PENGELOMPOKAN SMARTPHONE BERDASARKAN KEBUTUHAN MAHASISWA MENGGUNAKAN METODE K-MEANS

Alya Adriyani[1], Jenni Mustika[2], Izma Darawiyah[3], Bambang Irwansyah[4]
[1,2,3,4]Universitas Asahan
[1y]eniceam04@gmail.com , [2]jeniykisaran98@gmail.com, [3]nst@gmail.com

ABSTRACT

The rapid advancement of smartphone technology has significantly influenced various aspects of student life, particularly in supporting academic and non-academic activities. Differences in user needs often cause students to experience difficulties in selecting smartphones that align with their usage preferences and financial capabilities. Therefore, a data grouping process is required to classify smartphones based on specific characteristics and user requirements. This study aims to classify smartphones according to student needs using the K-Means clustering method. The research employed a literature study approach by collecting data and references from scientific journals, articles, and various related sources discussing smartphone specifications and clustering techniques. Several variables used in this study include RAM capacity, internal storage, battery capacity, camera quality, chipset performance, and smartphone price. The K-Means algorithm was applied to group smartphones into several clusters based on similarities in specifications and usage characteristics. The results indicate that smartphones can be categorized into multiple groups, such as devices for academic purposes, gaming and multimedia needs, as well as content creation and photography activities.

Keywords: *K-Means, Clustering, Smartphone, Students, Data Mining*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi smartphone yang semakin pesat memberikan pengaruh besar terhadap berbagai aktivitas mahasiswa, baik dalam bidang akademik maupun kebutuhan sehari-hari. Perbedaan kebutuhan penggunaan sering menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam menentukan smartphone yang sesuai dengan kebutuhan serta kemampuan finansial yang dimiliki. Oleh karena itu, diperlukan proses pengelompokan data untuk mengidentifikasi kategori smartphone berdasarkan karakteristik dan kebutuhan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan smartphone berdasarkan kebutuhan mahasiswa menggunakan metode K-Means. Penelitian dilakukan dengan pendekatan studi literatur melalui pengumpulan data dan referensi dari jurnal ilmiah, artikel, serta berbagai sumber terkait spesifikasi smartphone dan teknik clustering. Variabel yang digunakan dalam

penelitian meliputi kapasitas RAM, memori internal, kapasitas baterai, kualitas kamera, performa chipset, dan harga smartphone. Algoritma K-Means diterapkan untuk mengelompokkan smartphone ke dalam beberapa cluster berdasarkan tingkat kemiripan spesifikasi dan karakteristik penggunaannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa smartphone dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, seperti smartphone untuk kebutuhan akademik, gaming dan multimedia, serta fotografi dan pembuatan konten.

Kata Kunci: K-Means, Clustering, Smartphone, Mahasiswa, Data Mining

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi pada era digital mengalami peningkatan yang sangat pesat, khususnya pada perangkat smartphone yang telah menjadi bagian penting dalam kehidupan masyarakat modern. Smartphone tidak hanya digunakan sebagai alat komunikasi, tetapi juga dimanfaatkan untuk mendukung berbagai aktivitas seperti akses informasi, pembelajaran daring, hiburan, transaksi digital, hingga media sosial. Kemajuan teknologi tersebut menyebabkan produsen smartphone terus menghadirkan berbagai inovasi spesifikasi dan fitur yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dari berbagai kalangan, termasuk mahasiswa. Kondisi ini menunjukkan bahwa smartphone telah berkembang menjadi perangkat multifungsi yang memiliki peran penting dalam aktivitas sehari-hari. (Rahmayani, 2015).

Mahasiswa merupakan salah satu kelompok pengguna smartphone dengan tingkat penggunaan yang cukup tinggi. Dalam lingkungan pendidikan tinggi, smartphone digunakan sebagai sarana penunjang kegiatan akademik seperti mengakses materi pembelajaran, mengikuti perkuliahan daring, mengerjakan tugas, mencari referensi ilmiah, serta melakukan komunikasi akademik. Selain digunakan untuk kepentingan akademik, smartphone juga dimanfaatkan untuk kebutuhan hiburan seperti bermain game, menonton video, fotografi, dan penggunaan media sosial. Tingginya intensitas penggunaan smartphone di kalangan mahasiswa menyebabkan kebutuhan terhadap spesifikasi perangkat menjadi semakin beragam. (Putri & Nugroho, 2021).

Perbedaan aktivitas dan kebutuhan mahasiswa menyebabkan setiap pengguna memiliki preferensi smartphone yang berbeda-beda. Mahasiswa yang lebih fokus pada kebutuhan akademik cenderung memilih smartphone dengan daya tahan baterai yang baik dan performa stabil untuk menunjang produktivitas. Sementara itu, mahasiswa yang memiliki minat pada gaming dan multimedia lebih mempertimbangkan kapasitas RAM, performa chipset, serta kualitas layar. Di sisi lain, kebutuhan fotografi dan pembuatan konten digital juga mendorong sebagian mahasiswa untuk memilih smartphone dengan kualitas kamera yang lebih unggul. Variasi kebutuhan tersebut menyebabkan proses pemilihan smartphone menjadi lebih kompleks karena banyaknya spesifikasi dan pilihan produk yang tersedia di pasaran. (Sari et al., 2020).

Banyaknya variasi merek dan spesifikasi smartphone sering kali menimbulkan kesulitan bagi mahasiswa dalam menentukan perangkat yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan finansial. Sebagian pengguna hanya mempertimbangkan faktor popularitas merek tanpa memperhatikan kesesuaian spesifikasi dengan kebutuhan penggunaan sehari-hari. Kondisi tersebut dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara performa smartphone dengan aktivitas pengguna sehingga perangkat yang dipilih menjadi kurang optimal. Oleh sebab itu, diperlukan suatu metode yang dapat membantu proses pengelompokan smartphone berdasarkan karakteristik dan kebutuhan pengguna agar proses pemilihan perangkat menjadi lebih efektif dan terarah. (Pratama & Handayani, 2022).

Pengelompokan data merupakan salah satu teknik dalam data mining yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola dan karakteristik tertentu dari sekumpulan data. Teknik clustering memungkinkan data dengan karakteristik yang mirip ditempatkan dalam kelompok yang sama sehingga mempermudah proses analisis dan pengambilan keputusan. Dalam konteks penelitian ini, clustering digunakan untuk mengelompokkan smartphone berdasarkan spesifikasi dan kebutuhan mahasiswa sehingga dapat menghasilkan kategori smartphone yang lebih relevan bagi pengguna. Penggunaan teknik

clustering dinilai mampu memberikan gambaran mengenai karakteristik smartphone sesuai dengan kebutuhan pengguna tertentu. (Han, Kamber, & Pei, 2012).

Salah satu metode clustering yang banyak digunakan dalam proses pengelompokan data adalah K-Means. Metode ini bekerja dengan cara membagi data ke dalam beberapa cluster berdasarkan tingkat kedekatan karakteristik antar data menggunakan perhitungan jarak tertentu. K-Means dipilih karena memiliki proses perhitungan yang relatif sederhana, efisien, dan mampu menghasilkan pengelompokan data dengan baik pada jumlah data yang cukup besar. Selain itu, metode ini juga sering digunakan dalam berbagai penelitian data mining karena mampu mengidentifikasi pola data berdasarkan kemiripan atribut yang dimiliki. (Witten, Frank, & Hall, 2011).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode K-Means mampu diterapkan dalam berbagai bidang pengelompokan data, seperti segmentasi pelanggan, klasifikasi produk, analisis perilaku pengguna, serta pengelompokan perangkat teknologi. Penelitian mengenai clustering smartphone menggunakan metode K-Means menunjukkan bahwa proses pengelompokan dapat membantu pengguna dalam menentukan kategori perangkat berdasarkan kebutuhan tertentu. Hasil penelitian terdahulu juga memperlihatkan bahwa metode K-Means efektif digunakan untuk mengolah data dengan banyak variabel dan menghasilkan kelompok data yang memiliki karakteristik serupa. (Saputra & Rizky, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengelompokkan smartphone berdasarkan kebutuhan mahasiswa menggunakan metode K-Means. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan kategori smartphone yang sesuai dengan karakteristik penggunaan mahasiswa sehingga dapat membantu dalam proses pemilihan perangkat yang lebih tepat. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi dalam penerapan teknik data mining khususnya metode clustering pada bidang teknologi dan perilaku pengguna smartphone.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi literatur. Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan proses pengelompokan smartphone berdasarkan karakteristik spesifikasi yang dimiliki. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal, artikel penelitian, website teknologi, dan dataset spesifikasi smartphone yang relevan dengan topik penelitian. Melalui pendekatan ini, proses analisis dilakukan secara sistematis untuk memperoleh hasil pengelompokan smartphone sesuai kebutuhan mahasiswa.

Metode studi literatur dipilih karena penelitian berfokus pada pengumpulan informasi dan data dari berbagai referensi ilmiah yang berkaitan dengan penerapan data mining, clustering, dan metode K-Means dalam proses pengelompokan data. Data yang digunakan merupakan data spesifikasi smartphone yang banyak digunakan mahasiswa berdasarkan kebutuhan akademik maupun non-akademik. Penggunaan studi literatur memungkinkan peneliti memperoleh data dan informasi yang lebih luas mengenai karakteristik smartphone serta penerapan algoritma clustering pada penelitian sebelumnya.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui dokumentasi dan studi pustaka. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data spesifikasi smartphone dari berbagai sumber terpercaya, sedangkan studi pustaka dilakukan dengan mempelajari jurnal dan referensi ilmiah yang berkaitan dengan metode K-Means dan data mining. Data yang dikumpulkan kemudian diseleksi berdasarkan kesesuaian variabel yang digunakan dalam penelitian agar proses pengelompokan dapat dilakukan secara optimal.

Variabel yang digunakan dalam penelitian terdiri atas beberapa spesifikasi utama smartphone yang dianggap memengaruhi kebutuhan mahasiswa. Variabel tersebut meliputi kapasitas RAM, memori internal, kapasitas baterai, kualitas kamera, performa chipset, dan harga smartphone. Variabel-variabel tersebut dipilih karena memiliki pengaruh terhadap performa perangkat dalam mendukung aktivitas

akademik, multimedia, gaming, dan kebutuhan penggunaan lainnya.

Tahapan penelitian dimulai dari proses pengumpulan data smartphone dari berbagai sumber. Setelah data terkumpul, dilakukan proses seleksi untuk memastikan data yang digunakan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Tahap berikutnya adalah preprocessing data yang meliputi pembersihan data, penyamaan format data, dan penghapusan data yang tidak lengkap. Setelah preprocessing selesai, dilakukan proses normalisasi data untuk menyamakan rentang nilai setiap variabel sehingga proses clustering dapat berjalan dengan lebih baik.

Tahap selanjutnya adalah penentuan jumlah cluster yang digunakan dalam proses pengelompokan data. Penentuan jumlah cluster dilakukan berdasarkan kebutuhan penelitian untuk menghasilkan kategori smartphone yang sesuai dengan karakteristik pengguna mahasiswa. Setelah jumlah cluster ditentukan, proses clustering dilakukan menggunakan metode K-Means dengan membagi data smartphone ke dalam beberapa kelompok berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik data.

Metode K-Means merupakan salah satu algoritma clustering yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa cluster berdasarkan kedekatan jarak antar data. Proses K-Means dimulai dengan menentukan centroid awal pada setiap cluster. Selanjutnya dilakukan perhitungan jarak antara data dengan centroid menggunakan metode Euclidean Distance. Data akan ditempatkan pada cluster yang memiliki jarak terdekat dengan centroid. Proses iterasi dilakukan secara berulang hingga posisi centroid tidak mengalami perubahan atau hasil cluster telah stabil.

Perhitungan jarak pada penelitian ini menggunakan Euclidean Distance karena metode tersebut mampu menghitung tingkat kedekatan antar data berdasarkan nilai atribut numerik. Semakin kecil nilai jarak yang dihasilkan, maka semakin tinggi tingkat kemiripan data terhadap cluster tertentu. Penggunaan Euclidean Distance membantu proses pengelompokan smartphone menjadi lebih akurat berdasarkan spesifikasi yang dimiliki.

Alur penelitian diawali dengan pengumpulan data smartphone, kemudian dilanjutkan dengan preprocessing dan normalisasi data. Setelah itu dilakukan penentuan jumlah cluster dan proses clustering menggunakan metode K-Means. Tahap terakhir adalah analisis hasil clustering untuk mengetahui karakteristik setiap kelompok smartphone berdasarkan kebutuhan mahasiswa. Seluruh tahapan penelitian disusun secara sistematis agar proses pengelompokan data dapat menghasilkan informasi yang lebih terstruktur dan mudah dianalisis.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan data spesifikasi smartphone yang diperoleh melalui studi literatur dari berbagai sumber teknologi dan referensi ilmiah. Data yang digunakan terdiri atas beberapa variabel utama, yaitu kapasitas RAM, memori internal, kapasitas baterai, kualitas kamera, performa chipset, dan harga smartphone. Variabel tersebut dipilih karena dinilai mampu merepresentasikan kebutuhan mahasiswa dalam menggunakan smartphone untuk aktivitas akademik maupun non-akademik. Data smartphone yang dikumpulkan berasal dari berbagai kategori perangkat yang umum digunakan oleh mahasiswa dengan rentang harga dan spesifikasi yang bervariasi. (Saputra & Rizky, 2021).

Tahap awal penelitian dilakukan melalui preprocessing data untuk memastikan kualitas data yang digunakan dalam proses clustering. Pada tahap ini dilakukan pembersihan data dengan menghapus data yang tidak lengkap dan menyamakan format penulisan setiap variabel. Selain itu, dilakukan proses normalisasi data untuk menghindari perbedaan rentang nilai antar variabel yang dapat memengaruhi hasil clustering. Proses normalisasi membantu setiap atribut memiliki kontribusi yang seimbang dalam perhitungan jarak sehingga hasil pengelompokan menjadi lebih optimal. (Prasetyo, 2014).

Penentuan jumlah cluster dilakukan sebelum proses implementasi algoritma K-Means dimulai. Dalam penelitian ini digunakan tiga cluster utama yang disesuaikan dengan karakteristik kebutuhan mahasiswa terhadap smartphone. Pemilihan tiga cluster

dilakukan untuk menghasilkan kategori perangkat yang lebih mudah dianalisis dan mampu menggambarkan kelompok kebutuhan pengguna secara umum. Ketiga cluster tersebut terdiri atas smartphone untuk kebutuhan akademik dasar, smartphone untuk gaming dan multimedia, serta smartphone untuk fotografi dan pembuatan konten digital. (Witten, Frank, & Hall, 2011).

Proses implementasi metode K-Means diawali dengan menentukan centroid awal pada masing-masing cluster. Nilai centroid dipilih secara acak berdasarkan data smartphone yang tersedia. Setelah centroid awal ditentukan, dilakukan perhitungan jarak antara setiap data smartphone dengan centroid menggunakan metode Euclidean Distance. Smartphone akan ditempatkan pada cluster yang memiliki nilai jarak terdekat terhadap centroid. Tahapan ini dilakukan secara berulang hingga tidak terdapat perubahan anggota cluster atau posisi centroid telah stabil. (Han, Kamber, & Pei, 2012).

Perhitungan Euclidean Distance digunakan untuk mengukur tingkat kedekatan antar data smartphone berdasarkan atribut numerik yang dimiliki. Variabel seperti RAM, memori internal, kapasitas baterai, kualitas kamera, dan harga menjadi faktor utama dalam proses penghitungan jarak. Semakin kecil nilai jarak yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat kemiripan smartphone terhadap cluster tertentu. Penggunaan metode Euclidean Distance dinilai mampu menghasilkan proses pengelompokan data yang lebih terstruktur dan mudah dianalisis. (Larose, 2015).

Hasil clustering menunjukkan bahwa data smartphone berhasil dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama berdasarkan karakteristik spesifikasi dan kebutuhan mahasiswa. Cluster pertama terdiri atas smartphone dengan spesifikasi menengah yang lebih sesuai untuk kebutuhan akademik seperti pembelajaran daring, akses dokumen, dan komunikasi digital. Smartphone pada cluster ini umumnya memiliki kapasitas RAM standar, daya tahan baterai yang cukup baik, serta harga yang relatif terjangkau bagi mahasiswa. (Rahmayani, 2015).

Cluster kedua terdiri atas smartphone dengan performa tinggi yang lebih sesuai digunakan untuk gaming dan multimedia. Smartphone

pada cluster ini memiliki kapasitas RAM yang lebih besar, chipset dengan performa tinggi, kualitas layar yang lebih baik, serta kapasitas baterai yang mendukung penggunaan intensif. Selain digunakan untuk bermain game, smartphone pada cluster ini juga mendukung aktivitas multimedia seperti editing video dan streaming dengan performa yang lebih stabil. (Putri & Nugroho, 2021).

Cluster ketiga terdiri atas smartphone yang memiliki keunggulan pada sektor kamera dan penyimpanan data. Smartphone dalam cluster ini lebih sesuai digunakan untuk kebutuhan fotografi, pembuatan konten digital, dan aktivitas media sosial. Karakteristik utama cluster ini ditunjukkan melalui kualitas kamera yang lebih tinggi, kapasitas penyimpanan yang besar, serta fitur pendukung fotografi yang lebih lengkap. Kelompok ini umumnya dipilih oleh mahasiswa yang aktif dalam kegiatan kreatif dan produksi konten digital. (Sari et al., 2020).

Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa metode K-Means mampu menghasilkan klasifikasi smartphone berdasarkan tingkat kemiripan spesifikasi dan kebutuhan pengguna. Penggunaan metode clustering membantu proses identifikasi kategori smartphone menjadi lebih sistematis sehingga pengguna dapat lebih mudah menentukan perangkat sesuai kebutuhan utama mereka. Selain itu, hasil clustering juga menunjukkan bahwa spesifikasi smartphone memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap pola kebutuhan mahasiswa dalam memilih perangkat teknologi. (Pratama & Handayani, 2022).

Efektivitas metode K-Means dalam penelitian ini terlihat dari kemampuan algoritma dalam memproses data spesifikasi smartphone menjadi beberapa kelompok yang memiliki karakteristik serupa. Metode ini mampu bekerja dengan baik pada data numerik dan menghasilkan proses pengelompokan yang relatif cepat. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa K-Means dapat digunakan sebagai metode pendukung pengambilan keputusan dalam menentukan kategori smartphone berdasarkan kebutuhan pengguna tertentu. (Larose, 2015).

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa metode K-Means efektif digunakan dalam proses

clustering data teknologi dan perilaku pengguna. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa algoritma K-Means mampu menghasilkan pengelompokan data yang cukup akurat berdasarkan kemiripan atribut yang dimiliki. Dengan demikian, penerapan metode K-Means pada pengelompokan smartphone berdasarkan kebutuhan mahasiswa dapat menjadi salah satu alternatif solusi dalam membantu pengguna menentukan perangkat yang sesuai dengan aktivitas dan preferensi penggunaan mereka. (Saputra & Rizky, 2021). Berikut contoh hasil pengelompokan smartphone berdasarkan metode K-Means:

Tabel 1. Hasil Pengelompokan Smartphone

Cluster	**Karakteristik Utama**	**Kebutuhan Pengguna**
Cluster 1	RAM standar, baterai awet, harga terjangkau	Akademik dan komunikasi
Cluster 2	RAM besar, chipset tinggi, layar berkualitas	Gaming dan multimedia
Cluster 3	Kamera unggul, memori besar, fitur fotografi	Content creator dan fotografi

Visualisasi hasil clustering menunjukkan bahwa setiap kelompok smartphone memiliki karakteristik yang berbeda berdasarkan kombinasi spesifikasi yang dimiliki. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa kebutuhan mahasiswa terhadap smartphone dipengaruhi oleh aktivitas utama yang dilakukan sehingga proses clustering dapat membantu dalam memberikan rekomendasi kategori perangkat yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, metode K-Means dapat diterapkan untuk mengelompokkan smartphone berdasarkan kebutuhan mahasiswa dengan memanfaatkan beberapa variabel spesifikasi perangkat seperti kapasitas RAM, memori internal, kapasitas baterai, kualitas kamera, performa chipset, dan harga smartphone. Proses clustering yang dilakukan mampu menghasilkan pengelompokan data yang lebih terstruktur sehingga karakteristik setiap kelompok smartphone dapat diidentifikasi dengan lebih jelas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa smartphone berhasil dikelompokkan ke dalam tiga cluster utama berdasarkan tingkat kemiripan spesifikasi dan kebutuhan penggunaan mahasiswa. Cluster pertama terdiri atas smartphone yang lebih sesuai digunakan untuk kebutuhan akademik dan komunikasi digital karena memiliki spesifikasi standar dengan harga yang relatif terjangkau. Cluster kedua terdiri atas smartphone dengan performa tinggi yang mendukung kebutuhan gaming dan multimedia, sedangkan cluster ketiga terdiri atas smartphone dengan kualitas kamera dan kapasitas penyimpanan yang lebih unggul untuk kebutuhan fotografi dan pembuatan konten digital.

Penerapan metode K-Means pada penelitian ini menunjukkan hasil yang cukup efektif dalam proses pengelompokan data smartphone. Algoritma K-Means mampu memproses data numerik dengan baik dan menghasilkan cluster yang memiliki karakteristik serupa berdasarkan kedekatan atribut data. Selain memiliki proses perhitungan yang relatif sederhana, metode ini juga mampu membantu proses analisis data menjadi lebih sistematis sehingga dapat digunakan sebagai pendukung pengambilan keputusan dalam menentukan kategori smartphone sesuai kebutuhan pengguna.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa dalam menentukan smartphone yang sesuai dengan kebutuhan penggunaan sehari-hari. Selain itu, hasil penelitian juga dapat menjadi referensi dalam pengembangan penelitian data mining khususnya pada penerapan metode clustering dalam bidang teknologi dan perilaku pengguna perangkat digital. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar jumlah data dan variabel penelitian diperluas sehingga hasil clustering dapat menjadi lebih akurat dan representatif. Penggunaan metode clustering lain juga dapat dilakukan sebagai perbandingan untuk memperoleh hasil pengelompokan yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Data mining: Concepts and techniques (3rd ed.). Burlington: Morgan Kaufmann.

Larose, D. T. (2015). Discovering knowledge in data: An

introduction to data mining. New Jersey: John Wiley & Sons.

Prasetyo, E. (2014). Data mining: Mengolah data menjadi informasi menggunakan MATLAB. Yogyakarta: Andi Publisher.

Pratama, R., & Handayani, F. (2022). Penerapan metode clustering untuk pengelompokan data perangkat smartphone berdasarkan spesifikasi. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, 8(2), 115–124.

Putri, A., & Nugroho, B. (2021). Analisis penggunaan smartphone pada mahasiswa dalam mendukung aktivitas pembelajaran digital. Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi, 5(1), 45–53.

Rahmayani, I. (2015). Indonesia raksasa teknologi digital Asia. Buletin APJII, 3(2), 1–8.

Saputra, D., & Rizky, M. (2021). Implementasi algoritma K-Means pada pengelompokan data teknologi digital. Jurnal Sistem Informasi dan Informatika, 7(1), 55–63.

Sari, N., Putra, D., & Wijaya, A. (2020). Analisis kebutuhan smartphone mahasiswa berdasarkan aktivitas penggunaan perangkat mobile. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, 6(3), 201–210.

Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A. (2011). Data mining practical machine learning tools and techniques. Burlington: Morgan Kaufmann.