

Perancangan Sistem Aplikasi Penilaian Kedisiplinan Siswa Menggunakan Metode *K-Means Elbow* Berbasis Website (Studi Kasus : SDIP Baitul Maal)

Rafidah Hanun*

Universitas Pamulang, Indonesia

Email : rafidahanun.rh@gmail.com

Alamat: Jl. Suryakencana No.1, Pamulang Bar., Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417

*Penulis Korespondensi

Abstract. Discipline is a crucial aspect of education that plays a significant role in shaping students' character and sense of responsibility. However, the manual discipline assessment process at SDIP Baitul Maal presents several issues, such as inaccurate data, limited analysis capabilities, and difficulty for teachers and parents to monitor students effectively. With the advancement of information technology, digital systems offer a potential solution to improve the efficiency and objectivity of the evaluation process. This study aims to design and develop a web-based application for assessing student discipline by implementing the K-Means Clustering method optimized with the Elbow method. The system is designed to cluster students based on numerical data such as attendance, tardiness, neatness, and rule violations, allowing for more accurate classification of discipline levels. The results show that the system successfully groups students into clusters automatically and provides informative visualizations of the outcomes. Additionally, the system facilitates real-time monitoring and evaluation by school staff and parents through a user-friendly interface. Therefore, the application of the K-Means Elbow method proves effective in supporting decision-making within the educational environment. This research is expected to contribute to the digital transformation of school management and enhance the quality of student character development.

Keywords: Student Discipline, K-Means, Elbow Method, Website, Assessment System.

Abstrak. Disiplin merupakan aspek penting dalam pendidikan yang berperan besar dalam membentuk karakter, rasa tanggung jawab, serta kesiapan siswa dalam menghadapi tantangan di masa depan. Di SDIP Baitul Maal, proses penilaian disiplin yang masih dilakukan secara manual menghadapi berbagai permasalahan, antara lain ketidakakuratan dalam pengumpulan data, keterbatasan kemampuan analisis, serta kurangnya alat pemantauan yang efektif bagi guru dan orang tua. Permasalahan ini seringkali menyebabkan penilaian bersifat subjektif dan menyulitkan dalam mengidentifikasi pola perilaku siswa. Dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi, sistem digital menawarkan solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan objektivitas dalam proses evaluasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi berbasis web untuk penilaian kedisiplinan siswa dengan menerapkan algoritma K-Means Clustering yang dioptimalkan menggunakan metode Elbow. Sistem yang diusulkan dirancang untuk mengelompokkan siswa berdasarkan indikator numerik seperti kehadiran, keterlambatan, kerapian, dan pelanggaran aturan, sehingga memungkinkan klasifikasi tingkat kedisiplinan yang lebih tepat. Dengan penerapan metode Elbow, sistem dapat menentukan jumlah kluster yang optimal sehingga menghasilkan klasifikasi yang lebih akurat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengelompokkan siswa ke dalam kluster secara otomatis dan menyajikan visualisasi hasil dalam bentuk grafik dan laporan. Selain itu, antarmuka berbasis web memungkinkan guru dan orang tua memantau kedisiplinan siswa secara real-time, sehingga memudahkan proses evaluasi dan intervensi tepat waktu apabila diperlukan. Secara keseluruhan, penerapan algoritma K-Means dengan optimasi Elbow terbukti efektif dalam mendukung proses pengambilan keputusan di lingkungan pendidikan. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada transformasi digital dalam manajemen sekolah dan meningkatkan kualitas pengembangan karakter siswa.

Kata kunci: Kedisiplinan Siswa, K-Means, Elbow, Website, Sistem Penilaian

1. LATAR BELAKANG

Disiplin adalah tentang kemampuan seseorang untuk menerapkan pedoman, kebijakan, prosedur, atau tindakan tertentu dengan konsistensi dan memiliki rasa tanggung jawab. Disiplin juga melibatkan komitmen yang diberikan, mematuhi norma, atau ketepatan, baik itu serangkaian batasan, peraturan, kesepakatan, ketepatan waktu dalam konteks pribadi, sosial, akademik, atau profesional (Ritonga & Muhandhis, 2021). Seseorang siswa perlu memiliki kedisiplinan diri yang tinggi, baik saat berada di lingkungan sekolah maupun di rumah. Kedisiplinan tersebut mencakup ketekunan dalam belajar, ketertiban dalam mengerjakan tugas, serta kepatuhan terhadap tata tertib dan peraturan yang berlaku di sekolah. Sikap disiplin ini memegang peranan penting dalam membentuk pribadi yang unggul dan berkarakter.

SDIP Baitul Maal didirikan pada tanggal 20 Juli 1998. SDIP Baitul Maal merupakan sekolah swasta yang mengintegrasikan pendidikan agama Islam dengan ilmu pengetahuan umum, dengan tujuan membentuk siswa yang berakhlak mulia, cerdas, dan berwawasan global. Visi dari sekolah ini yaitu terwujudnya peserta didik yang sholeh, cerdas, mandiri, dan bertanggungjawab yang peduli lingkungan serta berwawasan global dengan menerapkan teknologi informasi (PPIA Baitul Maal, n.d.). Proses penilaian kedisiplinan yang dilakukan di sekolah ini dicatat secara manual dan subjektif, yang menyebabkan data yang tercatat tidak akurat dan sulit dianalisis secara menyeluruh. Akibatnya, pihak sekolah dan orangtua kesulitan dalam memantau perkembangan kedisiplinan siswa secara tepat waktu dan objektif.

Metode-metode yang biasa digunakan untuk sistem penilaian kedisiplinan, yaitu metode *Simple Additive Weighting* (SAW), metode *Fuzzy Logic Tsukamoto*, metode *K-means Clustering* untuk penilaian kedisiplinan siswa. Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) adalah metode pengambilan keputusan multikriteria yang menghitung nilai total dari setiap alternatif berdasarkan penjumlahan terbobot dari semua kriteria. Metode SAW memiliki kelemahan sensitif terhadap skala dan normalisasi data, tidak mempertimbangkan hubungan antar kriteria, dan kurang efektif jika data kriteria bersifat subjektif atau tidak terukur dengan jelas (Sofwatunnisa et al., 2025). Metode *Fuzzy Logic Tsukamoto* adalah salah satu teknik dalam sistem inferensi *fuzzy* yang menggunakan aturan berbasis "if-then" dengan *output* berupa nilai *crisp* yang diperoleh melalui proses defuzzifikasi. Kekurangan metode *fuzzy* yaitu proses perhitungannya lebih kompleks serta sulit dalam menentukan aturan dan fungsi keanggotaan yang tepat .

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *k-means clustering* dengan optimasi *elbow*. *K-means Clustering* yaitu algoritma yang membagi data ke dalam kelompok berdasarkan kedekatan nilai (*similarity*). Metode ini memiliki kelebihan yaitu sederhana dan mudah diimplementasikan, efisien untuk *dataset* besar, dan cepat dalam konvergensi hasil (Astuti & Muhamad Basysyar, 2024). *Metode elbow* adalah sebuah teknik dalam *unsupervised learning* yang digunakan untuk menentukan jumlah *cluster* yang optimal dalam algoritma *k-means clustering* (Basri et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penulis melakukan penelitian dan perancangan dengan tujuan untuk mengembangkan suatu sistem pendukung yang mampu menangani permasalahan tersebut secara efektif. Penelitian ini di susun dalam tugas akhir penelitian yang berjudul “Perancangan Sistem Aplikasi Penilaian Kedisiplinan Siswa Menggunakan Metode *K-Means Elbow* Berbasis *Website* (Studi Kasus : SDIP BAITUL MAAL)”.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian ini dilandasi oleh berbagai konsep teoritis yang mendukung proses perancangan dan pembangunan sistem, khususnya dalam konteks pemanfaatan teknologi informasi untuk penilaian kedisiplinan siswa. Kajian ini mencakup pengertian sistem aplikasi, konsep penilaian dan kedisiplinan siswa, serta metode dan teknologi yang digunakan dalam pengembangan sistem, seperti algoritma *K-means clustering*, pemrograman Python, serta perancangan basis data dan pengujian sistem.

Definisi Sistem Aplikasi

Sistem dapat didefinisikan sebagai kumpulan komponen yang saling terhubung dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu (Santi, 2020). Sementara itu, aplikasi adalah perangkat lunak yang dirancang untuk menjalankan tugas tertentu pada perangkat elektronik guna mendukung aktivitas manusia, meningkatkan efisiensi, dan mempermudah akses informasi sesuai dengan fungsinya

Definisi Penilaian

Penilaian merupakan proses sistematis dan berkelanjutan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data mengenai proses dan hasil belajar peserta didik, guna mengetahui sejauh mana kemampuan yang dimiliki serta menghasilkan informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan (Admin, 2022). Penilai dituntut bersikap adil dan akurat dalam proses ini.

Definisi Kedisiplinan Siswa

Menurut KBBI, kedisiplinan berasal dari kata "disiplin" yang berarti ketaatan dan kepatuhan terhadap aturan dan tata tertib (P.K.P.P dan P.B Team, 1997). Kedisiplinan merupakan kondisi yang terbentuk melalui perilaku yang mencerminkan nilai kepatuhan, keteraturan, dan ketertiban, yang berkembang dari pembinaan keluarga, pendidikan formal, dan lingkungan (Jamaludin et al., 2023). Tujuan kedisiplinan siswa adalah membentuk pribadi yang bertanggung jawab, meningkatkan kualitas belajar, serta mendorong perilaku positif.

Metode K-means Clustering

Pada tahun 1957, Stuart Lloyd mengembangkan algoritma *k-means* saat mengerjakan pengkodean sinyal di *bell labs*. Meskipun sedang dikembangkan sebelumnya, metode ini secara resmi diperkenalkan kepada publik pada tahun 1982, itulah sebabnya metode ini sering disebut "*Algoritma Lloyd*". Selain Lloyd, kontribusi signifikan lainnya dibuat oleh James MacQueen, yang memperkenalkan versi algoritma *k-means* yang lebih baik dalam makalahnya tahun 1967 (MacQueen, 1967).

Definisi Metode K-means Clustering

Metode *k-means clustering* adalah algoritma yang sederhana dan efisien untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kemiripan karakteristik. Metode ini banyak digunakan karena optimal dalam waktu pemrosesan dan menghasilkan output berkualitas meskipun digunakan pada data berukuran besar (Astuti & Muhamad Basysyar, 2024). Tujuan utamanya adalah memaksimalkan kesamaan dalam satu cluster dan meminimalkan kesamaan antar cluster.

Kelebihan dan Kekurangan Metode K-means Clustering

Menurut Trivusi (2022), metode *k-means clustering* memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan, yaitu: Kelebihan dari metode *k-means clustering* yaitu menggunakan bahasa yang relative sederhana dan mudah diterapkan, dapat diskalakan untuk dataset dalam jumlah besar, mudah beradaptasi dengan contoh baru, dan umum diimplementasikan ke cluster dengan bentuk dan ukur yang berbeda.

Kekurangan dari metode *k-means clustering* yaitu perlu menentukan nilai *K* secara manual, sangat bergantung pada inisialisasi awal, dapat terjadi *curse of dimensionality* jika dataset memiliki dimensi yang sangat tinggi, dan dapat mengalami kesulitan Definisi Metode Elbow mengelompokkan data ketika cluster memiliki ukuran dan kepadatan yang bervariasi (Trivusi, 2022)

Metode Elbow

Metode elbow secara umum diyakini berasal dari praktik dalam analisis variasi (ANOVA) dan *scree plot* dalam analisis faktor (diperkenalkan oleh Raymond B. Cattell pada tahun 1966), yang kemudian diadaptasi untuk *k-means* dan metode klustering lainnya. Metode elbow adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencari jumlah cluster yang terbaik, dengan cara memperhatikan persentase dari masing-masing cluster yang akan menciptakan siku pada titik tertentu. Peranan metode elbow adalah untuk mengambil nilai k yang kecil dan masih memiliki nilai dalam withinss yang masih rendah. Nilai k pada siku kombinasi dengan *k-means* adalah grafik hubungan cluster dengan error penurunan (Maori, 2023).

Kelebihan dan Kekurangan Metode Elbow

Kelebihan metode *elbow* yaitu metode ini lebih efisien untuk menentukan jumlah kluster yang optimal dengan memanfaatkan nilai *Sum of Square Error (SSE)*. Metode *elbow* mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi klusterisasi. Sedangkan kekurangan dari metode *elbow* yaitu subjektivitas dalam menentukan titik *elbow* terutama jika perubahan nilai SSE tidak menunjukkan penurunan yang signifikan. Metode ini tidak cocok untuk data dengan pola yang tidak jelas (Prasetya et al., 2023).

Definisi Website

Website adalah kumpulan halaman web yang berisi berbagai jenis berkas digital (gambar, video, dll), disimpan dalam server web, dan dapat diakses melalui browser seperti Chrome, Firefox, dan lainnya. Website bersifat dinamis dan menghubungkan berbagai halaman serta data dalam satu sistem yang terintegrasi (Elgamar, 2020). Menurut Yeni Susilowati, website terdiri atas halaman-halaman yang saling berkaitan dalam satu topik dan dapat diakses melalui jaringan internet atau LAN (Pangemanan, 2022).

Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman adalah sistem komunikasi formal untuk memberi perintah pada komputer melalui sintaks dan semantik tertentu (Valentino & MSLIS., 2024). Bahasa ini memungkinkan pengembang menulis instruksi atau algoritma untuk menyelesaikan tugas, dengan variasi aturan penulisan tergantung jenis bahasanya (Informatika Teknokrat, 2024).

Python

Python adalah bahasa pemrograman serbaguna, berorientasi objek, mudah dibaca, dan menggunakan sintaks sederhana. Python menggabungkan kemampuan luas, sintaksis jelas, dan pustaka standar yang komprehensif (God Hand., 2023).

Selain itu, Python juga mendukung penggunaan library berperforma tinggi yang dibangun dari bahasa lain. Sintaksnya menyerupai bahasa alami, bebas dalam penulisan kode, dan tidak memiliki banyak batasan teknis seperti konstanta atau atribut privat (Mukhopadhyay, 2018).

Library Python

Library Python adalah kumpulan modul kode yang bisa digunakan kembali, membuat pemrograman lebih efisien. Terdapat lebih dari 140.000 library open source dalam Python (Salsabila Miftah., 2021). Beberapa library penting: (1) NumPy, mendukung komputasi numerik dan array multidimensi, berguna untuk ilmu data dan pengolahan statistik (Informatika Teknokrat, 2024). (2) Scikit-learn, library machine learning dengan API konsisten dan dokumentasi lengkap, memudahkan perpindahan antar model (Reza et al., 2022). (3) Flask, microframework ringan yang cocok untuk proyek kecil dan memiliki dokumentasi lengkap (Haezer et al., 2021). (4) Kneed, digunakan untuk mendeteksi titik siku pada kurva, mempermudah penentuan jumlah kluster optimal dalam metode seperti k-means (Arvkevi, 2020). (5) Pandas, menyediakan struktur data seperti Series dan DataFrame untuk manipulasi data tabular (Informatika Teknokrat, 2024). (6) Matplotlib, digunakan untuk membuat visualisasi data berkualitas tinggi (Reza et al., 2022).

PHP: Hypertext Preprocessor

PHP adalah bahasa pemrograman sisi server yang terintegrasi dengan HTML, digunakan untuk membangun situs web dinamis. PHP memiliki fungsi seperti pemrosesan data, manipulasi file, cookie, database, dan enkripsi (Rohi Abdulloh, 2023).

Menurut Santoso dan Maulani (2021), keunggulan PHP mudah dipelajari dan memiliki komunitas besar, Bahasa yang ringkas tanpa deklarasi variabel kompleks, Open source dan lintas platform, Proses cepat karena tidak perlu kompilasi (Sari, 2024).

Teori Perancangan Basis Data

Basis data adalah sekumpulan data yang terorganisir dan saling berhubungan, digunakan untuk pengolahan dan penyimpanan data (Aprilyiana et al., 2021). Database modern mendukung integrasi data dari berbagai sumber, menjamin keamanan, dan efisiensi penyimpanan. (1) Entity Relationship Diagram (ERD), ERD menggambarkan struktur logis database: entitas, atribut, dan relasinya (Alasna et al., 2024). (2) Transformasi ERD ke LRS, merupakan proses konversi model ERD ke bentuk Logical Record Structure (LRS) untuk implementasi data yang lebih konkret (Budiman et al., 2021). (3) Logical Record Structure (LRS), LRS merepresentasikan struktur record dari tabel hasil hubungan antar entitas, menentukan kardinalitas dan foreign key (Budiman et al., 2021): One-to-one, One-to-many, Many-to-many

Unified Modelling Language (UML)

UML adalah alat representasi grafis untuk merancang dan memahami sistem berorientasi objek, dikembangkan oleh Grady Booch, Jim Rumbaugh, dan Ivar Jacobson (Pakaya et al., 2020). (1) Use Case Diagram, menjelaskan proses sistem secara menyeluruh dengan interaksi antar aktor dan sistem, mempermudah pemahaman kebutuhan system (Nugroho & Rohimi, 2020). (2) Activity Diagram, menyerupai flowchart, menjelaskan alur aktivitas dalam sistem dan mendukung pemahaman proses bisnis secara menyeluruh (Willyana, 2022). (3) Sequence Diagram, menggambarkan urutan komunikasi antar objek dalam sistem berdasarkan waktu, termasuk interaksi aktor dan aliran pesan (Anonim, 2024). (4) Class Diagram, representasi grafis statis sistem berupa himpunan objek dengan atribut dan operasi yang sama. Digunakan untuk visualisasi serta implementasi kode (Admin, 2024).

Aplikasi Pendukung

Aplikasi pendukung yang digunakan dalam pembangunan sistem terdiri dari beberapa perangkat lunak utama: (1) Visual Studio Code adalah editor kode ringan dari Microsoft yang mendukung banyak bahasa pemrograman melalui ekstensi, termasuk Python, PHP, JavaScript, dll. (Ningsih et al., 2022). (2) XAMPP adalah software server lokal (localhost) yang mendukung PHP, MySQL, Apache, dan Perl, digunakan untuk menguji dan mengembangkan web secara offline (Admin, 2022). (3) PHPMyAdmin, aplikasi berbasis web untuk mengelola database MySQL/MariaDB dengan antarmuka grafis. Mendukung berbagai operasi administrasi database (Ningsih et al., 2022).

Teori Pengujian Sistem

Teori pengujian sistem terdiri dari dua pendekatan utama, yaitu black box dan white box. (1) Sistem Black Box, metode pengujian perangkat lunak berbasis input-output tanpa memeriksa struktur internal sistem. Fokus pada fungsi sistem untuk mendeteksi kesalahan dalam proses (Putri et al., 2024). (2) Sistem White Box, pengujian dengan melihat struktur internal program. Melibatkan pengujian alur logika seperti basis path, siklomatis, dan pengujian kondisi atau loop (Mutasil & Sujana, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Dasar Islam Plus (SDIP) Baitul Maal, lembaga pendidikan dasar di bawah Yayasan Pengembangan Infaq (YPI) Yayasan ini didirikan dan dikelola oleh para alumni Sekolah Tinggi Akuntansi Negara (STAN) – Program Diploma Keuangan yang berfokus pada pengembangan pendidikan berbasis nilai Islam.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif. Tujuan penelitian terapan adalah menyelesaikan permasalahan nyata dengan mengaplikasikan teori dan metode ke dalam praktik (Sundari et al., 2024). Pendekatan kuantitatif dipilih karena analisis berbasis data numerik memungkinkan hasil yang objektif dan terukur (Afif et al., 2023).

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder berupa catatan kedisiplinan siswa yang diperoleh dari arsip sekolah, meliputi indikator seperti kehadiran, keterlambatan, kerapian seragam, pelaksanaan piket, kepatuhan jadwal, sikap sopan santun, serta pemeliharaan fasilitas sekolah. Penilaian dilakukan dengan sistem poin berdasarkan frekuensi pelanggaran.

Populasi penelitian adalah seluruh siswa SDIP Baitul Maal sebanyak 612 siswa (kelas 1-6). Sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan margin of error 10%, sehingga diperoleh 86 siswa sebagai sampel penelitian. Teknik ini umum digunakan untuk menentukan sampel representatif dari populasi besar (Sugiyono, 2019).

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan studi dokumentasi, yaitu mengakses catatan internal sekolah seperti daftar hadir, catatan pelanggaran, dan laporan kedisiplinan (Milla & Febriola, 2022). Metode analisis data menggunakan algoritma K-Means Clustering dengan bantuan metode Elbow. Algoritma K-Means dipilih karena efektif dalam mengelompokkan data numerik ke dalam beberapa kluster berdasarkan tingkat kedekatan nilai (Astuti & Muhamad Basysyar, 2024). Metode Elbow digunakan untuk menentukan jumlah kluster optimal dengan melihat titik tekuk (elbow point) pada grafik inertia (Basri et al., 2023). Langkah analisis meliputi: (1) pra-pemrosesan data (cleaning dan normalisasi); (2) menentukan jumlah kluster menggunakan metode Elbow; (3) pengelompokan data dengan algoritma K-Means; (4) interpretasi hasil kluster (tinggi, sedang, rendah); dan (5) integrasi hasil clustering ke dalam aplikasi berbasis web. Dengan metodologi ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan sistem aplikasi penilaian kedisiplinan siswa yang objektif, efisien, dan bermanfaat sebagai dasar pengambilan keputusan di lingkungan sekolah..

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

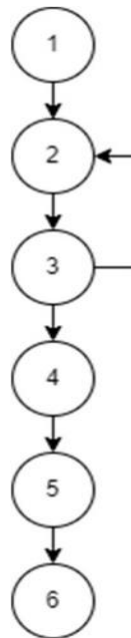
Spesifikasi Sistem

Sistem penilaian kedisiplinan siswa dikembangkan berbasis web dengan kebutuhan perangkat lunak: Windows 10, Google Chrome, MySQL, Apache, Visual Studio Code, dan Enterprise Architect. Perangkat keras yang digunakan berupa laptop Lenovo dengan prosesor AMD A9-9425 RADEON R5, 5 COMPUTE CORES 2C+3G 3.10 GHz, RAM 4 GB, dan hardisk 1,14 TB.

Implementasi Antar Muka

Aplikasi yang dibangun menyediakan beberapa fitur utama untuk mendukung proses penilaian kedisiplinan siswa. Fitur pertama adalah halaman login yang dirancang khusus bagi admin atau guru serta orang tua, sehingga setiap pengguna dapat mengakses sistem sesuai dengan perannya. Pada dashboard guru, tersedia berbagai fungsi penting, antara lain unggah dataset, normalisasi data, analisis Elbow, serta registrasi akun orang tua. Sementara itu, dashboard orang tua dirancang untuk menampilkan informasi kedisiplinan anak secara jelas, meliputi data kedisiplinan, total poin, serta pesan atau catatan dari guru. Selain itu, aplikasi juga dilengkapi dengan fitur tambah dan hubungkan orang tua, yang memungkinkan integrasi data siswa dengan akun orang tua secara efektif.

Dalam proses pengujian sistem, digunakan dua metode yaitu blackbox testing dan whitebox testing. Pada tahap blackbox testing, fungsi login serta tambah orang tua diuji dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan output yang sesuai saat menerima input valid, serta menampilkan peringatan apabila terjadi kesalahan input. Sementara itu, whitebox testing dilakukan dengan menganalisis flow graph pada proses login dan tambah orang tua. Hasil pengujian menunjukkan nilai *cyclomatic complexity* sebesar 2, yang berarti jalur logika yang terbentuk cukup sederhana dan mudah untuk diuji.



Gambar 1.

Path 1 : 1 – 2 – 3 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Keterangan : Ada kesalahan dalam inputan yang dimasukan oleh user/admin.

Path 2 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Keterangan : User/admin menginput semua form dengan benar.

Perhitungan Cyclomatic Complexity :

$$V(G) = E - N + 2$$

$$= 6 - 6 + 2$$

$$= 2$$

Hasil uji membuktikan semua fitur utama aplikasi dapat digunakan dengan baik.

Uji Validitas

Uji validitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana data yang digunakan dalam sistem mencerminkan konsep kedisiplinan siswa secara benar dan tepat. Dalam penelitian ini, data diperoleh dari dokumentasi berupa catatan kehadiran, keterlambatan, pengumpulan tugas, dan kepatuhan terhadap aturan sekolah. Karena data diperoleh langsung dari sistem dokumentasi sekolah, maka validitas yang digunakan adalah validitas isi (*content validity*) dan validitas logis (*logical validity*).

Validitas isi diperoleh melalui proses konsultasi dengan guru wali kelas dan pihak sekolah yang memahami indikator-indikator kedisiplinan. Para ahli menyatakan bahwa data yang digunakan telah sesuai dengan aspek-aspek disiplin siswa yang relevan, yaitu: Ketepatan waktu hadir, Kepatuhan terhadap seragam, Kedisiplinan mengerjakan tugas, Kebersihan pribadi dan kelas, Kepatuhan terhadap jadwal dan kegiatan sekolah, Sikap terhadap guru dan teman, Kepedulian terhadap fasilitas sekolah.

Sedangkan validitas logis dilihat dari kesesuaian antara indikator yang digunakan dan konsep kedisiplinan dalam konteks sekolah dasar. Misalnya, seorang siswa yang sering terlambat atau tidak mengumpulkan tugas dengan baik secara logis mencerminkan tingkat kedisiplinan yang rendah. Berdasarkan hasil telaah ahli dan pertimbangan logis, maka data yang digunakan dinyatakan valid untuk mewakili variabel kedisiplinan siswa dan dapat digunakan dalam proses pengelompokan menggunakan metode K-Means.

Rumus r hitung:

$$r = \frac{n\Sigma(XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

Keterangan:

- X = Skor pada salah
 Y = Skor total (total semua item)
 n = Jumlah responden
 ΣXY = Jumlah hasil perkalian X dan Y per responden
 $\Sigma X^2 \Sigma Y^2$ = Jumlah kuadrat masing-masing variabel

Rumus r tabel:

$$r \text{ tabel} = r \text{ kritis}(df = n - 2 \alpha)$$

Keterangan:

- n = Jumlah siswa (86)
 df = Derajat kebebasan (86-2=84)
 α = Taraf signifikansi (0.01)

Tabel 1. Tabel Uji Validitas.

Variabel/Item	r-Hitung	r-Tabel	P (Sig.)	Valid/Tidak
Datang Tepat Waktu (TW)	0.519	0.3	0.001	Valid
Seragam Sesuai Ketentuan (SR)	0.555	0.3	0.001	Valid
Tugas Piket Dilaksanakan (PK)	0.399	0.3	0.001	Valid
Patuh Jadwal dan Kegiatan (JK)	0.399	0.3	0.001	Valid
Sopan Santun (SP)	0.526	0.3	0.001	Valid
Menjaga Fasilitas (FS)	0.611	0.3	0.001	Valid
Kehadiran (KH)	0.542	0.3	0.001	Valid

Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi internal dari instrumen penelitian, yaitu sejauh mana setiap item dalam kuesioner memberikan hasil yang konsisten bila digunakan berulang kali dalam kondisi yang sama. Dalam penelitian ini, reliabilitas dihitung menggunakan rumus *Cronbach's Alpha*, yang merupakan metode paling umum digunakan dalam pengukuran skala likert. Uji dilakukan terhadap tujuh indikator, yaitu: Datang Tepat Waktu (TW), Seragam Sesuai Ketentuan (SR), Tugas Piket (PK), Patuh Jadwal Kegiatan (JK), Sopan Santun (SP), Menjaga Fasilitas (FS), dan Kehadiran (KH).

Rumus Cronbach's Alpha:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

Keterangan:

- A = Nilai reliabilitas (*Cronbach's Alpha*)
K = Jumlah item pertanyaan dalam instrumen
 $\sum S_i^2$ = Jumlah varians dari masing-masing item
 S_t^2 = Varians dari total skor keseluruhan responden

Hasil uji Reliabilitas:

Tabel 2. Tabel Hasil Uji Reliabilitas.

Variabel	Cronbach's Alpha	Syarat	Keterangan
7	0.516	0.6	Kurang Reliabel

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan aplikasi SPSS, diperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,516. Nilai ini menunjukkan bahwa instrumen penelitian berada dalam kategori kurang reliabel, karena telah kurang dari batas minimal yang ditetapkan, yaitu 0,6.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut: (1) Sistem aplikasi penilaian kedisiplinan siswa dengan metode k-means clustering dan metode elbow berbasis website berhasil dikembangkan untuk membantu wali murid atau orangtua siswa/i beserta guru dalam mengevaluasi kedisiplinan siswa/I sehingga lebih efisien dan penilaian bersiat objektif. (2) Penggunaan sistem ini mempermudah pihak sekolah dan orangtua dalam memantau perilaku siswa melalui tampilan visualisasi data yang informatif dan dapat diakses melalui website. Hal ini meningkatkan efektivitas pemantauan serta pengambilan keputusan terhadap tindak lanjut pembinaan siswa. (3) Bentuk website yang ditampilkan visualisasi dan informatif karena terdapat penjelasan data pengelompokkan sangat disiplin, cukup disiplin, dan tidak disiplin, serta terdapat pesan yang dapat dikirim oleh guru atau wali kelas kepada orangtua siswa/i.

Saran

Adapun beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain: (1) Pengembangan fitur tambahan, seperti notifikasi otomatis kepada orangtua ketika siswa masuk ke klaster dengan tingkat pelanggaran tinggi, agar respons pembinaan bisa lebih cepat. (2) Perluasan indikator penilaian, misalnya dengan menambahkan data perilaku harian, nilai akademik, atau keaktifan dalam kegiatan sekolah, agar sistem memberikan evaluasi yang lebih holistik terhadap siswa.

DAFTAR REFERENSI

- Admin. (2022, May 22). Pahami apa saja standar penilaian menurut BSNP.
- Admin. (2024, August 22). Apa itu class diagram, fungsi, komponen dan contohnya. Universitas Cakrawala.
- Afif, Z., Azhari, D. S., Kustati, M., & Sepriyanti, N. (2023). Penelitian ilmiah (kuantitatif) beserta paradigma, pendekatan, asumsi dasar, karakteristik, metode analisis data dan outputnya. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 3(3), 682–693.
- Aprilyana, I., Yona Sidratul Munti, N., & Adeswastoto, H. (2021). Perancangan database system informasi pemetaan trayek bus sekolah dan halte di Central Business District (CBD) Bangkinang (Studi kasus di Dinas Perhubungan Kabupaten Kampar). *Jurnal Ilmu Teknologi dan Informasi (JITI)*, 5.
- Arvkevi. (2020). Kneed library documentation.
- Astuti, R., & Basysyar, F. M. (2024). Implementasi algoritma K-Means pada pengelompokan data penerimaan peserta didik baru di SMKN 1 Balongan. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(1).
- Basri, A., Mubarak, A., Siradjuddin, H. K., F. K. U., Metro, J. J., & Selatan, K. T. (2023). Penentuan jumlah klaster terbaik pada K-Means dalam melihat pola klastering data mahasiswa yang telah lulus. *Jurnal Informatika*, 3(1).
- God Hand. (2023, April 10). Apa itu bahasa Python? DISKOMINFO.
- Haezer, E., Kristianto, Y., & Setiyawati, N. (2021). Pembangunan aplikasi virtual inventory system (VIS) berbasis web menggunakan Flask framework (Studi kasus: PT XYZ). *Jurnal MNEMONIC*, 4(2).
- Informatika Teknokrat. (2024, March 20). Mengenal 2 library pada Python dalam mata kuliah machine learning. Universitas Teknokrat Indonesia.
- Jamaludin, U., Pribadi, R. A., & Yunus, F. A. M. (2023). Upaya dalam meningkatkan kedisiplinan peserta didik SDN Cibungur 1 melalui program late vest and goodness project. *Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 9.

- Maori, N. A. (2023). Metode Elbow dalam optimasi jumlah cluster pada K-Means clustering. *Jurnal SIMETRIS*, 14.
- Milla, H., & Febriola, D. (2022). Analisis pengambilan keputusan memilih masuk program studi Pendidikan Ekonomi di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Bengkulu. *Jurnal Multidisiplin Dehasen (MUDE)*, 1(3). <https://doi.org/10.37676/mude.v1i3.2493>
- Mukhopadhyay, S. (2018). *Advanced data analytics using Python*. Apress.
- Mutasil, A., & Sujana, D. (2021). Pengenalan wajah menggunakan OpenCV untuk validasi peserta ujian penerimaan mahasiswa baru. *Jurnal Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan*, 5.
- Ningsih, K. S., Aruan, N. J., & Siahaan, A. T. A. A. (2022). Aplikasi buku tamu menggunakan fitur kamera dan AJAX berbasis website pada kantor DISPORA Kota Medan. *SITek: Jurnal Sains, Informatika, dan Teknologi*.
- Nugroho, A. H., & Rohimi, T. (2020). Perancangan aplikasi sistem pengolahan data penduduk di Kelurahan Desa Kaduronyok Kecamatan Cisata, Kabupaten Pandeglang berbasis web. *Jutis: Jurnal Teknik Informatika*, 1.
- Pakaya, R., Tapate, A. R., & Suleman, S. (2020). Perancangan aplikasi penjualan hewan ternak untuk qurban dan aqiqah dengan metode Unified Modeling Language (UML). *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 8(1), 31–40. <https://doi.org/10.30869/jtech.v8i1.531>
- Pangemanan, J. I. H. (2022, October 20). Website adalah, pengertian, jenis, dan fungsi.
- PPIA Baitul Maal. (n.d.). Profil SD. Ppiabaitulmaal.
- Prasetya, A., Salkiawati, R., & Alexander, A. D. (2023). Analisis cluster K-Means dengan metode Elbow untuk menentukan pola penjualan produk Traffic Room Summarecon Mal Bekasi. *Journal of Students' Research in Computer Science*, 4(1), 105–118. <https://doi.org/10.31599/jsrsc.v4i1.2480>
- Putri, M., Ginting, A., & Lubis, A. S. (2024). Pengujian aplikasi berbasis web data Ska menggunakan metode black box testing. *Cosmic Jurnal Teknik*, 2(1).
- Reza, F., Indah, I. K. D., & Ropianto, M. (2022). Perancangan dan implementasi institutional repository dengan metadata Dublin Core. *Jurnal KomtekInfo*, 9(4), 125–132. <https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v9i4.318>
- Ritonga, A. S., & Muhandhis, I. (2021). Teknik data mining untuk mengklasifikasikan data ulasan destinasi wisata menggunakan reduksi data principal component analysis (PCA). *Jurnal Ilmiah Edutic*, 7(2).
- Rohi Abdulloh. (2023). 7 in 1 pemrograman web untuk pemula (update version): Cara cepat dan efektif menjadi web programmer. Elex Media Komputindo.
- Salsabila, M. (2021). Library Python: Kenali perbedaan module, package, dan library pada Python. DQLab.
- Santi, I. H. (2020). Analisa perancangan sistem.

- Sari, W. M. (2024, December 15). Bahasa pemrograman PHP: Kelebihan, kekurangan, serta sumber daya. Kompasiana.
- Sofwatunnisa, S., Sulaiman, H., & Kurniawan, I. (2025). Sistem pendukung keputusan penilaian ketidakdisiplinan siswa pada MTs Al-Ihsan menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW). *JuTI: Jurnal Teknologi Informasi*, 3(2), 130. <https://doi.org/10.26798/juti.v3i2.1408>
- Sundari, U. Y., Panudju, A. A. T., Nugraha, A. W., Purba, F., Erlina, Y., Nurbaiti, N., Kalalinggi, S. Y., Afifah, A., Elsandika, G., Setiawan, R. Y., Alfiyani, L., & Pereiz, Z. (2024). Metodologi penelitian. Rake Sarasin.
- Trivusi. (2022, July 27). K-Means clustering: Pengertian, cara kerja, kelebihan, dan kekurangannya. Trivusi.
- Valentino, M., & MSLIS. (2024). Programming languages. EBSCO.
- Willyana, J. (2022). Sistem informasi pendataan dan peminjaman aset perusahaan berbasis web pada PT Vadhana International. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*, 4(3), 123–127.