

Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Analisis Pola Pembayaran dan Visualisasi Data Interaktif Dalam Pembayaran SPP Berbasis Website Di SD SWASTA YWKA Medan

Ika Purnama Sari¹, Evri Ekadiansyah²

^{1,2}Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Informatika, Universitas Potensi Utama, Kota Medan, Indonesia

Email: ¹sikapurnama148@gmail.com, ²evrie1409@gmail.com

(*Email Corresponding Author: evrie1409@gmail.com)

Received: May 25, 2026 | Revision: June 6, 2026 | Accepted: June 7, 2026

Abstrak

Sumbangan Pembinaan Pendidikan (SPP) merupakan salah satu komponen penting dalam mendukung operasional sekolah, namun proses pencatatan pembayaran SPP di SD Swasta YWKA Medan masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, keterlambatan dalam mendeteksi tunggakan, serta kesulitan dalam menganalisis pola pembayaran siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola pembayaran SPP melalui penerapan algoritma K-Means Clustering pada sistem berbasis website yang dikembangkan menggunakan metode Software Development Life Cycle (SDLC) dengan model Waterfall. Data yang digunakan berupa data historis pembayaran siswa dalam bentuk durasi keterlambatan yang dihitung dari selisih antara tanggal pembayaran dan tanggal jatuh tempo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengelompokkan siswa ke dalam tiga kategori, yaitu tepat waktu, terlambat ringan, dan terlambat berat. Selain itu, penyajian hasil analisis dalam bentuk visualisasi data interaktif memudahkan pengguna dalam memahami dan menginterpretasikan pola pembayaran, sehingga implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data serta mendukung transparansi dalam administrasi pembayaran SPP di sekolah.

Kata Kunci: K-Means Clustering, Pola Pembayaran, SPP, Website, Visualisasi Data, Waterfall

Abstract

Educational Development Contributions (SPP) are a crucial component in supporting school operations; however, the payment recording process at SD Swasta YWKA Medan is still carried out manually, which may result in recording errors, delays in identifying outstanding payments, and challenges in analyzing students' payment patterns. This study aims to analyze SPP payment patterns by applying the K-Means Clustering algorithm within a web-based system developed using the Software Development Life Cycle (SDLC) with the Waterfall model. The data used consist of students' historical payment records in the form of delay durations, calculated from the difference between payment dates and due dates. The results show that the system can classify students into three categories, namely on-time, slightly late, and significantly late. In addition, the presentation of analysis results through interactive data visualization helps users understand and interpret payment patterns more easily, thereby improving data management efficiency and supporting transparency in school payment administration.

Keywords: K-Means Clustering, Payment Patterns, Tuition Fees (SPP), Website, Data Visualization, Waterfall Model

1. PENDAHULUAN

Sumbangan Pembinaan Pendidikan (SPP) merupakan salah satu sumber pendanaan penting yang berperan dalam mendukung operasional dan peningkatan mutu pendidikan di sekolah. Menurut Rohmat Taufiq, dkk (2020) SPP atau Sumbangan Penunjang Pendidikan adalah iuran bulanan yang wajib dibayarkan oleh siswa berdasarkan kesepakatan yang telah ditetapkan dalam rapat Komite sekolah dan orang tua siswa[1]. Sekolah membutuhkan suatu pengelolaan administrasi dengan menyediakan data – data guna untuk melakukan proses pencatatan pembayaran SPP sekolah. Proses pengelolaan pencatatan pembayaran SPP membutuhkan tingkat ketelitian dalam prosesnya, hal ini berkaitan mengenai pelaporan keuangan perbulan, pelaporan lunas iuran dan pelaporan[2]. Pengelolaan pembayaran SPP yang baik akan berpengaruh terhadap transparansi serta efektivitas administrasi keuangan sekolah. Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, sistem pengelolaan administrasi berbasis digital menjadi solusi yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan keuangan. Namun, pengelolaan pembayaran SPP di SD SWASTA YWKA Medan masih dilakukan secara manual melalui pencatatan pada buku fisik. Proses ini menimbulkan berbagai kendala, seperti risiko kesalahan pencatatan, kesulitan dalam memonitor keterlambatan pembayaran, serta proses pengecekan status pembayaran siswa memerlukan waktu yang cukup lama karena harus dilakukan secara berulang pada beberapa buku pencatatan, sehingga kurang efisien dalam mendukung pengambilan keputusan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem pencatatan pembayaran SPP berbasis website yang mampu mengotomatisasi pengelolaan data secara lebih efektif. Analisis laporan keuangan perlu dilakukan secara cermat dengan menggunakan pendekatan dan teknik analisis yang tepat untuk menghasilkan keputusan yang tepat [3]. Oleh karena

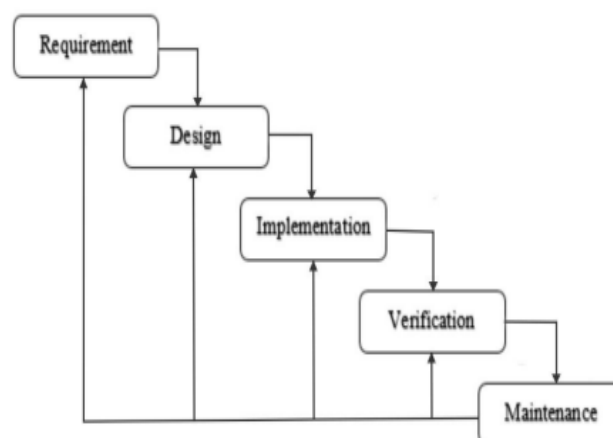
itu, penelitian ini menggunakan algoritma K-Means Clustering untuk menganalisis pola pembayaran siswa berdasarkan durasi keterlambatan siswa yang diperoleh dari selisih "tanggal pembayaran" dengan "tanggal jatuh tempo". Melalui metode ini, siswa dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan tingkat ketepatan waktu pembayaran, sehingga memudahkan pihak sekolah dalam memahami pola keterlambatan yang terjadi. Permasalahan dalam pengelolaan dan analisis pembayaran SPP telah banyak menjadi fokus dalam berbagai penelitian terdahulu dengan memanfaatkan metode *data mining*, khususnya algoritma *K-Means Clustering*. Penelitian oleh [4] menunjukkan bahwa penerapan K-Means mampu mengidentifikasi pola keterlambatan pembayaran serta membantu institusi dalam memahami tren pembayaran. Selanjutnya, penelitian oleh [5] mengelompokkan data pembayaran siswa berdasarkan waktu pembayaran dan penghasilan wali siswa, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai faktor-faktor yang memengaruhi keterlambatan. Penelitian lain oleh [6] memanfaatkan K-Means untuk segmentasi mahasiswa sebagai dasar dalam penyusunan strategi pemasaran yang lebih efektif. Sementara itu, [7] menggunakan metode yang sama untuk mengelompokkan calon mahasiswa berdasarkan nominal UKT dan program studi guna mendukung penentuan biaya yang lebih tepat. Selain itu, penelitian oleh [8] menerapkan K-Means untuk mengelompokkan data tunggakan uang kuliah ke dalam beberapa kategori sehingga mempermudah proses pengelolaan administrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola pembayaran SPP dengan menerapkan algoritma *K-Means Clustering* pada sistem berbasis website. Analisis *clustering* digunakan untuk mengelompokkan objek-objek menjadi beberapa kelompok berdasarkan indikator yang diamati, sehingga seluruh objek yang masuk dalam kelompok yang sama memiliki kemiripan yang tinggi, dibandingkan dengan objek yang masuk dalam kelompok berbeda [9]. Hasil pengelompokan disajikan dalam bentuk visualisasi data interaktif untuk mendukung interpretasi data secara lebih mudah. Visualisasi data atau visualisasi informasi didefinisikan sebagai suatu bentuk yang digunakan untuk mengeksplorasi data, memahami data, dan mengkomunikasikan data yang kemudian dapat menjadi suatu sarana untuk melakukan analisis data sehingga dapat lebih memudahkan mendapatkan makna yang dimengerti lalu dikomunikasikan kembali kepada orang lain [10]. Menurut Fernando (2018), visualisasi data merupakan cara menyampaikan informasi dengan mengubah data menjadi representasi visual yang jelas dan efektif menggunakan elemen grafis seperti *bar chart*, *line chart*, *bar plot*, *heat map*, *bubble chart*, *scatter plot*, dan representasi grafis lainnya [11]. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses pencatatan menjadi lebih efisien, serta dapat mendukung pihak sekolah dalam mengambil keputusan yang lebih tepat dan berbasis data.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Teknik Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui dua cara, yaitu studi lapangan dan studi kepustakaan. Studi lapangan dilakukan dengan observasi langsung terhadap proses pencatatan pembayaran SPP di SD Swasta YWKA Medan, serta wawancara dengan bendahara dan kepala sekolah untuk memperoleh informasi terkait kebutuhan sistem. Sementara itu, studi kepustakaan dilakukan dengan menelaah berbagai referensi seperti buku dan jurnal yang berkaitan dengan algoritma *K-Means Clustering* dan pengembangan sistem informasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem dengan model *Software Development Life Cycle* (SDLC) tipe *Waterfall* (Air Terjun) yang sering digunakan dalam pengembangan sistem informasi atau perangkat lunak. Model ini menggunakan pendekatan sistematis dan berurutan, sehingga sesuai untuk pengembangan sistem dengan kebutuhan yang telah terdefinisi dengan jelas [12]. Model ini dipilih karena lebih mudah dalam pelaksanaannya serta dalam pengembangannya memungkinkan terjadi perubahan-perubahan disetiap tahapnya [13].



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

Tahapan pengembangan sistem dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu *requirement*, *design*, *implementation*, *verification*, dan *maintenance*. Pada tahap *requirement*, dilakukan analisis kebutuhan sistem berdasarkan hasil observasi dan wawancara. Tahap *design* meliputi perancangan arsitektur sistem, struktur basis data, serta antarmuka pengguna. Selanjutnya, tahap *implementation* dilakukan dengan mengembangkan sistem berbasis website serta mengintegrasikan algoritma *K-Means Clustering* untuk analisis pola pembayaran.

Tahap *verification* dilakukan melalui pengujian sistem menggunakan metode *black-box testing* untuk memastikan seluruh fungsi berjalan dengan baik. Selain itu, dilakukan uji coba langsung oleh pengguna untuk mengevaluasi kegunaan sistem. Tahap terakhir adalah *maintenance*, yang bertujuan untuk menjaga kinerja sistem serta melakukan perbaikan dan pengembangan berdasarkan kebutuhan pengguna.

2.2 Penerapan Algoritma *K-Means Clustering*

Menurut Muningsih dan Kiswati, *K-Means Clustering* merupakan metode yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam sejumlah cluster tertentu [8]. Suatu data dikelompokkan ke dalam satu *cluster* berdasarkan kemiripan atribut yang dimiliki. Kemiripan ini bisa diketahui dengan mengukur jarak setiap data dengan pusat *cluster* (*centroid*) [14]. Proses pengelompokkan ini menggunakan perhitungan *Euclidean Distance*. *Centroid* sendiri merupakan titik representatif yang mencerminkan rata-rata posisi data dalam suatu kelompok.

Berikut adalah langkah perhitungan algoritma *K-Means* [14]:

1. Tentukan berapa banyak jumlah *cluster* (*c*) atau kelompok
2. Tentukan secara acak pusat *cluster* awal (*centroid*)
3. Ukur jarak setiap data dengan pusat *cluster* (*centroid*) yaitu dengan rumus *Euclidean Distance* pada persamaan (1).

$$D_{p,q} = \sqrt{(x_{1p} - x_{1q})^2 + (x_{2p} - x_{2q})^2 + \dots + (x_{rp} - x_{rq})^2} \quad (1)$$

Keterangan :

$D_{(p,q)}$ = jarak data ke-p dengan pusat *cluster*

$x_{(r,p)}$ = data ke-p pada atribut data ke-r

$x_{(r,q)}$ = titik pusat ke-q pada atribut

4. Kelompokkan setiap data ke dalam *cluster* berdasarkan jarak minimum
5. Lakukan proses iterasi dengan menentukan pusat *cluster* (*centroid*) baru dengan rumus pada persamaan (2).

$$v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; p=1,2,3, \dots, n \quad (2)$$

Keterangan :

v = *centroid* pada *cluster*

$x_{(p)}$ = objek ke-p

n = banyaknya objek/jumlah

6. Ulangi langkah 3 hingga tidak terdapat perubahan cluster pada setiap data dari proses iterasi sebelumnya.

Pada penelitian ini, studi kasus penerapan algoritma *K-Means Clustering* untuk analisis pola pembayaran dan visualisasi data interaktif pada sistem pembayaran SPP berbasis website di SD SWASTA YWKA Medan menggunakan data *cluster* dan dataset yang digunakan untuk proses *clustering*. Data tersebut disajikan pada tabel I.1 berikut.

Tabel 1. Data Cluster

Cluster	Nama Cluster
1	Tepat Waktu
2	Terlambat Ringan
3	Terlambat Berat

Tabel 2. Dataset Durasi Keterlambatan Pembayaran SPP

No	Nama Siswa	Selisih Keterlambatan Pembayaran			No	Nama Siswa	Selisih Keterlambatan Pembayaran		
		Jan	Feb	Mar			Jan	Feb	Mar
1.	ALEXA FRISIAN CASANOVA	-1	-3	9	34.	MHD GHANI MULYA	-3	-6	-4
2.	ALI AKBAR	55	24	-4	35.	MUHAMMAD ALIYANDO	10	8	0
3.	ARFAN MUTTAQIN	129	112	93	36.	NAFISA AGATA MUTMAINNAH	-48	-79	0
4.	ASSHAFFA AZZAHRA GUNAWAN	-2	-33	-61	37.	REZA ANANDA GINTING	0	1	-4
5.	BAGAS ZAKI IMANI	0	0	0	38.	SALSABILA ARIENA	61	30	2
6.	HANIFAH MUSLIMAH TANJUNG	0	-5	9	39.	AL-VARO FEBRIANSYAH	61	30	2
7.	NUR AZIZAH	55	24	-4	40.	ALIF PUTRA MAHADIKA	8	16	0
8.	RIAN ABIMANYU	-20	-11	0	41.	ALINKA KHANAYA HANDOKO	8	30	2
9.	RIZKY AULIA PUTRI	8	8	0	42.	AQILLAH AHYAR	-4	-5	0
10.	ARSYILA INARA KURNIAWAN	26	-5	-4	43.	DZAKIRA TALITA ZAHRA	95	37	9
11.	NADIN SHIVA FAHIRA	64	33	5	44.	KHAIRUN NISA SEMBIRING	-2	-2	-4
12.	NAZWA SYAQIBAH RAIBANI QUSAY	1	131	103	45.	MUHAMMAD KHALILULLAH	-1	-32	0
13.	RAYSA AZZAHRA	-3	-2	36	46.	MUHAMMAD LATIEF ANSHARI	-48	-79	0
14.	REZA ADITIA ANANDA	10	8	0	47.	NADIRA AZRA AZEZA	0	0	0
15.	SUCI RAMADHANI	162	131	103	48.	NAUFAL SYAFIIQ AZHARI	-2	24	-4
16.	TITO KARNAVIAN SEMBIRING	-2	-2	-4	49.	NAURA ALISYA PUTRI	13	98	30
17.	ADITYA RIFKI	61	30	70	50.	RIZKY ADITYA	39	24	0
18.	ALIF ADRIANSYAH	61	30	2	51.	AFIFA FITIYA	8	8	0
19.	ARSYILA DWI ARIENA	59	28	30	52.	ARYO CARRY BIMANTARA	61	30	2
20.	BIMA NUGRAHA	-4	-6	0	53.	GALIH RAIBANI QUSAY	1	120	92
21.	IRGY AHMAD FACHERZY	0	0	0	54.	M SYAFWAN ALIF RANGKUTI	61	30	2
22.	MUHAMMAD SYABAN SIREGAR	22	39	11	55.	M ZAIDAN ALKHALIFI	-2	-33	-61
23.	NAFISHA HUMAIRA	61	30	2	56.	MAULANA IBRAHIM FATTAHILLA	162	131	103
24.	RASYID SHIDIQ ANANDA	24	110	82	57.	NADIA SAKINA	0	0	0
25.	RAZKA YUAN FOURRASYAHKY	61	30	43	58.	NADIRA FAIZAH HARIONO	-1	-2	0
26.	REINAND ARYA YUHEN	162	131	103	59.	NAUFAL FAUREZA	0	0	0
27.	RENDI ARYA YUHEN	162	131	103	60.	PUTRA ANGGARA WINATA	8	-6	2
28.	AHMAD HAMDANI	-3	-7	2	61.	RAFA FIRMANSYAH	-4	-6	0
29.	ALDYNO HAFIZH MARRASQI	61	30	43	62.	RAISA ADELIA YASMINE	-52	8	-4

No	Nama Siswa	Selisih Keterlambatan Pembayaran			No	Nama Siswa	Selisih Keterlambatan Pembayaran		
		Jan	Feb	Mar			Jan	Feb	Mar
30.	ANGGUN AQIFAH NAYLAH	40	28	0	63.	RAMADHAN SINULINGGA	20	16	30
31.	AQILA RAMADHANI HAREFA	11	14	36	64.	ROHIT APRILIO SYAHRIL	26	-5	-33
32.	BAHY RAFIF	27	-4	0	65.	TAHANY SHAKIRA NASUTION	20	12	-4
33.	IRSYAD MUZAKKI PRASETYO	6	-5	-4	66.	TIFATUR KEISYA ALVARO	145	114	86

Tabel 2 di atas, merupakan dataset pembayaran SPP siswa untuk periode Januari hingga Maret 2025, yang diperoleh berdasarkan selisih antara tanggal pembayaran dengan tanggal jatuh tempo, yaitu setiap tanggal 10 pada masing-masing bulan. Nilai selisih ini digunakan sebagai variabel dalam proses perhitungan *K-Means Clustering* untuk menganalisis pola pembayaran siswa.

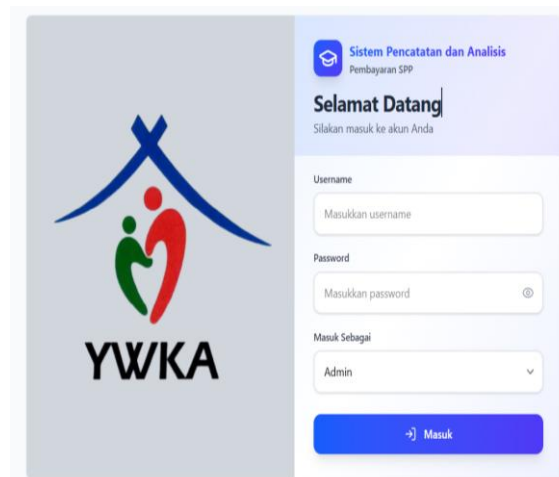
Nilai selisih memiliki interpretasi tertentu, di mana pembayaran yang dilakukan sebelum tanggal jatuh tempo menghasilkan nilai negatif, pembayaran tepat waktu bernilai nol, sedangkan pembayaran yang dilakukan setelah jatuh tempo menghasilkan nilai positif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Tampilan Aplikasi

3.1.1 Halaman Login

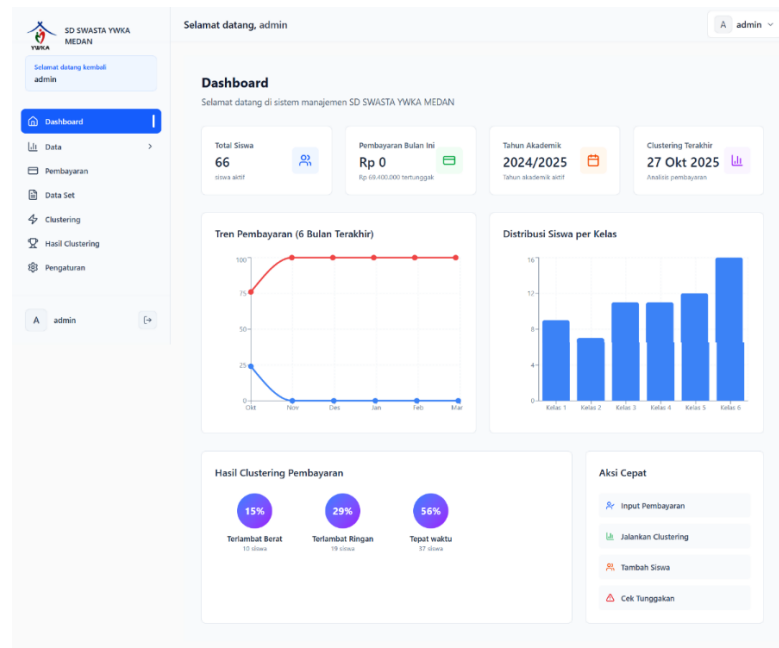
Tampilan ini merupakan halaman *login* untuk Admin. Halaman ini berisi *username*, *password* dan *role* yang akan diisi oleh admin saat mengakses aplikasi. Halaman ini dapat dilihat pada gambar IV.1. berikut ini.



Gambar 2. Tampilan Halaman Login

3.1.2 Halaman Dashboard

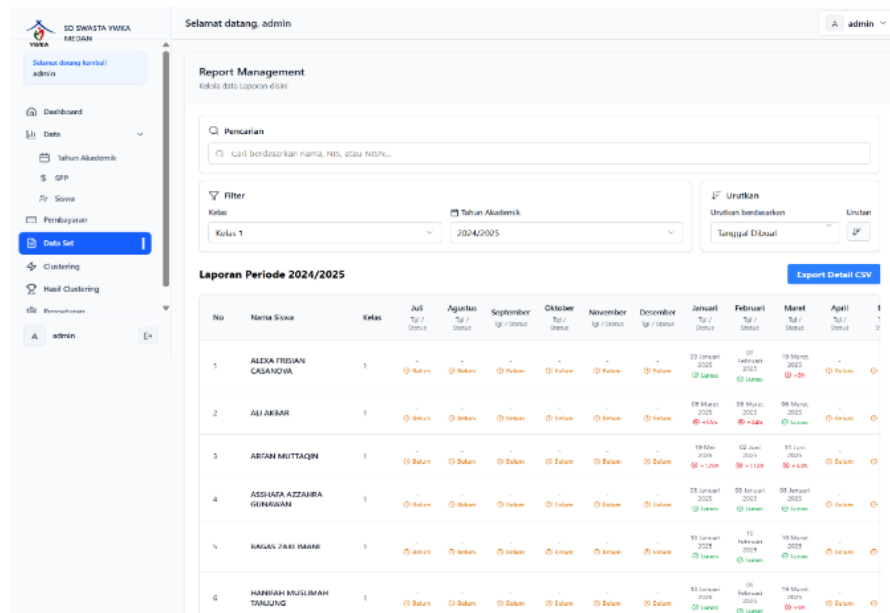
Tampilan ini adalah halaman *dashboard* yang menampilkan Jumlah siswa, Pembayaran Bulan ini, Tahun Akademik, *Clustering* Terakhir, Grafik Tren Pembayaran, dan Grafik Distribusi Siswa per kelas. Halaman ini dapat dilihat pada gambar III.2. berikut ini.



Gambar 3. Tampilan Halaman Dashboard

3.1.3 Halaman Dataset

Tampilan ini adalah halaman Dataset. Dataset ini merupakan durasi keterlambatan pembayaran SPP siswa setiap bulannya. Durasi Keterlambatan ini diperoleh dari selisih Tanggal Jatuh Tempo (setiap tanggal 10 per bulannya) dengan Tanggal Bayar SPP siswa. Jika siswa membayar tepat waktu, maka keterangannya adalah “lunas” disertai tanggal pembayarannya. Akan tetapi, jika siswa telat membayar maka keterangannya adalah “jumlah durasi keterlambatan siswa” disertai tanggal pembayarannya. Untuk siswa yang belum membayar, maka keterangannya adalah “belum”. Dataset ini akan diekspor ke CSV yang kemudian bisa digunakan untuk melakukan proses *clustering*. Halaman ini dapat dilihat pada gambar III.3. di bawah ini.



The dataset table displays the following columns: No, Nama Siswa, Kelas, and monthly payment status (Agustus, September, Oktober, November, Desember, Januari, Februari, Maret, April). The data shows various payment statuses such as 'Belum', 'Lunas', and 'Keterlambatan' with specific dates and amounts.

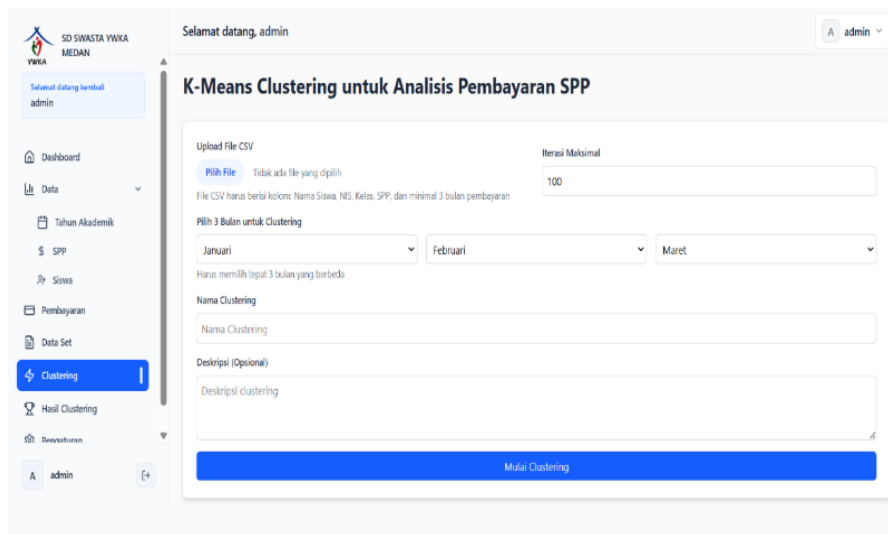
No	Nama Siswa	Kelas	Agustus Tgl / Status	September Tgl / Status	Oktober Tgl / Status	November Tgl / Status	Desember Tgl / Status	Januari Tgl / Status	Februari Tgl / Status	Maret Tgl / Status	April Tgl / Status
1	ALEXA FRISIAN CASANOWA	1	08/08/2025 - Lunas	07/09/2025 - Lunas	06/10/2025 - Lunas	05/11/2025 - Lunas	04/12/2025 - Lunas	03/01/2026 - Lunas	02/02/2026 - Lunas	01/03/2026 - Lunas	30/04/2026 - Lunas
2	ALI ABKAR	1	08/08/2025 - Lunas	07/09/2025 - Lunas	06/10/2025 - Lunas	05/11/2025 - Lunas	04/12/2025 - Lunas	03/01/2026 - Lunas	02/02/2026 - Lunas	01/03/2026 - Lunas	30/04/2026 - Lunas
3	ARIFAN MUTTAQIN	1	08/08/2025 - Lunas	07/09/2025 - Lunas	06/10/2025 - Lunas	05/11/2025 - Lunas	04/12/2025 - Lunas	03/01/2026 - Lunas	02/02/2026 - Lunas	01/03/2026 - Lunas	30/04/2026 - Lunas
4	ASSIADA AZZAMBA GERAWAN	1	08/08/2025 - Lunas	07/09/2025 - Lunas	06/10/2025 - Lunas	05/11/2025 - Lunas	04/12/2025 - Lunas	03/01/2026 - Lunas	02/02/2026 - Lunas	01/03/2026 - Lunas	30/04/2026 - Lunas
5	BAGUS ZAKI IMANI	1	08/08/2025 - Lunas	07/09/2025 - Lunas	06/10/2025 - Lunas	05/11/2025 - Lunas	04/12/2025 - Lunas	03/01/2026 - Lunas	02/02/2026 - Lunas	01/03/2026 - Lunas	30/04/2026 - Lunas
6	HANINDAH MUSLIMAH TANJUNG	1	08/08/2025 - Lunas	07/09/2025 - Lunas	06/10/2025 - Lunas	05/11/2025 - Lunas	04/12/2025 - Lunas	03/01/2026 - Lunas	02/02/2026 - Lunas	01/03/2026 - Lunas	30/04/2026 - Lunas

Gambar 4. Tampilan Halaman Dataset Pembayaran SPP

3.1.4 Halaman Clustering

Tampilan ini adalah halaman *Clustering*. Untuk melakukan proses *clustering*, admin harus mengunggah dataset yang akan di-clustering. Kemudian admin menentukan Iterasi maksimal, Bulan, Nama *Clustering* dan Deskripsi yang bersifat

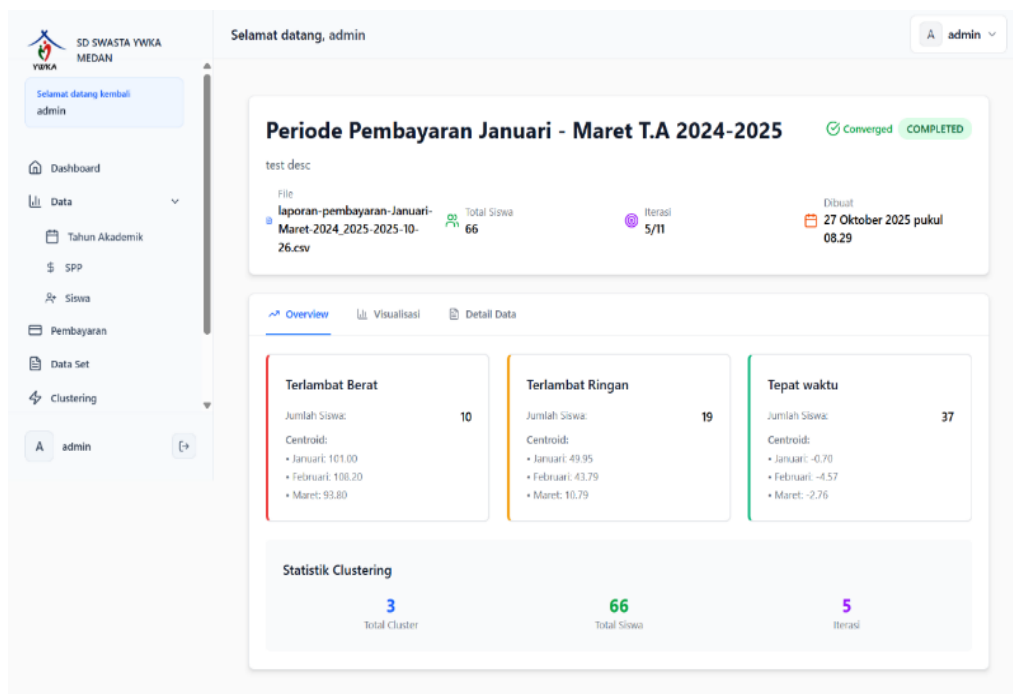
opsional. Setelah itu admin bisa lanjut melakukan *clustering* dengan klik *button* “Mulai Clustering”. Halaman ini dapat dilihat pada gambar III.4. berikut ini.



Gambar 5. Tampilan Halaman Clustering

3.2 Hasil Implementasi Penerapan Algoritma K-Means Clustering pada Aplikasi

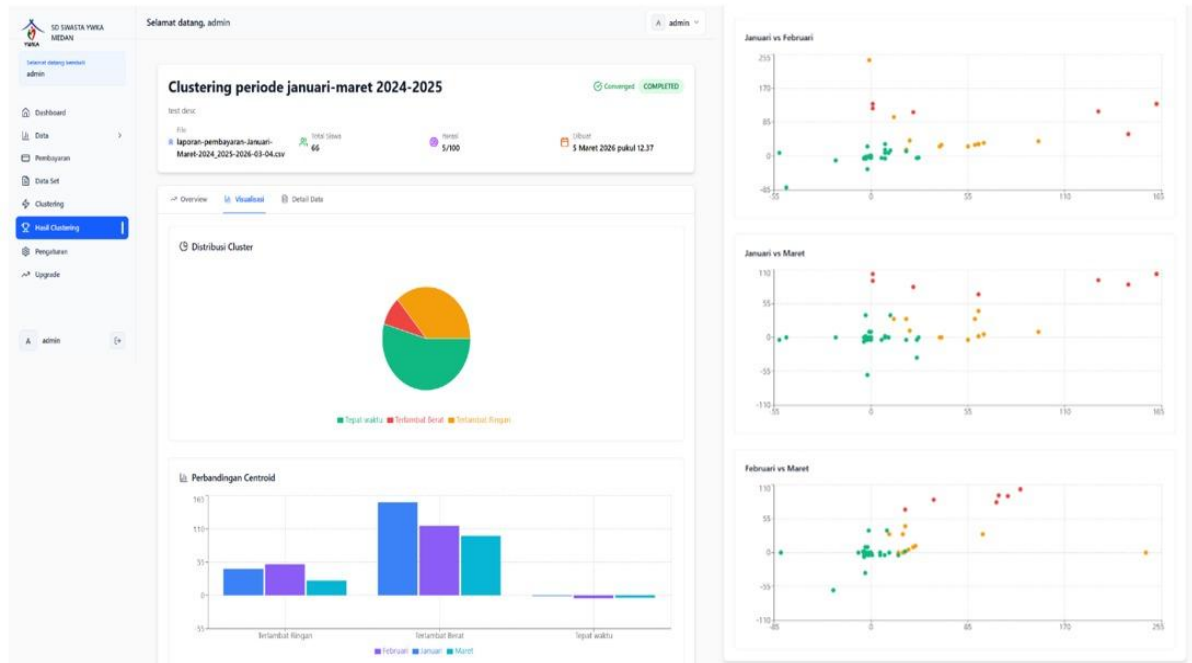
Hasil *Clustering* Periode Januari – Maret T.A 2024-2025 terdiri dari *Overview*, Visualisasi, dan Detail Data. *Overview* merupakan ringkasan keseluruhan dari hasil *clustering* yang terdiri dari 3 *cluster* yaitu “Terlambat Berat”, “Terlambat Ringan”, dan “Tepat Waktu” dan juga Statistik *Clustering* seperti total *cluster*, Total Siswa, dan Iterasi. Halaman ini dapat dilihat pada gambar III.5. berikut ini.



Gambar 6. Tampilan Halaman Overview Hasil Clustering

Selanjutnya Halaman Visualisasi interaktif atau gambaran dari hasil *clustering* berupa beberapa grafik, yaitu **distribusi Cluster** yang digambarkan dalam *pie chart*, di mana warna kuning hijau adalah kategori tepat waktu, warna kuning merupakan kategori terlambat ringan dan warna merah yaitu kategori terlambat berat. Perbandingan *Centroid* antar bulan digambarkan dalam diagram batang (*bar chart*). Pada diagram perbandingan *centroid* antar bulan ini, **warna biru**

menggambarkan *Centroid* bulan Januari, warna ungu menggambarkan *Centroid* bulan Februari, dan warna Tosca menggambarkan *Centroid* bulan Maret di setiap *cluster*. Halaman ini dapat dilihat pada gambar III.6 di bawah ini.



Gambar 7. Tampilan Halaman Visualisasi Hasil Clustering

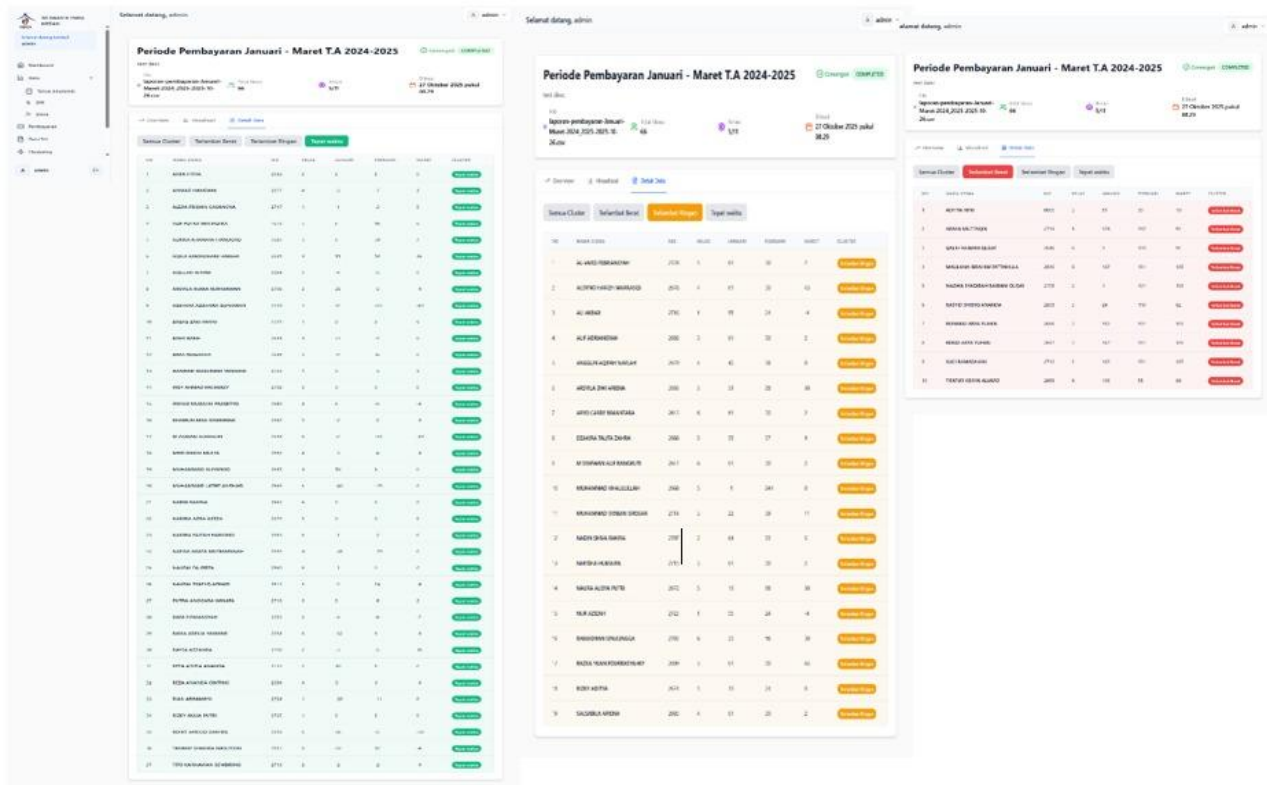
Gambar III.6 di atas menampilkan **diagram scatter plot** yang menunjukkan hubungan antara data pembayaran SPP pada bulan Januari, Februari, dan Maret. Setiap titik pada grafik merepresentasikan data pembayaran siswa, sedangkan perbedaan warna menunjukkan hasil pengelompokan menggunakan *algoritma K-Means* ke dalam tiga *cluster*.

Pada perbandingan **Januari dan Februari**, sebagian besar data berada pada *cluster* berwarna hijau yang terpusat di sekitar titik nol. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa melakukan pembayaran secara tepat waktu pada kedua bulan tersebut. Sementara itu, *cluster* kuning dan merah menyebar menjauh dari pusat, yang mengindikasikan adanya siswa dengan tingkat keterlambatan yang lebih tinggi.

Pada perbandingan **Januari dan Maret**, distribusi data terlihat lebih menyebar dibandingkan grafik sebelumnya. Meskipun *cluster* hijau tetap mendominasi di sekitar titik nol, *cluster* kuning dan merah menunjukkan penyebaran yang lebih besar. Hal ini mengindikasikan bahwa variasi keterlambatan pembayaran pada bulan Maret lebih tinggi dibandingkan bulan Februari. Beberapa titik pada *cluster* merah berada cukup jauh dari pusat, yang menunjukkan adanya siswa dengan tingkat keterlambatan yang signifikan.

Selanjutnya, pada grafik **Februari vs Maret**, terlihat pola hubungan yang cukup kuat antara kedua bulan tersebut. *Cluster* merah cenderung berada pada area dengan nilai tinggi di kedua sumbu, yang menunjukkan bahwa siswa yang mengalami keterlambatan pada bulan Februari cenderung mengalami keterlambatan yang lebih besar pada bulan Maret. Disisi lain, *cluster* hijau tetap berada di sekitar titik nol, yang mencerminkan konsistensi siswa dalam melakukan pembayaran tepat waktu.

Berdasarkan ketiga grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat pola konsistensi dalam perilaku pembayaran siswa. Siswa yang tergolong dalam *cluster* tepat waktu cenderung mempertahankan kedisiplinannya, sedangkan siswa yang mengalami keterlambatan pada satu bulan memiliki kecenderungan untuk mengalami keterlambatan pada bulan berikutnya. Hal ini menunjukkan bahwa hasil *clustering* menggunakan *algoritma K-Means* berhasil mengelompokkan pola pembayaran siswa secara jelas dan informatif. Selain itu, visualisasi data tidak hanya membantu meningkatkan pemahaman informasi, tetapi juga mampu mempercepat proses analisis data serta mempermudah interpretasi laporan pembayaran secara lebih efektif [15].



Gambar 8. Tampilan Halaman Detail Hasil *Clustering*

Kemudian gambar III.7 di atas merupakan Detail dari Hasil *Clustering dalam* bentuk tabel yang terdiri dari 3 *Cluster* yaitu Tepat Waktu, Terlambat Ringan, dan Terlambat Berat. Detail data ini terdiri dari Nama Siswa, NIS, Kelas, Durasi Keterlambatan Bulan Januari – Maret, dan *Cluster*. Pada periode Januari – Maret 2025 Kategori Tepat Waktu terdiri dari 37 siswa pada tabel berwarna hijau, kategori Terlambat Ringan terdiri dari 19 siswa pada tabel berwarna kuning dan kategori Terlambat Berat terdiri dari 10 siswa pada tabel merah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan selama pembuatan aplikasi Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Analisis Pola Pembayaran dan Visualisasi Data Interaktif dalam Pembayaran SPP Berbasis Website di SD SWASTA YWKA Medan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Sistem pencatatan pembayaran SPP berbasis *website* terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan data dibandingkan dengan proses manual. Proses pencatatan yang sebelumnya dilakukan secara konvensional dapat digantikan dengan sistem digital yang lebih cepat, terpusat, dan meminimalkan kesalahan. Penerapan algoritma *K-Means Clustering* dalam penelitian ini berhasil menganalisis pola pembayaran SPP dengan mengelompokkan siswa ke dalam tiga *klaster* berdasarkan durasi keterlambatan pembayaran SPP. Melalui proses perhitungan jarak *Euclidean* dan pembaruan *centroid*, *K-means* mengelompokkan siswa dengan pola keterlambatan yang berbeda ke dalam tiga *cluster*, yaitu “tepat waktu”, “terlambat ringan”, dan “terlambat berat”. Pengelompokan ini memberikan gambaran yang lebih efisien, terstruktur, dan akurat tentang pola pembayaran siswa, sehingga sekolah dapat lebih mudah melakukan evaluasi dan mengambil keputusan dalam pengelolaan pembayaran SPP. Visualisasi data interaktif dalam sistem pencatatan pembayaran SPP berbasis *website* mampu meningkatkan kemudahan *monitoring* keterlambatan pembayaran melalui penyajian informasi yang lebih jelas, terstruktur dan mudah dipahami. Penulis menyajikan hasil *clustering* dalam grafik seperti *bar chart*, *pie chart*, dan *scatter plot* yang interaktif, sehingga bendahara dan kepala sekolah dapat melihat pola keterlambatan dengan cepat. Dengan demikian, proses evaluasi menjadi lebih efektif dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan berbasis data.

REFERENCES

[1] A. A. Vetdri, H. Mulyono, and S. Junaidi, “Perancangan Sistem Informasi Pembayaran SPP Berbasis Desktop pada

- SMK Muhammadiyah 1 Padang,” *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 7, no. 1, pp. 2446–2457, 2023.
- [2] I. P. Sar, “Implementasi Pembayaran SPP Berbasis WEB Pada Sekolah Menengah Pertama (SMP) Muhammadiyah Kota Medan,” *J. Pengabd. Bareleng*, vol. 2, no. 03, pp. 11–14, 2020, doi: 10.33884/jpb.v2i03.1986.
- [3] A. I. Fikri and D. Adiputra, “Efektivitas dan Efisiensi Visualisasi Data Laporan Keuangan Terhadap Keputusan Investasi: Studi kasus pada mahasiswa S1 Akuntansi Universitas Bengkulu,” vol. 6, pp. 4592–4603, 2024, doi: 10.47467/alkharaj.v6i5.1953.
- [4] E. Rosdianti and C. A. Sugianto, “Analisis Keterlambatan Pembayaran Sumbangan Pembinaan Pendidikan (SPP) dengan Menggunakan Algoritma K-Means (Studi Kasus Politeknik TEDC Bandung).”
- [5] I. A. Ashari, I. S. M. Negara, and R. B. B. Sumantri, “Evaluasi Pembayaran Keuangan Siswa berdasarkan Penghasilan Wali Siswa menggunakan Metode Clustering K-Means,” *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 324–333, 2022, doi: 10.29408/edumatic.v6i2.6395.
- [6] S. Monalisa, T. Nurainun, M. Hartati, and P. Korespondensi, “PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS DAN METODE MARKETING MIX DALAM SEGMENTASI MAHASISWA DAN STRATEGI PEMASARAN,” vol. 8, no. 1, pp. 61–68, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202181938.
- [7] L. Ode Abdul Zulkarnain, W. Ode Nurmayana, S. Fatima, P. Studi Ilmu Komputer, F. USN Kolaka, and S. Tenggara, “ARITO Journal Implementasi Metode K-Means Clustering Dalam Mengelompokkan Data Calon Mahasiswa Baru Berdasarkan Nominal UKT dan Program Studi di USN Kolaka Implementation of the K-Means Clustering Method in Grouping Prospective New Student Data Based on UKT Nominals and Study Programs at USN Kolaka.”
- [8] N. Rahmadani and S. Royal, “IMPLEMENTASI METODE K-MEANS CLUSTERING TUNGGAKAN UANG KULIAH PADA STMIK ROYAL KISARAN,” 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- [9] R. Ananda and A. Z. Yamani, “Penentuan Centroid Awal K-means pada proses Clustering Data Evaluasi Pengajaran Dosen,” vol. 1, no. 10, pp. 544–550, 2021.
- [10] M. Fahmi Rustan and N. Zulkarnaim, “VISUALISASI DATA AKREDITASI PROGRAM STUDI BERBASIS WEB MENGGUNAKAN EXTREME PROGRAMMING,” 2022.
- [11] J. B. Angela, Islamiyah, and Ahmad Irsyad, “Implementasi Visualisasi Data Berbasis Web Pada Exploratory Data Analysis Profil Kesehatan Kota Samarinda,” *Kreat. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–16, Jul. 2023, doi: 10.30872/kretisi.v1i1.447.
- [12] A. A. Wahid, “Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi,” pp. 1–5, 2020.
- [13] Z. H. Hartomi, M. Afsari, Y. Rahmawati, and R. Lendra, “PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI PEMBAYARAN SUMBANGAN PEMBINAAN PENDIDIKAN (SPP) BERBASIS WEB MENGGUNAKAN CODEIGNITER STUDI KASUS SDIT,” vol. 10, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [14] A. P. Riani, A. Voutama, and T. Ridwan, “Penerapan K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Hasil Belajar Peserta Didik Dengan Metode Elbow,” *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD)*, vol. 6, no. 1, p. 164, 2023, doi: 10.53513/jsk.v6i1.7351.
- [15] N. L. P. A. T. Yanti, G. A. P. D. Antari, P. K. S. Rizelputra, and I. G. S. W. Candra, “IMPLEMENTATION OF DATA VISUALIZATION IN PRESENTATION OF FINANCIAL REPORTS TO IMPROVE STAKEHOLDER UNDERSTANDING,” pp. 32–38, 2024.