

PENERAPAN METODE CLUSTERING DENGAN ALGORITMA K-MEANS PADA SISTEM PENDETEKSI PENCUCIAN UANG PERBANKAN BERBASIS WEB

Abe Tanu Wijaya^{1*}, Subandi²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}1811510567@student.budiluhur.ac.id,²subandi@budiluhur.ac.id

(* : corresponding author)

Abstrak-Perekonomian global dan integritas sistem perbankan sangat terancam oleh pencucian uang. Diperlukan sistem deteksi yang efisien dan efektif untuk menghindari masalah ini, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggabungkan teknik clustering ke dalam sistem berbasis web untuk mendeteksi pencucian uang. Untuk mengidentifikasi pola transaksi mencurigakan yang mungkin mengindikasikan aktivitas pencucian uang, digunakan algoritma K-Means untuk mengelompokkan data transaksi perbankan berdasarkan kesamaan fitur tertentu. Ada banyak langkah yang dilakukan dalam penerapan sistem ini: mengumpulkan dan menyiapkan data transaksi, menjalankan algoritma K-Means, menilai model, dan mengintegrasikan dengan *platform* online. Data yang digunakan mencakup informasi seperti nomor rekening, tanggal, jumlah, jenis, dan lokasi transaksi. Sistem ini memungkinkan bank untuk mendeteksi transaksi mencurigakan secara real-time dan memberikan peringatan otomatis. Hasilnya menunjukkan bahwa metode K-Means efektif dalam bidang ini mengidentifikasi cluster transaksi mencurigakan, yang kemudian dapat ditindaklanjuti oleh pihak bank. Dengan integrasi ke dalam *platform* berbasis web, sistem ini dapat diakses dengan mudah oleh pihak berwenang untuk pengawasan dan analisis lebih lanjut. Studi ini menunjukkan bahwa penggunaan algoritma K-Means bersama dengan pendekatan clustering dapat meningkatkan kapasitas untuk mengidentifikasi kasus-kasus pencucian uang di sektor perbankan, serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan efektivitas sistem deteksi ini.

Kata Kunci: Clustering, K-means, Pencucian

APPLICATION OF CLUSTERING METHODS WITH K-MEANS ALGORITHM ON WEB-BASED BANKING MONEY CHEATING DETECTION SYSTEMS

Abstract-The global economy and the integrity of the banking system are seriously threatened by money laundering. An efficient and effective detection system is needed to address this problem. The objective of this research is to combine the K-Means algorithm and clustering techniques into a web-based system for detecting money laundering. To identify suspicious transaction patterns that may indicate money laundering activities, the K-Means algorithm is used to cluster banking transaction data based on the similarity of certain features. There are many steps involved in implementing this system: collecting and preparing transaction data, running the K-Means algorithm, assessing the model, and integrating with the online platform. The data used includes information such as account number, date, amount, type, and location of the transaction. The system allows banks to detect suspicious transactions in real-time and provide automatic alerts. The results show that the K-Means method is effective in identifying suspicious transaction clusters, which can then be followed up by the bank. With the integration into a web-based platform, the system can be easily accessed by the authorities for further monitoring and analysis. This study shows that the use of K-Means algorithm together with clustering approach can improve the capacity to identify money laundering cases in the banking sector, as well as provide recommendations.

Keywords: Clustering, K-means, laundering

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi diberbagai bidang telah berdampak pada terjadinya revolusi industri 4.0. Pada masa ini hampir semua kegiatan dilakukan secara digitalisasi dan otomasi [1].Penjahat memepergunakan hasil kejahatannya guna melakukan tata cara yang disebut pencucian uang. Tujuannya adalah untuk menyembunyikan dan menyamarkan sumber aslinya. Mengalirkan dana ke lokasi dengan peluang rendah untuk diketahui oleh lembaga penegakan hukum, penjahat menyembunyikan sumber-sumber tersebut. Pelaku kejahatan berusaha menyamarkan uang hasil kejahatannya sebaIfsgai dana yang sah dengan cara mencucinya. Oleh karena kekayaan yang dihasilkan dari pelanggaran hukum menjadi objek kasus pencucian uang yang melanggar hukum, maka hal

itu tidak akan terjadi jika tidak diawali dengan kejahatan yang menjadi sumber. Kejahatan pencucian uang sebagai sesuatu kejahatan yang sangat luar biasa, dikarenakan tingkat kejahatan ini berupaya untuk menghilangkan jejak uang yang tidak legal yang dimana itu sangat merugikan sebuah lembaga atau tempat dimana pelaku mendapatkan uang tersebut dengan cara yang tidak jujur. Selain itu, TPPU juga digunakan dalam upaya penarikan hasil pidana berupa perolehan uang yang sah. Hal ini dicapai melalui berbagai cara, termasuk pendekatan teknologi dan ilmiah, beragam jaringan keuangan, serta perusahaan global. Tindak korupsi, suap-menyuap, perdagangan narkoba dan psikotropika, penyelundupan tenaga kerja dan migran, sektor perbankan, serta pasar modal, asuransi, cukai, perbudakan manusia, transaksi senjata ilegal, kejahatan, pencurian, penggelapan, penipuan, pemalsuan uang, perjudian, prostitusi, pelanggaran hukum dalam perpajakan, kehutanan, lingkungan hidup, kelautan, dan perikanan, atau kejahatan lain yang diancam dengan pidana penjara. Maka dari itu dengan maraknya kejahatan pencucian di dunia khususnya di Indonesia, perlu tindakan pencegahan, agar perbuatan melanggar hukum terkait pencucian uang tidak meningkat dan individu-individu yang menderita kerugian akibat pencucian uang terlindungi dari oknum-oknum tersebut. Maka dari itu untuk menyelesaikan masalah tersebut, data mining sebagai salah satu metode untuk menggali pengetahuan yang dapat digunakan untuk menganalisis data pencucian uang [2], sehingga sangat diperlukan sebuah sistem data mining pada finance yang bisa mendeteksi adanya indikasi transaksi pencucian uang.

2. PENELITIAN

2.1. Tahap Penelitian

Penelitian dalam bidang data mining merupakan suatu proses yang melibatkan serangkaian tahapan yang terstruktur untuk mengeksplorasi dan menganalisis data secara mendalam [3]. Tahap-tahap yang dilakukan mencakup beberapa langkah utama mulai dari perencanaan hingga evaluasi hasil. Berikut adalah rincian tahap penelitian: [4]

- a. Identifikasi Masalah dan Tujuan; Dalam industri perbankan, pencucian uang merupakan salah satu tantangan besar yang harus dihadapi. Pencucian uang melibatkan serangkaian aktivitas yang bertujuan untuk menyembunyikan asal-usul ilegal dari dana, sehingga tampak sah dan tidak terdeteksi oleh otoritas. Proses pencucian uang sering kali melibatkan transaksi keuangan yang kompleks dan terorganisir dengan baik, yang sulit dideteksi menggunakan metode konvensional.
- b. Pengumpulan Data; Langkah penting dalam proses penerapan algoritma K-Means Clustering untuk mendeteksi aktivitas pencucian uang di sektor perbankan. Data yang dikumpulkan harus mencakup berbagai jenis informasi transaksi yang relevan untuk dapat mengidentifikasi pola mencurigakan.
- c. Pra-pemrosesan Data; Tahap penting dalam analisis data yang bertujuan untuk memastikan bahwa data yang akan digunakan dalam penerapan algoritma, seperti K-Means Clustering, bersih, konsisten, dan dalam format yang sesuai. Tahap ini melibatkan serangkaian langkah yang dirancang untuk mengatasi masalah-masalah yang umum ditemui pada data mentah, seperti ketidakkonsistenan, noise, atau data yang hilang.
- d. Eksekusi Algoritma K-Means; Tahap di mana algoritma clustering ini diterapkan pada dataset yang telah melalui proses pra-pemrosesan. Tujuan utama dari K-Means adalah mengelompokkan data ke dalam sejumlah kluster berdasarkan kesamaan karakteristik. Dalam konteks deteksi pencucian uang, K-Means digunakan untuk mengidentifikasi pola transaksi yang tidak biasa atau mencurigakan.
- e. Pemeriksaan Hasil Clustering; Setelah eksekusi algoritma K-Means untuk mengevaluasi dan memastikan bahwa kluster yang dihasilkan sesuai dengan tujuan analisis. Dalam konteks deteksi pencucian uang di sektor perbankan, pemeriksaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah kluster-kluster yang dihasilkan menunjukkan pola transaksi yang mencurigakan.
- f. Pengembangan Sistem Berbasis Web; Pengembangan sistem berbasis web untuk deteksi pencucian uang menggunakan algoritma K-Means bertujuan untuk memudahkan pengguna (misalnya, staf kepatuhan bank atau analis risiko) dalam mengakses, menganalisis, dan menginterpretasikan hasil clustering.
- g. Evaluasi dan Pengujian; Pada tahap pengujian hasil dilakukan dua cara yaitu pengujian data secara manual menggunakan algoritma K-means [5], Pengujian hasil ini bertujuan untuk mencocokkan hasil perhitungan manual algoritma K-means dengan perhitungan dengan menggunakan query oracle.
- h. Dokumentasi dan Pelaporan; Tahap akhir dalam proyek pengembangan sistem deteksi pencucian uang berbasis web menggunakan algoritma K-Means. Untuk menyusun informasi yang lengkap dan jelas mengenai seluruh proses yang dilakukan, mulai dari pengumpulan data hingga implementasi dan evaluasi sistem.
- i. Implementasi dan Pemeliharaan; Tahap implementasi dan pemeliharaan merupakan langkah krusial dalam pengembangan sistem deteksi pencucian uang berbasis web menggunakan algoritma K-Means. Setelah sistem

dikembangkan dan diuji, implementasi bertujuan untuk mengintegrasikan sistem ke lingkungan operasional bank atau institusi keuangan.

2.2. Data Mining

Data mining adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan machine learning untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terkait dari database yang besar [6]. Proses ini melibatkan penggunaan teknik statistik, pembelajaran mesin (machine learning), dan kecerdasan buatan (artificial intelligence) untuk mengidentifikasi tren, hubungan, dan pola yang mungkin tidak terlihat secara langsung dalam kumpulan data besar. Data mining digunakan di berbagai bidang seperti keuangan, pemasaran, perawatan kesehatan, dan penelitian ilmiah untuk membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik, memprediksi perilaku masa depan, dan menemukan pengetahuan yang berguna dari data yang ada.

2.3. Metode K-Means

K-means merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk clustering [7]. Didasarkan pada titik pusatnya, sistem K-Means adalah teknik pengelompokan, memungkinkan untuk mengelompokkan kuantum data yang besar dengan cepat dan efektif menggunakan metode ini, KMeans dijalankan secara tunggal dengan inisialisasi warna-warni yang tampil dalam kelompok akhir yang berbeda, sistem KMeans terdiri dari cara berikut

- Menentukan k untuk kluster yang dianalisis [8]
- Tetapkan k data secara acak untuk menjadi pusat cluster.
- Tentukan seberapa jauh setiap kumpulan data dari pusat cluster.
- Pusat cluster terdekat dipilih oleh masing-masing data.
- Rata-rata data yang dipilih dalam satu pusat kluster untuk menentukan lokasi saat ini di pusat kluster.
- Jika lokasi pusat kluster yang baru dan yang lama tidak tersedia.

2.4. Eucliden Distance

Menghitung jarak antara titik centroid dengan titik tiap objek dengan menggunakan Euclidian Distance[9]. Euclidean space diperkenalkan oleh Euclid, seorang matematikawan dari Yunani sekitar tahun 300 B.C.E. untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Titik yang terletak di lokasi dilambangkan dengan kategori a jika kelas a adalah klasifikasi yang terdapat kedekatan atau jarak tetangga pada k tetangga terdekat diukur dengan menggunakan jarak Euclidean[10], sebagai berikut:

$$d(x, y) = \sqrt{(x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

x_i = Data percontohan

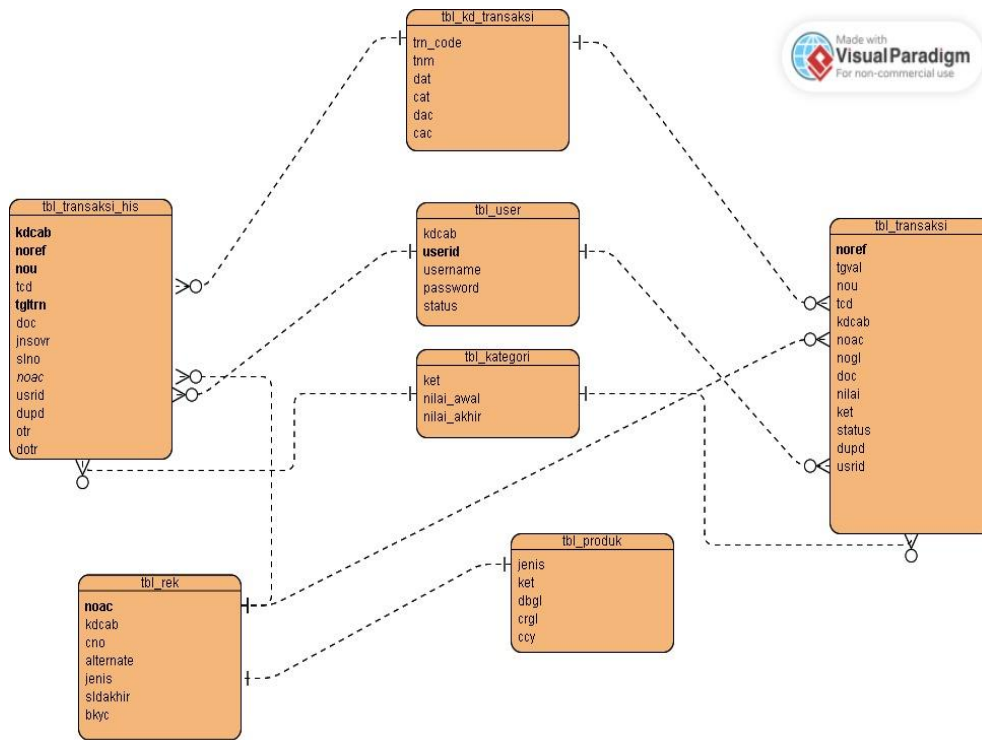
y_i = Dataset untuk pengujian

i = Indikator data

d = Perantara ruang

2.5. ERD (Entity Relationship Diagram)

Diagram yang diterapkan untuk memvisualisasikan struktur data sebuah *platform* informasi. Membantu mengilustrasikan interaksi antar entitas (objek atau konsep yang menyimpan informasi) dalam database dan bagaimana mereka berinteraksi satu sama lain. Berikut ini adalah ERD (*Entity Relationship Diagram*) untuk sistem pencarian uang online.



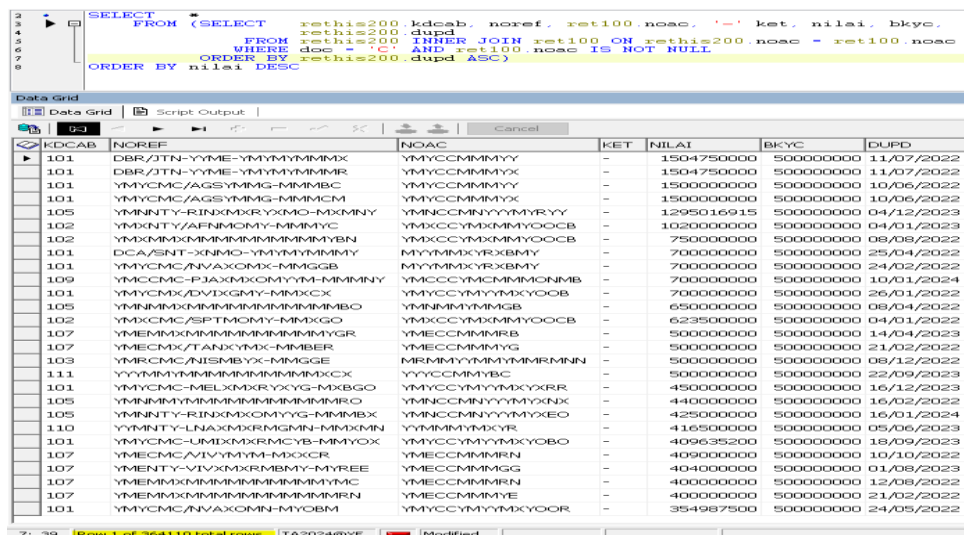
Gambar 1. ERD

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Deskripsi Proses

3.1.1 Membaca Data Sample

Dalam program yang sudah dibuat, kita mendapatkan data apa saja yang diperlukan, yang dapat menunjang pemrosesan data pada tahap berikutnya. Biasanya pada tahap ini data yang kita dapat adalah data Gambar 2 yang masih kotor, jadi perlu kita cleansing data terlebih dulu, baru setelah itu lanjut ke proses berikutnya.



```

    SELECT *
    FROM (SELECT      rethis200.kdcab, noref, ret100.noac, '-' ket, nilai, bkyc,
                   rethis200.dupd
          FROM rethis200
          INNER JOIN ret100 ON rethis200.noac = ret100.noac
          WHERE doc = 'C' AND ret100.noac IS NOT NULL
          ORDER BY rethis200.dupd ASC)
    ORDER BY nilai DESC
    
```

KDCAB	NOREF	NOAC	KET	NILAI	BKYC	DUPD
101	DBR/JTN-YYME-YMYMYMMMX	YMYCCMMYY	-	1504750000	500000000	11/07/2022
101	DBR/JTN-YYME-YMYMYMMMR	YMYCCMMYY	-	1504750000	500000000	11/07/2022
101	YMYCME/AGSYMMG-MMMBC	YMYCCMMYY	-	1500000000	500000000	10/06/2022
101	YMYCME/AGSYMMG-MMMBC	YMYCCMMYY	-	1500000000	500000000	10/06/2022
105	YMNNTY-RJNXMXY-MXKMY	YMNCCMNYMYXY	-	1295016915	500000000	04/12/2023
102	YMXNTY-AFNMMOMY-MMMY	YMXCCYMMYYOCCB	-	1020000000	500000000	04/01/2023
102	YMXNMTY-RJNXMXY-MXKMY	YMXCCYMMYYOCCB	-	750000000	500000000	08/08/2022
101	DCA/SNT-XNMO-YMYMYMMY	MYMYMXYRBY	-	700000000	500000000	25/04/2022
101	YMYCME/AVAXOMX-MMGGB	MYMYMXYRBY	-	700000000	500000000	24/02/2022
109	YMYCME/AVAXOMX-MMGGB	MYMYMXYRBY	-	700000000	500000000	24/02/2022
101	YMYCME/AVAXOMX-MMGGB	MYMYMXYRBY	-	700000000	500000000	24/02/2022
105	YMNMMX-MMMMMMMMMMMBO	YMNMMYMMGB	-	650000000	500000000	08/04/2022
102	YMXCME/SPTMOMY-MMXGO	YMXCCYMMYYOCCB	-	623500000	500000000	04/01/2022
107	YMECMM-MMMMMMMMMMYGR	YMECCMMMRB	-	500000000	500000000	14/04/2023
107	YMECMM-MMMMMMMMMMYGR	YMECCMMMRB	-	500000000	500000000	14/04/2023
103	YMYCME/AVAXOMX-MMGGB	MYMYMXYRBY	-	500000000	500000000	08/12/2022
111	YMYCME/AVAXOMX-MMGGB	MYMYMXYRBY	-	500000000	500000000	22/09/2023
101	YMYCME-MELXMXRYCYG-MXBG	YMYCCYMMYYXRR	-	450000000	500000000	16/12/2023
105	YMNMMY-MMMMMMMMMMMRO	YMNCCMNYMYXKX	-	440000000	500000000	16/02/2022
105	YMNNTY-RJNXMXY-MXKMY	YMNCCMNYMYXEO	-	425000000	500000000	16/01/2024
110	YMNNTY-LNAXMXYRBY	YMNMMYXRR	-	416500000	500000000	05/06/2023
101	YMYCME-UMXMXRMYB-MMYOX	YMYCCYMMYYOCCB	-	409635200	500000000	18/09/2023
107	YMECMM-MMMMMMMMMMYGR	YMECCMMMRB	-	409000000	500000000	10/10/2022
107	YMYCME/AVAXOMX-MMGGB	MYMYMXYRBY	-	404000000	500000000	01/08/2023
107	YMECMM-MMMMMMMMMMYGR	YMECCMMMRB	-	400000000	500000000	12/08/2022
107	YMECMM-MMMMMMMMMMYGR	YMECCMMMRB	-	400000000	500000000	21/02/2022
101	YMYCME/AVAXOMX-MMGGB	MYMYMXYRBY	-	354987500	500000000	24/05/2022

Gambar 2. Data Sample

3.1.2 Pengujian K-Nearest Neighbour

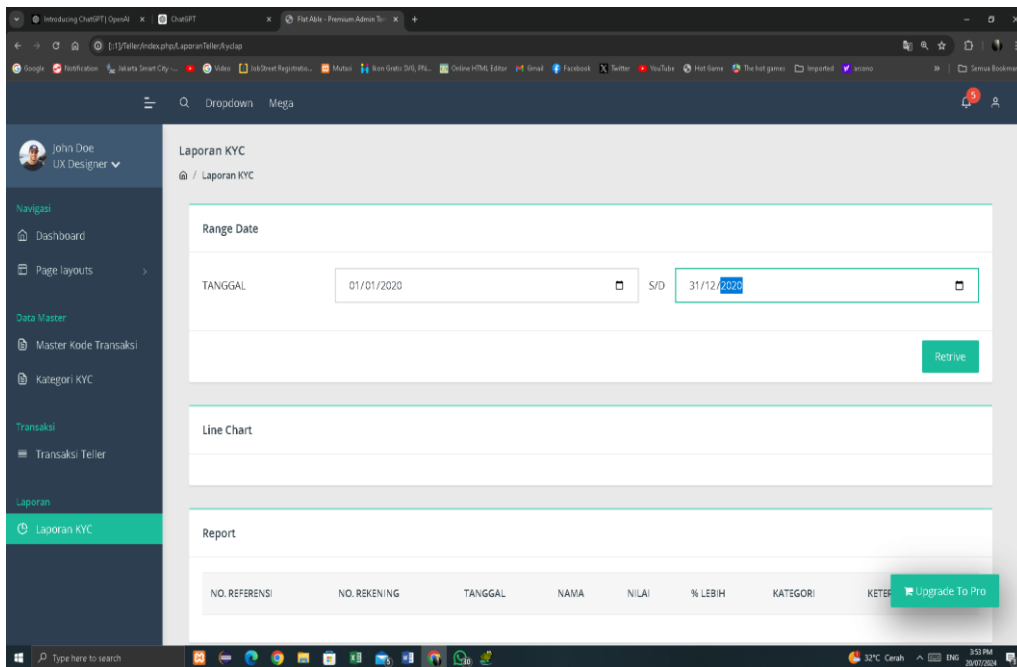
Pengujian K-Nearest Neighbour akan dilakukan menghitung jarak seluruh data yang sudah kita rapikan dan sudah diuji ditahap sebelumnya. Jika sudah maka data akan ditentukan masuk ke kelas yang mana. Pada proses ini, perhitungan jarak Tabel 1 akan dilakukan dengan rumus Eculidean Distance. Setelah semua data telah dihitung dan memiliki nilai jarak masing-masing, maka akan diurutkan berdasarkan nilai tertinggi ke yang terendah dari nilai jarak tersebut. K value adalah penentu yang tepat untuk memilih data sample. Pada proses ini, nilai K yang digunakan adalah 3. Lalu data sample yang telah didapat dari hasil pengurutan jarak tadi akan disimpan basis data untuk digunakan proses prediksi.

Tabel 1. Tabel Perhitungan Jarak Klaster

NOREF	PERSENTASE	C1	C2	C3	Hasil
KRT/EDH-MOMY-MMMNX	20	113.84639	84.50444	35.22783	C3
YMXCMC/SPTMOMY-MMXGO	24.7	107.19972	78.48936	34.64939	C3
KRT/SNI-XGMY-MMMGG	40	85.56284	59.84146	41	C3
YMYCMX/DVIXGMY-MMXCX	40	85.56284	59.84146	41	C3
YMYCMC/NVAXOMX-MMGGB	40	85.56284	59.84146	41	C3
DPN/SNT-XNMX-MMMRX	40	85.56284	59.84146	41	C3
YMNCMY/ITNMBMO-MGYOB	26.1	105.21987	76.71779	34.72204	C3
YMNMMXMMMMMMMMMMMMMMBO	30	99.70456	71.8401	35.51056	C3
YMYCMB/NVAXNMO-MYXNX	20	113.84639	84.50444	35.22783	C3
DCA/SNT-XNMO-YMYMYMMY	40	85.56284	59.84146	41	C3
DPN/JTN-YMMG-MMMMY	200	140.71603	180.83418	250.60128	C1
DPN/JTN-YMMG-MMMMX	200	140.71603	180.83418	250.60128	C1
YMYCMC/AGSYMMG-MMMBC	200	140.71603	180.83418	250.60128	C1
YMYCMC/AGSYMMG-MMMCM	200	140.71603	180.83418	250.60128	C1
YMYCMB/AGSYME-MMOGX	200	140.71603	180.83418	250.60128	C1
DBR/JTN-YYME-YMYMYMMX	201	142.13022	182.22239	252.00198	C1
YMYCMB/AGSYME-MMOGM	200	140.71603	180.83418	250.60128	C1
DBR/JTN-YYME-YMYMYMMR	201	142.13022	182.22239	252.00198	C1
YMXCMY/AIUMBMB-MMRNR	94	9.21954	44.28318	104.21612	C1
YMXMMXMMMMMMMMMMMYBN	50	71.42129	49	50.01	C2
KRT/YES-MOMY-MMMNO	50	71.42129	49	50.01	C2
YMXNTY/AFNMOMY-MMMYC	104	5	54.23099	117.64778	C1
YMNNTY-RINXMXRYXMO-MXMNY	159	82.73452	124.42267	193.34167	C1
KRT/STA-MOYX-MNMMR	137	51.62364	94.93682	162.82813	C1
YMCCMC-PJAXMXOMYYM-MMMNY	40	85.56284	59.84146	41	C3

3.1.3 Tahap Pengisian Tanggal

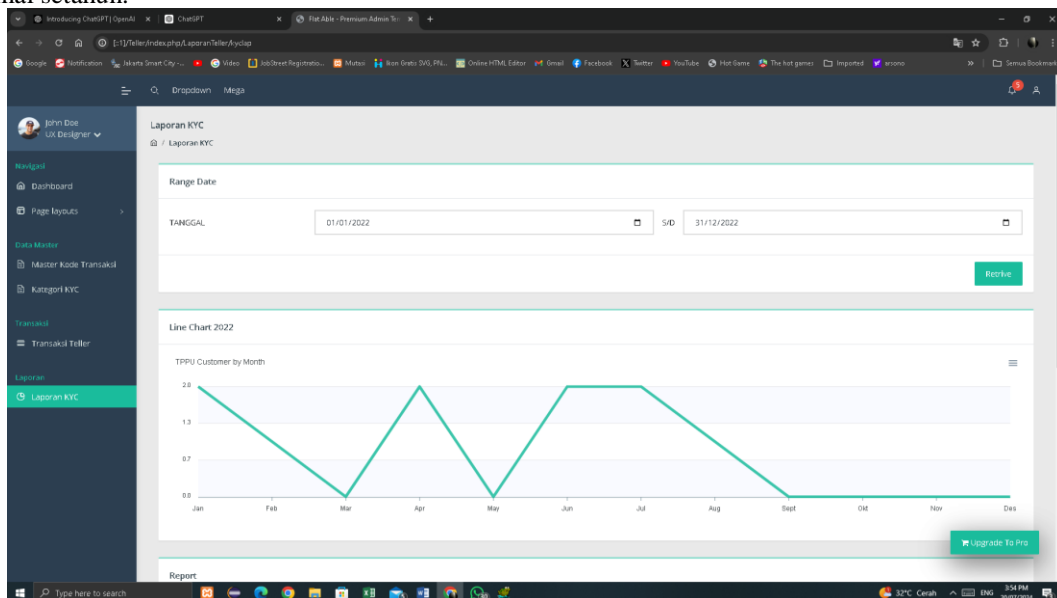
Pertama Masuk ke menu Gambar 3 “Laporan KYC” pada tahap ini user diwajibkan untuk mengisi range tanggal (maksimal rangenya setahun). Format tanggal yang diberikan dd-mm-yyyy, diharapkan user mengisi tanggal dari awal tahun hingga tanggal akhir tahun.



Gambar 3. Pengisian Tanggal

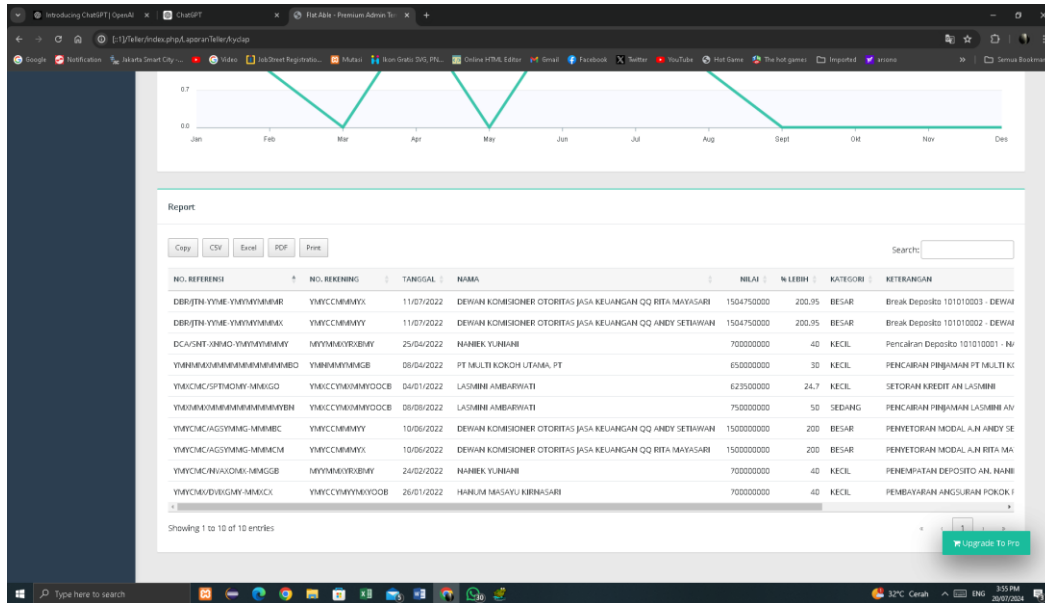
3.1.4 Tahap Menampilkan Informasi

Setelah pengisian range tanggal, user bisa klik retrieve untuk menampilkan datanya. Data Gambar 4 akan tampil dengan tampilan data detail dan line chart per tahun untuk membantu user membaca datanya, tapi jika user ingin membaca lebih detail, sistem sudah memberikan data detail beserta print to pdf, excel, dst. Pada kolom line chart penyajian data nya berdasarkan total per bulan yang ter-indikasi pencucian uang dalam range tanggal maksimal setahun.



Gambar 4. Penampilan Data Diagram

Pada tampilan data detail Gambar 5 sudah disajikan informasi nilai, nilai persentase lebih dan kategori transaksi nya, dimana untuk kategori tersebut sudah diklasterisasi berdasarkan persentase lebih nya, untuk pengaturan klasterisasi nya bisa dilakukan pada menu kategori KYC

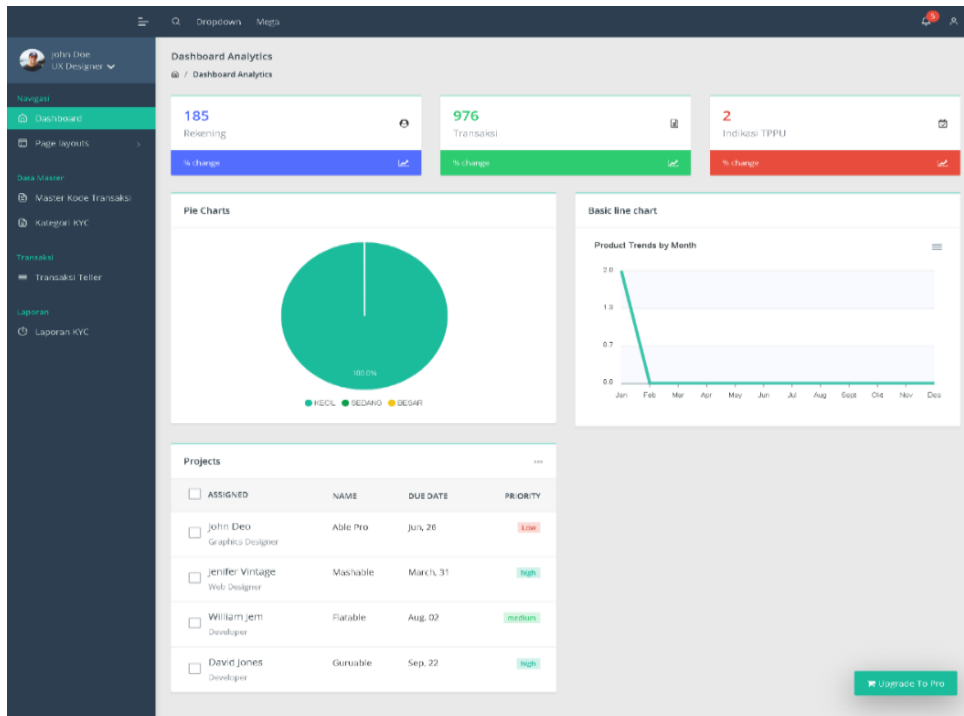


Gambar 5. Penampilan Data Detail

3.2. Visualisasi Layar

3.2.1 Tampilan Layar Dashboard

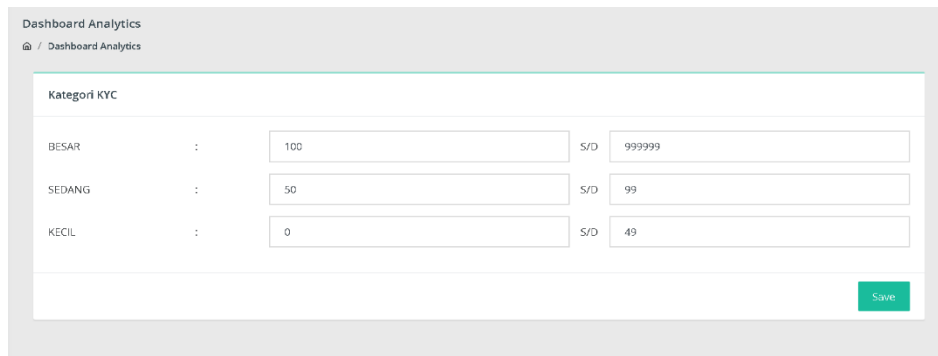
Pada Gambar 6 halaman ini menampilkan sebuah *Pie Chart*, *Base line Chart*, jumlah rekening, jumlah transaksi, dan jumlah transaksi TPPU, dan % transaksi TPPU ter atas. Semua data dashboard ini diambil pertahun.



Gambar 6. Layar Dashboard

3.2.2 Visualisasi Layar Master Kategori

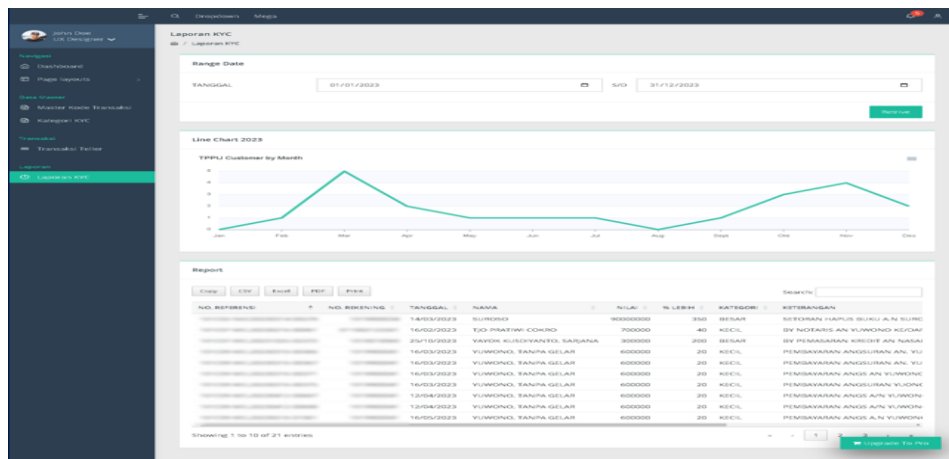
Untuk menentukan kategori transaksi yang melebihi batas dengan menggunakan persentase dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Layar Master Kategori

3.2.3 Visualisasi Layar Laporan Transaksi Tidak Biasa

Berikut Gambar 8 adalah tampilan layar laporan KYC, yang dimana sudah disajikan beberapa informasi terkait laporan yang melebihi batas transaksi, berdasarkan grafik dan laporan detail dan bisa save ke excel maupun pdf.



Gambar 8. Layar Laporan Transaksi Tidak Biasa

4. KESIMPULAN

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan rekomendasi untuk mengoptimalkan sebuah sistem pencucian uang, berdasarkan temuan pembahasan sistem pendeteksi pencucian uang dapat disimpulkan sebagai berikut: Hasil dari sistem pendeteksi pencucian uang yang berupa informasi mengenai transaksi yang melebihi batas transaksi, dan kategori dari setiap lebih transaksi tersebut; Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi deteksi pencucian uang di sektor perbankan. Dengan menggunakan metode clustering, bank dapat lebih proaktif dalam mengidentifikasi dan mencegah aktivitas pencucian uang; Sistem yang dikembangkan dengan menggunakan algoritma K-Means menunjukkan peningkatan akurasi dalam mendeteksi transaksi mencurigakan; Implementasi sistem berbasis web memberikan kemudahan akses dan penggunaannya bagi pihak perbankan. Fitur-fitur seperti dashboard analitik, laporan otomatis, dan notifikasi transaksi mencurigakan meningkatkan efisiensi dalam pemantauan dan pelaporan; dan Pada sistem ini sudah memiliki batasan-batasan untuk setiap kategori nya (KECIL, SEDANG, BESAR), yang dihitung dari besaran persentase kelebihan nilai transaksinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Alfin Nur Khasanah, selaku manajer, atas dukungan dan bimbingan yang luar biasa selama proses riset ini. Tanpa bantuan dan arahan Anda, pembuatan jurnal ini tidak akan berjalan dengan lancar. Kesediaan Anda untuk memberikan waktu dan berbagi

pengetahuan sangat berharga dan telah memberikan kontribusi signifikan terhadap keberhasilan penelitian ini. Terima kasih atas segala usaha dan perhatian yang telah Anda berikan. Saya sangat menghargai kerjasama dan dukungan anda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haris Kurniawan, Sarjon Defit, and Sumijan, "Data Mining Menggunakan Metode K-Means Clustering Untuk Menentukan Besaran Uang Kuliah Tunggal," *J. Appl. Comput. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 80–89, 2020, doi: 10.52158/jacost.v1i2.102.
- [2] B. Hasmaulina, "Penerapan Data Mining Untuk Membentuk Kelompok Belajar Menggunakan Metode Clustering Di SMK Negeri 3 Seluma," *JUKOMIKA (Jurnal Ilmu Komput. dan Inform.)*, vol. 4, no. 2, pp. 57–71, 2022, doi: 10.54650/jukomika.v4i2.368.
- [3] N. Hendrastuty, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Dalam Evaluasi Hasil Pembelajaran Siswa," *J. Ilm. Inform. Dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 46–56, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.58602/jima-ilkom.v3i1.26>
- [4] L. Magdalena and R. Fahrudin, "Penerapan Data Mining Untuk Koperasi Se-Jawa Barat Menggunakan Metode Clustering pada Kementerian Koperasi dan UKM," *J. Digit.*, vol. 9, no. 2, p. 190, 2020, doi: 10.51920/jd.v9i2.120.
- [5] D. Ariyanto, "Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means untuk Klasifikasi Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, vol. 4, pp. 13–18, 2022, doi: 10.37034/jsisfotek.v4i1.117.
- [6] M. D. Chandra, E. Irawan, I. S. Saragih, A. P. Windarto, and D. Suhendro, "Penerapan Algoritma K-Means dalam Mengelompokkan Balita yang Mengalami Gizi Buruk Menurut Provinsi," *BIOS J. Teknol. Inf. dan Rekayasa Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 30–38, 2021, doi: 10.37148/bios.v2i1.19.
- [7] W. A. Wahyuni and S. Saepudin, "Penerapan Data Mining Clustering Untuk Mengelompokkan Berbagai Jenis Merk Mesin Cuci," *Semin. Nas. Sist. Inf. dan Manaj. Inform. Univ. Nusa Putra*, vol. 1, no. 1, pp. 306–313, 2021.
- [8] H. L. Sari and I. Y. Beti, "Penerapan Data Mining Dalam Pengelompokkan Buku Yang Dipinjam Menggunakan Algoritma K-Means," *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 6, pp. 925–933, 2023, doi: 10.30865/klik.v3i6.826.
- [9] I. Nozomi, "Penerapan Data Mining Untuk Peringatan Dini Banjir Menggunakan Metode Klastering K-Means (Studi Kasus Kota Padang)," *J. Sains Inform. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 39–44, 2023, doi: 10.62357/jsit.v2i2.165.
- [10] F. Izhari, "Analisis Algoritma DbSCAN Dalam Menentukan Parameter Epsilon Pada Clustering Data Numerik," *Semin. Nas. Teknol. Komput. Sains*, pp. 156–158, 2020.