

Aplikasi *Data Mining* Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering* untuk Mengelompokkan Mahasiswa Berdasarkan Gaya Belajar

F Handayani

Program Studi Sistem Informasi Bisnis, STMIK LIKMI Bandung

Jl. Ir. H. Juanda No. 96, Bandung, 40132, Indonesia

fitrikupit4@gmail.com*

diterima: 12 Maret 2022

direvisi: 18 Maret 2022

dipublikasi: 31 Maret 2022

Abstrak

Selama proses pembelajaran matakuliah Pemrograman Web Lanjutan Program Teknik Informatika Universitas Suryakencana, mahasiswa mengalami kesulitan dalam menerima materi perkuliahan tersebut. Hal ini dikarenakan metode pembelajaran yang diberikan hanya fokus pada gaya belajar tertentu, sedangkan dosen kurang memperhatikan gaya belajar mahasiswa lainnya. Aplikasi *data mining* untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar memakai algoritma *k-means clustering*. Algoritma *k-means* ini awalnya memakai beberapa komponen populasi sebagai pusat *cluster* awal. Lokasi pusat *cluster* bakal diukur ulang hingga seluruh data *cluster* sama. Saat membuat sebuah sistem, paradigma yang dipakai yakni model *waterfall*, memakai UML sebagai bahasa visual serta merancang *software* yang bakal dibangun. Alat untuk mengembangkan aplikasi *data mining* adalah *framework* laravel bagi sistem dengan basis web serta MySQL selaku sistem manajemen *database*. Hasil program ini memperlihatkan aplikasi *data mining* untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar dapat digunakan oleh mahasiswa dan dosen dalam mengelompokkan gaya belajar mahasiswa berdasarkan gaya belajarnya, memudahkan para dosen memutuskan metode pembelajaran sesuai gaya belajar mahasiswa dan juga bisa meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Aplikasi *data mining* menggunakan algoritma *k-means clustering* untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar dalam proses mengelompokkan diyakini lebih efektif dan efisien.

Kata kunci: Aplikasi *Data Mining*; Algoritma *K-Means Clustering*; Gaya Belajar

Abstract

During the learning process for the Advanced Web Programming course in the Informatics Engineering Program at Suryakencana University, students experienced difficulties in accepting the lecture material. This is because the learning methods provided only focus on certain learning styles, while the lecturers pay less attention to the learning styles of other students. Data mining application to group students based on learning styles using the *k-means clustering* algorithm. This *k-means* algorithm initially uses several population components as the initial cluster center. The location of the cluster center will be re-measured until all cluster data is the same. When creating a system, the paradigm used is the *waterfall* model, using UML as a visual language and designing the software to be built. Tools for developing data mining applications are Laravel framework for web-based systems and MySQL as database management system. The results of this program show that data mining applications to classify students based on learning styles can be used by students and lecturers in classifying student learning styles based on their learning styles, making it easier for lecturers to decide on learning methods according to student learning styles and can also improve student learning outcomes. Data mining applications using the *k-means clustering* algorithm to group students based on learning styles in the grouping process is believed to be more effective and efficient.

Keywords: Application Data Mining; K-Means Clustering Algorithm; Learning Style

1. Pendahuluan

Belajar adalah rangkaian proses, usaha untuk memindahkan diri dari keadaan tidak tahu ke keadaan tahu [1]. Gaya belajar adalah kebiasaan menghadapi bagaimana menyerap informasi, pengalaman, dan menghadapi apa yang telah dialami. Karena sudah menjadi kebiasaan, setiap mahasiswa didalam dirinya memiliki gaya tersendiri dalam proses menerima informasi atau materi perkuliahan yang dosen berikan selama perkuliahan berlangsung. Menurut DePorter dan Hernacki gaya belajar ada tiga macam yaitu, gaya belajar visual, gaya belajar auditorial, dan gaya belajar kinestetik [2].

Clustering yakni pengelompokan data, hasil observasi serta kasus ke kelas yang mirip [3]. *Cluster* yakni kumpulan data yang mirip, dengan perbedaan dibanding data yang berasal dari *cluster* yang lain. Diferensiasi utama diantara algoritma *clustering* dan klasifikasi yakni *clustering* tak punya target/kelas/label, sehingga merupakan pembelajaran tanpa pengawasan. *Clustering* dipakai menjadi fase awal di proses *data mining* dan *cluster* yang terbentuk bakal jadi *input* untuk algoritma selanjutnya dipakai. Identifikasi dan pengelompokan gaya belajar siswa memerlukan pendekatan *clustering*, yaitu pengelompokan data. Pengelompokan ini mempunyai tujuan mengelompokkan objek menurut karakteristik antar objek. Dari analisis *cluster*, kita dapat menemukan grup yang memiliki karakteristik masing-masing grup.

Pengelompokan data gaya belajar mahasiswa di penelitian ini menggunakan algoritma *k-means*. Algoritma *k-means* dipilih karena metode klasterisasi dipakai membagi data menjadi beberapa klaster, yang mana data dengan kemiripan tinggi dikelompokkan menjadi satu *cluster* dan data dengan karakteristik beda dikelompokkan ke *cluster* berbeda. Algoritma *k-means* mudah diimplementasikan dan memberikan hasil yang baik dalam banyak kasus. Karena hasil pengolahan *k-means* hanya membutuhkan waktu rata-rata 1 detik sedangkan pengolahan data pada *k-medoids* membutuhkan waktu rata-rata 1 menit 30 detik [4]. Dari penelitian ini diharapkan dosen dapat implementasikan metode pembelajaran yang dapat mengakomodasi semua gaya belajar mahasiswa di sebuah kelas, dengan mengetahui persebaran gaya belajar siswa. Proses pengelompokan data gaya belajar siswa menggunakan *tools* yang dibuat dalam bahasa pemrograman PHP.

Di penelitian ini, untuk mendapatkan data hasil gaya belajar mahasiswa dilakukan dengan cara mengisi kuesioner. Pernyataan kuesioner tersebut sudah standar yang disusun oleh DePorter. Kuesioner berisi 36 pertanyaan yang dibagi jadi tiga bagian. Bagian pertama dari pertanyaan 1 sampai 12 merepresentasikan gaya belajar visual. Bagian kedua, pertanyaan 13 sampai 24, merepresentasikan gaya belajar auditorial. Bagian ketiga dari pertanyaan 25 sampai 36 merupakan pendekatan pembelajaran kinestetik. Mahasiswa memilih pilihan salah satu jawaban yang ada pada angket, yaitu sering, kadang-kadang, dan jarang. Adapun jawaban pada kuesioner disusun berdasarkan bobot. Untuk bobot evaluasinya, yaitu: sering memberi 2 poin, kadang memberi 1 poin, jarang memberi 0 poin [5].

Selama proses pembelajaran matakuliah Pemrograman Web Lanjutan Program Teknik Informatika Universitas Suryakencana, mahasiswa mengalami kesulitan pada saat proses pembelajaran sedang berlangsung. Hal ini dikarenakan metode pembelajaran yang diberikan oleh dosen hanya fokus pada gaya belajar tertentu, sedangkan dosen kurang memperhatikan gaya belajar mahasiswa lainnya. Jika hal ini terus terjadi, maka akan memberikan dampak ke hasil belajar mahasiswa. Tiap mahasiswa belajar secara berbeda, terutama dalam hal menerima serta mengelola informasi. Perbedaan itu menyebabkan setiap orang melakukan perilaku beda tergantung minatnya. Mahasiswa yang mengenali gaya belajarnya pada saat memahami materi dosen dapat mengolah materi secara mudah. Apabila materinya mudah dikuasai serta mudah diingat, maka pada saat ujian mahasiswa dapat menjawabnya dengan mudah, sehingga meningkatkan prestasi akademik. Terdapat solusi yang dapat

menyelesaikan permasalahan ini yaitu pengelompokan (*clustering*) pada *data mining*. Berdasarkan permasalahan diatas, melalui aplikasi *data mining* memakai algoritma *k-means clustering* untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar dalam proses mengelompokkan diyakini lebih efektif dan efisien. Ini dapat dilihat melalui ketepatan dan kecepatan waktu mengelompokkan mahasiswa serta memudahkan para dosen untuk menentukan metode pembelajaran sesuai gaya belajar mahasiswa sehingga dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

2. Kajian Pustaka

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian terkait pengelompokan sudah diadakan berbagai peneliti sebelumnya. Diantaranya penelitian oleh [6]. Penelitian ini mengelompokkan, membandingkan, menganalisa kelompok tipe belajar siswa dan menarik analisis untuk membuat keputusan gaya belajar yang tepat untuk tiap kelas siswa. Dalam penelitian tersebut dua pendekatan algoritma yang digunakan yaitu, *K-Means* dan FCM. Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh [4]. Hasil pengolahan *k-means* hanya membutuhkan waktu rata-rata 1 detik sedangkan pengolahan data pada *k-medoids* membutuhkan waktu rata-rata 1 menit 30 detik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai akurasi lebih besar yaitu 80% dan pada saat proses pengolahan data lebih efektif dan efisien menggunakan metode *k-means*. Dari penelitian sebelumnya yang sejenis, maka peneliti memakai *k-means clustering* karena algoritma ini mudah diimplementasikan dan dijalankan.

2.2 Definisi Data

Definisi data yakni sekumpulan informasi dasar tentang sesuatu yang diperoleh dari pengamatan yang bisa diolah jadi bentuk lebih kompleks, misalnya informasi, *database*, ataupun solusi dari masalah tertentu. Definisi data menurut ahli yakni [7]:

- 1) Menurut Arikunto Suharsimi, data yakni seluruh fakta serta angka yang bisa jadi bahan merumuskan informasi [7].
- 2) Menurut Nuzulla Agustina, data yakni keterangan terkait sebuah hal yang seringkali terjadi serta berbentuk fakta, angka, grafik tabel, gambar, kata, mengatakan sebuah pemikiran, objek, kondisi serta situasi [7].
- 3) Menurut Kuswadi serta E. Mutiara, data yakni keterangan dari pengamatan yakni angka, lambang, ataupun sifat [7].

2.3 Definisi Data Mining

Data mining, atau terkadang dikenal dengan *knowledge discovery in databases (KDD)*, yakni aktivitas terkait pengumpulan data, penggunaan data historis guna menemukan pengetahuan, informasi, pola, ataupun kaitan di data besar [8]. *Data mining* yakni proses mengekstraksi dan menemukan pengetahuan dan informasi yang berguna dengan menggunakan algoritma/metode/teknik tertentu sesuai dengan pengetahuan atau informasi yang dicari. *Output* di *data mining* bisa dipakai menjadi alternatif pengambilan keputusan [8].

2.4 Konsep Data Mining

Istilah penambangan data serta penemuan pengetahuan berbasis data (KDD) seringkali dipakai bergantian mencerminkan pencarian informasi di data besar. [9]. Kedua istilah ini mempunyai konsep beda namun berkaitan. Satu fase dari semua proses KDD yakni data mining. Proses KDD memiliki 5 fase yang dijalankan berurutan, yakni:

- 1) *Data Selection*

Sebelum pencarian informasi di KDD, data harus diseleksi (*selected*) dari kumpulan data operasional disimpan di file yang berbeda dari *database* operasional.

2) *Pre-processing*

Sebelum *data mining*, data bersangkutan dengan KDD perlu dilakukan pembersihan yang terdiri dari deduplikasi, melakukan cek data yang tak konsisten, serta evaluasi kesalahan data.

3) *Transformation*

Encoding yakni tahapan transformasi data yang dipilih agar cocok bagi tahapan *data mining*. Tahapan *coding* di KDD adalah proses kreatif serta bergantung jenis ataupun pola informasi di *database*.

4) *Data mining*

Data mining yakni tahapan yang menemukan pola yang menarik ke data yang dipilih memakai teknik tertentu. Metode di *data mining* bervariasi. Memilih metode yang tepat mempunyai kaitan dengan keseluruhan tujuan serta proses KDD.

5) *Interpretation*

Pola informasi oleh proses *data mining* wajib diperlihatkan ke bentuk yang mudah difahami pihak yang mempunyai kepentingan. Fase ini menjadi bagian KDD yang dinamakan interpretasi. Tahapan ini meliputi pemeriksaan apakah siklus ataupun informasi yang diputuskan berlawanan dengan fakta ataupun asumsi yang sudah ada.

2.5 Perbedaan Supervised Learning Dan Unsupervised Learning

Supervised learning adalah metode pembelajaran yang bertujuan untuk memprediksi variable target sebuah data baru berdasarkan model yang telah *training* menggunakan himpunan data berlabel. Teknik pembelajaran *supervised learning* biasanya dipergunakan untuk menyelesaikan dua kategori masalah komputasi yaitu, masalah klasifikasi dan masalah regresi. *Unsupervised learning* merupakan metode pembelajaran mempergunakan sejumlah contoh data tanpa label teknik pembelajaran *unsupervised learning* biasanya dipergunakan untuk menyelesaikan dua kategori masalah komputasi yaitu, klastering (*clustering*) dan pengurangan dimensi data [10].

2.6 Definisi Clustering

Clustering atau pengklasteran merupakan pengelompokan data dengan kemiripan nilai (homogen) [8]. Bentuk data yang bisa dikelompokkan ke pengklasteran adalah hasil pengamatan, *record* data, ataupun kelas serta objek dengan kemiripan. Dalam pengklasteran berbeda dengan klasifikasi, karena tidak menggunakan variable keputusan/target, variable target seperti tinggi, sedang, dan rendah. Contohnya pengelompokan keluarga layak dan tak layak diberikan Program Keluarga Harapan (PKH) berdasarkan jumlah pendapatan, jumlah tanggungan, aset, pekerjaan dan kepemilikan, dan kondisi rumah. Contoh lainnya pengelompokan mahasiswa yang berpotensi secara akademik berdasarkan nilai UN dan nilai tes masuk Perguruan Tinggi. Algoritma yang termasuk dalam pengklasteran adalah *K-Means*, *K-Medoids*, *K-Nearest Neighbor*, dan lain-lain [8].

2.7 Rumus Jarak Euclidean

Euclidean distance yakni metode perhitungan jarak guna mengukur jarak 2 titik dalam *euclidean space* [11]. Untuk mengukur jarak antar data memakai rumus *euclidean distance* dipakai rumus dibawah:

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

keterangan:

$d(x,y)$ yaitu jarak data x dengan y
 $x_i = (x_1, x_2, \dots, x_i)$ yaitu variabel data
 $y_i = (y_1, y_2, \dots, y_i)$ yaitu variabel pada *centroid*

2.8 Algoritma K-Means Clustering

K-means ialah metode klasterisasi dengan basis jarak dengan melakukan pembagian data ke beberapa *cluster* serta algoritma ini bekerja di atribut numerik [12]. Algoritma *k-means* masuk *partitioning clustering* yang akan melakukan pemisahan data ke kluster pada daerah terpisah. Algoritma *k-means* terkenal dengan sistem yang mudah serta kemampuan mengkluster data besar serta data *outlier* secara cepat. Di algoritma *k-means*, tiap data wajib masuk ke kluster tertentu serta dimungkinkan ke tiap data di kluster tertentu pada sebuah proses, di fase setelahnya berpindah ke kluster lain.

Algoritma *k-means* yaitu mekanisme non-hierarki yang memakai sejumlah komponen populasi sebagai *central* kluster awal. Pada tahap ini, pusat kluster ditentukan dengan acak dari data populasi. Kemudian *k-means* menjalankan pengujian pada masing-masing komponen di populasi data dan memberikan intruksi komponen itu ke *central cluster* yang sudah dipilih berdasarkan jarak minimum diantara komponen dengan masing-masing *cluster*. Posisi pusat kluster dihitung ulang hingga seluruh komponen data dikelompokkan ke dalam setiap pusat kluster, menghasilkan posisi pusat kluster baru.

Algoritma *k-means clustering* data bisa dibagi sesuai jarak antara data dalam kelompok yang sudah ditentukan. Algoritma tergantung fungsi mengukur data dengan karakteristik sama. Jarak itu diukur memakai fungsi *euclidean*. Lalu masukkan data ke grup terdekat.

Langkah-langkah pengelompokan data menggunakan algoritma *k-means clustering* ialah:

- 1) Melakukan penentuan nilai jumlah *cluster* yang akan dibuat.
- 2) Melakukan inisialisasi *centroid* awal secara acak.
- 3) Melakukan perhitungan jarak pada masing-masing data kepada setiap *centroid* menggunakan rumus jarak *euclidean* berikut ini:

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

keterangan:

$d(x,y)$ yaitu jarak antar variabel data hasil kuesioner dan variabel *centroid*
 $x_i = (x_1, x_2, \dots, x_i)$ yaitu variabel data hasil kuesioner
 $y_i = (y_1, y_2, \dots, y_i)$ yaitu variabel pada *centroid*

- 4) Kelompokkan tiap data menurut jarak paling dekat antara data dengan *centroid*nya
- 5) Melakukan perhitungan *centroid* baru dengan keanggotaan yang baru dengan cara melakukan perhitungan rata-rata data pada *cluster*. Dengan rumus sebagai berikut:

$$C_k = \left(\frac{1}{n_k}\right) \sum d_i \quad (3)$$

keterangan :

c_k : *Centroid* baru
 n_k : jumlah data di *cluster*
 d_i : *cluster*

- 6) Hitung kembali jarak tiap data dengan *centroid* yang baru, hingga *cluster* tidak berubah, maka proses *clustering* selesai.

2.9 Definisi Gaya Belajar

Gaya belajar yakni cara seseorang memakai kemampuannya [13]. Menurut Nasution (2008), gaya belajar yakni cara yang dilakukan siswa secara konsisten menangkap rangsangan ataupun informasi, bagaimana mereka mengingat, berpikir, serta menyelesaikan

masalah. Menurut De Potter & Hernacki (1999), model belajar manusia dibagi menjadi tiga kategori, yakni model belajar visual, auditori serta kinestetik. Belajar visual dengan cara melihat, mengamati, menatap, dll. Kelebihan dari model belajar ini adalah visualnya. Untuk orang dengan model ini, mata yakni alat paling sensitif menangkap gejala belajar ataupun iritasi. Orang yang mempunyai model belajar visual ini dicirikan oleh preferensi untuk kerapian dan kemahiran, cenderung berbicara lebih cepat, suka membuat rencana jangka panjang, sangat berorientasi pada detail, memperhatikan cara mereka berpakaian dan berpenampilan, penampilan lebih mudah diingat daripada mendengarkan, Mengingat hal-hal menggunakan deskripsi visual, tak mudah terganggu oleh kebisingan ketika belajar, merupakan pembaca cepat serta rajin, lebih suka membaca sendiri daripada dibaca oleh orang lain, tak mudah percaya pada masalah apapun sampai mental tertentu, Suka corat-corek yang tidak berarti pada panggilan telepon ataupun rapat, lebih suka akting dibanding pidato, lebih suka seni dibanding musik, sering tahu harus berkata apa, namun tak pandai memilih kata, terkadang suka sulit berkonsentrasi apakah mereka mau mengikuti.

Pembelajaran auditori adalah cara belajar dengan mendengarkan. Individu bergaya belajar dominan memakai pendengaran bagi kegiatan belajarnya. Individu mudah dipelajari dan siap menangkap rangsangan ataupun melalui rangsangan telinga. Orang yang mempunyai gaya belajar auditori mempunyai kemampuan auditori. Orang dengan tipe gaya belajar auditori dicirikan oleh banyak berbicara sendiri di tempat kerja, mudah terganggu oleh kebisingan atau keributan di sekitarnya, sering menggerakkan bibir dan mengatakan apa yang mereka tulis di buku saat membaca, dan lebih suka membaca secara keras serta mendengarkan terhadap sesuatu, bisa dengan mudah mengulang serta meniru nada, tangga nada, serta intonasi, merasa menulis sulit tetapi mudah untuk bercerita, berbicara dengan lancar, lebih menyukai musik daripada seni lain, belajar lebih banyak mendengarkan serta mengingat yang dibahas dibanding apa yang dilihat, suka berbicara, berdiskusi serta menguraikan hal-hal detail dan lebih baik mengeja dengan keras dibanding menuliskannya.

Belajar kinestetik yakni cara belajar lewat gerakan, kerja serta sentuhan. Fokusnya adalah belajar mengutamakan rasa serta gerakan tubuh. Orang yang mempunyai gaya belajar ini belajar lebih mudah ketika mereka bergerak, menyentuh atau bertindak. Orang dengan gaya belajar kinestetik dicirikan dengan bicara perlahan, menyentuh untuk diperhatikan, berdiri saat bicara dengan orang, berorientasi pada tubuh serta sering bergerak, mengingat dengan berjalan serta melihat, dan membaca dengan jari sebagai penunjuk, memakai isyarat tubuh secara ekstensif, tak bisa duduk diam dalam waktu lama, tak bisa menulis dengan baik, mau melakukan sesuatu, suka permainan yang sibuk.

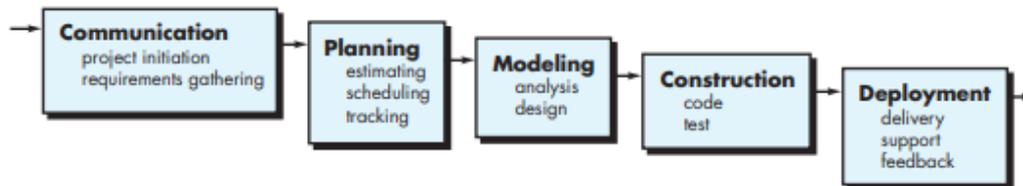
2.10 Definisi Aplikasi

Aplikasi adalah *software* yang untuk melakukan suatu perintah yang diberikan oleh manusia, yang bertujuan untuk membantu beberapa aktivitas manusia seperti, pengolahan atau pembuatan dokumen, pelayanan masyarakat, dan berbagai aktivitas lainnya. Berikut merupakan pengertian aplikasi yang telah dikemukakan para ahli [7]:

- 1) Menurut Sri Widiyanti, arti aplikasi yakni *software* yang dibuat sebagai *front end* sistem untuk mengelola data hingga jadi sebuah informasi yang memiliki manfaat untuk pemakainya [7].
- 2) Menurut Rachmad Hakim S, aplikasi yakni *software* yang diciptakan dengan tujuan khusus, seperti: olah dokumen, permainan, dsb [7].
- 3) Menurut Ali Zaki serta *Smitdev Community*, aplikasi yakni komponen dengan manfaat sebagai media untuk mengoperasikan pengolahan data, seperti: membuat serta mengolah file ataupun dokumen [7].

3. Metode Penelitian

Metode rekayasa *software* yang akan dipakai yaitu paradigma model *waterfall*. Metode *waterfall* ini memudahkan pengembang memahami yang dikembangkan ketika spesifikasi kebutuhan tidak jelas, maka saat aplikasi dikembangkan akan jadi lebih mudah sebab pemakai tahu apa yang diharapkannya. Dibawah ini merupakan gambaran tahapan-tahapan dalam metode model *waterfall* pada gambar 1 [14]:



Gambar 1. Model *Waterfall* Pressman [14]

Berikut ini rincian tahapan di metode *waterfall* menurut R.S. Pressman [14]:

1) *Communication*

Sebelum mengawali pekerjaan teknis, penting untuk berkomunikasi bersama klien guna memahami serta mencapai tujuan. Hasil komunikasi ini yakni inialisasi proyek, misalnya analisa masalah serta mengumpulkan data, memudahkan mendiskripsikan fitur serta kegunaan *software*. Proses mengumpulkan data tambahan tersedia melalui artikel, jurnl & dunia maya.

2) *Planning*

Selama fase perencanaan, menjabarkan perkiraan tugas teknis, resiko, sumber daya untuk menciptakan prosedur, & produk kerja yang dibuat, serta melakukan *rescheduling* pekerjaan, untuk melacak alur kerja sistem.

3) *Modeling*

Fase ini yakni perancangan arsitektur sistem serta pemodelan, berfokus ke rancangan struktur data, arsitektur *software*, tampilan antarmuka, algoritma program, dll. Tujuannya untuk mengerti & mengetahui garis besar apa yang dikerjakan.

4) *Construction*

Fase *build* ini yakni proses menerjemahkan bentuk desain ke dalam kode yang bisa dibaca mesin. Sesudah koding selesai, sistem diuji bersama dengan kode yang sudah dibuat. Tujuannya yakni menemukan kesalahan sehingga dapat diperbaiki di kemudian hari.

5) *Deployment*

Fase penyebaran yakni fase di mana *software* diimplementasikan ke pelanggan, pemeliharaan *software* teratur, *update software*, penilaian Kembali kinerja *software*, serta pengembangan *software* menurut feedback yang diberikan sehingga sistem bisa berfungsi serta berkembang menurut fungsinya.

3.1 Metode Pengumpulan Data

1) Observasi

Pada tahap observasi, penulis meneliti dengan menganalisis data-data dan mencari informasi yang berkaitan dengan judul.

2) Kuesioner

Pada tahap ini, penulis memberikan daftar pertanyaan yang wajib diisi responden yaitu mahasiswa.

3) Studi Pustaka

Di fase ini, penulis mencari data dari banyak sumber, serta membaca serta mempelajari buku, jurnal, dan artikel terkait masalah penelitian yang bakal dibahas sesuai dengan judul.

3.2 Identifikasi Permasalahan

Permasalahan pada penelitian ini yaitu fakta yang peneliti peroleh di proses pembelajaran mata kuliah Pemrograman Web Lanjut di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Suryakencana Cianjur, Materi kuliah terbukti sulit diterima oleh mahasiswa. Hal ini dikarenakan metode pembelajaran yang diberikan hanya fokus pada gaya belajar tertentu, sedangkan dosen kurang memperhatikan gaya belajar mahasiswa lainnya. Jika ini berlanjut bakal memberi dampak ke hasil belajar siswa. Tiap siswa belajar secara berbeda, terutama dalam hal menerima serta mengelola informasi. Perbedaan ini menyebabkan tiap orang berperilaku berbeda, tergantung pada apa yang mereka minati.

3.3 Identifikasi Masalah

Dari identifikasi masalah, peneliti bisa mengatasi hal ini dan memungkinkan mahasiswa mengenali gaya belajarnya untuk memudahkan memahami materi dosen dan demikian memproses materi dengan mudah. Apabila materi mudah dipahami serta diingat, mudah untuk melakukan tes atau penilaian, yang meningkatkan kinerja akademik. Ada beberapa solusi dari permasalahan tersebut, salah satunya berasal dari bidang teknis yaitu *clustering* pada *data mining* menggunakan algoritma *clustering k-means*. Guna memudahkan pengelompokan gaya belajar mahasiswa berdasarkan gaya belajarnya dibutuhkan suatu aplikasi *data mining* yang dapat memudahkan para dosen untuk menentukan metode pembelajaran sesuai gaya belajar mahasiswa serta bisa menaikkan hasil belajar mahasiswa.

3.4 Kebutuhan Fungsional

Requirement analysis atau analisis persyaratan diperlukan mengumpulkan serta merinci persyaratan level tinggi dari aplikasi serta untuk menentukan fungsi dasar yang harus dilakukan perangkat lunak. Aplikasi yang dibuat wajib memiliki fungsi utama guna penyelesaian masalah di lembaga. Fungsi yang dimaksud yakni apa saja yang bisa diadakan memakai aplikasi *data mining* memakai algoritma *k-means clustering* guna mengelompokkan mahasiswa menurut gaya belajar. Beberapa fungsi utama di aplikasi yakni:

- 1) *Login*.
- 2) Pengelolaan Data Matakuliah.
- 3) Pengelolaan Data Mahasiswa.
- 4) Pengelolaan Data Profil Dosen.
- 5) Pengisian Kuesioner.
- 6) Perhitungan *Clustering* Algoritma *K-Means*.

3.5 Kebutuhan Non Fungsional

Analisis ini meliputi analisis pengguna, *hardware*, serta *software*. Kebutuhan non fungsional perlu dianalisa menentukan spesifikasi keperluan sistem yang bakal dibangun.

3.5.1 Analisis Pengguna

Analisis pengguna menentukan siapa yang memakai aplikasi serta apa yang bisa diadakan pengguna di aplikasi. Berikut ini adalah pengguna aplikasi *data mining* yang memakai algoritma *k-means clustering* guna mengelompokkan siswa menurut gaya belajarnya:

- 1) Dosen

Dosen dapat menggunakan aplikasi ini untuk mengakses seluruh fungsi yang ada di halaman dosen.

2) Mahasiswa

Mahasiswa dapat menggunakan aplikasi ini untuk seluruh fungsi yang ada di halaman mahasiswa.

3.5.2 Analisis Perangkat Keras

Analisis perangkat keras pada tabel 1 mempunyai tujuan mencukupi kebutuhan minimal dari *software* yang menjalankan aplikasi. Berikut tabel *software* minimal yang dibutuhkan dan menyesuaikan kebutuhan *web hosting* untuk menjalankan aplikasi *data mining* memakai algoritma *k-means clustering* guna mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar:

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat	Spesifikasi
1	Processor	Intel (R) Core (TM) i5-7200U CPU @ 2.5 GHz
2	Harddisk	500 GB
3	Memory	4 GB RAM
4	Mouse	Standar
5	Keyboard	Standar
6	Monitor	Standar

3.5.3 Analisis Perangkat Lunak

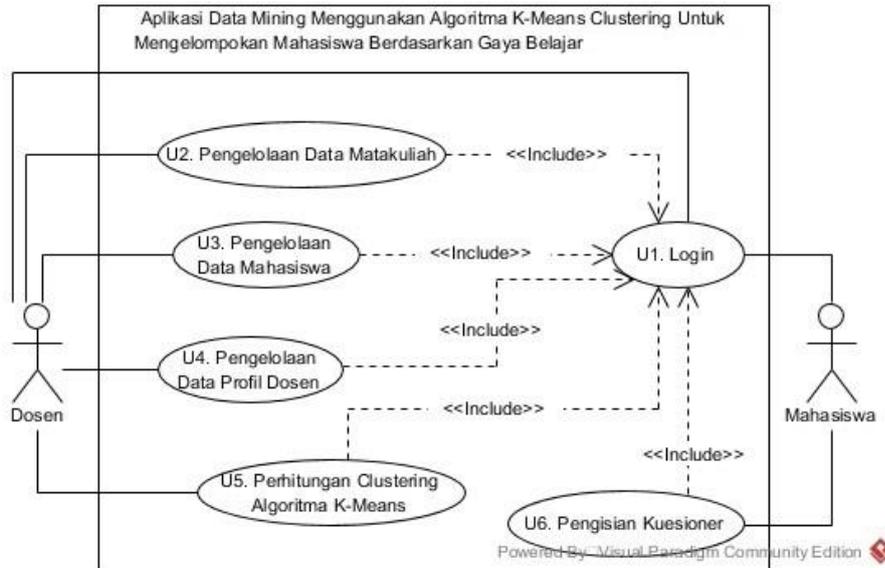
Analisis perangkat lunak mendefinisikan perangkat lunak yang dipakai komputer untuk jadi pendukung supaya aplikasi bisa berjalan semestinya. Berikut *software* untuk menjalankan aplikasi *data mining* memakai algoritma *k-means clustering* untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar:

- 1) Sistem Operasi Windows 10.
- 2) *Visual Paradigm UML 8.0*.
- 3) *Balsamiq Mockups*.
- 4) *XAMPP*.
- 5) *Web Browser*.
- 6) *Visual Studio Code*.
- 7) Bahasa Pemrograman PHP.

3.6 Perancangan

1) *Use Case Diagram*

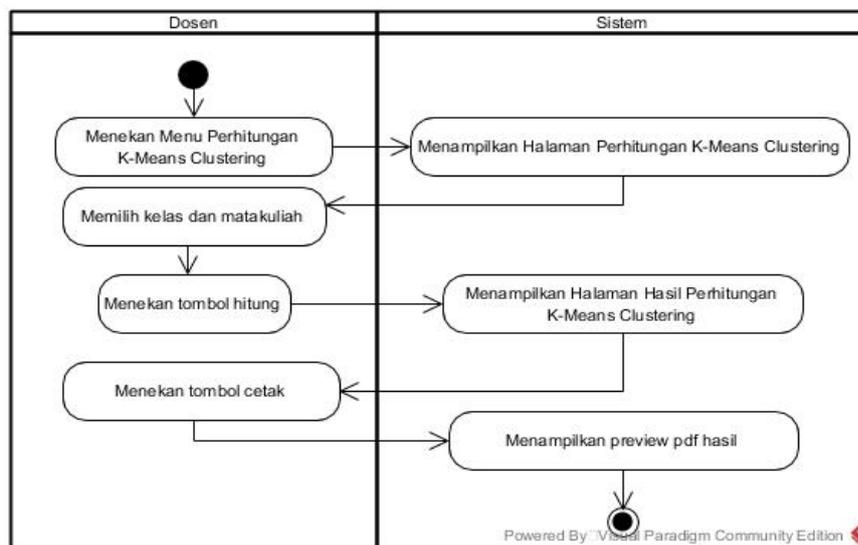
Use case diagram aplikasi *data mining* yang menggunakan algoritma *k-means clustering* guna mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar terdapat 6 *use case*. Jika dosen dan mahasiswa ingin masuk ke dalam halaman utama serta seluruh halaman di halaman utama sesuai hak aksesnya, sehingga wajib *login* dulu supaya bisa mengaksesnya. Di gambarkan pada gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Use Case Diagram

2) Swimlane Diagram

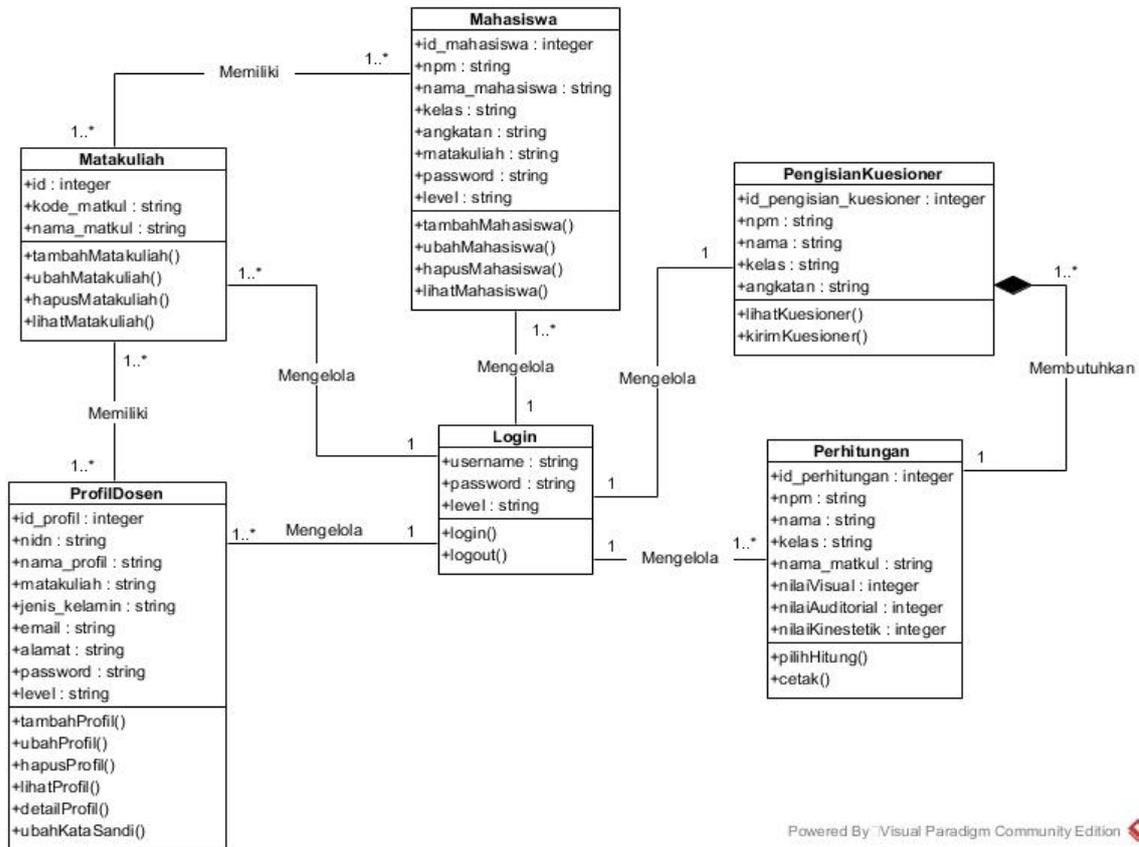
Swimlane diagram perhitungan clustering algoritma k-means menunjukkan aktifitas dosen yang dapat memilih kelas dan matakuliah untuk melihat perhitungan clustering algoritma k-means terhadap data hasil pengisian kuesioner gaya belajar mahasiswa dan juga dosen dapat mencetak hasil. Berikut gambar 3 menggambarkan Swimlane diagram perhitungan clustering algoritma k-means:



Gambar 3. Swimlane Diagram

3) Class Diagram

Berikut gambar 4 yakni class diagram pembuatan aplikasi data mining memakai algoritma k-means clustering guna mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar:



Gambar 4. Class Diagram

4. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan merupakan hasil dari pengumpulan data melalui *google* formulir dan menghasilkan sebanyak 9 data untuk dijadikan sebagai data yang dimodelkan menggunakan *k-means clustering*. Berikut ini link formulir kuesioner <https://docs.google.com/document/d/1PBfPGdbUc6CIOBOHxHNzMLokdVuLBBAA/edit?usp=sharing&oid=116371184902294932708&rtpof=true&sd=true>. Berikut pada tabel 2 merupakan hasil kuesioner gaya belajar mahasiswa:

Tabel 2. Hasil Kuesioner Gaya Belajar Mahasiswa

Data Ke-i	NPM	Nama	Kelas	Visual	Auditorial	Kinestetik
1	5520118016	Tiara	IF A 2018	15	17	15
2	5520118041	Nabila	IF A 2018	15	13	13
3	5520118032	Anggun	IF A 2018	13	16	18
4	5520118013	Ujang	IF A 2018	17	12	20
5	5520118002	Haikal	IF A 2018	11	12	13
6	5520118015	Raihan	IF A 2018	14	18	10
7	5520118044	Nisa	IF A 2018	15	14	12

8	5520118005	Ridwan	IF A 2018	13	18	14
9	5520118014	Susi	IF A 2018	12	12	7

Berikut ini adalah contoh kasus dan perhitungan menggunakan algoritma *k-means clustering*:

1) Menentukan jumlah *cluster* data pada penelitian ini yaitu berjumlah 3 *cluster*.

Pada tabel 2 nilai visual, auditorial, dan kinestetik seperti mahasiswa Tiara memiliki nilai 15, 17, 15 diambil dari hasil pengisian kuesioner gaya belajar mahasiswa yang diisi oleh mahasiswa tersebut.

Tabel 3. Titik Pusat Awal Tiap *Cluster*

Titik Pusat Awal	Visual	Auditorial	Kinestetik
<i>Cluster 1</i>	15	13	13
<i>Cluster 2</i>	11	12	13
<i>Cluster 3</i>	13	18	14

2) Menghitung jarak setiap data ke pusat *cluster* antara objek ke *centroid* dengan perhitungan jarak *euclidean*.

$$d(x_i, y_i) = \sqrt{(x_{ia} - \mu_{ja})^2 + (x_{in} - \mu_{jn})^2} \quad (1)$$

$$d_{11} = \sqrt{(15^2 - 15^2) + (17^2 - 13^2) + (15^2 - 13^2)} = 4.47$$

$$d_{12} = \sqrt{(15^2 - 11^2) + (17^2 - 12^2) + (15^2 - 13^2)} = 6.71$$

$$d_{13} = \sqrt{(15^2 - 13^2) + (17^2 - 18^2) + (15^2 - 14^2)} = 2.45$$

3) Kelompokan data ke dalam *cluster* dengan jarak minimal

Tabel 4. Perhitungan Setiap Data Ke Setiap *Cluster* Iterasi 1

Nama	Visual	Auditorial	Kinestetik	Cluster Center 1			Jarak Record Ke CC-1
				V1	A1	K1	
Tiara	15	17	15	15	13	13	4,47
Nabila	15	13	13	15	13	13	0,00
Anggun	13	16	18	15	13	13	6,16
Ujang	17	12	20	15	13	13	7,35
Haikal	11	12	13	15	13	13	4,12
Raihan	14	18	10	15	13	13	5,92
Nisa	15	14	12	15	13	13	1,41
Ridwan	13	18	14	15	13	13	5,48
Susi	12	12	7	15	13	13	6,78

Tabel 5. Lanjutan Tabel 4. Tabel Perhitungan Setiap Data Ke Setiap *Cluster* Iterasi 1

Nama	Cluster Center 2			Jarak Record Ke CC-2	Cluster Center 3			Jarak Record Ke CC-3	Cluster
	V2	A2	K2		V3	A3	K3		
Tiara	11	12	13	4,47	13	18	14	2,45	3
Nabila	11	12	13	0,00	13	18	14	5,48	1

Anggun	11	12	13	6,16	13	18	14	4,47	3
Ujang	11	12	13	7,35	13	18	14	9,38	1
Haikal	11	12	13	4,12	13	18	14	6,40	2
Raihan	11	12	13	5,92	13	18	14	4,12	3
Nisa	11	12	13	1,41	13	18	14	4,90	1
Ridwan	11	12	13	5,48	13	18	14	0,00	3
Susi	11	12	13	6,78	13	18	14	9,27	2

Berdasarkan tabel 4 tersebut didapatkan hasil perhitungan jarak *euclidean* sebagai berikut:

Cluster 1 = {Nabila, Ujang, Nisa}

Cluster 2 = {Haikal, Susi}

Cluster 3 = {Tiara, Anggun, Raihan, Ridwan}

- 4) Setelah semua data ditempatkan ke dalam *cluster* yang terdekat, kemudian hitung kembali pusat *cluster* yang baru berdasarkan rata-rata anggota yang ada pada *cluster* tersebut. Setelah didapatkan titik pusat yang baru dari setiap *cluster*, lakukan kembali dari langkah ketiga hingga titik pusat dari setiap *cluster* tidak berubah lagi dan tidak ada lagi data yang berpindah dari satu *cluster* ke *cluster* yang lain.

Tabel 6. Pengelompokan Data Dari Iterasi 1

Nama	Cluster 1			Cluster 2		
	Visual	Auditorial	Kinestetik	Visual	Auditorial	Kinestetik
Tiara	0	0	0	0	0	0
Nabila	15	13	13	0	0	0
Anggun	0	0	0	0	0	0
Ujang	17	12	20	0	0	0
Haikal	0	0	0	11	12	13
Raihan	0	0	0	0	0	0
Nisa	15	14	12	0	0	0
Ridwan	0	0	0	0	0	0
Susi	0	0	0	12	12	7
Jumlah	47	39	45	23	24	20
Jumlah Data	3	3	3	2	2	2
<i>Centroid</i> baru	15,67	13,00	15,00	11,50	12,00	10,00

Tabel 7. Lanjutan Tabel 6. Pengelompokan Data Dari Iterasi 1

Nama	Cluster 3		
	Visual	Auditorial	Kinestetik
Tiara	15	17	15
Nabila	0	0	0
Anggun	13	16	18
Ujang	0	0	0
Haikal	0	0	0
Raihan	14	18	10
Nisa	0	0	0
Ridwan	13	18	14
Susi	0	0	0

Jumlah	55	69	57
Jumlah Data	4	4	4
Centroid baru	13,75	17,25	14,25

Berdasarkan tabel 6 dan tabel 7 diatas diperoleh hasil sebagai berikut: *Cluster 1* berjumlah 3 data (Nabila, Ujang, dan Nisa), *Cluster 2* berjumlah 2 data (Haikal dan Susi), dan *Cluster 3* berjumlah 4 data (Tiara, Anggun, Raihan, dan Ridwan). Setelah mendapatkan hasil perhitungan iterasi 1, maka selanjutnya menghitung iterasi yang kedua. Dalam hal ini, nilai *centroid* yang digunakan berbeda, harus menghitung nilai *centroid* baru dengan cara menjumlahkan nilai *cluster* yang ada di kolom C1, C2, dan C3 setelah itu dibagi dengan jumlah data itu sendiri.

Tabel 8. Titik Pusat Kedua Tiap *Cluster*

Titik Pusat Kedua	Visual	Auditorial	Kinestetik
<i>Cluster 1</i>	15,67	13	15
<i>Cluster 2</i>	11,50	12	10
<i>Cluster 3</i>	13,75	17,25	14,25

Tabel 9. Perhitungan Setiap Data Ke Setiap *Cluster* Iterasi 2

Nama	Visual	Auditorial	Kinestetik	Cluster Center 1			Jarak Record Ke CC-1
				V1	A1	K1	
Tiara	15	17	15	15,67	13	15	4,06
Nabila	15	13	13	15,67	13	15	2,11
Anggun	13	16	18	15,67	13	15	5,01
Ujang	17	12	20	15,67	13	15	5,27
Haikal	11	12	13	15,67	13	15	5,18
Raihan	14	18	10	15,67	13	15	7,27
Nisa	15	14	12	15,67	13	15	3,23
Ridwan	13	18	14	15,67	13	15	5,76
Susi	12	12	7	15,67	13	15	8,86

Tabel 10. Lanjutan Tabel 9. Perhitungan Setiap Data Ke Setiap *Cluster* Iterasi 2

Nama	Cluster Center 2			Jarak Record Ke CC-2	Cluster Center 3			Jarak Record Ke CC-3	Cluster
	V2	A2	K2		V3	A3	K3		
Tiara	11,5	12	10	7,89	13,75	17,25	14,25	1,48	3
Nabila	11,5	12	10	4,72	13,75	17,25	14,25	4,60	1
Anggun	11,5	12	10	9,07	13,75	17,25	14,25	4,02	3
Ujang	11,5	12	10	11,41	13,75	17,25	14,25	8,44	1
Haikal	11,5	12	10	3,04	13,75	17,25	14,25	6,06	2
Raihan	11,5	12	10	6,50	13,75	17,25	14,25	4,32	3
Nisa	11,5	12	10	4,50	13,75	17,25	14,25	4,15	1
Ridwan	11,5	12	10	7,37	13,75	17,25	14,25	1,09	3
Susi	11,5	12	10	3,04	13,75	17,25	14,25	9,12	2

Berdasarkan tabel 9 dan tabel 10 diatas didapatkan hasil perhitungan jarak *euclidean* sebagai berikut:

Cluster 1 = {Nabila, Ujang, Nisa}

Cluster 2 = {Haikal, Susi}

Cluster 3 = {Tiara, Anggun, Raihan, Ridwan}

Berdasarkan tabel 6, tabel 7, tabel 9 dan tabel 10 dapat dilihat bahwa posisi *cluster* memiliki nilai *cluster* yang sama dan tidak ada perubahan. Sehingga proses perhitungan *k-means* berhenti pada iterasi ke-2, karena iterasi ke-2 sama hasilnya dengan iterasi sebelumnya. Diperoleh hasil dari posisi *cluster 1* berjumlah 3 data, *cluster 2* berjumlah 2 data dan *cluster 3* berjumlah 4 data.

Selanjutnya, pada fase ini proses lanjutan hasil analisis serta perancangan sebelumnya, sehingga dapat menghasilkan sebuah aplikasi *data mining* memakai algoritma *k-means clustering* guna mengelompokan mahasiswa berdasarkan gaya belajar sebagai berikut:

4.1 Antarmuka

1) Antarmuka Halaman Perhitungan *Clustering* Algoritma *K-Means*

Halaman perhitungan *clustering* algoritma *k-means* yakni halaman dari aplikasi yang dapat dipakai oleh dosen melakukan proses perhitungan *clustering*. Implementasi dari tabel 2. Berikut link aplikasi dapat diunduh di <https://github.com/fitrhndyn/kmeans.git>.

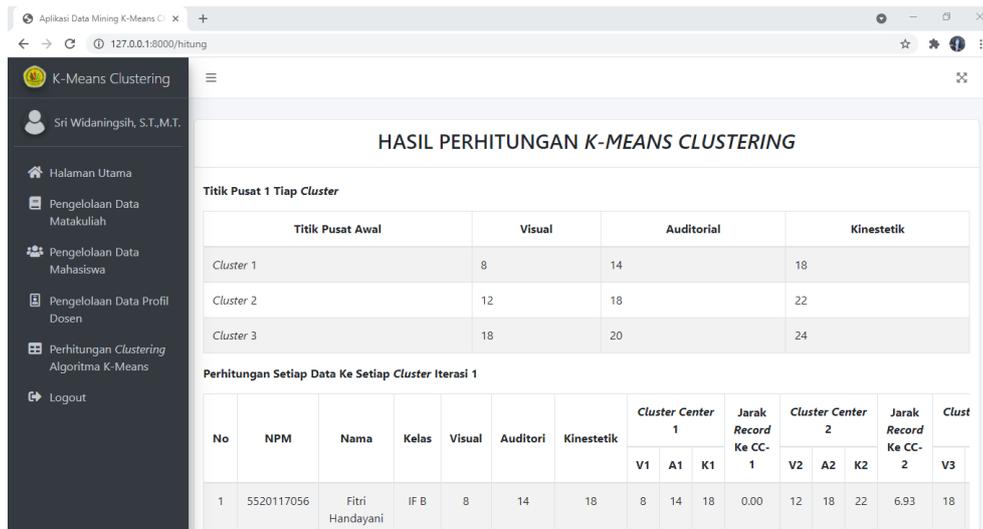
The screenshot shows a web application interface for K-Means Clustering. The main heading is "PERHITUNGAN K-MEANS CLUSTERING". Below the heading, there are dropdown menus for "Pilih Kelas" and "Pilih Matakuliah", and a green "Hitung" button. A table displays student data with columns: No, NPM, Nama, Kelas, Visual, Auditori, and Kinestetik. The table contains 7 rows of data.

No	NPM	Nama	Kelas	Visual	Auditori	Kinestetik
1	5520118041	Nabila Amiratun	IF A	15	13	13
2	5520118002	Haikal Lutfi	IF A	11	12	13
3	5520118005	Ridwan	IF A	13	18	14
4	5520118016	Tiara Tsaniya	IF A	15	17	15
5	5520118032	Anggun Aprilia	IF A	13	16	18
6	5520118013	Ujang Setiawan	IF A	17	12	20
7	5520118015	Raihan Mohamad Fajar	IF A	14	18	10

Gambar 5. Antarmuka Halaman Perhitungan *Clustering* Algoritma *K-Means*

2) Antarmuka Halaman Hasil Perhitungan *K-Means Clustering*

Halaman Hasil Perhitungan *K-Means Clustering* yakni halaman dari aplikasi yang dapat dipakai oleh dosen guna melihat proses hasil perhitungan *k-means clustering* dan mencetak hasilnya. Implementasi dari tabel 9.



HASIL PERHITUNGAN K-MEANS CLUSTERING

Titik Pusat 1 Tiap Cluster

Titik Pusat Awal	Visual	Auditorial	Kinestetik
Cluster 1	8	14	18
Cluster 2	12	18	22
Cluster 3	18	20	24

Perhitungan Setiap Data Ke Setiap Cluster Iterasi 1

No	NPM	Nama	Kelas	Visual	Auditori	Kinestetik	Cluster Center 1			Jarak Record Ke CC-1	Cluster Center 2			Jarak Record Ke CC-2	Clust
							V1	A1	K1		V2	A2	K2		
1	5520117056	Fitri Handayani	IF B	8	14	18	8	14	18	0.00	12	18	22	6.93	18

Gambar 6. Antarmuka Halaman Hasil Perhitungan *K-Means Clustering*

4.2 Pengujian

Pengujian yakni bagian penting dari siklus pengembangan *software*. Uji diadakan guna memastikan kualitas serta untuk mengidentifikasi kelemahan dalam *software*. Tujuan pengujian ini yakni memastikan *software* yang dibangun dengan kualitas solid. Uji ini menggunakan metode kotak hitam (*blackbox*) pada aplikasi *data mining* memakai algoritma *k-means clustering* guna mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar. Uji *black box* memfokuskan ke persyaratan fungsional *software*. Berikut dibawah ini tabel 2 ialah tabel pengujian:

Tabel 11. Tabel Pengujian Perhitungan *Clustering* Algoritma *K-Means*

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Menekan menu perhitungan <i>clustering</i> algoritma <i>k-means</i> .	Sistem menampilkan halaman perhitungan <i>k-means clustering</i> .	Sesuai
2	Memilih kelas dan matakuliah, dan menekan tombol hitung.	Sistem menampilkan halaman perhitungan <i>k-means clustering</i> .	Sesuai
3	Menekan tombol cetak.	Sistem menampilkan <i>preview pdf</i> hasil.	Sesuai

5. Kesimpulan

Dari hasil permasalahan dari pembahasan aplikasi *data mining* memakai algoritma *k-means clustering* guna mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar, sehingga dapat disimpulkan aplikasi *data mining* memakai algoritma *k-means clustering* ini dapat mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajarnya. Aplikasi *data mining* memakai algoritma *k-means clustering* guna mengelompokkan mahasiswa berdasarkan gaya belajar dalam proses mengelompokkan diyakini lebih efektif dan efisien. Ini dapat dilihat melalui ketepatan dan kecepatan waktu mengelompokkan mahasiswa serta memudahkan para dosen untuk menentukan metode pembelajaran sesuai gaya belajar mahasiswa sehingga dapat menaikkan hasil belajar mahasiswa.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti ucapkan terimakasih kepada mahasiswa, dosen, dan Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Suryakencana atas izin serta mendukung proses penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] J. Ramadandi, S, "Klasifikasi Gaya Belajar Mahasiswa Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 10, no. September, pp. 170–179, 2020, doi: 10.34010/jati.v10i2.
- [2] D. Prastyo, A. Anturi, and A. M. Fanny, "Perbedaan Hasil Belajar Mahasiswa PGSD UNIPA Surabaya dengan Model Mnemonik pada Materi Peta, Atlas dan Globe Ditinjau dari Gaya Belajar Audio, Visual dan Kinestetik," *TRIHAYU J. Pendidik.*, vol. 4, no. 1, pp. 199–207, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/trihayu/article/view/2117>
- [3] Butarbutar and Dkk, "Komparasi Kinerja Algoritma Fuzzy C-Means dan K-Means dalam Pengelompokan Data Siswa Berdasarkan Prestasi Nilai Akademik Siswa (Studi Kasus : SMP Negeri 2 Pematangsiantar)," *J. Ris. Inf. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2012, pp. 46–55, 2016.
- [4] I. Kamila, U. Khairunnisa, and M. Mustakim, "Perbandingan Algoritma K-Means dan K-Medoids untuk Pengelompokan Data Transaksi Bongkar Muat di Provinsi Riau," *J. Ilm. Rekayasa dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, p. 119, 2019, doi: 10.24014/rmsi.v5i1.7381.
- [5] ella dawiyah, "Angket Gaya Belajar," *Scribd*. 2012. [Online]. Available: <https://id.scribd.com/doc/108518328/Angket-Gaya-Belajar>
- [6] R. ANDREA, S. Palupi, and S. Qomariah, "Cluster Analysis for Learning Style of Vocational High School Student Using K-Means and FUZZY C-MEANS (FCM)," *J. Penelit. Pos dan Inform.*, vol. 7, no. 2, p. 121, 2017, doi: 10.17933/jppi.2017.070204.
- [7] S. F. Pane, W. K. Sari, and Z. A. Wicaksono, *Membuat Aplikasi Pengolahan Data Administrasi Barang Menggunakan Aplikasi Apex Online*, 1st ed. Bandung: Kreatif Industri Nusantara, 2020. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Membuat_Aplikasi_Pengolahan_Data_Administrasi/3s3XDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=Membuat+Aplikasi+Pengolahan+Data+Administrasi+Barang+Menggunakan+Aplikasi+Apex+Online&printsec=frontcover
- [8] E. Buulolo, *Data Mining Untuk Perguruan Tinggi*, 1st ed. Yogyakarta: Deepublish, 2020. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=K_SDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Data+Mining+Untuk+Perguruan+Tinggi&ots=KdDu5Vu5Rl&sig=7RLJ5DNFNTgIdt5tsoG7eHnvtSs&redir_esc=y#v=onepage&q=Data Mining Untuk Perguruan Tinggi&f=false
- [9] D. Nofriansyah, *Konsep Data Mining Vs Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Deepublish, 2014. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=PoJyCAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR6&dq=Konsep+Data+Mining+vs+Sistem+Pendukung+Keputusan&ots=YWII2pyWgV&sig=pF2So14FnoiXUET6l5RXRLaKTR4&redir_esc=y#v=onepage&q=Konsep Data Mining vs Sistem Pendukung Keputusan&f=false
- [10] Y. Heryadi and E. Irwansyah, *Deep Learning Dan Aplikasinya Di Bidang Informasi Geospasial*, 1st ed. Depok: PT. Artifisia Wahana Informa Teknologi, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=UorwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=P>

- A4&dq=Deep+Learning+dan+Aplikasinya+di+Bidang+Informasi+Geospasial&ots=t-H2jewT8B&sig=NAyAmQOakJ0OTTPhUNI_hbtypal&redir_esc=y#v=onepage&q=Deep Learning dan Aplikasinya di Bidang Informa
- [11] M. Nishom, “Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 4, no. 1, pp. 20–24, 2019, doi: 10.30591/jpit.v4i1.1253.
- [12] M. Wahyudi, Masitha, R. Saragih, and Solikhun, *Data Mining : Penerapan Algoritma K-Means Clustering dan K-Medoids Clustering*, 1st ed. Yayasan Kita Menulis, 2020. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Data_Mining_Penerapan_Algoritma_K_Means/wQnhDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=Data+Mining+:+Penerapan+Algoritma+K-Means+Clustering+dan+K-Medoids+Clustering&printsec=frontcover
- [13] J. O. Papilaya and N. Huliselan, “Identifikasi Gaya Belajar Mahasiswa,” *J. Psikol. Undip*, vol. 15, no. 1, p. 56, 2016, doi: 10.14710/jpu.15.1.56-63.
- [14] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering A Practitioner’s Approach*, Eighth Edi. New York: McGraw-Hill Education, 2015.