

Pengukuran Konsistensi Kinerja Belajar Mahasiswa Menggunakan Algoritma K-Means

¹Muhammad Firmansyah Gumelar^{#1}, Herbert Siregar^{#2}, Jajang Kusnendar^{#3}

Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Indonesia
Bandung, Indonesia

¹firmansyah.gumelar@student.upi.edu

²herbert@upi.edu

³jkusnendar@upi.edu

Abstract — The rapid development of technology has now entered various fields, including education. The Industrial Revolution 4.0 in the field of education requires students to be able to compete with other students in various aspects from many regions. One of the challenges is a trusted workforce, which requires the maturity of skills and knowledge needed, and this is obtained from the results of learning performance from the education they take. This makes learners must be able to maintain their learning performance to be able to compete. Research on measuring the consistency of learning performance of learners, such as university students, is still rare. This research will use a clustering method, namely K-Means to measure the consistency of learning performance. The data used is dummy student data or fictitious data created by the author. The number of students to be studied is 80 people who will be divided into 3 clusters. There are two methods used, namely the standard K-Means method, and K-Means with MinMaxScaler (MMS). MMS is used to convert the data range into a certain range such as 0 and 1. The results of measuring the consistency of overall student learning performance in the standard method which is classified as up, fixed, and down are 36%, 39%, and 25%. While in the MMS method are 36%, 44%, and 20%.

Keywords — industrial revolution 4.0, consistency, learning performance, students, clustering, K-Means

Abstrak — Pesatnya perkembangan teknologi kini telah memasuki berbagai bidang, termasuk pendidikan. Revolusi Industri 4.0 dalam bidang pendidikan menuntut peserta didik untuk mampu bersaing dengan peserta didik lainnya di berbagai aspek dari banyak wilayah. Salah satu tantangannya adalah tenaga kerja yang terpercaya, yang membutuhkan kematangan *skill* dan pengetahuan yang dibutuhkan, dan ini didapat dari hasil kinerja belajar dari pendidikan yang mereka ambil. Ini membuat para peserta didik harus mampu menjaga kinerja belajar mereka agar mampu bersaing. Penelitian tentang pengukuran konsistensi kinerja belajar peserta didik, seperti mahasiswa, masih jarang dilakukan.

Penelitian ini akan menggunakan sebuah metode *clustering*, yaitu K-Means untuk melakukan pengukuran konsistensi kinerja belajar tersebut. Data yang digunakan adalah data mahasiswa *dummy* atau data fiktif yang dibuat sendiri oleh penulis. Jumlah mahasiswa yang akan diteliti adalah 80 orang yang akan dibagi menjadi 3 kluster. Ada dua metode yang digunakan, yaitu metode K-Means standar, dan K-Means dengan *MinMaxScaler* (MMS). MMS digunakan untuk mengubah rentang data menjadi rentang tertentu seperti 0 dan 1. Hasil pengukuran konsistensi kinerja belajar mahasiswa secara keseluruhan dalam metode standar yang tergolong naik, tetap, dan turun masing-masing adalah 36%, 39%, dan 25%. Sedangkan dalam metode MMS adalah 36%, 44%, dan 20%.

Kata kunci — revolusi industri 4.0, konsistensi, kinerja belajar, mahasiswa, *clustering*, K-Means

I. PENDAHULUAN

Teknologi kini telah berkembang pesat. Teknologi seperti internet, AI (*artificial intelligence*) dan IoT (*Internet of Things*) telah memasuki berbagai bidang, termasuk pendidikan. Ini ditandai dengan penerapan berbagai cara untuk mengintegrasikan teknologi siber baik secara fisik maupun non-fisik dalam pembelajaran, yang kemudian disebut sebagai Revolusi Industri 4.0 dalam bidang pendidikan [1]. Revolusi Industri 4.0 secara umum merupakan suatu proses industri yang terhubung secara digital yang mencakup berbagai jenis teknologi termasuk *artificial intelligence* (AI), *e-commerce*, *big data*, *fintech*, *shared economies*, hingga penggunaan robot yang diyakini mampu meningkatkan produktivitas [2]. Di era ini, peserta didik dituntut untuk mampu berpikir kreatif, inovatif, mampu berkomunikasi, berkolaborasi, dan memiliki rasa percaya diri untuk mampu bersaing dengan peserta didik lainnya dari banyak wilayah [3]. Di era ini pula, setiap orang harus memiliki pemahaman dan kemampuan dalam literasi digital, informasi, media, dan menguasai teknologi informasi dan komunikasi untuk menghadapi pembelajaran di era Revolusi Industri 4.0 ini [4]. Menurut Irianto,

tantangan Industri 4.0 secara sederhana adalah kesiapan industri, tenaga kerja terpercaya, kemudahan pengaturan sosial budaya, serta diversifikasi dan penciptaan lapangan kerja [5]. Tenaga kerja yang terpercaya membutuhkan kematangan *skill* dan pengetahuan yang dibutuhkan para perusahaan di era ini. Ini didapat dari hasil kinerja belajar dari pendidikan yang mereka ambil. Hal ini membuat peserta didik harus mampu menjaga kinerja belajar mereka agar mampu bersaing dengan dunia luar tidak hanya dalam negeri, tapi juga di seluruh dunia.

Kinerja belajar adalah suatu bukti keberhasilan belajar atau kemampuan seseorang siswa dalam melakukan kegiatan belajar sesuai dengan bobot yang dicapainya [6]. Ada beberapa macam cara dalam mengukur kinerja belajar siswa, salah satunya adalah menggunakan alat ukur berupa tes/evaluasi. Gronlund mengatakan bahwa evaluasi adalah suatu proses yang sistematis untuk menentukan atau membuat keputusan sampai sejauh mana tujuan-tujuan pengajaran telah dicapai oleh siswa [7]. Sedangkan menurut Arikunto, tes atau evaluasi adalah alat atau prosedur yang digunakan untuk mengetahui atau mengukur sesuatu dalam suasana tertentu dengan cara dan aturan-aturan yang sudah ditentukan [8].

Dalam perguruan tinggi, kinerja belajar memiliki banyak bentuk atau komponen yang dievaluasi; misalnya nilai IP seorang mahasiswa berdasarkan jumlah SKS yang mereka ambil dalam satu semester. Namun, masih jarang sekali penelitian tentang mengukur konsistensi dalam kinerja belajar ini. Misalnya apakah kinerja seorang mahasiswa dalam semester 1 akan meningkat atau menurun dalam semester berikutnya, dan ini akan terus diamati sehingga bisa diketahui bagaimana hasil evaluasi siswa tersebut. Jika menurun, maka bisa diambil langkah-langkah untuk menaikkan kinerja tersebut kembali. Adapun jika meningkat, siswa tersebut bisa didorong supaya ia bisa mempertahankan hasil kinerja tersebut.

Dalam pengukuran kinerja belajar mahasiswa berdasarkan IP dan jumlah SKS mereka, penulis akan menggunakan sebuah metode *clustering* yaitu K-Means. K-Means adalah sebuah metode *clustering* yang memisahkan atau mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok atau juga disebut klaster yang berbeda [9]. Sedangkan *clustering* sendiri adalah sebuah metode untuk mencari struktur klaster dalam sebuah *dataset* yang dicirikan oleh kesamaan di dalam klaster yang sama dan ketidaksamaan dengan klaster-klaster lainnya yang berbeda [10]. Dengan metode K-Means, penulis akan mengelompokkan nilai-nilai dari komponen-komponen tersebut ke dalam klaster-klaster yang sudah kita tentukan untuk mengetahui di klaster mana kinerja mereka berada. Nantinya ini akan dilakukan untuk beberapa semester untuk mengetahui konsistensi nilai mereka, apakah masih di klaster yang sama atau berpindah klaster yang berarti kinerja mereka meningkat atau menurun.

Konsistensi berasal dari kata “konsisten”; yang artinya tetap, selaras, dan sesuai [11]. Menurut Evertson & Emmer,

konsistensi adalah mempertahankan ekspektasi yang sama dalam sebuah kegiatan tertentu sepanjang waktu dan bagi semua orang [12]. Bisa dikatakan bahwa konsistensi kinerja belajar mahasiswa disini berarti ia mampu menjaga nilai IP-nya agar tidak turun atau bahkan mampu meningkatkan kinerjanya selama periode tertentu.

II. PENELITIAN TERKAIT

Penggunaan metode K-Means sudah banyak dilakukan dalam penelitian-penelitian lainnya, namun belum banyak penelitian tentang pengukuran konsistensi kinerja belajar mahasiswa.

Misalnya sistem rekomendasi dalam penempatan SAMSAT [13], menentukan kelompok belajar dalam suatu kelas berdasarkan kinerja keseluruhan siswa [9], segmentasi pelanggan produk *digital service* [14], serta pengelompokkan mahasiswa berdasarkan IPK dengan menggunakan *software Weka* [15].

III. KAJIAN PUSTAKA

A. *Clustering*

Clustering adalah salah satu metode *unsupervised learning* yaitu mesin dilatih untuk menentukan label ke sekumpulan contoh data dengan memanfaatkan *dataset* yang tidak berlabel [16]. *Clustering* juga dikatakan sebagai sebuah metode untuk mencari struktur klaster dalam sebuah *dataset* yang dicirikan oleh kesamaan di dalam klaster yang sama dan ketidaksamaan dengan klaster-klaster lainnya yang berbeda [10].

Tujuan utama dari *clustering* adalah mengelompokkan sejumlah data/objek ke dalam grup atau klaster sehingga dalam setiap klaster akan berisi data yang semirip mungkin. Objek dalam satu klaster sangat mirip satu sama lain dan berbeda dengan objek dalam klaster-klaster lainnya [17].

B. *K-Means*

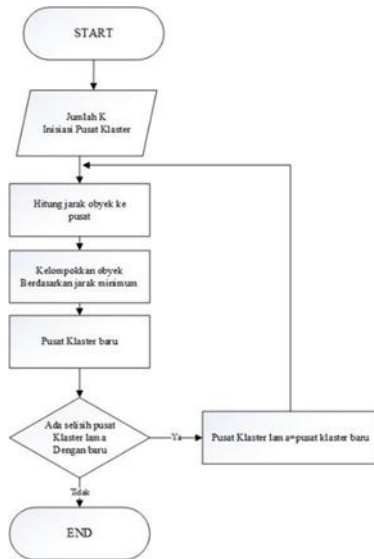
K-Means adalah sebuah metode *clustering* yang memisahkan atau mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok atau juga disebut klaster yang berbeda [11]. Untuk menggunakannya dibutuhkan sejumlah klaster di dalam suatu data dalam keadaan yang sudah ditentukan sebelumnya. Data-data ini kemudian diklasifikasikan ke dalam klaster-klaster yang sudah ditentukan jumlahnya. Ini dilakukan dengan cara menghitung jarak antara data dengan data centroid yang ditentukan secara acak. Penghitungan ini akan dilakukan hingga tidak ada lagi perubahan anggota di dalam suatu iterasi [18] [19].

Menurut McQueen, algoritma dasar dari metode K-Means adalah sebagai berikut [20]:

- 1) Tentukan jumlah klaster
- 2) Alokasikan data ke dalam klaster secara random
- 3) Hitung centroid/rata-rata dari data yang ada di masing-masing klaster

- 4) Alokasikan masing-masing data ke centroid/rata-rata terdekat
- 5) Kembali ke step 3, apabila masih ada data yang berpindah klaster. Jika tidak ada, maka dianggap selesai.

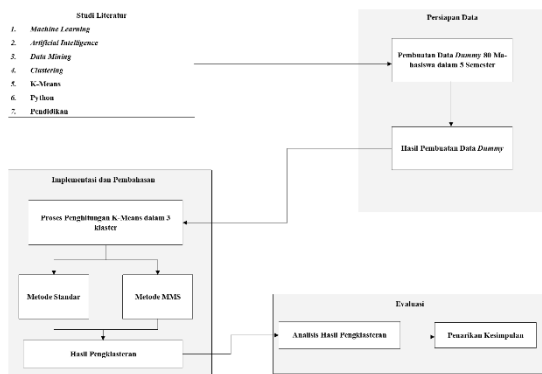
Flowchart untuk algoritma K-Means dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart algoritma K-Means [17]

IV. METODOLOGI PENELITIAN

Skema untuk penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema penelitian

Berdasarkan Gambar 2; tahap pertama yang akan dilakukan adalah studi literatur, yaitu tahap mempelajari materi dan teori yang berkaitan dengan penelitian ini. Tahap selanjutnya adalah persiapan data, yaitu tahap persiapan data yang akan digunakan. Data tersebut adalah data mahasiswa *dummy* atau data fiktif yang dibuat sendiri oleh penulis dengan asumsi data tersebut adalah data valid dari suatu angkatan di sebuah fakultas yang diperoleh dari

sebuah universitas di kota Bandung. Jumlah mahasiswa dalam angkatan ini adalah 80 orang. Tahap ketiga adalah implementasi dan pembahasan, yaitu pengimplementasian metode K-Means menggunakan dua metode, yaitu K-Means standar dan *MinMaxScaler* (MMS) dalam pengelompokkan mahasiswa ke dalam klaster yang sudah ditentukan yaitu sebanyak 3 klaster dalam 5 semester. Klaster pertama adalah klaster rendah, klaster kedua adalah klaster tengah, dan klaster ketiga adalah klaster tinggi. Alasan pemilihan jumlah klaster ini adalah secara umum hasil kinerja belajar terdiri atas tiga kelompok; yaitu meningkat, tetap, dan menurun. Penggunaan kedua metode K-Means ini dimaksudkan sebagai perbandingan hasil penghitungan tersebut, dengan metode standar dilakukan pertama, dan metode MMS dilakukan setelahnya. Dan terakhir adalah evaluasi, yaitu tahap analisis dan penarikan kesimpulan dari hasil pengimplementasian kedua metode K-Means dalam pengukuran konsistensi kinerja belajar mahasiswa yang dilakukan di tahap sebelumnya. Analisis dilakukan dengan membuat beberapa diagram dari hasil pengklasteran mahasiswa dan hasil kinerja belajarnya dalam 5 semester.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, ada dua macam metode K-Means yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu K-Means standar dan K-Means dengan menggunakan fungsi *MinMaxScaler* (MMS). MMS dapat digunakan jika perbedaan rentang antara dua atribut tergolong jauh, sehingga *plot* tidak muncul dengan sempurna. Fungsi MMS adalah untuk menstandarisasikan data menjadi rentang yang diinginkan, misalnya antara 0 sampai 1. Ini membuat data lebih mudah untuk diklasterkan.

Proses penghitungan menggunakan metode K-Means akan dilakukan dengan menggunakan program Jupyter Notebook, dan menggunakan berbagai *library* Python seperti *scikit-learn* (termasuk MMS), *pandas*, dan *matplotlib*. *IDLE* yang merupakan sebuah *environment* untuk membuat dan menjalankan tampilan antarmuka grafis berbasis Python dengan menggunakan *library tkinter* juga akan digunakan dalam penelitian ini. Sedangkan untuk proses visualisasi statistik akan dilakukan dengan Microsoft Excel. Variabel yang diukur adalah variabel kognitif dalam prestasi belajar, yaitu nilai IP dari keseluruhan mata kuliah yang para mahasiswa ambil beserta total SKS yang mereka ambil.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengimplementasian Metode K-Means

Hasil dari pengimplementasian kedua metode K-Means untuk pengukuran konsistensi kinerja belajar selama 5 semester dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

TABEL 1 KINERJA BELAJAR MAHASISWA SELAMA 5 SEMESTER DENGAN METODE STANDAR

Semester	Klaster			Iterasi
	Rendah	Tengah	Tinggi	
1	26	35	19	3
2	19	22	39	3
3	22	28	30	3
4	14	38	28	3
5	17	35	28	4

TABEL 2 KINERJA BELAJAR MAHASISWA SELAMA 5 SEMESTER DENGAN METODE MMS

Semester	Klaster			Iterasi
	Rendah	Tengah	Tinggi	
1	32	31	17	3
2	19	30	31	6
3	21	29	30	3
4	13	40	27	6
5	18	37	25	5

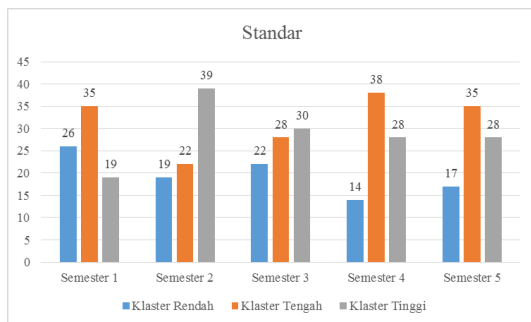
Pada Tabel 1 dan 2 terlihat ada perbedaan yang cukup signifikan diantara kedua metode yang digunakan pada semester 1 dan 2 dalam jumlah anggota klasternya, sedangkan untuk sisanya perbedaannya tidak terlalu signifikan.

B. Data Statistik Kinerja Belajar Mahasiswa

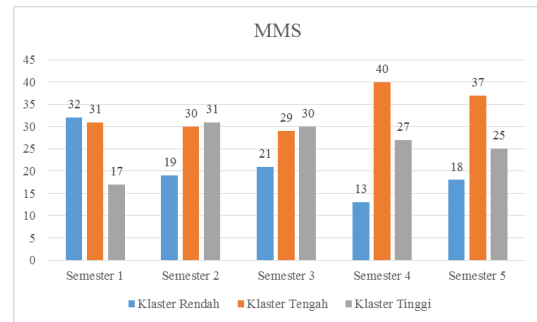
Di sini penulis akan memaparkan data statistik dari kinerja belajar mahasiswa yang telah diteliti sebelumnya.

1. Pengklasteran Kinerja Belajar Mahasiswa

Grafik berdasarkan hasil pengimplementasian K-Means pada Tabel 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3 Grafik pengklasteran kinerja mahasiswa metode standar



Gambar 4 Grafik pengklasteran kinerja mahasiswa metode MMS

Dari Gambar 3 dan 4, diketahui bahwa ada perbedaan yang signifikan pada semester 1 dan 2 dalam kedua metode K-Means yang digunakan. Pada semester 1, lebih banyak mahasiswa berada dalam klaster tengah pada metode standar, namun lebih banyak berada dalam klaster rendah pada metode MMS. Pada semester 2, lebih banyak mahasiswa berada pada klaster tinggi dalam metode standar, namun pada metode MMS, jumlah mahasiswa pada klaster tengah dan tinggi sangat berdekatan. Sedangkan pada semester lainnya, jumlah mahasiswanya cenderung mirip.

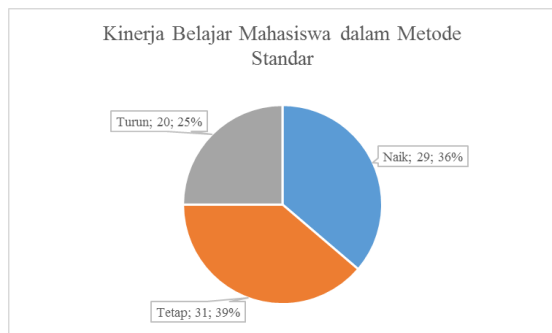
2. Konsistensi Kinerja Belajar Mahasiswa

Di sub-bab ini, konsistensi kinerja keseluruhan mahasiswa akan ditampilkan; apakah mereka memiliki kecenderungan naik, tetap, atau turun. Tabel 3 menampilkan jumlah mahasiswa dari hasil kinerja belajar mereka dalam kedua metode K-Means yang digunakan, yaitu metode K-Means standar dan K-Means dengan *MinMaxScaler* (MMS).

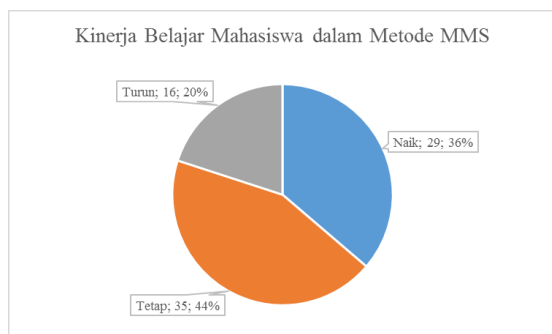
TABEL 3 HASIL KINERJA BELAJAR MAHASISWA DALAM DUA METODE K-MEANS

Hasil Kinerja	Metode K-Means	
	Standar	MMS
Naik	29	29
Tetap	31	35
Turun	20	16

Selanjutnya, berdasarkan Tabel 3 dibuat grafik lingkaran untuk data statistik kinerja belajar dari kedua metode yang digunakan seperti yang ditampilkan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5 Diagram lingkaran untuk kinerja belajar mahasiswa dalam metode standar



Gambar 6 Diagram lingkaran untuk kinerja belajar mahasiswa dalam metode MMS

Berdasarkan Gambar 5 dan 6, diketahui bahwa dalam metode standar; mahasiswa yang memiliki kinerja yang tergolong naik sebanyak 29 orang atau 36% dari keseluruhan mahasiswa dalam angkatan tersebut, kinerja tetap sebanyak 31 orang atau 39%, serta kinerja turun sebanyak 20 orang atau 25%. Sedangkan dalam metode MMS, mahasiswa yang memiliki kinerja naik sebanyak 29 orang atau 36%, kinerja tetap sebanyak 35 orang atau 44%, serta kinerja turun sebanyak 16 orang atau 20%.

VI. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini, penulis berpendapat bahwa penggunaan metode K-Means untuk mengetahui konsistensi kinerja belajar mahasiswa bisa dilakukan, namun terkadang hasil pengelompokkan dengan kedua metode tersebut belum sesuai ekspektasi penulis ketika melakukan proses penghitungan ini. Meskipun begitu, penulis merasa metode K-Means tetap dapat digunakan untuk mengetahui konsistensi nilai siswa atau mahasiswa selama periode tertentu. Dari kedua metode yang digunakan (standar dan MMS), penulis memilih metode MMS karena hasil pengelompokannya lebih baik dibandingkan dengan metode standar dikarenakan penskalaan data ke rentang 0 dan 1 menjadikan proses penghitungan lebih baik dibandingkan metode standar.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan metode dan algoritma *clustering* lainnya agar bisa mendapatkan hasil yang lebih cepat dan lebih

akurat, serta menggunakan data nilai asli dari sekolah atau perguruan tinggi agar bisa mendapatkan gambaran kinerja belajar yang lebih nyata.

REFERENSI

- [1] S. G. A. Theffidy, "Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0 di Tengah Covid-19," Ombudsman Republik Indonesia, 31 March 2020. [Online]. Available: <https://ombudsman.go.id/artikel/r/artikel--pendidikan-era-revolusi-industri-4-0-di-tengah-covid-19>. [Diakses 3 November 2021].
- [2] M. M. Mubyarto dan G. P. D. Sohibien, "Determinan Daya Saing Sektor Manufaktur Unggulan Menuju Program Making Indonesia 4.0," dalam *Seminar Nasional Official Statistics 2019*, Jakarta, 2019.
- [3] B. S. Saepudin, "Revolusi Industri 4.0, Apakah Itu? Dan Pengaruhnya Terhadap Dunia Pendidikan," Dinas Pendidikan Kabupaten Bandung Barat, 2019. [Online]. Available: <https://disdikbb.org/news/revolusi-industri-4-0-apakah-itu-dan-pengaruhnya-terhadap-dunia-pendidikan/>. [Diakses 3 November 2021].
- [4] J. D. Putriani dan Hudaidah, "Penerapan Pendidikan Indonesia di Era Revolusi Industri 4.0," *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, vol. 3, no. 3, pp. 831-838, 2021.
- [5] M. A. Ghufro, "Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang dan Solusi bagi Dunia Pendidikan," dalam *Seminar Nasional dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat*, Jakarta, 2018.
- [6] W. Winkel, *Psikologi Pendidikan dan Evaluasi Belajar*, Jakarta: Gramedia, 1997.
- [7] N. Purwanto, *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*, Bandung: Rosda Karya, 1994.
- [8] S. Arikunto, *Dasar-dasar Evaluasi Belajar*, Jakarta: Bumi Aksara, 2003.
- [9] F. E. M. Agustin, A. Fitria dan A. Hanifah, "Implementasi Algoritma K-Means untuk Menentukan Kelompok Pengayaan Materi Mata Pelajaran Ujian Nasional (Studi Kasus: SMP Negeri 101 Jakarta)," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 73-78, 2015.
- [10] K. P. Sinaga dan M.-S. Yang, "Unsupervised K-Means Clustering Algorithm," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 80716-80727, 2020.
- [11] A. Harianto, "Konsistensi Mediasi Hubungan Industrial dalam Perspektif Asas-asas Mediasi," *Majalah Ilmiah*, vol. 3, no. 2, pp. 89-108, 2008.
- [12] C. M. Evertson dan E. T. Emmer, *Manajemen Kelas untuk Guru Sekolah Dasar*, Jakarta: Kencana, 2015.
- [13] F. Gunawan, "Rekomendasi Penempatan SAMSAT Keliling menggunakan Algoritma K-Means Clustering," Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2019.
- [14] N. H. Harani, C. Prianto dan F. A. Nugraha, "Segmentasi Pelanggan Produk Digital Service Indihome Menggunakan Algoritma K-Means Berbasis Python," *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, vol. 10, no. 2, pp. 133-146, 2020.

- [15] Asroni dan R. Adrian, "Penerapan Metode K-Means Untuk Clustering Mahasiswa Berdasarkan Nilai Akademik Dengan Weka Interface Studi Kasus Pada Jurusan Teknik Informatika UMM Magelang," *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, vol. 18, no. 1, pp. 76-82, 2015.
- [16] A. Burkov, *The Hundred-Page Machine Learning Book*, Quebec: Expert Systems, 2019.
- [17] I. Budiman, "Data Clustering Menggunakan Metodologi CRISP-DM Untuk Pengenalan Pola Proporsi Pelaksanaan Tridharma," Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [18] J. Han, J. Pei dan M. Kamber, *Data Mining: Concepts and Techniques*, San Francisco: Morgan Kaufmann, 2011.
- [19] K. Teknomo, "K-Means Clustering Tutorials," July 2007. [Online]. Available: <http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/kMean/>. [Diakses 17 March 2021].
- [20] Y. Agusta, "K-Means – Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait," *Jurnal Sistem dan Informatika*, vol. 3, pp. 47-60, 2007.