

Pengklasteran Mahasiswa UNTAN Berdasarkan IPK Menggunakan Metode Fuzzy C-Means

Firma Hariyadi¹, Herry Sujaini², Anggi Srimurdianti S³

^a Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Kota Pontianak, 78115

¹firmahariyadi1@gmail.com

²hs@untan.ac.id

³anggidianti@informatika.untan.ac.id

Abstrak

Clustering merupakan salah satu metode *data mining*. *Clustering* berguna untuk mengelompokkan data (objek) yang didasarkan pada informasi yang ditemukan dalam dua data yang menggambarkan objek tersebut dan hubungan diantaranya. Mahasiswa dituntut untuk aktif dalam proses belajar mengajar melalui media yang ada. Keberhasilan mahasiswa dalam bidang akademik ditandai dengan prestasi akademik yang dicapai, ditunjukkan melalui indeks prestasi (IP) maupun indeks prestasi kumulatif (IPK). Jumlah data yang banyak ini membuka peluang untuk menghasilkan informasi yang berguna untuk pihak universitas, fakultas dan prodi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan aplikasi pengklasteran mahasiswa berdasarkan nilai IPK dan nilai IPS dengan menerapkan metode *fuzzy c-means*. *Fuzzy C-means* menerapkan pengelompokan *fuzzy*, dimana setiap data dapat menjadi anggota dari beberapa *cluster* dengan derajat keanggotaan yang berbeda-beda pada setiap *cluster*. Metode *Partition Coefficient Index (PCI)* merupakan proses pengujian validasi *fuzzy clustering* dengan menghitung koefisien partisi atau PC sebagai evaluasi nilai derajat keanggotaan, tanpa memandang *vector* (data) yang biasa mengandung informasi. Berdasarkan hasil pengujian dengan perhitungan metode *Partition Coefficient Index (PCI)* yang telah dilakukan, diketahui bahwa perbedaan hasil evaluasi dapat terjadi antara *cluster*. Perbedaan hasil evaluasi *Partition Coefficient Index (PCI)* disebabkan oleh jumlah *cluster*. Hasil dari pengujian *Partition Coefficient Index (PCI)*, dapat diketahui bahwa banyaknya *cluster* menentukan nilai evaluasi *cluster*. Semakin tinggi nilai kualitas evaluasi *cluster*, maka akan semakin baik pula tingkat kemiripan suatu *cluster*.

Kata kunci: Evaluasi IPK, Clustering, Fuzzy C-Means, Partition Coefficient Index (PCI), Mahasiswa

UNTAN Student Clustering Based on IPK Using Fuzzy C-Means Method

Abstract

Clustering is a data mining method. Clustering is useful for grouping data (objects) based on information found in the two data that describe the object and the relationship between them. Students are required to be active in the teaching and learning process through existing media. The success of students in the academic field is marked by educational achievements, shown through the achievement index (IP) and the cumulative achievement index (IPK). This large amount of data opens up opportunities to produce useful information for the university, faculty, and study programs. This study aims to provide student clustering applications based on IPK and IPS scores by applying the fuzzy c-means method. Fuzzy C-means uses a fuzzy grouping, where each data can be a member of several clusters with different degrees of membership in each cluster. The Partition Coefficient Index (PCI) method is a process of testing fuzzy clustering validation by calculating the partition coefficient or PC as an evaluation of the degree of membership, regardless of the vector (data) that usually contains information. Based on the results of testing with the calculation of the Partition Coefficient Index (PCI) method that has been done, it is known that differences in evaluation results can occur between clusters. The difference in the evaluation results of the Partition Coefficient Index (PCI) is caused by the number of clusters. The results of testing the Partition Coefficient Index (PCI), it can be seen that the number of clusters determines the value of cluster evaluations. The higher the quality of the evaluation cluster, the better the similarity level of a cluster.

Keywords: Evaluation of IPK, Clustering, Fuzzy C-Means, Partition Coefficient Index (PCI), Students

I. PENDAHULUAN

Universitas Tanjungpura merupakan Universitas Negeri yang ada dikota Pontianak Kalimantan Barat. Mahasiswa dituntut untuk aktif dalam proses belajar mengajar melalui media yang ada. Semua tugas umumnya menuntut mahasiswa mencari literatur lain dan mengembangkan pola pikirnya sendiri guna penyelesaian tugas secara efektif. Keberhasilan mahasiswa dalam bidang akademik ditandai dengan prestasi akademik yang dicapai, ditunjukkan melalui indek prestasi (IP) maupun indek prestasi kumulatif (IPK). Hal ini akan terjadi secara berulang di akhir semester. Jumlah data yang banyak ini membuka peluang untuk menghasilkan informasi yang berguna untuk pihak universitas, fakultas dan prodi. Dalam hal menggolongkan mahasiswa berdasarkan nilai indek prestasi kumulatif (IPK) mahasiswa di untan.

Pengkelompokan mahasiswa berdasarkan nilai indek prestasi kumulatif (IPK) berguna untuk mengetahui seberapa besar keberhasilan mahasiswa untan dalam menghadapi pembelajaran dan memudahkan dosen dalam hal evaluasi mahasiswa yang memiliki indek prestasi kumulatif (IPK) yang rendah. Hal ini, dapat menuntut individu mahasiswa untuk memperbaiki perkuliahan yang dihadapinya. Pengkelompokan mahasiswa hanya dengan melihat nilai IPK secara spesifik belum dapat menunjukkan perbedaan keberhasilan mahasiswa dalam bidang akademik. contohnya seperti mahasiswa yang memiliki nilai IPK kurang baik di awal dan mulai membaik di tiap semesternya dapat masuk kedalam kelompok mahasiswa yang baik. Pengkelompokan dengan menambahkan Indek prestasi semester (IPS) sebagai pertimbangan untuk mengelompokkan mahasiswa sehingga memberikan perbedaan secara spesifik dalam keberhasilan mahasiswa dalam bidang akademik. Diperlukan suatu cara untuk mengelompokkan mahasiswa dengan beberapa pertimbangan IPK dan IPS dalam menentukan evaluasi mahasiswa.

Analisis *cluster* merupakan salah satu teknik dalam analisis multivariat yang mempunyai tujuan utama untuk mengelompokkan objek-objek pengamatan menjadi beberapa kelompok berdasarkan karakteristik yang dimilikinya [1]. Analisis *Cluster* mengklasifikasi objek sehingga setiap objek yang paling dekat kesamaannya dengan objek lain berada dalam *cluster* yang sama. *Cluster-cluster* yang memiliki homogenitas yang tinggi dan heterogenitas eksternal yang tinggi. Metode pengkelompokan yang saat ini sedang berkembang adalah metode pengkelompokan yang berdasarkan himpunan *fuzzy* atau yang disebut sebagai *fuzzy clustering* analisis. Berbagai metode dalam *fuzzy clustering* analisis, diantaranya *FCM* (*Fuzzy C-means Cluster*). *Fuzzy* adalah pengembangan dari *K-Mean* dengan menggunakan pembobotan *fuzzy* [2].

Clustering merupakan salah satu metode *data mining*. *Clustering* berguna untuk mengelompokkan data (objek) yang didasarkan pada informasi yang ditemukan dalam dua data yang menggambarkan objek tersebut dan hubungan diantaranya. Prinsip dari *clustering* adalah memaksimalkan kesamaan antar anggota satu *cluster* dan meminimumkan kesamaan antar anggota *cluster* yang

berbeda. Pembentukan *cluster* data merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam mengetahui pola kecenderungan suatu data, *Fuzzy C-means* merupakan suatu teknik pengelompokan yang mana keberadaan tiap titik data dalam suatu kelompok (*cluster*) ditentukan oleh derajat keanggotaan. Penempatan posisi data pada *cluster* dilakukan dengan perbaikan penentuan pusat *cluster* awal dan nilai keanggotaan secara berulang [3].

Berdasarkan penjelasan yang sudah dipaparkan, terdapat beberapa data yang harus dikelola sistem yaitu potensi akademik mahasiswa, perhitungan logika *fuzzy c-means*, dan rata-rata kemampuan mahasiswa. Dari penjelasan tersebut perlu dirancang sebuah aplikasi pengklasteran untuk mengetahui secara detail keberhasilan mahasiswa dalam bidang akademik.

II. KAJIAN TERKAIT

A. Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* adalah suatu metode yang digunakan untuk membentuk kapasitas manusia atas penalaran tidak pasti atau penalaran perkiraan [4]. *Fuzzy* secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). Logika *fuzzy* merupakan logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzziness*) antara benar dan salah. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai biasa bernilai benar atau salah secara bersama. Namun berapa besaran keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat [5]. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana nilai itu benar dan sejauh mana nilai itu salah. Tidak seperti logika klasik (*scrisp*)/tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan.

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output*, yang mempunyai nilai kontinyu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu suatu dapat dikatakan sebagian benar sebagian salah pada waktu yang sama [6]. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam atau putih, dan bentuk *linguistic*, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat” [7]. Kelebihan dari teori logika *fuzzy* adalah kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik dari objek yang akan dikendalikan.

B. Fuzzy Clustering

Fuzzy clustering adalah salah satu teknik untuk menentukan cluster optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal euclidian untuk jarak antar vektor [8]. Fuzzy clustering sangat berguna bagi pemodelan fuzzy terutama dalam mengidentifikasi aturan-aturan fuzzy. Metode clustering merukan pengelompokan data beserta parameternya dalam kelompok-kelompok sesuai kecenderungan sifat dari masing-masing data tersebut (kesamaan sifat). Ada beberapa algoritma clustering data, salah satunya adalah fuzzy c-means. Fuzzy C-means adalah suatu teknik pengklasteran yang mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keanggotaan. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981.

Konsep dari fuzzy c-means pertama kali adalah menentukan pusat cluster, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap cluster [9]. Pada kondisi awal, pusat cluster ini belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap cluster. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang, maka akan dilihat bahwa pusat cluster akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan kepusat cluster yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut. Output dari fuzzy c-means merupakan deretan pusat cluster dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data. Informasi ini dapat digunakan untuk membangun suatu fuzzy inference system.

C. Fuzzy C-means Clustering

Fuzzy C-means Clustering (FCM) adalah suatu teknik pengelompokan data yang mendasarkan pada derajat keanggotaan di tiap-tiap data [10]. Fuzzy C-means menerapkan pengelompokan fuzzy, dimana setiap data dapat menjadi anggota dari beberapa cluster dengan derajat keanggotaan yang berbeda-beda pada setiap cluster. Fuzzy C-means merupakan algoritma iteratif, yang menerapkan iterasi pada proses clustering data. Tujuan dari Fuzzy C-means adalah untuk mendapatkan pusat cluster yang nantinya akan digunakan untuk mengetahui data yang masuk ke dalam sebuah cluster. Algoritma Fuzzy C-means adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan data yang akan di cluster X, berupa matriks berukuran n x m (n=jumlah sampel data, m=atribut setiap data). X_{ij} =data sampel ke-i (i=1,2,...,n), atribut ke-j (j=1,2,...,m).
- 2) Tentukan jumlah cluster (c), pangkat (w), maksimum iterasi (MaxIter), error terkecil yang diharapkan (ζ), fungsi obyektif awal (P0=0), iterasi awal (t=1).
- 3) Bangkitkan bilangan random μ_{ik} , i=1,2,...,n; k=1,2,...,c; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U. Matriks partisi (U) pada pengelompokan fuzzy memenuhi kondisi sebagai berikut:

$$\mu_{ik} \in [0,1], 1 \leq i \leq n, 1 \leq k \leq c \tag{1}$$

μ_{ik} adalah derajat keanggotaan yang merujuk pada seberapa besar kemungkinan suatu data bisa menjadi anggota ke dalam suatu cluster.

Hitung jumlah setiap kolom (atribut):

$$Q_1 = \sum_{k=1}^n \mu_{ik}$$

$$Q_1 = \mu_{i1} + \mu_{i2} + \dots + \mu_{ic} \tag{2}$$

Dengan i=1,2,...,n

- 4) Hitung pusat cluster ke-k: V_{kj} , dengan k=1,2,...,c; dan j=1,2,...,m

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \tag{3}$$

- 5) Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke-t, P_t : Fungsi obyektif digunakan sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan pusat cluster yang tepat. Sehingga diperoleh kecenderungan data untuk masuk ke cluster mana pada step akhir. Untuk iterasi awal nilai t=1.

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \tag{4}$$

- 6) Hitung perubahan matriks partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}} \tag{5}$$

Cek kondisi berhenti: a. $|P_t - P_{t-1}| < \zeta$ atau (t>MaxIter) maka berhenti; b. Jika tidak, iterasi dinaikkan t=t+1, ulangi langkah ke-4.

D. PostgreSQL

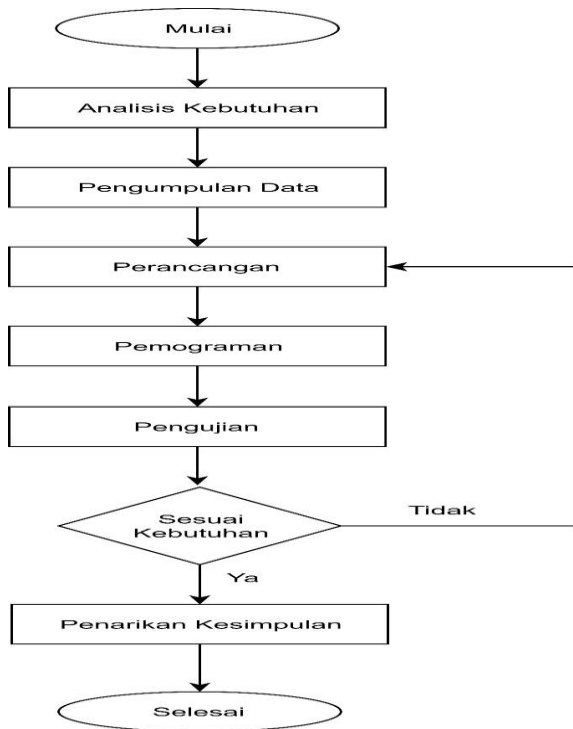
PostgreSQL (dibaca Post-Gres-Q-L) atau postgres adalah Object Relational Database Management System yang bersifat open source [11]. PostgreSQL menekankan ekstensibilitas, kreativitas, serta kompatibilitas. Bersaing dengan vendor database relasional yang besar seperti Oracle, MySQL, SQL Server, dan lain-lain. Hal ini digunakan oleh berbagai sektor termasuk lembaga pemerintah dan publik dan sektor swasta. PostgreSQL adalah cross-platform DBMS, dan berjalan pada sistem operasi yang paling modern termasuk Windows, MAC, dan Linux. Ini sesuai dengan SQL, dan ACID compliant.

E. Data Flow Diagram

Data flow diagram adalah suatu diagram yang menggunakan notasi-notasi untuk menggambarkan arus data dari sistem, yang penggunaannya sangat membantu untuk memahami sistem secara logika, terstruktur dan jelas [12]. DFD merupakan peralatan yang berfungsi untuk menggambarkan secara rinci mengenai sebagai jaringan kerja antar dari dan kemana data mengalir serta penyimpanannya. DFD sering digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem baru yang akan dibuat/dikembangkan secara logika tanpa mempertimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir atau lingkungan fisik dimana data tersebut disimpan.

F. Metodologi Penelitian

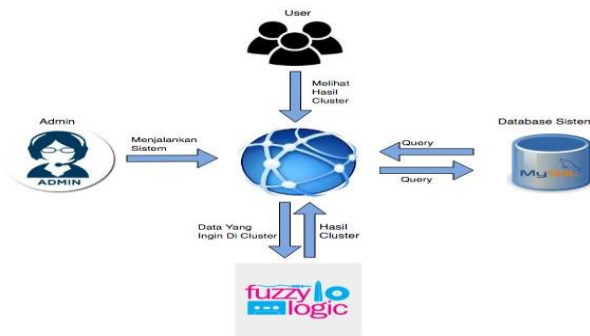
Diagram alir (flowchart) penelitian yang digunakan untuk menjelaskan langkah-langkah perencanaan dalam melakukan penelitian. Pada gambar 1 merupakan diagram alir (flowchart) yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

G. Perancangan Arsitektur Sistem

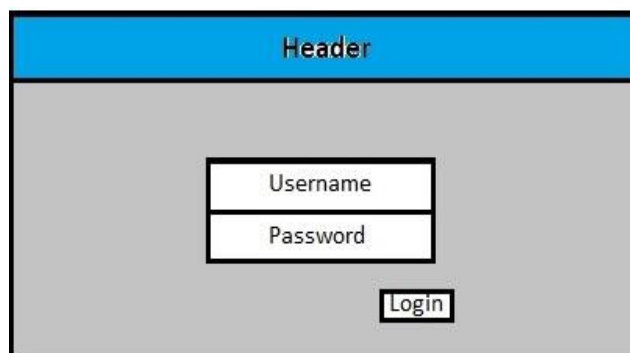
Diagram arsitektur sistem adalah diagram yang memberikan gambaran terhadap kegiatan yang berlangsung dalam sistem. Gambar 2 berikut ini menunjukkan diagram arsitektur sistem.



Gambar 2 Arsitektur system

H. Antarmuka Sistem

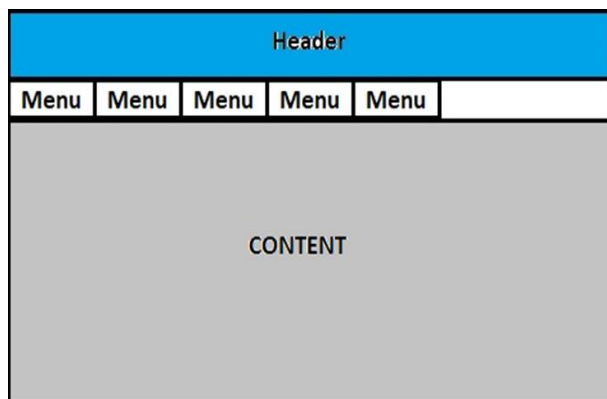
Perancangan antarmuka sistem adalah gambaran terhadap tampilan aplikasi yang ada dalam sistem. Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 berikut ini:



Gambar 3 Rancang antar muka system

Keterangan :

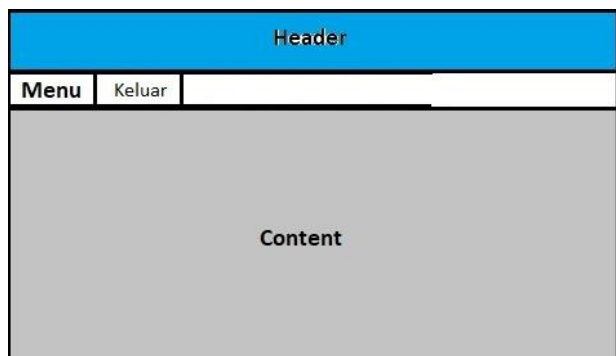
- Header, berisikan logo dan nama website.
- Username, berisikan NIM mahasiswa untan.
- Password, berisikan password siacad mahasiswa



Gambar 4 Rancang muka admin panel

Keterangan :

- Header, berisikan logo dan nama website.
- Menu 1, berisikan tentang form manajemen tahun ajaran.
- Menu 2, berisikan tentang form manajemen angkatan.
- Menu 3, berisikan tentang form manajemen mahasiswa.
- Menu 4, berisikan tentang form manajemen nilai.
- Menu 5, berisikan tentang menu keluar dari system



Gambar 5 Rancang muka user

Keterangan :

- Menu, berisikan tentang hasil pengklasteran mahasiswa.
- Keluar, berisikan tentang menu untuk keluar dari sistem

I. Pengujian

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai tahap implementasi untuk menguji tingkat minimal kesalahan dan keakuratan perangkat lunak yang dirancang. Adapaun pengujian yang akan digunakan dalam penelitian yaitu pengujian sistem menggunakan pengujian *black box testing*, serta pengujian *partition coefficient index (PCI)*.

1) Black box testing

Black box testing berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak yang memungkinkan *engineers* untuk memperoleh set kondisi *input* yang sepenuhnya akan melaksanakan persyaratan fungsional untuk sebuah program [13]. Pengujian *black box testing* berusaha untuk menemukan kesalahan dalam kategori berikut:

- Fungsi yang tidak benar atau fungsi yang hilang.
- Kesalahan inisialisasi dan terminasi.
- Kesalahan antarmuka.
- Kesalahan dalam struktur data atau akses *database* eksternal.
- Kesalahan perilaku (*behavior*) atau kesalahan kinerja.

Pengujian *black-box* yang dilakukan pada sistem ini melibatkan 5 kebutuhan fungsional sistem dengan menggunakan metode *testcase*. Hasil uji dari semua *testcase* bernilai valid.

$$X = \frac{I}{P} * 100\% \tag{6}$$

Dimana :

I = jumlah test cast valid

P = Jumlah test cast keseluruhan

Dengan menggunakan persamaan 6 maka didapatkan persentase keberhasilan fungsionalitas sistem. Dimana keberhasilan fungsionalitas sebesar 100 % dinyatakan sukses atau semua fungsi berhasil. Jika persentase keberhasilan fungsionalitas dibawah 100% dinyatakan gagal atau ada beberapa fungsi yang hilang [14].

2) Partition Coefficient Index (PCI)

Metode *Partition Coefficient Index (PCI)* merupakan proses pengujian validasi *fuzzy clustering* dengan menghitung koefisien partisi atau PC sebagai evaluasi nilai derajat keanggotaan, tanpa memandang *vector* (data) yang biasa mengandung informasi geometrik [15]. Nilai dalam rentan 0 sampai 1, nilai yang semakin mendekati 1 mempunyai arti bahwa kualitas *cluster* yang didapat semakin baik. Berikut formula untuk menghitung evaluasi nilai.

$$PCI = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K u_{ij}^2 \right) \tag{7}$$

N adalah jumlah data/mahasiswa dalam set data, K merupakan jumlah *cluster*, sedangkan *u* menyatakan nilai keanggotaan data ke-i pada *cluster* ke-j.

III. HASIL PENELITIAN

Hasil dari perancangan ini terdiri dari 3 tampilan antarmuka, yaitu Halaman *Login*, Halaman *User*, dan Halaman *Admin Panel*. Halaman *user* hanya bisa di akses oleh mahasiswa, sedangkan Halaman *Admin Panel* yang hanya bisa diakses oleh pengguna yang memiliki hak akses sebagai administrator (staff dan dosen teknik informatika). Berikut adalah hasil tampilan antarmuka yang telah dibangun.

A. Antarmuka Halaman Login

Antarmuka halaman *login* merupakan *form* yang muncul saat *user* dan *admin* menjalankan *website*. Antarmuka halaman *login* digunakan untuk proses autentikasi *user* dan *admin* sebelum mengakses *website* dengan memasukkan *username* dan *password*. Antarmuka halaman login dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Antarmuka halaman login

B. Antarmuka Halaman User

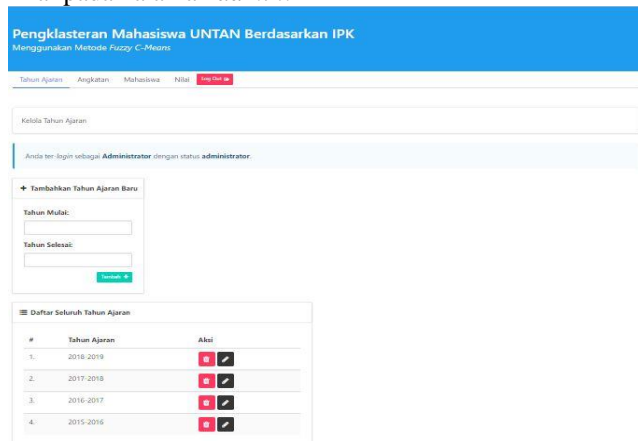
Antarmuka halaman *user* merupakan halaman yang pertama muncul ketika *user* berhasil melakukan *login*. Halaman *user* ini menampilkan hasil *cluster* berdasarkan nilai IPK dan IPS mahasiswa. Antarmuka halaman *user* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Antarmuka halaman user

C. Antarmuka Halaman Admin

Antarmuka halaman admin merupakan halaman yang pertama muncul ketika admin berhasil melakukan login. Terdapat menu tahun ajaran, angkatan, mahasiswa dan nilai pada halaman admin.



Gambar 8 Antarmuka halaman admin

D. Pengujian Black Box

Pengujian aplikasi menggunakan metode pengujian black box. Hasil pengujian menggunakan black box pada aplikasi pengklastran dapat dilihat pada tabel I.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN BLACK BOX PADA TAMPILAN APLIKASI
PENKLASTERAN

Fungsi	Contoh Fungsi	Hasil Yang Diharap	Hasil Yang Didapat	Kesimpulan
Fungsi tambah tahun ajaran	Tahun mulai dan tahun selesai kosong	Tidak berhasil menyimpan tahun ajaran	Notifikasi kolom tahun ajaran wajib diisi	Berhasil
	Salah satu kolom tahun mulai dan tahun selesai kosong	Tidak berhasil menyimpan tahun ajaran	Notifikasi kolom tahun ajaran wajib diisi	Berhasil
	Tahun mulai dan tahun selesai diisi semua	Berhasil tahun ajaran	Notifikasi berhasil tahun ajaran ditambahkan	Berhasil

Fungsi edit tahun ajaran	Tahun mulai dan tahun selesai kosong	Tidak berhasil mengedit tahun ajaran	Notifikasi kolom tahun ajaran wajib diisi	Berhasil
	Salah satu kolom tahun mulai dan tahun selesai kosong	Tidak berhasil mengedit tahun ajaran	Notifikasi kolom tahun ajaran wajib diisi	Berhasil
	Tahun mulai dan tahun selesai diisi semua	Berhasil mengedit tahun ajaran	Notifikasi tahun ajaran berhasil diubah (Gambar 4.5)	Berhasil
Fungsi hapus tahun ajaran	Hapus tahun ajaran	Berhasil	Data berhasil dihapus (Gambar 4.6)	Berhasil

Pengujian halaman tahun ajaran yang dilakukan dihitung menggunakan rumus matriks Feature Completeness sebagai berikut:

$$X = \frac{I}{P} * 100\% \tag{8}$$

Dimana

P : Jumlah fungsi yang dirancang

I : Jumlah fungsi yang berhasil diimplementasikan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka perhitungan untuk halaman user dan admin pada aplikasi sebagai berikut:

$$X = \frac{7}{7} * 100\% = 100\% \tag{9}$$

< 100% = Ada beberapa fungsi yang hilang / Gagal

100% = Semua fungsi berhasil / Sukses

Hasil pengujian black box dengan melakukan uji skenario, dinilai berhasil beroperasi dengan baik. Menu pengklastran dapat digunakan untuk mengklastrkan mahasiswa menjadi beberapa cluster. Tombol-tombol yang terdapat di dalam aplikasi berfungsi dengan baik. Fungsi-fungsi manajemen pada admin panel beroperasi dengan baik.

E. Pengujian Partition Coefficient Index (PCI)

Untuk mengetahui validasi cluster dalam pembentukan pengklastran mahasiswa untan berdasarkan IPK menggunakan metode fuzzy c-means. Dibuatlah pengujian untuk menghitung koefisien partisi atau Partition Coefficient (PC) sebagai evaluasi nilai keanggotaan data pada setiap cluster. Hasil pengujian Partition Coefficient Index (PCI) dapat dilihat pada tabel II.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN PARTITION COEFFICIENT INDEX (PCI) APLIKASI
PENGKLASTERAN

Angkatan	Jumlah Cluster	Pusat Cluster		Evaluasi PCI
2015	2	3.020	3.001	0.810
		3.470	3.732	
	3	3.142	3.219	0.753
		2.574	2.227	
		3.497	3.780	
	4	2.543	2.184	0.662
		3.546	3.846	
		3.102	3.097	
		3.325	3.535	
	5	3.360	3.580	0.634
		3.562	3.861	
		2.528	2.157	
		2.820	3.330	
		3.201	3.002	

Berdasarkan pengujian *partition coefficient index (PCI)* sebanyak 10 kali percobaan dengan menggunakan data nilai mahasiswa angkatan 2015 tahun ajaran 2017-2018 semester genap yang berjumlah 65 mahasiswa. Didapatkan hasil evaluasi nilai *partition coefficient index* dengan 2 cluster sebesar 0.810, 3 cluster sebesar 0.753, dan 4 cluster sebesar 0.662. dan 5 cluster 0.634. Perubahan nilai *partition coefficient index (PCI)* di pengaruhi oleh jumlah cluster.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis dan pengujian aplikasi Pengklasteran Mahasiswa Untan Berdasarkan IPK Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means*, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi Pengklasteran Mahasiswa Untan Berdasarkan IPK Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means* yang dibangun telah berhasil memberikan hasil cluster berdasarkan nilai IPK dan IPS mahasiswa. Berdasarkan hasil pengujian *blackbox*, dapat diketahui bahwa aplikasi telah dapat berjalan dengan baik sesuai skenario yang diinginkan. Hasil dari pengujian *Partition Coefficient Index (PCI)*, dapat diketahui bahwa nilai koefisien partisi 2 sampai 5 cluster memiliki nilai evaluasi derajat keanggotaan berbeda. Jumlah cluster 2 memiliki tingkat validasi yang lebih tinggi dibandingkan jumlah cluster 3, 4, dan 5 dengan atribut IPK dan IPS mahasiswa informatika yang digunakan. Metode *Fuzzy C-means* adalah salah satu metode yang baik dalam melakukan *clustering* mahasiswa yang berbeda IPK dan IPS dikarenakan dapat memberikan perbedaan kelompok mahasiswa yang memiliki kesamaan nilai.

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. R. Islamiati, "Implementasi Logika *Fuzzy* Dalam Recruitment Asisten Laboratorium Menggunakan Metode *C-Means* (Studi Kasus: Teknik Informatika Universitas Tanjungpura)," *Jurnal Sistem dan Informasi (JUSTIN)*, 2015.

[2] A. B. Dermawan and T. Djatna, "Optimasi *Fuzzy C-Means Clustering* Untuk Data Besar dengan Pemrograman R," *UNSIKA*, pp. 128-134, 2016.

[3] M. G. S. Sadewo, A. P. Windarto and A. Wanto, "Penerapan Algoritma *Clustering* Dalam Mengelompokkan Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Upaya Antisipasi / Migasi Bencana Alam Menurut Provinsi Dengan K-Means," *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 348-357, 2018.

[4] D. E. R. ., M. A. F. Vina Adelina1, "Klasifikasi Tingkat Risiko Penyakit Stroke Menggunakan Metode *GA Fuzzy Tsukamoto*," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 9, pp. 3015-3021, 2019.

[5] "Penerapan Logika *Fuzzy* Dalam Sistem Prakiraan Cuaca Brbasis *Mikrokontroler*," *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, vol. 5, no. 2, pp. 119-128, 2017.

[6] S. Kusumadewi and I. Guswaludin, "Oleh sebab itu suatu dapat dikatakan sebagian benar sebagian salah pada waktu yang sama," *Media Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 25-38, 2005.

[7] I. Zulkarnain, Z. Azmi, A. Pranata and F. R. Hidayat, "Sistem Kendali Temperature dan Humadity Pada Kotak Penyimpanan Kamera DSLR Menggunakan Metode *Fuzzy* Berbasis Arduino," *Sains dan Komputer (SAINTIKOM)*, vol. 18, no. 1, pp. 75-81, 2019.

[8] M. N. Sutoyo and A. T. Sumpala, "Penerapan *Fuzzy C-Means* untuk Deteksi Dini Kemampuan Penalaran Matematis," *Scientific Journal of Informatics*, vol. 2, no. 2, pp. 129-136, 2015.

[9] A. K. Muchsin and M. Sudarma, "Penerapan *Fuzzy C-Means* Untuk Penentuan Besar Uang Kuliah Tunggal Mahasiswa Baru," *LONTAR KOMPUTER*, vol. 6, no. 3, pp. 175-184, 2015.

[10] F. W. Nugraha, S. Fauziati and A. E. Permanasari, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Varietas Kelapa Sawit Dengan Metode *Fuzzy C-Means*," *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017*, pp. B25.1-B25.8, 2017.

[11] M. A. Rosid, "Implementasi JSON untuk Minimasi Penggunaan Jumlah Kolom Suatu Tabel Pada *Database PostgreSQL*," *Journal Of Informatics, Network, and Computer Science*, vol. 1, no. 1, pp. 33-42, 2016.

[12] R. Purnomo and A. Nurdin, "Aplikasi Layanan *Delivery Order* Berbasis *Web* Pada Rumah Makan Podoketo," *semanTIK*, vol. 3, no. 2, pp. 22-30, 2017.

[13] Ambarwati, Wiryasaputra, & Puspasari, "Pembangunan Modul Pembelajaran Bahasa Inggris Menggunakan *Grammar Translation Method* Berbasis *Android*," *ULTIMATICS*, 83-91, 2016.

[14] Nur, B. T., Rusydi2, A. N., & Wicaksono, A. S. "Pengembangan Sistem Informasi Geografis Berbasis Website (WEBGIS) Untuk Simulasi Pemetaan Daerah Genangan Banjir Rob Menggunakan Metode *Neighbourhood Analysis* (Studi Kasus : Pantai Utara Kota Surabaya)." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5892-5901, 2018.

[15] Ramadhan, Efendi, & Mustakim, "Perbandingan *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* untuk Pengelompokan Data User Knowledge Modeling," *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)*, 219, 2017.