini, tujuan utama adalah untuk mendapatkan pola dari data, seperti mengelompokkan siswa yang memiliki minat atau tidak terhadap mata pelajaran TIK, berdasarkan data yang telah diolah [15]. Proses penggunaan algoritma *K-Means* terdiri dari menentukan berapa banyak cluster K yang telah ditetapkan pada awalnya, menentukan nilai centroid, dan kemudian menghitung jarak dari data yang ada dengan centroid [16]. menggunakan rumus eucledian berikut:

$$S_{hi} = \sqrt{(m_h - m_i)^2 + (n_h - n_i)^2 + \cdots (q_h - q_i)^2} \quad (2)$$

Dimana: S_{hi} merupakan Jarak antara h dengan i; m_h merupakan Koordinat m pada objek; m_i merupakan Koordinat m pada pusat; dan n_h merupakan Koordinat n pada objek.

2.3.6. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi mencakup perencanaan sistem berdasarkan hasil perhitungan dan pengujian yang dilakukan menggunakan sistem *K-Means*. Perencanaan sistem menggunakan Metode Waterfall, yang melibatkan langkah-langkah yang berurutan mulai dari analisis kebutuhan, desain, implementasi, dan pengujian [17] [18]. pengelompokan minat siswa terhadap mata pelajaran TIK akan diketahui dengan menggunakan sistem yang menggunakan bahasa pemrograman PHP. Setelah analisis kebutuhan selesai, sistem yang akan dibuat dapat digambarkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Peneltiain

Penelitian ini menggunakan tanggapan dari siswa kelas X semester akhir di SMAN 1 Tarumajaya, yang dikumpulkan melalui penyebaran Google Form. Siswa dipilih sebagai sampel untuk mengukur minat awal

siswa terhadap mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) sebelum mereka memasuki kelas XI yang lebih fokus pada bidang-bidang peminatan tertentu. Hasil dari siswa kelas X ini dapat memberikan gambaran awal mengenai minat mereka terhadap mata pelajaran TIK. Dari total 431 siswa kelas X, data yang diperoleh sebanyak 214 siswa. Dengan data yang diperoleh, digunakan teknik Slovin untuk menentukan ukuran sampel minimum, terdapat jumlah populasi (N) = 431 data siswa dan batas toleransi kesalahan (e) = 5% (0,05). Adapun perhitungan rumus Slovin dari data yang diperoleh yaitu:

$n = N/(1 + Ne^2)$
$n = 431/(1 + 431 \times (0{,}05)^2)$
$n = 431/(1 + 431 \times 0{,}0025)$
$n = 431/(1 + 1{,}0775)$
$n = 431/2{,}0775$
$n = 207{,}48 = 207$

Jadi, ukuran sampel minimum yang diperlukan adalah 207 siswa. data yang dikumpulkan melebihi batas minimum yang diperlukan. Oleh karena itu, dapat digunakan sebanyak 214 data siswa. Tahap selanjutnya yaitu melakukan proses cleaning atau memeriksa data untuk memperbaiki kesalahan data seperti kesalahan huruf, data yang kosong dan mengubah data mentah menjadi format yang mudah dikelola. Hanya data dalam bentuk nilai numerik (bilangan bulat positif) yang dipakaialgoritma *K-Means*. Data yang berisi kategori minat dan tidak minat perlu diubah menjadi data numerik agar dapat diproses, dengan sebagai Minat ditransformasikan menjadi 1 dan Tidak Minat ditransformasikan menjadi 0

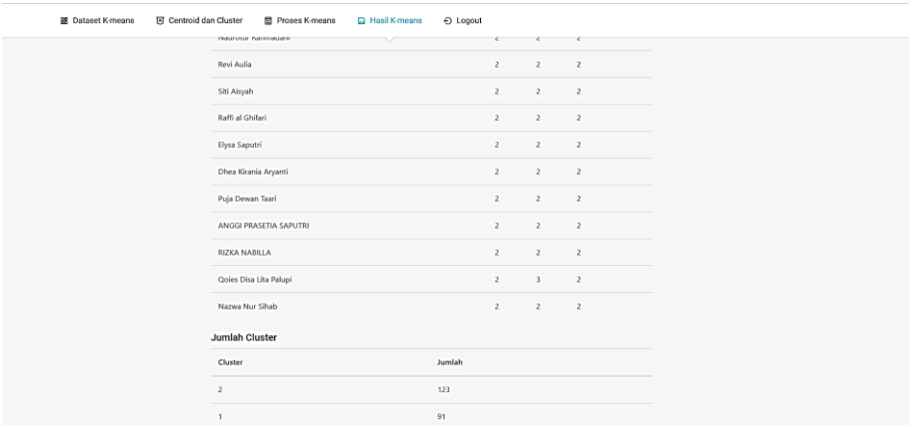
3.2. Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian ini memproses data menggunakan algoritma *K-Means*, terdapat dua cluster yang digunakan untuk mengelompokkan data siswa yang memiliki minat atau tidak minat terhadap mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Dalam proses pengelompokan, digunakan persamaan *Euclidean Distance* untuk mengukur jarak antara data siswa dan centroid masing-masing cluster. Perhitungan ini bertujuan untuk menemukan jarak terdekat antara setiap data siswa dengan centroid, sehingga menghasilkan pengelompokan yang optimal. Pada penelitian ini, proses iterasi menggunakan *Euclidean Distance* berhenti pada iterasi kedua, dengan hasil dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan

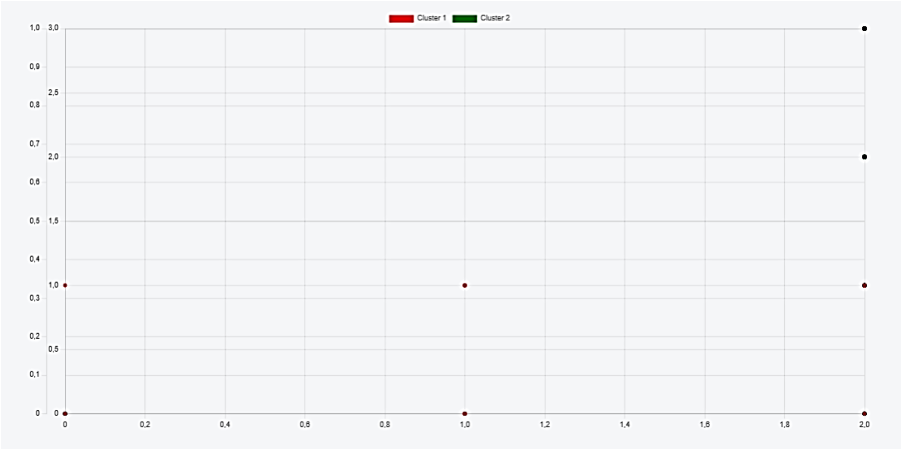
No	Nama Siswa/i	C1	C2	Nilai MIN	Hasil Cluster
1	syahidah annisa rahmah	2,6078	0,6911	0,6911	cluster2
2	Qoies Disa Lita Palupi	2,6078	0,6911	0,6911	cluster2
3	Tsaqafah banyu bening	0,6699	2,5162	0,6699	cluster1
4	Dimas Firmansyah	0,6616	2,3089	0,6616	cluster1
5	Chotimah	2,6078	0,6911	0,6911	cluster2
6	Afgan maulana swandi	0,6616	2,3089	0,6616	cluster1
7	Sahrul ramadhan	1,5684	3,0547	1,5684	cluster1
8	Alya Widia	0,6616	2,3089	0,6616	cluster1
9	Silvia ika pratiwi	1,6369	0,3089	0,3089	cluster2
10	Reysha Agiska	2,6078	0,6911	0,6911	cluster2
11	M Al Kahfi Ramadhan	1,6369	0,3089	0,3089	cluster2
12	Rizkia Sania Maulida Aprillia	0,7474	1,3089	0,7474	cluster1
13	Revi Riyanti	0,7474	1,3089	0,7474	cluster1
14	Fanji Adieta	2,6078	0,6911	0,6911	cluster2
15	Yizela Ayudia Laura	1,5684	3,0547	1,5684	cluster1
16	Nama m Ridwan	1,6369	0,3089	0,3089	cluster2
17	Apriansah	1,6369	0,3089	0,3089	cluster2
18	Biyan Bening Lesmana	1,6369	0,3089	0,3089	cluster2
…	…	…	…	…	…
214	Nazwa Nur Sihab	1,6369	0,3089	0,3089	cluster2

Dalam proses pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means*, dilakukan perhitungan manual dan sistem untuk memastikan konsistensi hasil yang diperoleh. Hasilnya menunjukkan bahwa 123 siswa tergolong berminat dan 91 siswa tergolong tidak berminat terhadap mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Gambar 1 merupakan hasil pengelompokan dengan algoritma *k-means* yang dilakukan dalam sistem.



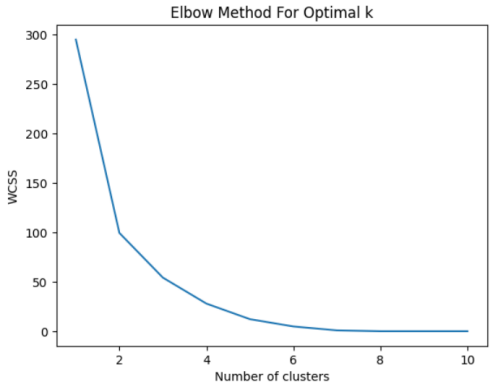
Gambar 1. Hasil Perhitungan sistem *K-Means*

Adapun diagram scatter yang dihasilkan menunjukkan bahwa Cluster 1 (berwarna merah) dengan titik koordinat (0,0), (0,1), (1,0), (1,1), dan (1,2), berada pada area dengan nilai yang lebih rendah pada sumbu X (minat terhadap pembelajaran teori TIK) dan sumbu Y (minat terhadap kegiatan terkait TIK). Hal ini mengindikasikan bahwa Cluster 1 terdiri dari siswa yang tidak berminat atau memiliki minat rendah terhadap mata pelajaran TIK. Sedangkan pada Cluster 2 (berwarna hijau), dengan titik koordinat (2,2) dan (2,3), menunjukkan bahwa siswa dalam cluster ini memiliki minat yang tinggi terhadap pembelajaran teori TIK dan partisipasi dalam kegiatan terkait TIK, secara umum dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Scatter

Adapun evaluasi/validitas cluster menggunakan metode Elbow menunjukkan bahwa penurunan *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS) paling signifikan terjadi sebelum grafik mulai melandai pada titik **k = 2**. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah cluster yang optimal adalah 2, karena setelah titik tersebut, penurunan WCSS tidak lagi signifikan. Gambar 3. menunjukkan hasil dari metode Elbow yang digunakan untuk menentukan jumlah cluster optimal:



Gambar 3. Elbow

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *K-Means* mampu mengelompokkan siswa berdasarkan minat mereka terhadap mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Terdapat dua kelompok, yaitu kelompok pertama yang terdiri dari 91 siswa yang tidak berminat, dan kelompok kedua yang terdiri dari 123 siswa yang berminat. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa minat siswa terhadap mata pelajaran TIK lebih dominan dibandingkan dengan siswa yang tidak berminat. Pada penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan faktor lain seperti nilai yang dapat digunakan untuk mengetahui minat terhadap mata pelajaran TIK.

REFERENSI

[1] E. A. Firdaus, S. Maulani, and A. B. Dharmawan, "Pengukuran Minat Baca Mahasiswa Dengan Metode Clustering Di Perpustakaan Akademi Keperawatan Rs.Dustira Cimahi Menggunakan Data Mining," *J. NUANSA Inform.*, vol. Volume 15, no. p-ISSN : 1858-3911, e-ISSN : 2614-5405, 2021, [Online]. Available: https://journal.uniku.ac.id/index.php/ilkom

[2] A. Misbahruddin, "Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIK) Oleh Rumah Tangga Untuk Kehidupan Sehari-Hari," *J. Penelit. Pers dan Komun. Pembang.*, 2016.

[3] M. Sri, "Implementasi TIK dalam Pembelajaran Mendengarkan di Sekolah Dasar," *J. Teknodika*, 2021.

[4] S. N. Arofah and F. Marisa, "Penerapan Data Mining untuk Mengetahui Minat Siswa pada Pelajaran Matematika menggunakan Metode K-Means Clustering," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. Vol. 3, No, no. p-ISSN: 2541-3619 e-ISSN: 2541-6448, 2018, doi: DOI: 10.31328/jointecs.v3i2.787.

[5] R. K. Dinata, Safwandi, N. Hasdyna, and N. Azizah, "Analisis K - Means Clustering pada Data Sepeda Motor," vol. Vol.5 No.1, 2020, [Online]. Available: https://jurnal.unej.ac.id/index.php/INFORMAL/article/view/17071

[6] S. Butsianto and N. Saepudin, "Penerapan Data Mining Terhadap Minat Siswa Dalam Mata Pelajaran Matematika Dengan Metode K-Means," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Informas*, vol. Vol. 3 No., no. P-ISSN 2620-8342 E-ISSN 2621-3052, 2020, [Online]. Available: https://ojs.serambimekkah.ac.id/jnkti/article/view/2008/pdf

[7] D. Gustian and M. S.-Fa. Al, "Data Mining Untuk Melihat Minat Belajar Siswa Menerapkan Metode K-Means," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. Volume 4, no. ISSN 2686-228X (media online), 2023, [Online]. Available: https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/josh/article/view/3218

[8] M. H. A. Berutu and M. I. H. Tambunan, "Pengaruh Minat Dan Kebiasaan Belajar Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Sma Se-Kota Stabat," *J. BIOLOKUS*, vol. Vol: 1 No., no. p-ISSN: 2621-3702 e-ISSN: 2621-7538, 2018, [Online]. Available: https://www.neliti.com/id/publications/292816/pengaruh-minat-dan-kebiasaan-belajar-terhadap-hasil-belajar-biologi-siswa-sma-se

[9] M. Imron, U. Hasanah, and B. Humaid, "Analysis of Data Mining Using K-Means Clustering Algorithm for Product Grouping," *Int. J. Informatics Inf. Syst.*, vol. Vol. 3, N, no. ISSN 2579-7069, 2020.

[10] I. Parlina, A. P. Windarto, A. Wanto, and M. R. Lubis, "Memanfaatkan Algoritma K-Means Dalam Menentukan Pegawai Yang Layak Mengikuti Asessment Center Untuk Clustering Program SDP," *CESS (J. o f Comput. Eng. Syst. a nd Sci.*, vol. Vol. 3 No., no. p-ISSN :2502-7131 e-ISSN :2502-714x, 2018, [Online]. Available: https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess/article/view/8192

[11] A. Sulistiyawati and E. Supriyanto, "Implementasi Algoritma K-means Clustring dalam Penetuan Siswa Kelas Unggulan," *J. TEKNO KOMPAK*, vol. Vol.15, No, no. P-ISSN: 1412-9663, E-ISSN : 2656-3525, 2021, [Online]. Available: https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknokompak/article/view/1162/0

[12] S. Z. Harahap and A. Nastuti, "Teknik Data Mining Untuk Penentuan Paket Hemat Sembako Dan Kebutuhan Harian Dengan Menggunakan Algoritma Fp-Growth (Studi Kasus Di Ulfamart Lubuk Alung)," *Inform. J. Ilm. Fak. Sains dan Teknol. Univ. Labuha*, vol. Vol.7 No.3, no. 2615-1855 (E-ISSN) 2303-2863 (P-ISSN), 2019, [Online]. Available: https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/informatika/article/view/1381/0

[13] B. M. Metisen and H. L. Sari, "Analisis Clustering Menggunakan Metode K- Means Dalam Pengelompokkan Penjualan Produk Pada Swalayan Fadhila," *J. Media Infotama*, vol. Vol. 11 No, no. ISSN 1858 – 2680, 2015, [Online]. Available: https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/view/258

[14] Yulianti, D. Y. Utami, N. Hikmah, and F. N. Hasan, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Mengetahui Minat Customer Di Toko Hijab," *J. PILAR Nusa Mandiri*, vol. Vol. 15, N, no. P-ISSN: 1978-1946 E-ISSN: 2527-6 514 |, 2019, doi: DOI : 10.33480/pilar.v15i2. 6 50.

[15] Q. I. Mawarni and E. S. Budi, "Implementasi Algoritma K-Means Clustering Dalam Penilaian Kedisiplinan Siswa," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. Volume 3, no. e-ISSN 2685-998X, 2022, doi: DOI 10.30865/json.v3i4.4242.

[16] S. Oktarian, S. Defit, and Sumijan, "Klasterisasi Penentuan Minat Siswa dalam Pemilihan Sekolah Menggunakan Metode Algoritma K-Means Clustering," *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 20 20 Vol., 2020, [Online]. Available: https://jidt.org/jidt/article/view/65

[17] Irwanto, “Perancangan Sistem Informasi Sekolah Kejuruan dengan Menggunakan Metode Waterfall (Studi Kasus SMK PGRI 1 Kota Serang- Banten),” *Lect. J. Pendidik.*, vol. Vol.12 No., 2021.

[18] A. Nurseptaji, Arey, F. Andini, and Y. Ramdhani, “Implementasi Metode Waterfall Pada Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan,” *J. Dialekt. Inform.*, vol. Vol. 1, No, no. p-ISSN: 2746-2811 e-ISSN: 2774-2148, 2021, doi: DOI: 10.24176/detika.v1i2.6101.