

Implementasi Algoritma K-Means Clustering untuk Menentukan Calon Penerima Beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an

Diah Nilam Cahya^{1*}, Muslim Hidayat², M. Fuat Asnawi³

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sains Al-Qur'an, Wonosobo, Indonesia

Email: ^{1*}jamaisyu1301@gmail.com, ²muslim_h@unsig.ac.id, ³fuatasnawi@unsig.ac.id

Email Corresponding Author: farkhanabidin@gmail.com

Abstrak—Beasiswa UKT (Uang Kuliah Tunggal) beasiswa yang berbentuk bantuan pendidikan dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemendikbud Ristek). Di Universitas Sains Al-Qur'an, proses seleksi calon penerima beasiswa UKT dilakukan secara manual tanpa dilakukan pembersihan data. Dibutuhkan metode penerapan data mining agar penentuan calon penerima beasiswa UKT dilakukan secara cepat dan tepat sasaran. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an menggunakan algoritma K-Means Clustering. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data pendaftar beasiswa sebanyak 521 data yang telah melalui tahap pra-proses data. Terdapat 4 atribut yang digunakan yaitu pekerjaan ayah, pekerjaan ibu, penghasilan gabungan orang tua, dan jumlah anggota keluarga yang ditanggung. Dari 521 data yang melewati proses clustering dengan jumlah cluster yang ditentukan sebanyak tiga cluster, ditentukan bahwa cluster 0 yang memiliki 215 anggota layak menerima beasiswa UKT, cluster 1 yang memiliki 104 anggota tidak layak menerima beasiswa UKT dan cluster 2 yang memiliki 202 anggota kurang layak menerima beasiswa UKT. Hasil evaluasi menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI) pada data sebanyak 521 data menunjukkan nilai DBI sebesar 0,861.

Kata Kunci: Beasiswa, Clustering, Data Mining, Davies-Bouldin Index, K-Means

Abstract—UKT Scholarship (Single Tuition Fee) is a scholarship in the form of educational assistance from the Ministry of Education, Culture, Research and Technology (Kemendikbud Ristek). At Al-Qur'an Science University, the selection process for prospective UKT scholarship recipients is carried out manually without data cleaning. A method for applying data mining is needed so that the determination of prospective UKT scholarship recipients is carried out quickly and on target. This research aims to determine prospective UKT scholarship recipients at the Al-Qur'an Science University using the K-Means Clustering algorithm. The data used in this research is data from 521 scholarship applicants who have gone through the data pre-processing stage. There are 4 attributes used, namely father's job, mother's job, parents' combined income, and number of family members supported. From 521 data that went through the clustering process with a determined number of clusters of three clusters, it was determined that cluster 0 which had 215 members was worthy of receiving a UKT scholarship, cluster 1 which had 104 members was not worthy of receiving a UKT scholarship and cluster 2 which had 202 members was less worthy of receiving it. UKT scholarship. Evaluation results using the Davies-Bouldin Index (DBI) on 521 data showed a DBI value of 0.861.

Keywords: Scholarship, Clustering, Data Mining, Davies-Bouldin Index, K-Means

1. PENDAHULUAN

Beasiswa merupakan pemberian berupa bantuan keuangan yang diberikan kepada perorangan yang bertujuan untuk digunakan demi keberlangsungan pendidikan yang ditempuh. Ada banyak beasiswa yang tersedia untuk siswa, tergantung pada organisasi atau yayasan yang memberikannya [1]. Beasiswa UKT (Uang Kuliah Tunggal) merupakan bantuan pendidikan dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemendikbud Ristek) yang diperuntukkan bagi mahasiswa yang mengalami kendala finansial dan tidak sanggup membayar UKT dibuktikan dengan surat pernyataan orang tua dan diketahui RT (Rukun Tangga) atau Kelurahan. Beasiswa ini bersifat pengajuan yang artinya semua mahasiswa di suatu Perguruan Tinggi dapat mengajukan diri dengan syarat dan ketentuan yang berlaku untuk selanjutnya diseleksi oleh pihak Perguruan Tinggi.

Di Universitas Sains Al-Qur'an, pengajuan beasiswa UKT dilakukan secara online dengan cara mengisi formulir pendaftaran. Selanjutnya data mahasiswa pendaftar beasiswa dikumpulkan untuk proses selanjutnya yaitu proses seleksi. Namun untuk proses seleksi masih dilakukan secara manual dengan memilah data mahasiswa pendaftar beasiswa UKT satu persatu berdasarkan kriteria yang ditentukan. Akibatnya dalam menentukan calon penerima beasiswa UKT diperlukan waktu yang cukup lama. Kendala lain saat menentukan calon penerima beasiswa UKT yaitu data yang digunakan merupakan data mentah tanpa adanya pembersihan atau persiapan data terlebih dahulu. Hal ini memungkinkan proses penentuan calon penerima beasiswa UKT kurang tepat sasaran. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan metode penerapan data mining agar proses seleksi calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an dapat dilakukan secara cepat dan tepat sasaran.

Pada proses seleksi calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an, belum terdapat label pada dataset. Oleh karena itu dibutuhkan metode klasterisasi (*clustering*) yang merupakan pengelompokan data atau objek yang memiliki kemiripan satu sama lain menjadi grup-grup kecil yang biasa disebut sebagai *cluster*. Setelah cluster terbentuk maka masing-masing *cluster* dapat diberi label yang sesuai dengan karakteristik masing-masing *cluster* tersebut.

Terdapat banyak metode klasterisasi yang dikemukakan oleh para ahli seperti *K-Means Clustering*, *K-Medoids*, *DBSCAN* dan lain-lain. Namun di antara metode-metode tersebut, metode yang paling sederhana dan sering digunakan adalah *K-Means*. *K-Means* adalah sistem klastering data non-hierarki yang mempartisi data ke dalam klaster-klaster sehingga data dengan karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam klaster yang sama dan data dengan karakteristik berbeda

dikelompokkan ke kelompok lain [2]. Selain cocok untuk diklaster dan mudah diadaptasi, pengoperasian yang baik pada sistem *K-Means* juga terbilang lebih sederhana. Algoritma *K-Means Clustering* diharapkan dapat menemukan informasi yang tepat mengenai calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan calon penerima beasiswa UKT menggunakan algoritma *K-Means Clustering* serta untuk mengetahui hasil evaluasi algoritma *K-Means Clustering* terhadap penentuan calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an dengan metode *Davies-Bouldin Index*.

2. KERANGKA TEORI

Clustering adalah metode data mining yang unsupervised, karena tidak ada satu atribut pun yang digunakan untuk memandu proses pembelajaran, jadi seluruh atribut input diberlakukan sama [3]. Algoritma *K-Means* merupakan algoritma iterative clustering yang mempartisi kumpulan data menjadi sejumlah *K* cluster yang telah ditentukan pada awal. Algoritma *K-Means* sederhana untuk diimplementasikan dan dijalankan, relatif cepat, mudah beradaptasi, umum penggunaannya dalam praktek. Secara historis, *K-Means* menjadi salah satu algoritma paling penting dalam bidang *data mining* [4]. Langkah-langkah melakukan clustering dengan metode *K-Means* adalah sebagai berikut [5]:

- Pilih jumlah *cluster* *k*.
- Tentukan pusat *cluster* sebanyak *k* yang dipilih. Penentuan pusat *cluster* ini dapat dilakukan dengan bermacam-macam cara. Tetapi yang sering digunakan adalah dengan cara random. *Centroid* atau pusat *cluster* diinisialisasikan dengan nilai awal angka-angka random.
- Hitung kedekatan semua data / objek ke *cluster* terdekat. Untuk mencari kedekatan antara dua objek, perlu diperhatikan jarak kedua objek tersebut. Begitu pula kedekatan antara suatu data dengan *cluster* tertentu, dilakukan dengan menghitung jarak antara data dengan pusat *cluster*. Suatu data ditentukan sebagai anggota suatu *cluster* apabila data tersebut memiliki jarak terkecil dengan *cluster* tersebut. Adapun perhitungan jarak seluruh data dengan setiap titik pusat *cluster* dapat menggunakan teori jarak *Euclidean* yang memiliki rumus sebagai berikut:

$$D(i, j) = \sqrt{(X_{1i} - X_{1j})^2 + (X_{2i} - X_{2j})^2 + \dots + (X_{ki} - X_{kj})^2} \dots (1)$$

dimana:

$D(i, j)$ = jarak data ke-*i* ke pusat *cluster* *j*

X_{ki} = Data ke-*i* pada atribut data ke-*k*

X_{kj} = Titik pusat ke-*j* pada atribut ke-*k*

- Lakukan perhitungan pusat *cluster* yang baru berdasarkan anggota *cluster* yang sekarang. Pusat *cluster* merupakan rata-rata dari seluruh objek pada *cluster* tersebut. Namun dapat juga digunakan median atau nilai tengah dari *cluster* tersebut. Oleh karena itu, bukan hanya rata-rata yang dapat digunakan sebagai ukuran.
- Hitung lagi jarak antara semua objek dengan titik pusat *cluster* yang baru. Apabila titik pusat *cluster* tetap atau tidak terjadi perubahan, maka proses *clustering* pun selesai. Apabila masih berubah, maka kembali ke langkah nomor 3 hingga tidak terjadi perubahan lagi pada pusat *cluster*. Hasil dari operasi *clustering* yang terbentuk selanjutnya akan di evaluasi menggunakan *Davies-Bouldin Index* yang dihitung dengan persamaan:

$$DBI = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K R_i$$

$$R_i = \max_{j=1 \dots k, i \neq j} R_{ij}$$

$$R_{ij} = \frac{\text{var}(C_i) + \text{var}(C_j)}{\|c_i - c_j\|}$$

Dimana:

C_i = *Cluster* *i* dan *cluster* *ci* adalah *centroid*

3. METODE PENELITIAN

Metode pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM), yang dijabarkan dalam enam fase sebagai berikut:

- Pemahaman Bisnis (*Business Understanding*)

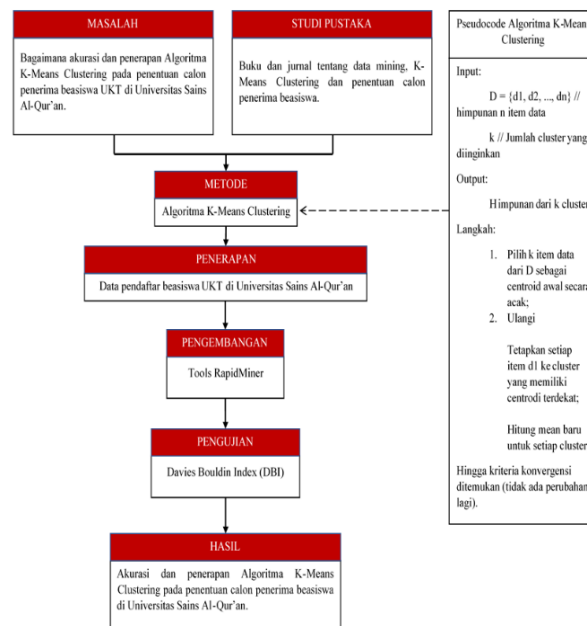
Fase pemahaman bisnis pada penelitian ini meliputi penentuan tujuan proyek, menerjemahkan tujuan dan batasan proyek, serta menyiapkan strategi awal untuk mencapai tujuan. Tujuan dari proyek ini adalah untuk menggali informasi yang terkandung pada data pendaftar beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an dengan strategi awal

untuk mencapai tujuan adalah dengan mengumpulkan data pendaftar beasiswa UKT, mempersiapkan data agar siap digunakan, kemudian melakukan pengolahan data dengan algoritma *K-Means Clustering*.

- b. *Pemahaman Data (Data Understanding)*
Fase pemahaman data dilakukan agar diperoleh pemahaman mengenai data agar dapat mencapai keberhasilan dalam pengolahan data serta keakuratan dalam penyajian hasil dari pengolahan data. Adapun langkah-langkah pemahaman data pada penelitian ini adalah mengumpulkan data dan mengevaluasi kualitas data.
- c. *Pengolahan Data (Data Preparation)*
Fase pengolahan juga dikenal dengan fase persiapan data. Adapun pengolahan data dilakukan dengan mempersiapkan data dari awal, memilih variabel, membersihkan data, melakukan perubahan variabel, serta mempersiapkan data untuk pemodelan.
- d. *Pemodelan (Modelling)*
Berdasarkan kebutuhan bisnis dan karakteristik data yang telah dijabarkan, maka pada tahap pemodelan ditentukan strategi untuk membangun model terbaik yaitu dengan menggunakan algoritma *K-Means Clustering*. Untuk menemukan model terbaik pada algoritma *K-Means Clustering* perlu diperhatikan jumlah *cluster* yang akan dibentuk. Setelah ditentukan strategi pemodelan terbaik maka selanjutnya dapat dilakukan pemodelan untuk menentukan calon penerima beasiswa UKT.
- e. *Evaluasi (Evaluation)*
Fase evaluasi merupakan bagian dari proses KDD (*Knowledge Discovery in Database*) yang disebut *interpretation* (pemahaman). Pada fase ini, informasi yang dihasilkan dari proses *data mining* perlu ditampilkan dalam bentuk yang mudah dipahami dengan membuat tabel yang dapat mempresentasikan hasil dari pengolahan data. Selain itu, pada fase ini juga dilakukan pengukuran performansi model untuk menilai apakah proses yang digunakan sudah baik atau belum. Evaluasi algoritma *K-Means Clustering* dilakukan dengan melihat nilai DBI (*Davies-Bouldin Index*) yang dihasilkan.
- f. *Penyebaran (Deployment)*
Pembuatan model bukanlah akhir dari proyek data mining. Pada penelitian ini, fase deployment dilakukan dengan pembuatan laporan atau presentasi mengenai pengetahuan yang didapat dalam hal ini adalah informasi *cluster* mahasiswa calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an.
Pada penelitian ini, metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:
 - 1) *Metode Kepustakaan*
Dilakukan dengan cara mengumpulkan beberapa pustaka dari buku-buku, jurnal, laporan tugas akhir, materi kuliah maupun informasi di internet mengenai data mining dan *K-means Clustering*.
 - 2) *Metode Observasi*
Dilakukan dengan pengamatan atau penelitian secara langsung segala aktivitas yang berkaitan dengan beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an.
 - 3) *Metode Wawancara*
Dilakukan dengan wawancara mengenai beasiswa UKT kepada Pak Nulngafan, S.Kom., M.Kom selaku pihak yang mengurus beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an.

Data yang didapat berupa :

- a. *Data Primer*
Dari hasil wawancara dan observasi, diperoleh hasil data berupa data mahasiswa pendaftar beasiswa UKT. Selain itu, diketahui bahwa penentuan calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an masih dilakukan secara manual serta belum adanya pembersihan data awal dan persiapan data secara matang sehingga proses penentuan calon penerima beasiswa UKT belum efektif dan tepat sasaran. Data-data tersebut merupakan data primer pada penelitian ini.
- b. *Data Sekunder*
Pada penelitian ini, data sekunder yang diperoleh merupakan jurnal-jurnal, buku maupun skripsi yang digunakan sebagai referensi pada penelitian yang dilakukan. Data-data tersebut didapatkan dari studi pustaka yang telah dilakukan.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

4. HASIL

4.1 Pra-Proses Data

Data mentah yang telah diperoleh tidak dapat langsung digunakan pada proses data mining. Untuk itu perlu dilakukan pra-proses data. Pra-proses data merupakan pengolahan data sedemikian rupa sehingga data siap digunakan pada proses *data mining*. Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data pendaftar beasiswa UKT semester genap tahun akademik 2020/2021 yang berjumlah 443 data dan data pendaftar beasiswa UKT semester ganjil tahun akademik 2021/2022 yang berjumlah 329 data.

Adapun tahapan-tahapan pra-proses data adalah sebagai berikut.

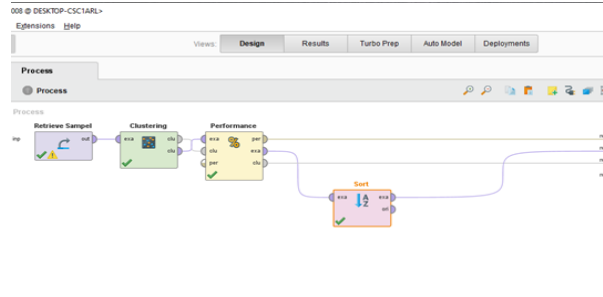
- Seleksi Data (Data Selection)**
Seleksi data bertujuan untuk menyeleksi atribut yang akan digunakan pada proses *data mining*. Dari tahap seleksi data, didapatkan bahwa atribut yang akan digunakan adalah atribut NIM, Nama, Pekerjaan ayah, Pekerjaan ibu, Penghasilan gabungan orang tua dan Jumlah anggota keluarga yang ditanggung. Untuk atribut Nama tidak akan digunakan pada proses perhitungan tetapi akan digunakan pada saat menampilkan hasil *cluster*.
- Integrasi Data (Data Integration)**
Integrasi data dilakukan dengan menggabungkan dua dataset yang ada menjadi satu dataset. Pada tahap ini tidak terjadi perubahan apapun dikarenakan kedua dataset memiliki format atribut yang sama. Setelah digabungkan, total keseluruhan data sebanyak 772 data.
- Pembersihan Data (Data Cleaning)**
Pembersihan data dilakukan dengan membersihkan data dari nilai duplikat, nilai kosong (*missing value*) dan *noise*. Setelah melalui tahap pembersihan, total data menjadi 521 data.
- Transformasi Data (Data Transformation)**
Transformasi data bertujuan untuk mengubah beberapa data ke dalam bentuk angka agar dapat diolah menggunakan algoritma *K-Means Clustering*.

4.2 Clustering dengan RapidMiner

Pada proses perhitungan dengan *RapidMiner*, parameter yang ditetapkan adalah sebagai berikut.

Jumlah data = 521
Jumlah atribut = 4
Jumlah *cluster* = 3

Berikut merupakan *design process* secara keseluruhan.



Gambar 2. Design Process

Setelah dijalankan, maka proses tersebut akan menampilkan deskripsi pembagian *cluster*.

Cluster Model

Cluster 0: 215 items
Cluster 1: 104 items
Cluster 2: 202 items
Total number of items: 521

Gambar3. Cluster Model Description

Dari hasil tersebut didapatkan bahwa dari 521 data, *cluster 0* memiliki 215 anggota, *cluster 1* memiliki 104 anggota dan *cluster 2* memiliki 202 anggota.

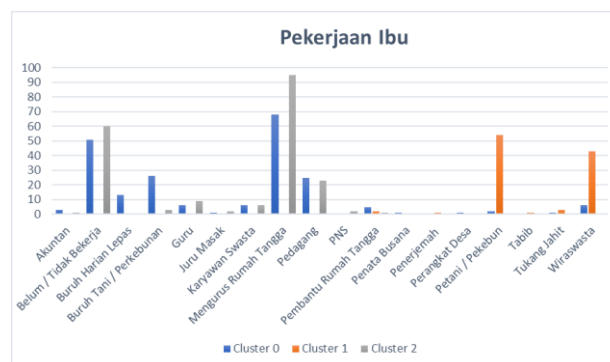
4.3 Penentuan Calon Penerima Beasiswa UKT

Untuk menentukan calon penerima beasiswa UKT, perlu dianalisis masing-masing atribut dari setiap *cluster* yang terbentuk. Berikut adalah grafik pada masing-masing atribut.



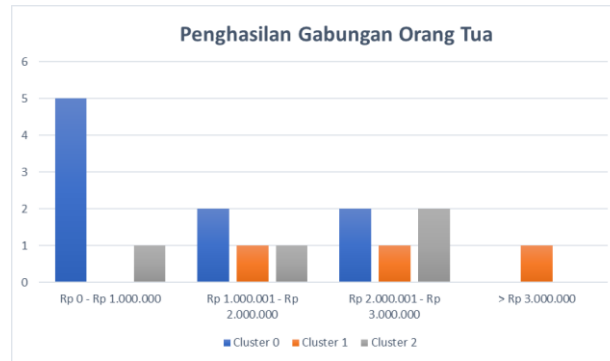
Gambar 4. Grafik Atribut Pekerjaan Ayah

Pada atribut pekerjaan ayah, *cluster 0* lebih cocok menerima beasiswa UKT dikarenakan *cluster 0* didominasi oleh Buruh Tani / Perkebunan dan Buruh Harian Lepas.



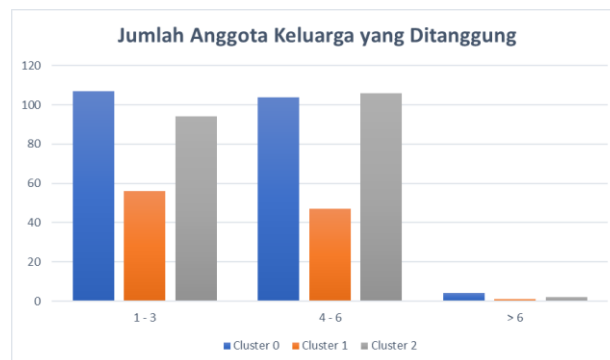
Gambar 5. Grafik Atribut Pekerjaan Ibu

Pada atribut pekerjaan ibu, *cluster 0* dan *cluster 2* lebih cocok menerima beasiswa UKT dikarenakan baik *cluster 0* maupun *cluster 2* sama-sama didominasi oleh pekerjaan ibu berupa Mengurus Rumah Tangga dan Belum / Tidak Bekerja.



Gambar 6. Grafik Atribut Penghasilan Gabungan Orang tua

Pada atribut penghasilan gabungan orang tua, *cluster 0* lebih cocok menerima beasiswa UKT dikarenakan *cluster 0* didominasi oleh penghasilan terendah yaitu Rp 0 – Rp 1.000.000.



Gambar 7. Grafik Jumlah Anggota Keluarga yang Ditanggung

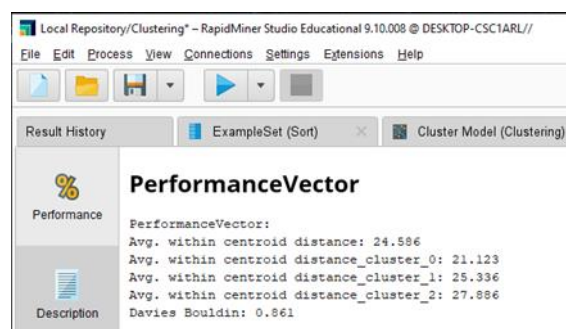
Pada atribut jumlah anggota keluarga yang ditanggung, *cluster 2* lebih cocok menerima beasiswa UKT dikarenakan *cluster 2* didominasi oleh jumlah tanggungan terbanyak yaitu 4 - 6 orang. Berdasarkan hasil di atas, maka dapat ditentukan bahwa penentuan calon penerima beasiswa UKT adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Penentuan Calon Penerima Beasiswa UKT

Cluster	Keterangan
Cluster 0	Layak menjadi calon penerima beasiswa UKT
Cluster 1	Tidak layak menjadi calon penerima beasiswa UKT
Cluster 2	Kurang layak menjadi calon penerima beasiswa UKT

4.4 Nilai DBI

Setelah dilakukan proses *clustering*, selanjutnya perlu dilakukan evaluasi. Pada penelitian ini, evaluasi yang dilakukan menggunakan *Davies-Bouldin Index* (DBI). Evaluasi menggunakan *Davies-Bouldin Index* merupakan evaluasi secara internal dengan melihat kuantitas dan kedekatan antar hasil *cluster*. Semakin dekat nilai DBI dengan 0 maka semakin baik *cluster* yang diperoleh menggunakan metode *clustering*.



Gambar 8. Performance Vector

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, didapat hasil berupa rata-rata dalam jarak *centroid* sebesar 24,586, rata-rata dalam jarak *centroid cluster 0* sebesar 21,123, rata-rata dalam jarak *centroid cluster 1* sebesar 25,336, dan rata-rata dalam jarak *centroid cluster 2* sebesar 27,886. Sedangkan untuk DBI (*Davies-Bouldin Index*) nilai yang dihasilkan sebesar 0,861. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing anggota *cluster* memiliki kesamaan yang kurang baik karena nilai DBI yang dihasilkan lebih condong ke 1.

5. KESIMPULAN

Algoritma *K-Means Clustering* dapat digunakan untuk menentukan calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an. Data yang digunakan merupakan data pendaftar beasiswa UKT tahun akademik 2020/2021 dan tahun akademik 2021/2022 dengan jumlah 772 data dan setelah melalui pra-proses data menghasilkan 521 data. Terdapat 4 atribut yang digunakan yaitu pekerjaan ayah, pekerjaan ibu, penghasilan gabungan orang tua, dan jumlah anggota keluarga yang ditanggung. Dari 521 data yang melewati proses *clustering* dengan jumlah *cluster* yang ditentukan sebanyak tiga *cluster*, didapatkan hasil bahwa *cluster 0* memiliki 215 anggota, *cluster 1* memiliki 104 anggota dan *cluster 2* memiliki 202 anggota, serta ditentukan bahwa *cluster 0* layak menerima beasiswa UKT, *cluster 2* kurang layak menerima beasiswa UKT, dan *cluster 1* tidak layak menerima beasiswa UKT. Hasil evaluasi dengan *Davies-Bouldin Index* (DBI) dari 521 data menghasilkan nilai DBI sebesar 0,861. Hal menunjukkan bahwa *cluster* yang terbentuk kurang baik karena nilai DBI mendekati 1 dan memiliki kesamaan antar anggota *cluster* kurang baik.

Apabila penelitian ini dilanjutkan, saran untuk penelitian selanjutnya adalah hasil *cluster* yang terbentuk dapat dikembangkan menggunakan algoritma lain agar dapat dicari informasi yang belum diketahui. Melakukan perbandingan dengan metode atau algoritma yang lain agar dapat diketahui metode atau algoritma terbaik dalam menentukan calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an. Untuk selanjutnya algoritma *K-Means Clustering* dapat diimplementasikan menjadi aplikasi atau sistem pendukung keputusan untuk menentukan calon penerima beasiswa UKT di Universitas Sains Al-Qur'an.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. A. Kartiko, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Penerima Beasiswa Dengan Metode Simple Additive Weighting Di Smpn 19 Tangerang," *JIKA (Jurnal Inform.*, vol. 5, no. 1, p. 41, 2021, doi: 10.31000/jika.v5i1.3662.
- [2] A. Sulistiyawati and E. Supriyanto, "Implementasi Algoritma K-means Clustering dalam Penentuan Siswa Kelas Unggulan," *J. Tekno Kompak*, vol. 15, no. 2, p. 25, 2021, doi: 10.33365/jtk.v15i2.1162.
- [3] R. Takdirillah, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma Apriori Terhadap Data Transaksi Sebagai Pendukung Informasi Strategi Penjualan," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 37–46, 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i1.2081.
- [4] T. Novika, P. Poningsih, H. Okprana, A. P. Windarto, and H. Siahaan, "Penerapan Data Mining Klasifikasi Tingkat Pemahaman Siswa Pada Pelajaran Matematika," *J.Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 1, p. 9, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i1.2498.
- [5] R. Mbanimara and W. Saputro, "Klasifikasi Pemetaan Penduduk Penerima Bantuan Renovasi Rumah Menggunakan Algoritma K-Means Ronaldi," *J. Pendidik. dan Konseling*, vol. 4, no. 5, pp. 637–646, 2022, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/322599509.pdf>.