

Pembentukan Kelompok Belajar Berdasarkan Student Model Dengan Algoritma K-Means Untuk Mendukung Jigsaw Cooperative Learning

Taufiq Hamdani Yunan
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

taufiqhamdaniyunan@student.telkomuniversity.ac.id

Oktariani Nurul Pratiwi
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

onurulp@telkomuniversity.ac.id

Irfan Darmawan
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

irfandarmawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penelitian ini mengembangkan pendekatan baru untuk pembentukan kelompok belajar dalam model Jigsaw Cooperative Learning di lingkungan perguruan tinggi, yang bertujuan mengatasi tantangan homogenitas kelompok dan kurangnya personalisasi. Menggunakan metodologi CRISP-DM, penelitian dimulai dengan pemahaman bisnis dan data, di mana data mahasiswa mencakup identitas, kinerja akademis (nilai kuis dan IPK), kepribadian (MBTI), dan gaya belajar dikumpulkan melalui kuesioner Microsoft Form. Pada tahap persiapan data, pembersihan data dilakukan untuk mengatasi nilai kosong, dan fitur-fitur dikodekan serta distandardisasi menggunakan normalisasi Z-score. Reduksi dimensi dengan Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk menyederhanakan struktur data, dengan dua komponen utama dipilih karena mampu merepresentasikan sebagian besar variansi. Untuk pemodelan, algoritma clustering K-means diimplementasikan. Jumlah kluster optimal ditentukan sebagai 4 menggunakan metode Elbow. Hasil clustering divisualisasikan dalam dua dimensi menggunakan PCA, menunjukkan pemisahan kluster yang cukup jelas. Evaluasi kualitas clustering menggunakan Silhouette Score menunjukkan nilai 0.36, mengindikasikan bahwa struktur kluster cukup representatif meskipun ada beberapa data yang mendekati batas antar kluster. Berdasarkan hasil clustering, kelompok-kelompok heterogen dibentuk dengan mengambil satu anggota dari setiap kluster secara bergiliran, menghasilkan 7 kelompok dengan 4-5 anggota. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kolaborasi dan pemahaman materi, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih adil dan personal.

Kata kunci— Jigsaw, K-means, clustering, Cooperative Learning, CRISP-DM

I. PENDAHULUAN

Pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw telah diakui secara luas sebagai salah satu metode yang sangat efektif dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Model ini dirancang untuk memperdalam pemahaman siswa terhadap materi pelajaran sekaligus mendorong kolaborasi dan saling membantu dalam menguasai konsep-konsep yang kompleks. Studi terbaru mengindikasikan bahwa model Jigsaw tidak hanya berkontribusi pada peningkatan pemahaman akademis, tetapi juga secara signifikan mengembangkan keterampilan sosial siswa, seperti kerja sama, komunikasi, dan toleransi, yang merupakan aspek krusial dalam membangun lingkungan belajar yang inklusif dan kolaboratif. Model ini menekankan pembagian tanggung jawab materi kepada setiap anggota kelompok, memastikan setiap siswa tidak

hanya menguasai bagiannya tetapi juga mampu menyampaikannya kepada rekan-rekannya, sehingga mendorong keterlibatan aktif dan peningkatan hasil belajar[1].

Namun, meskipun memiliki banyak manfaat, implementasi model Jigsaw masih menghadapi beberapa tantangan. Salah satu masalah utama adalah keterlambatan adaptasi metode ini di berbagai perguruan tinggi, sering kali disebabkan oleh kurangnya pelatihan bagi dosen dalam menentukan kelompok yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa [2]. Terdapat kesenjangan antara kondisi saat ini dengan target yang ingin dicapai, terutama dalam pemenuhan kebutuhan beragam mahasiswa. Setiap mahasiswa memiliki gaya belajar dan kemampuan yang berbeda, sehingga pendekatan yang lebih personal dan adaptif sangat diperlukan [3]. Pembentukan kelompok secara otomatis dalam pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw menjadi sangat penting untuk memastikan heterogenitas dan keseimbangan dalam kelompok. Penelitian menunjukkan bahwa pembentukan kelompok yang tepat dapat meningkatkan interaksi positif dan kerja sama antar anggota kelompok [4]. Dengan memanfaatkan algoritma untuk pembentukan kelompok, dapat dipastikan bahwa setiap kelompok memiliki kombinasi yang seimbang dari berbagai kemampuan dan gaya belajar, yang pada akhirnya akan meningkatkan efektivitas pembelajaran [4].

Mengembangkan sistem yang dapat menentukan kelompok belajar secara otomatis menghadapi beberapa tantangan. Salah satu tantangan utama adalah mengumpulkan dan menganalisis data yang relevan tentang siswa, seperti preferensi belajar dan karakteristik sosial. Selain itu, sistem harus mampu menyesuaikan diri dengan perubahan dinamika kelompok dan kebutuhan individu siswa. Tantangan lainnya termasuk memastikan bahwa algoritma yang digunakan adil dan tidak bias, serta dapat diimplementasikan dengan mudah oleh pendidik [5]. Penelitian lain yang berfokus pada penerapan model Cooperative Learning (CL) tipe Jigsaw dalam pembelajaran nahwu mengungkapkan bahwa model ini sangat efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan partisipasi aktif siswa, serta pengembangan keterampilan sosial dan kerja sama siswa[1].

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model siswa berbasis machine learning untuk mendukung efektivitas pembelajaran

kooperatif tipe Jigsaw. Pembelajaran kooperatif, khususnya dengan metode Jigsaw, memiliki potensi besar dalam meningkatkan kolaborasi dan pemahaman materi, namun tantangan dalam pembentukan kelompok yang efektif masih menjadi hambatan. Oleh karena itu, penelitian ini memfokuskan pada penggunaan algoritma clustering untuk membentuk kelompok yang optimal, berdasarkan perbedaan gaya belajar, kemampuan, dan karakteristik sosial siswa. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini merumuskan beberapa pertanyaan utama:

- Bagaimana mengembangkan algoritma clustering (K-means) yang efektif untuk melakukan pembagian kelompok dalam pembelajaran tipe Jigsaw agar memperhitungkan perbedaan gaya belajar dan kemampuan individu mahasiswa?
- Bagaimana algoritma clustering (K-means) dapat digunakan untuk mengoptimalkan komposisi kelompok guna meningkatkan kolaborasi dan pemahaman materi pada setiap mahasiswa dalam model pembelajaran Jigsaw?
- Bagaimana hasil analisis dari clustering (K-means) terkait efektivitas pembagian kelompok dalam model Jigsaw dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan dampak pembelajaran secara keseluruhan?

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah:

- Mengembangkan algoritma clustering (K-means) untuk pembagian kelompok dalam pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw yang dapat menyesuaikan dengan perbedaan gaya belajar dan kemampuan mahasiswa secara individual.
- Merancang algoritma clustering (K-means) yang dapat mengoptimalkan komposisi kelompok, sehingga mendukung peningkatan kolaborasi dan pemahaman materi pada setiap mahasiswa dalam metode Jigsaw.
- Menganalisis hasil implementasi algoritma clustering (K-means) dalam pembelajaran tipe Jigsaw untuk menilai efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar akademis mahasiswa.

Penelitian ini memiliki beberapa batasan: terbatas pada penerapan metode Cooperative Learning tipe Jigsaw; menggunakan algoritma clustering (K-means) berdasarkan data mahasiswa (kemampuan akademis, preferensi belajar, karakteristik sosial); berfokus pada mahasiswa dalam konteks pembelajaran di perguruan tinggi, dan data yang digunakan terbatas pada mahasiswa dari satu program studi di Universitas Telkom. Manfaat penelitian ini secara teoritis meliputi pengembangan konsep Student Model Berbasis Machine Learning, peningkatan pemahaman terhadap Cooperative Learning, dan kontribusi terhadap teori pembentukan kelompok. Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran, menerapkan teknologi untuk pembelajaran yang lebih personal, dan menjadi bahan rujukan untuk pengembangan kurikulum. Bagi dosen, penelitian ini membantu membentuk kelompok yang lebih seimbang, dan bagi mahasiswa, memberikan pengalaman belajar yang lebih adil dan seimbang dengan kelompok yang saling melengkapi.

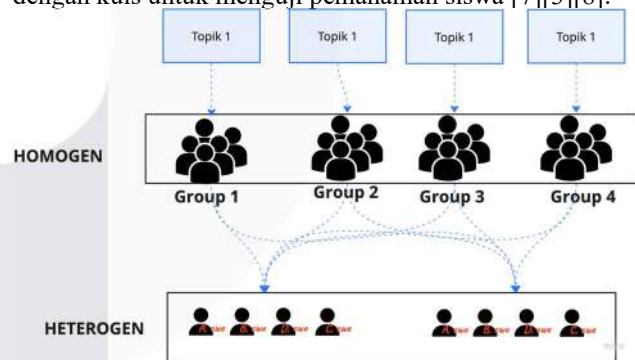
II. KAJIAN TEORI.

II.1 Cooperative Learning

Cooperative Learning atau pembelajaran kooperatif adalah model pembelajaran yang mengutamakan kerja sama antara siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran, dengan dasar filosofi konstruktivisme. Dalam model ini, pengetahuan dibangun secara bertahap melalui pengalaman nyata, bukan sekadar fakta atau konsep yang dihafal. Pembelajaran ini memungkinkan siswa bekerja dalam kelompok kecil untuk saling membantu dan memaksimalkan potensi masing-masing. Guru berperan sebagai fasilitator yang menciptakan kondisi di mana siswa dapat mengembangkan ide dan strategi belajarnya sendiri. Model ini tidak hanya efektif untuk meningkatkan prestasi akademik tetapi juga mengembangkan keterampilan sosial siswa, seperti kerja sama, toleransi, dan menghargai pendapat orang lain [6].

II.2 Metode jigsaw

Metode Jigsaw adalah model Cooperative Learning yang melibatkan tim heterogen beranggotakan 4-5 orang. Setiap siswa bertanggung jawab menguasai bagian materi dan mengajarkannya kepada anggota lain. Dikembangkan oleh Elliot Aronson pada tahun 1978, metode ini membagi materi menjadi bagian-bagian yang dapat dipelajari secara terpisah, lalu digabungkan untuk membentuk pengetahuan yang utuh. Siswa bekerja dalam kelompok kecil untuk mempelajari materi yang ditugaskan, kemudian bertemu dalam kelompok ahli untuk mendalami topik yang sama. Setelah itu, mereka kembali ke kelompok asal untuk mengajarkan materi yang telah dipelajari. Metode ini meningkatkan rasa tanggung jawab individu dan saling ketergantungan positif antar siswa. Pembelajaran diakhiri dengan kuis untuk menguji pemahaman siswa [7][3][8].



GAMBAR 1
Alur Metode Jigsaw

Gambar II.1 menggambarkan alur Metode Jigsaw:

- Persiapan: Guru memilih materi yang dapat dibagi, menjelaskan sistem pembelajaran, dan membentuk kelompok asal (home teams) serta kelompok ahli (expert teams).
- Pelaksanaan: Siswa dibagi ke dalam kelompok asal yang heterogen. Setiap siswa mempelajari segmen materi tertentu dan bergabung dengan kelompok ahli untuk mendalami topik tersebut. Guru memantau dan memberikan bimbingan. Siswa kembali ke kelompok asal untuk mengajarkan materi yang telah dipelajari.

- c. Penyelesaian: Guru memberikan evaluasi terhadap pemahaman materi dan kerja sama kelompok melalui tes individu[3][2][8].

II.3 Machine Learning

Machine learning merupakan serangkaian teknik yang dapat membantu dalam menangani dan memprediksi data yang sangat besar dengan cara mempresentasikan data-data tersebut dengan algoritma pembelajaran. Istilah ini pertama kali didefinisikan oleh Arthur Samuel pada tahun 1959 sebagai bidang ilmu komputer yang memberikan kemampuan pembelajaran kepada komputer untuk mengetahui sesuatu tanpa pemrograman yang jelas. Menurut Mohri et al. (2012), machine learning dapat didefinisikan sebagai metode komputasi berdasarkan pengalaman untuk meningkatkan performa atau membuat prediksi yang akurat. Dalam pembelajaran machine learning, terdapat skenario-skenario seperti:

- Supervised Learning: Pembelajaran menggunakan masukan data pembelajaran yang telah diberi label, kemudian membuat prediksi dari data tersebut.
- Unsupervised Learning: Pembelajaran menggunakan masukan data pembelajaran yang tidak diberi label, kemudian mencoba untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristik yang ditemui. Penelitian ini berfokus pada skenario ini untuk tujuan clustering.
- Reinforcement Learning: Fase pembelajaran dan tes saling dicampur untuk mengumpulkan informasi secara aktif dengan berinteraksi ke lingkungan, sehingga mendapatkan balasan untuk setiap aksi dari pembelajaran [9].

II.4 K-Means

K-Means merupakan salah satu metode clustering non-hierarki yang digunakan untuk membagi sekumpulan data ke dalam beberapa kelompok (cluster) berdasarkan kemiripan karakteristik atau atribut tertentu. Metode ini berupaya mempartisi data ke dalam k kelompok (dengan $k < n$, di mana n adalah jumlah data) sehingga objek-objek dalam satu cluster memiliki tingkat kemiripan yang tinggi, sedangkan objek-objek antar cluster memiliki tingkat perbedaan yang tinggi [10].

Algoritma K-Means membutuhkan parameter masukan berupa jumlah cluster yang ingin dibentuk (k) dan bekerja dengan meminimalkan jarak antar data terhadap pusat cluster yang disebut centroid. Kemiripan antara data dengan cluster ditentukan berdasarkan jarak minimum antara data dengan centroid tersebut. Salah satu ukuran jarak yang umum digunakan adalah jarak Euclidean, yang menilai seberapa dekat suatu objek dengan pusat cluster tertentu; semakin kecil jaraknya, semakin tinggi kemiripan objek terhadap cluster tersebut [11].



GAMBAR 2
Flowchart K-Means

Gambar 2 menunjukkan *flowchart* algoritma K-Means yang bekerja melalui beberapa langkah iteratif:

- Menentukan jumlah *cluster* (k) yang diinginkan.
- Menginisialisasi *centroid* awal secara acak dari sekumpulan data.
- Menghitung jarak setiap data terhadap masing-masing *centroid* menggunakan rumus Euclidean.
- Mengelompokkan setiap data ke *centroid* terdekat berdasarkan jarak terkecil.
- Menghitung ulang posisi *centroid* berdasarkan rata-rata data pada setiap kelompok.
- Mengulangi proses dari langkah ke-3 hingga posisi *centroid* tidak lagi berubah atau perubahan yang terjadi sangat kecil (konvergen)[12].

Keuntungan utama dari algoritma K-Means adalah kesederhanaannya dan efisiensinya dalam mengelompokkan data skala besar. Namun, kelemahan dari algoritma ini adalah pengguna harus menentukan jumlah *cluster* (k) terlebih dahulu, yang terkadang memerlukan metode tambahan seperti *Elbow Method* atau *Silhouette Score*. Hasil akhir dapat berbeda tergantung pada inisialisasi *centroid* awal karena prosesnya bersifat acak, dan tidak cocok untuk data dengan bentuk *cluster* non-linier atau ukuran yang sangat berbeda. Oleh karena itu, dalam penerapannya, penting untuk melakukan evaluasi terhadap kualitas hasil *clustering* serta melakukan eksperimen dengan beberapa nilai k yang berbeda untuk memperoleh hasil pengelompokan yang optimal [12].

II.5 CRISP-DM

CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) merupakan metode yang banyak digunakan oleh para ahli dengan menggunakan proses pemodelan data di dalamnya. Tujuan dari metode CRISP-DM ini yaitu untuk menemukan pola yang menarik dan memiliki makna pada data yang digunakan. CRISP-DM memiliki tahapan dan kerangka kerja yang terstruktur sehingga pengguna metode ini akan lebih terarah dan mengetahui langkah yang harus dikerjakan dalam penelitian.

Pada CRISP-DM ini terdapat 6 tahap, yaitu:

- Business Understanding: Proses menentukan tujuan bisnis, memahami situasi dan kondisi pada saat penelitian, dan menetapkan tujuan penelitian ke dalam permasalahan yang diselesaikan dengan data mining.
- Data Understanding: Tahap persiapan, melakukan pengecekan terhadap data yang digunakan, mengumpulkan data awal, serta melakukan identifikasi pada kualitas data.
- Data Preparation: Proses yang dilakukan setelah data dikumpulkan, meliputi identifikasi, pemilihan data, pembersihan data, dan transformasi data.
- Modelling: Tahap implementasi algoritma yang akan digunakan untuk melakukan pencarian, identifikasi, serta menghasilkan pola yang akan digunakan pada data penelitian.
- Evaluation: Proses untuk melakukan pengukuran hasil evaluasi dari model yang telah diimplementasikan sebelumnya di tahap modelling. Hasil evaluasi tersebut menggambarkan proses dari data mining yang telah dilakukan dan mengukur model yang paling baik untuk digunakan.
- Deployment: Proses pembuatan laporan atau artikel jurnal menggunakan hasil penelitian [13].

III. METODE

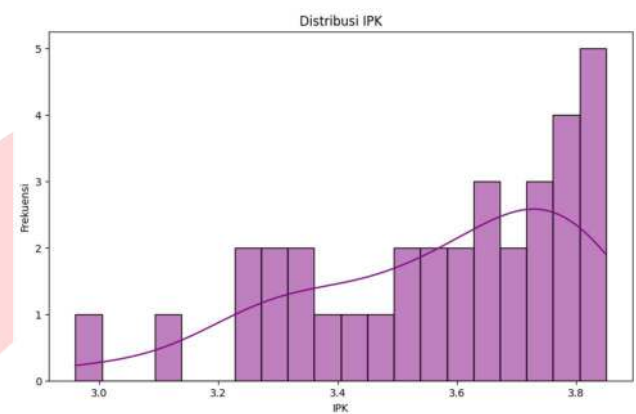
Penelitian ini dilakukan dalam enam tahap sesuai pendekatan CRISP-DM.

- A. **Business Understanding** Pemahaman awal terhadap masalah pembentukan kelompok heterogen dalam pembelajaran Jigsaw, serta pentingnya personalisasi dalam strategi pembelajaran.
- B. **Data Understanding** Data dikumpulkan dari 30 mahasiswa melalui Google Form. Data mencakup:
 - o Nilai kuis (Quiz 1, 2, 3)
 - o IPK
 - o MBTI
 - o Gaya belajar (visual, auditori, kinestetik)
- C. **Data Preparation** Langkah-langkahnya:
 - o Menangani missing values.
 - o Encoding data kategorikal menjadi numerik.
 - o Normalisasi Z-score.
 - o Reduksi dimensi menggunakan PCA (2 komponen utama).
- D. **Modeling** Dilakukan menggunakan algoritma K-means:
 - o Inisialisasi $k = 4$ (hasil Elbow Method)
 - o Implementasi clustering pada data PCA
 - o Visualisasi hasil menggunakan scatter plot 2D
- E. **Evaluation**
 - o Silhouette Score = 0.36 menunjukkan struktur cluster tergolong lemah hingga sedang.
 - o Validasi hasil clustering digunakan untuk membentuk kelompok belajar heterogen.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Analisis Dan Perancangan

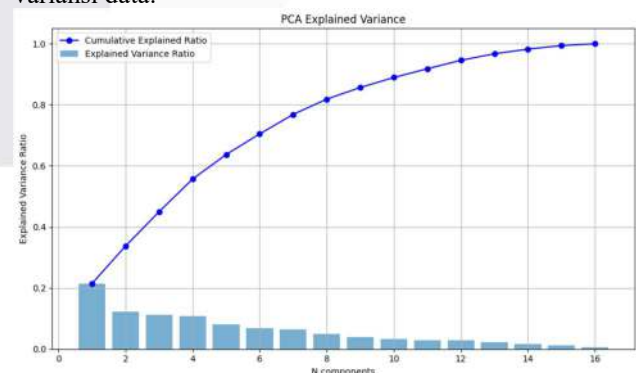
Penelitian dimulai dengan pemahaman bisnis dan data. Datamahasiswa yang digunakan mencakup identitas, kinerja akademis (nilai kuis dan IPK), kepribadian (MBTI), dan gaya belajar, yang dikumpulkan melalui kuesioner Microsoft Form. Eksplorasi data menunjukkan distribusi IPK mayoritas mahasiswa berada di kisaran 3.6 hingga 3.85, mencerminkan pencapaian akademik yang baik.



GAMBAR 3
Distribusi IPK

Distribusi gender menunjukkan ketimpangan, dengan 24 mahasiswa laki-laki dan 10 perempuan. Nilai kuis menunjukkan sebagian besar mahasiswa menguasai materi dengan baik, meskipun ada keragaman hasil pada Quiz 2.

Pada tahap persiapan data, dilakukan pembersihan data untuk mengatasi nilai yang kosong. Fitur-fitur diencoding dan distandarisasi; misalnya, dimensi kepribadian MBTI dan gaya belajar dikonversi ke format numerik, dan fitur numerik distandarisasi menggunakan Z-score normalization. Reduksi dimensi menggunakan Principal Component Analysis (PCA) menghasilkan dua komponen utama yang mampu merepresentasikan sebagian besar variansi data.



GAMBAR 4
Grafik PCA

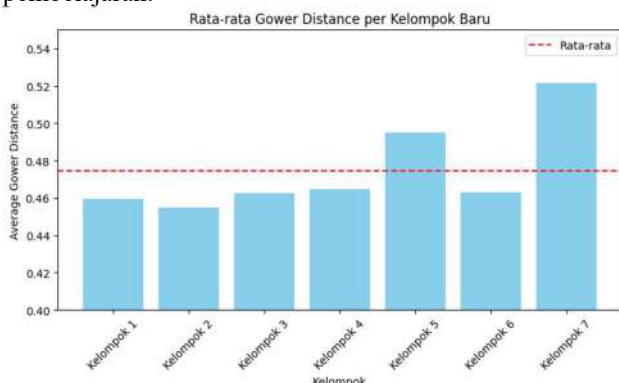
Untuk pemodelan, algoritma clustering K-means diimplementasikan. Jumlah kluster optimal ditentukan sebagai 4 menggunakan metode Elbow, yang ditunjukkan oleh penurunan nilai inerti yang drastis hingga $K=4$. Hasil

clustering divisualisasikan dalam dua dimensi menggunakan PCA, menunjukkan pemisahan kluster yang cukup jelas, memperkuat keputusan pemilihan 4 kluster sebagai konfigurasi optimal.

IV.2 Implementasi Dan Hasil

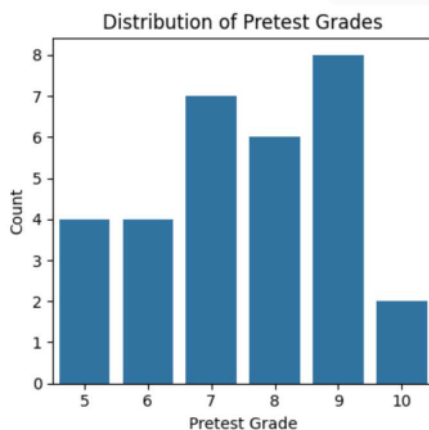
Evaluasi kualitas clustering menggunakan Silhouette Score menghasilkan nilai 0.36. Nilai ini mengindikasikan bahwa struktur kluster yang terbentuk cukup representatif untuk memisahkan data ke dalam kelompok yang berbeda, meskipun ada beberapa titik data yang berdekatan dengan batas antar kluster.

Berdasarkan hasil clustering, kelompok-kelompok heterogen dibentuk dengan mengambil satu anggota dari setiap kluster secara bergiliran, menghasilkan 7 kelompok dengan 4-5 anggota. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kolaborasi dan pemahaman materi, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih adil dan personal. Evaluasi heterogenitas antar anggota kelompok dilakukan dengan menghitung rata-rata jarak Gower, yang memberikan gambaran tentang seberapa besar perbedaan karakteristik dalam satu kelompok. Meskipun data detail mengenai hasil pre-test dan post-test tidak tersedia, bagian ini dalam dokumen mengindikasikan adanya evaluasi efektivitas pembelajaran.



GAMBAR 5
Gower Distance

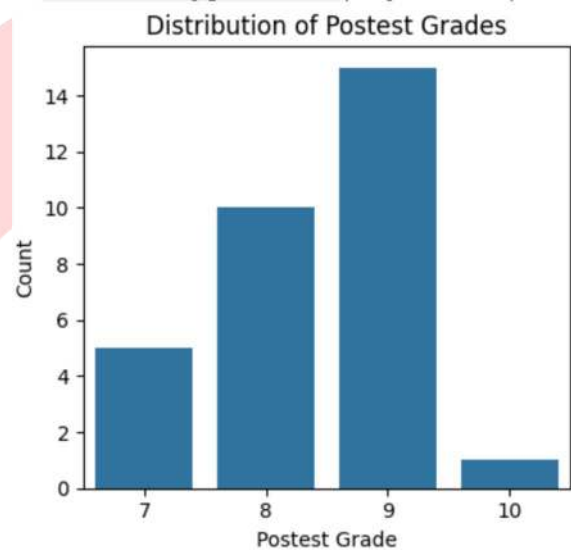
IV.2.1 Hasil Pretest dan Postest Pada Pembelajaran jigsaw



GAMBAR 6
Hasil Pretest Pada Pembelajaran

Gambar berikut menunjukkan distribusi nilai pretest mahasiswa pada materi Data Warehouse. Dari grafik tersebut, sebagian besar mahasiswa memperoleh nilai antara 7 hingga 9, dengan nilai 9 sebagai nilai yang paling banyak diperoleh (8 mahasiswa). Namun, masih terdapat 4 mahasiswa yang memperoleh nilai 5 dan 4 mahasiswa lainnya memperoleh nilai 6. Hal ini mencerminkan bahwa pemahaman awal mahasiswa terhadap materi masih belum merata, dengan sebagian belum memahami konsep dasar dengan baik.

Rata-rata nilai pretest adalah 7,52, menunjukkan tingkat pemahaman awal mahasiswa berada pada kategori cukup. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih kolaboratif seperti Jigsaw Cooperative Learning untuk mendorong pemahaman yang lebih menyeluruh.



GAMBAR 7
Hasil Postest Pada Pembelajaran

Setelah diterapkannya model pembelajaran Jigsaw, distribusi nilai post-test menunjukkan peningkatan yang signifikan. Dari grafik, terlihat bahwa 15 mahasiswa memperoleh nilai 9, 10 mahasiswa memperoleh nilai 8, 5 mahasiswa memperoleh nilai 7, dan 1 mahasiswa memperoleh nilai 10. Tidak ada mahasiswa yang memperoleh nilai di bawah 7, yang menunjukkan bahwa seluruh peserta didik telah mencapai pemahaman dasar yang baik terhadap materi.

Rata-rata nilai post-test meningkat menjadi 8,41, dari yang sebelumnya 7,52 pada pre-test. Peningkatan ini mengindikasikan efektivitas penerapan model Jigsaw Cooperative Learning dalam meningkatkan kolaborasi dan pemahaman materi Data Warehouse secara signifikan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan pendekatan baru untuk pembentukan kelompok belajar dalam model Jigsaw Cooperative Learning di lingkungan perguruan tinggi dengan tujuan mengatasi tantangan homogenitas kelompok dan kurangnya personalisasi. Menggunakan pendekatan CRISP-

DM, data mahasiswa yang mencakup identitas, kinerja akademis, kepribadian, dan gaya belajar dikumpulkan, dibersihkan, dan distandarisasi. Reduksi dimensi menggunakan Principal Component Analysis (PCA) diterapkan untuk menyederhanakan struktur data, dengan dua komponen utama dipilih karena mampu merepresentasikan sebagian besar variansi. Algoritma clustering K-Means diimplementasikan, dan jumlah kluster optimal ditentukan sebagai 4 menggunakan metode Elbow. Visualisasi hasil clustering menunjukkan pemisahan kluster yang cukup jelas. Evaluasi kualitas clustering menggunakan Silhouette Score sebesar 0.36 mengindikasikan bahwa struktur kluster cukup representatif. Berdasarkan hasil clustering, kelompok-kelompok heterogen dibentuk dengan mengambil satu anggota dari setiap kluster secara bergiliran, menghasilkan 7 kelompok dengan 4-5 anggota. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kolaborasi dan pemahaman materi, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih adil dan personal.

REFERENSI

- [1] A. M. Khurrosyidah, I. Manado, I. Manado, and I. Manado, "Model Cooperative Learning Tipe Jigsaw dalam Pembelajaran Nahwu : Sebuah Tinjauan atas Temuan-temuan Terbaru (2019-2024) Ulasan tentang Cooperative Learning pada awal abad ke-21 mengelompokkan model ini dengan pembelajaran berbantuan teman sebaya (Bor," vol. 04, pp. 65–80, 2024.
- [2] Mawardi, "Peningkatan Aktivitas Belajar Mahasiswa Dengan Metode Jigsaw," *Pioneer: Jurnal Pendidikan*, vol. 4, no. 2, pp. 1–17, 2015, [Online]. Available: <http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/Pionir/article/view/177>
- [3] I. Isnaini, Sugiarti, "Penerapan Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw," vol. X, no. Ii, pp. 74–87, 2013.
- [4] W. Marreiro, S. Isotani, and S. Carlos, "Algoritma Pembentukan Kelompok dalam Pembelajaran Kolaboratif Konteks: Pemetaan Literatur yang Sistematis Perkenalan Pembelajaran Kolaboratif yang Didukung Komputer (CSCL) adalah pendekatan," 2014.
- [5] D. S. Utami and O. D. Appulembang, "Pembentukan Kelompok Belajar untuk Siswa pada Pembelajaran Daring," *Sukma: Jurnal Pendidikan*, vol. 6, no. 1, pp. 35–60, 2022, doi: 10.32533/06103.2022.
- [6] W. W. Sari, "Penerapan Metode Cooperative Learning Tipe Student Team Achievement Division (Stad) Dalam Meningkatkan Pemahaman Siswa Kelas Xii Ips 1 Sma Negeri 11 Pekanbaru," pp. 1–23, 2018.
- [7] A. Suprijono, "Cooperatif Learning," *Pustaka Pelajar*, vol. 1, no. 1, p. 46, 2013.
- [8] E. Suswati, "PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE JIGSAW UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MAHASISWA," *JOEAI*, vol. 7, no. 2, doi: 10.31539/joeai.v7i2.9995.
- [9] T. Wuriyanto, H. B. Setiawan, and A. B. Tjandrarini, "Penerapan Model CRISP-DM pada Prediksi Nasabah Kredit yang Berisiko Menggunakan Algoritma Support Vector Machine," *Jurnal Ilmiah Scroll (Jendela Teknologi Informasi)*, vol. 10, no. 1, pp. 1–6, 2022, [Online]. Available: <https://univ45sby.ac.id/ejournal/index.php/informatika/article/view/291>
- [10] Y. Suhandi, I. Kurniati, and S. Norma, "Penerapan Metode Crisp-DM Dengan Algoritma K-Means Clustering Untuk Segmentasi Mahasiswa Berdasarkan Kualitas Akademik," *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, vol. 6, no. 2, pp. 12–20, 2020, doi: 10.37012/jtik.v6i2.299.
- [11] Y. D. Darmi and A. Setiawan, "Penerapan Metode Clustering K-Means Dalam Pengelompokan Penjualan Produk," *Jurnal Media Infotama*, vol. 12, no. 2, pp. 148–157, 2017, doi: 10.37676/jmi.v12i2.418.
- [12] E. A. Saputra and Y. Nataliani, "Analisis Pengelompokan Data Nilai Siswa untuk Menentukan Siswa Berprestasi Menggunakan Metode Clustering K-Means," *Journal of Information Systems and Informatics*, vol. 3, no. 3, pp. 424–439, 2021, doi: 10.51519/journalisi.v3i3.164.
- [13] F. N. Dhewayani, D. Amelia, D. N. Alifah, B. N. Sari, and M. Jajuli, "Implementasi K-Means Clustering untuk Pengelompokan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Menggunakan Model CRISP-DM," *Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 12, no. 1, pp. 64–77, 2022, doi: 10.34010/jati.v12i1.6674.