

Implementasi *Fuzzy C-Means* untuk Menentukan Tingkat Kepuasan Mahasiswa dalam Pembelajaran *Online*

Implementation of Fuzzy C-Means to Determine Student Satisfaction Levels in Online Learning

Nurdin*, Uci Mutiara Putri Nasution, Hafizh Al-Kautsar Aidilof, Bustami
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Univesitas Malikussaleh
Jl. Batam, Bukit Indah - Lhokseumawe, Aceh, Indonesia
*e-mail: nurdin@unimal.ac.id

(received: 1 Oktober 2021, revised: 21 November 2021, accepted: 4 Desember 2021)

Abstrak

Pembelajaran secara online merupakan solusi yang terbaik di masa pandemi covid-19, sehingga menyebabkan perbedaan pada proses pembelajaran yang biasanya dilakukan dosen secara tatap muka dengan mahasiswa. Perubahan proses pembelajaran ini diharapkan dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online dan menghasilkan sistem yang dapat meng-cluster tingkat kepuasan mahasiswa dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Variabel yang digunakan pada penelitian ini ada 3 parameter yaitu proses belajar mengajar, kompetensi dosen, sarana dan prasarana. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengumpulan data kuesioner yang diisi oleh mahasiswa Teknik Informatika Universitas Malikussaleh sebanyak 500 mahasiswa, data yang diperoleh diolah berdasarkan rata-rata jawaban mahasiswa. Dari data yang telah diperoleh akan membentuk 2 cluster yaitu puas dan tidak puas pada pembelajaran online menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Hasil clustering dari 500 data diperoleh 303 mahasiswa merasa "puas" dan sebanyak 197 mahasiswa merasa "tidak puas" dalam pembelajaran online yang dilakukan, untuk cluster 1 (mahasiswa puas) dengan nilai rata-rata proses belajar mengajar 7,389, kompetensi dosen 7,863 dan sarana dan prasarana 7,8883. Cluster 2 (mahasiswa tidak puas) dengan nilai rata-rata proses belajar mengajar 4,466, kompetensi dosen 5,069 dan nilai sarana dan prasarana 5,424. Kontribusi dari penelitian ini untuk membantu pengelola Jurusan Teknik Informatika Universitas Malikussaleh untuk mengevaluasi dan meningkatkan proses pembelajaran secara daring.

Kata Kunci : Pembelajaran Online, Clustering, *Fuzzy C-Means*, Pandemi Covid-19, Mahasiswa

Abstract

Online learning is the best solution during the COVID-19 pandemic, causing a difference in the learning process that lecturers usually do face-to-face with students. Changes in the learning process are expected to be implemented effectively and efficiently. The purpose of this study is to determine how the level of student satisfaction in online learning and produce a system that can cluster the level of student satisfaction using the *Fuzzy C-Means* method. The variables used in this study have 3 parameters, namely the teaching and learning process, lecturer competence, facilities, and infrastructure. The stages carried out in this study were collecting questionnaire data filled out by 500 students of Informatics Engineering, Malikussaleh University, the data obtained was processed based on the average student answers. Based on the data that has been obtained will form 2 clusters, namely satisfied and dissatisfied in online learning using the *Fuzzy C-Means* method. The results of clustering of 500 data obtained that 303 students felt "satisfied" and as many as 197 students felt "not satisfied" in the online learning carried out, for cluster 1 (satisfied students) with an average value of the teaching and learning process 7,389, lecturer competence 7,863 and facilities and infrastructure 7,8883. Cluster 2 (students are not satisfied) with the average value of teaching and learning process 4,466, lecturer competence 5,069, and the value of facilities and infrastructure 5,424. The contribution of this research is to help the manager of the Department of Information Engineering, Malikussaleh University to evaluate and improve the online learning process.

Keywords : Online Learning, Clustering, *Fuzzy C-Means*, Covid-19 Pandemic, Students

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

1 Pendahuluan

Fuzzy C-Means adalah teknik pengelompokan data dimana keberadaan setiap bagian data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Metode *Fuzzy C-Means* memiliki keunggulan yaitu memiliki pusat *cluster* yang lebih tepat dibandingkan metode *clustering* lainnya [1]. Salah satu penerapan metode *Fuzzy C-Means* untuk menentukan tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online. Tingkat kepuasan adalah perasaan bahagia atau kecewa seseorang yang timbul setelah membandingkan antara persepsi atau kesannya terhadap kinerja atau output suatu produk dan harapan-harapannya. Kepuasan adalah variabel kunci dalam menentukan keberhasilan atau kegagalan pembelajaran online peserta didik [2].

Corona Virus Diseases atau biasa dikenal dengan Covid-19 adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus corona. Virus ini muncul pertama kali pada tahun 2019 di Wuhan, China. Penyebaran virus ini sangat cepat dan terus berkembang di seluruh dunia termasuk Indonesia. Sejak pandemi Covid-19 masuk ke Indonesia pemerintah menghimbau masyarakat untuk dirumah saja dan melakukan *social distancing* untuk memutuskan rantai penyebaran virus.

Pandemi Covid-19 di Indonesia berdampak besar di segala bidang, termasuk bidang pendidikan, akibat pandemi Covid-19 banyak perguruan tinggi telah menutup proses pembelajaran tatap muka dan disarankan untuk belajar dirumah secara online. Sesuai dengan ketetapan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 1 Tahun 2020 tentang proses belajar mengajar yang dilakukan secara online adalah pilihan terbaik selama pandemik, sehingga telah berubah proses belajar mengajar yang biasanya dilakukan secara tatap muka. Dengan adanya perubahan ini tentunya pembelajaran tidak bisa dilakukan secara maksimal dan banyaknya hambatan dalam proses pembelajaran. Diharapkan perubahan proses belajar mengajar di perguruan tinggi dapat dilakukan secara efektif dan efisien serta mahasiswa mampu beradaptasi dengan perubahan yang terjadi selama pembelajaran [3].

Akibat pandemi Covid-19 Universitas Malikussaleh juga menerapkan sistem pembelajaran dalam jaringan (*daring*). Mahasiswa Universitas Malikussaleh juga merasakan perubahan pada sistem pembelajaran dan diharapkan dapat menerima kebijakan sistem pembelajaran secara online yang telah ditetapkan. Kebijakan yang di tetapkan ini tentunya tidak menjamin mahasiswa menerima kebijakan tersebut karena tingkat kepuasan mahasiswa berbeda-beda. Maka dari itu dibutuhkannya sebuah sistem yang menentukan tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online agar dapat mengevaluasi dan meningkatkan kendala-kendala dalam pembelajaran online yang dilaksanakan dimasa pandemi Covid-19.

Pembelajaran online merupakan sistem pembelajaran yang tidak berlangsung secara tatap muka, tetapi menggunakan platform yang dapat membantu proses belajar mengajar yang dilakukan meskipun dalam jarak jauh (*online*). Pembelajaran online ini merupakan solusi penerapan *social distancing* untuk mencegah terjadinya penyebaran covid-19. Untuk melaksanakan pembelajaran online diperlukan sarana dan prasarana yang memadai, seperti jaringan internet, *smartphone*, *laptop* dan komputer yang terus berkembang [3]. Pembelajaran yang dilakukan secara online (*daring*) merupakan pembelajaran yang memakai jaringan internet dengan aksesibilitas, konektivitas, fleksibilitas, dan kemampuan untuk memunculkan berbagai jenis interaksi pembelajaran [4].

Pentingnya penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kepuasan mahasiswa Teknik Informatika Universitas Malikussaleh dalam pembelajaran online yang dilakukan dimasa pandemi covid-19 yang bermanfaat untuk mengevaluasi atau meningkatkan pembelajaran yang dilakukan secara online sehingga menjadi lebih baik lagi kedepannya. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online dan menghasilkan sistem yang dapat meng-*cluster* tingkat kepuasan mahasiswa dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Variabel yang digunakan pada penelitian ini ada 3 parameter yaitu proses belajar mengajar, kompetensi dosen, sarana dan prasarana.

2 Tinjauan Literatur

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian terkait atau penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian ini untuk mendapatkan gambaran atau perbandingan yang telah dilakukan oleh peneliti

sebelumnya, sehingga akan terlihat perbedaan (*novelty*) dengan penelitian ini. Berikut ini Tabel 1. penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian penulis.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Analisis Hasil Penelitian dan Perbedaan dengan Penelitian Penulis
1.	Cristyani et al., 2021	Hasil pada penelitian Cristyani et al, di dapatkan untuk mengelompokkan Kota DIY berdasarkan resiko penyebaran Covid-19 dikelompokkan menjadi 3 <i>cluster</i> dimana kelompok pertama (<i>cluster</i> rendah) terdiri dari daerah Kulon Progo dan Gunung kidul dimana jumlah pasien positif kurang dari 2 orang/hari, kelompok 2 (<i>cluster</i> sedang) terdiri dari daerah Yogyakarta dan Bantul dimana jumlah pasien positif adalah sekitar 4 orang/hari, dan untuk kelompok ketiga (<i>cluster</i> tinggi) terdiri dari daerah Sleman dengan banyaknya pasien positif, sekitar 14 orang/ hari [5]. Sedangkan hasil penelitian yang penulis lakukan membentuk 2 <i>cluser</i> , dimana <i>cluster 1</i> (puas) sebanyak 303 dengan nilai rata-rata jawaban berdasarkan variabel proses belajar mengajar yaitu 7,389, variabel kompetensi dosen 7,863 dan variabel sarana dan prasarana 7,883. Mahasiswa dan <i>cluster 2</i> (tidak puas) sebanyak 197 mahasiswa dengan nilai rata-rata jawaban berdasarkan variabel proses belajar mengajar yaitu 4,466, variabel kompetensi dosen 5,069 dan variabel sarana dan prasarana 5,424.
2.	Pradipta et al., 2018	Pada penelitian yang dilakukan Pradipta et al, mengenai segmentasi pelanggan menggunakan metode <i>Fuzzy C-Means Clustering</i> . Variabel yang digunakan dalam mengukur tingkat pembelian suatu produk oleh pelanggan yaitu rentang waktu, frekuensi (rata-rata jumlah transaksi dalam satu periode), dan moneter (rata-rata biaya konsumen menghabiskan dalam satu unit waktu). Hasil penelitian yang didapat pada penelitian ini adalah mengelompokkan segmentasi pelanggan menggunakan metode <i>Fuzzy C-Means</i> berdasarkan tingkat pembelian produk yaitu pelanggan dengan kualitas tinggi dan loyalitas rendah [6]. Sedangkan pada penelitian yang penulis lakukan membahas tentang tingkat kepuasan mahasiswa dalam belajar online menggunakan metode <i>Fuzzy C-Means</i> . Variabel yang digunakan proses belajar mengajar, kompetensi dosen, dan sarana dan prasarana. Dan hasil yang didapatkan membentuk 2 <i>cluster</i> yaitu puas dan tidak puas.
3.	Chusyairi & Saputra, 2021	Penelitian ini membahas tentang pengelompokan pada data penderita penyakit diare di Puskesmas Kabupaten Banyuwangi menggunakan metode <i>Fuzzy C-Means</i> . Hasil yang didapat menunjukkan bahwa 2 puskesmas memiliki anggota terkecil penderita diare, 14 puskesmas memiliki anggota sedang penderita diare, dan selebihnya mengalami diare dalam jumlah besar penderita [7]. Perbedaan penelitian yang lakukan menentukan tingkat kepuasan mahasiswa dalam belajar online menggunakan metode <i>Fuzzy C-Means</i> .
4.	Ponto & Nurlaily, 2020	Penelitian ini membahas tingkat kepuasan mahasiswa terhadap pembelajaran online dibandingkan kelas tradisional untuk pelajaran bahasa inggris. Kriteria yang digunakan yaitu keahlian guru, kurikulum, fasilitas, infrastruktur, dan demografis. Hasilnya diperoleh bahwa perkuliahan online di UIB saat ini belum memuaskan dan belum sampai standart para mahasiswa[8]. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan penulis membahas tentang tingkat kepuasan mahasiswa dalam belajar online menggunakan metode <i>Fuzzy C-Means</i> . Variabel yang digunakan proses belajar mengajar, kompetensi dosen, dan sarana dan prasarana. Dan hasil yang didapatkan membentuk 2 <i>cluser</i> , dimana <i>cluster 1</i> (puas) sebanyak 303 mahasiswa dan <i>cluster 2</i> (tidak puas) sebanyak 197 mahasiswa.

-
5. F. Aldi & Ade Rahma, 2019 Hasil yang diperoleh pada penelitian tentang analisis kepuasan mahasiswa terhadap pelayanan akademik dengan menggunakan Algoritma Decision Tree C4.5 diperoleh 82 mahasiswa merasa puas dan sisa 18 mahasiswa tidak puas [9]. Perbedaan : pada penelitian yang dilakukan penulis tentang tingkat kepuasan mahasiswa menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan diperoleh 303 mahasiswa merasa puas dan 197 mahasiswa merasa tidak puas.

 6. Rosadi et al., 2017 Penelitian ini membahas tentang analisis kinerja akademik pelajar menggunakan metode *Fuzzy C-Means Clustering*. Berdasarkan hasil proses *Clustering* 4255 data akademik mahasiswa diperoleh 4 cluster. *Cluster* dengan kategori prestasi terbaik yaitu pada *cluster* 3 berjumlah 1753 mahasiswa, *cluster* 4 sebanyak 1496 mahasiswa, *cluster* 2 berjumlah 676 mahasiswa dan *cluster* 1 berjumlah 330 mahasiswa[10]. Sedangkan penelitian yang penulis lakukan membahas tingkat kepuasan mahasiswa menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan diperoleh 303 mahasiswa merasa puas dan 197 mahasiswa merasa tidak puas.

 7. Arifin et al., 2021 Hasil penelitian jumlah cluster yang dibentuk ada 3. Pada *cluster* pertama kategori puas dengan pembelajaran online dikategorikan “tinggi” dengan nilai 9,33 sedangkan kategori tidak puas dikategorikan “rendah” dengan nilai 0,67. Pada *Cluster* kedua kategori bahagia dengan pembelajaran online tergolong “rendah “ dengan nilai 4,73 sedangkan kategori tidak puas dinilai sebagai “tinggi” dengan nilai 5,27. Dan pada *Cluster* ketiga yang puas atau tidak puas tidak memiliki nilai (0,0)[11]. Perbedaan : hasil yang penulis dapatkan membentuk 2 *cluster*, dimana *cluster* 1 (puas) sebanyak 303 dengan nilai rata-rata jawaban berdasarkan variabel proses belajar mengajar yaitu 7,389, variabel kompetensi dosen 7,863 dan variabel sarana dan prasarana 7,883. Mahasiswa dan *cluster* 2 (tidak puas) sebanyak 197 mahasiswa dengan nilai rata-rata jawaban berdasarkan variabel proses belajar mengajar yaitu 4,466, variabel kompetensi dosen 5,069 dan variabel sarana dan prasarana 5,424.

 8. Vernanda et al., 2019 penelitian ini membahas tentang pengelompokan sekolah menggunakan metode *Fuzzy C-Means* untuk 40 SMA di Kabupaten Subang. Penentuan jumlah *cluster* menggunakan Modified Coefficient (MPC) hasil dari MPC perhitungan ada 3 *cluster*, pada *cluster* I ada 9 sekolah, *cluster* II 16 sekolah dan *cluster* III 15 sekolah[12]. Sedangkan penelitian yang penulis lakukan membahas tingkat kepuasan mahasiswa menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan diperoleh 303 mahasiswa merasa puas dan 197 mahasiswa merasa tidak puas.

 9. Syahputra et al., 2017 Penelitian ini untuk menentukan bidang kepentingan kuliah Sistem Informasi menggunakan metode *Clustering* algoritma *Fuzzy C-Means*. Untuk mengklasifikasikan mahasiswa berdasarkan nilai mata kuliah inti dalam pemilihan bidang peminatan. Pada penelitian ini berhenti pada iterasi 48[13]. Sedangkan penelitian yang penulis lakukan membahas tingkat kepuasan mahasiswa menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan diperoleh 303 mahasiswa merasa puas dan 197 mahasiswa merasa tidak puas. Berhenti pada itersi-26

 10. Sari & Batubara, 2021 Penelitian ini menggunakan anlaisis *cluster K-Means* dan *Fuzzy C-Means* dalam mengelompokkan pelajar menjadi tiga kelompok berdasarkan hasil belajarnya. Pada *Cluster* pertama 2,63% mendapat nilai rendah, pada *Cluster* kedua 23,68% mendapatkan nilai berada di sekitar rata-rata. Dan pada *Cluster* ketiga 73,68% yang mendapatkan nilai tinggi[14]. Sedangkan penelitian yang penulis lakukan membahas tingkat kepuasan mahasiswa menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan diperoleh 303 mahasiswa merasa puas dan 197 mahasiswa merasa tidak puas.
-

Penelitian yang dilakukan penulis membahas tentang tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online dimasa pandemi covid-19 menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Penelitian ini membuat suatu sistem dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *MySQL*. Berdasarkan penelitian terdahulu yang sudah dilakukan belum ada yang melakukan penelitian ini sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian ini. Selain penelitian ini ada beberapa penelitian lain yang penulis lakukan tentang pembuatan sistem diantaranya sistem pendeteksian dokumen plagiarism [15], sistem klasifikasi karya ilmiah mahasiswa [16], sistem pendeteksian pola lafadz Allah dan Muhammad [17] dan sistem pengecekan toko online asli atau dropship pada Shopee [18].

3 Metode Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian implementasi *Fuzzy C-Means* untuk menentukan tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data
Pengumpulan data melalui hasil kuesioner yang diisi oleh mahasiswa Teknik Informatika Universitas Malikussaleh sebanyak 500 mahasiswa dari angkatan 2017-2020.
- b. Perancangan Flowchart Sistem metode *Fuzzy C-Means*
Tahap perancangan flowchart sistem ini bertujuan untuk menggambarkan mengenai proses perancangan keseluruhan sistem dari tahap awal input data hingga selesai dengan menampilkan hasil clustering berdasarkan metode *Fuzzy C-Means*
- c. Perhitungan manual metode *Fuzzy C-Means*
Pada tahap ini melakukan perhitungan manual dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* berdasarkan data parameter/variabel yang digunakan.
- d. Implementasi sistem
Pada tahap implementasi sistem rancangan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya diimplementasikan dalam bahasa pemrograman.

3.1 Pengumpulan Data

Penelitian tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online dimasa pandemi *Covid-19* menggunakan *Algoritma Fuzzy C-Means* ini dilaksanakan pada semester genap mulai dari bulan Januari 2021 hingga selesai. Lokasi penelitian ini di Jurusan Teknik Informatika Universitas Malikussaleh. Pengumpulan data pada penelitian ini dengan menggunakan hasil kuisisioner sebanyak 500 mahasiswa, variabel yang digunakan ada 3 parameter dan 21 kategori seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter dan Kategori

Parameter X1 : Proses Belajar Mengajar	
kategori	Pertanyaan
A1	Pelaksanaan perkuliahan online dapat diakses secara mudah
A2	Pelaksanaan Perkuliahan online tepat waktu dan sesuai dengan jadwal
A3	Perkuliahan secara online menambah pemahaman teori dan keterampilan
A4	Materi yang disajikan secara online sesuai dengan Kontrak Perkuliahan/RPS
A5	Mudah dalam mengirim tugas
A6	Materi ujian sesuai dengan materi kuliah
A7	Memenuhi pertemua minimal 14 kali pertemuan
A8	Tingkat pemahaman anda secara umum terhadap mata kuliah yang disajikan secara online
Parameter X2 : Kompetensi Dosen	
kategori	Pertanyaan
A9	Dosen selalu menemani ketika pembelajaran secara online hingga selesai
A10	Dosen memberikan perkuliahan dengan baik secara konsisten
A11	Dosen memberikan respon setiap pertanyaan yang ada selama perkuliahan

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

A12	Dosen menjelaskan arah dan tujuan dalam setiap pembelajaran secara online
A13	Dosen memberikan kesempatan mahasiswa untuk bertanya dan berdiskusi
A14	Dosen memberi informasi jika kuliah ditiadakan
A15	Dosen memberikan nilai sesuai dengan tata cara penilaian di RPS/ Silabus dan kontrak kuliah
A16	Dosen mampu menjelaskan keterkaitan topik yang diajarkan dengan bidang topik lain

Parameter X3 : Sarana dan Prasarana

kategori	Pertanyaan
A17	Materi pada pembelajaran online tersedia dengan Baik
A18	Mahasiswa memiliki perangkat/peralatan yang mendukung selama perkuliahan online
A19	Paket data internet tersedia/ada guna mengakses pembelajaran secara online
A20	pemilihan platform online yang bervariasi
A21	Ruang pembelajaran online mudah diakses dan dapat dimanfaatkan tanpa kendala yang berarti

3.2 Metode Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means Clustering adalah metode *clustering* yang merupakan bagian dari metode *Hard K-Means*. *Fuzzy C-Means* menggunakan model *fuzzy clustering* sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau cluster yang terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang bervariasi antara 0 dan 1. Data suatu kelas atau cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya [19].

Algoritma yang digunakan pada metode *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut :

- Input 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* ($i = 1, 2, \dots, n$), atribut ke-*j* ($j = 1, 2, \dots, m$).
- Tentukan :
 - Jumlah *cluster* = c
 - Pangkat = (w>1)
 - Maksimum iterasi = MaxIter
 - Error terkecil yang diharapkan = ξ
 - Fungsi objektif awal = ($P_0 = 0$)
 - Iterasi awal = (t=1)
- Bangkitkan bilangan random μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U.
Hitung jumlah setiap kolom/baris

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (1)$$
 Dengan $j = 1, 2, \dots, n$
Hitung :

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (2)$$
- Hitung pusat *cluster* ke-*k*, V_{kj} dengan $k = 1, 2, \dots, c$ dan $j = 1, 2, \dots, m$

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (3)$$
- Hitung fungsi objektif pada iterasi ke-*t*, P_t

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w) \quad (4)$$
- Hitung pecahan matriks partisi

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (5)$$
 dengan : $I = 1, 2, \dots, n$ dan $k = 1, 2, \dots, c$
- Cek kondisi berhenti
 - Jika : ($|P_t - P_{t-1}| < \xi$) atau ($t > \text{MaxIter}$) maka berhenti;
 - Jika tidak : $t = t + 1$, ulangi langkah ke-4.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Variabel Data Input dan Output

Dalam penelitian ini proses penilaian tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online menggunakan 3 variabel fuzzy, diantaranya proses belajar mengajar, kompetensi dosen, sarana dan prasarana. Himpunan *fuzzy* masing-masing variabel adalah :

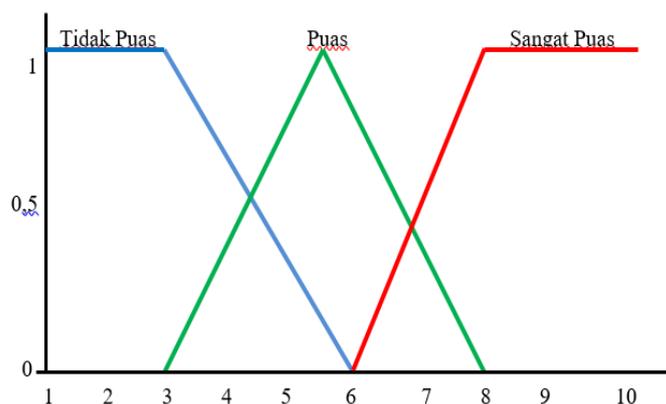
- a. Variabel proses belajar mengajar :
tidak puas, puas, dan sangat puas
- b. Variabel kompetensi dosen :
tidak puas, puas, dan sangat puas
- c. Variabel sarana dan prasarana :
tidak puas, puas dan sangat puas

Nilai domain ini digunakan untuk nilai range pada kuesioner dan ketiga variabel tersebut digunakan sebagai variabel input fuzzy, sedangkan kepuasan digunakan sebagai variabel output dari fuzzy. Variabel input dan output dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Variabel Input dan Output

Fungsi	Nama Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Proses Belajar Mengajar	Tidak Puas	[0 6]
		Puas	[4 8]
		Sangat Puas	[6 10]
	Kompetensi Dosen	Tidak Puas	[0 6]
		Puas	[4 8]
		Sangat Puas	[6 10]
	Sarana dan Prasarana	Tidak Puas	[0 6]
		Puas	[4 8]
		Sangat Puas	[6 10]
Output	Kepuasan		[0 10]

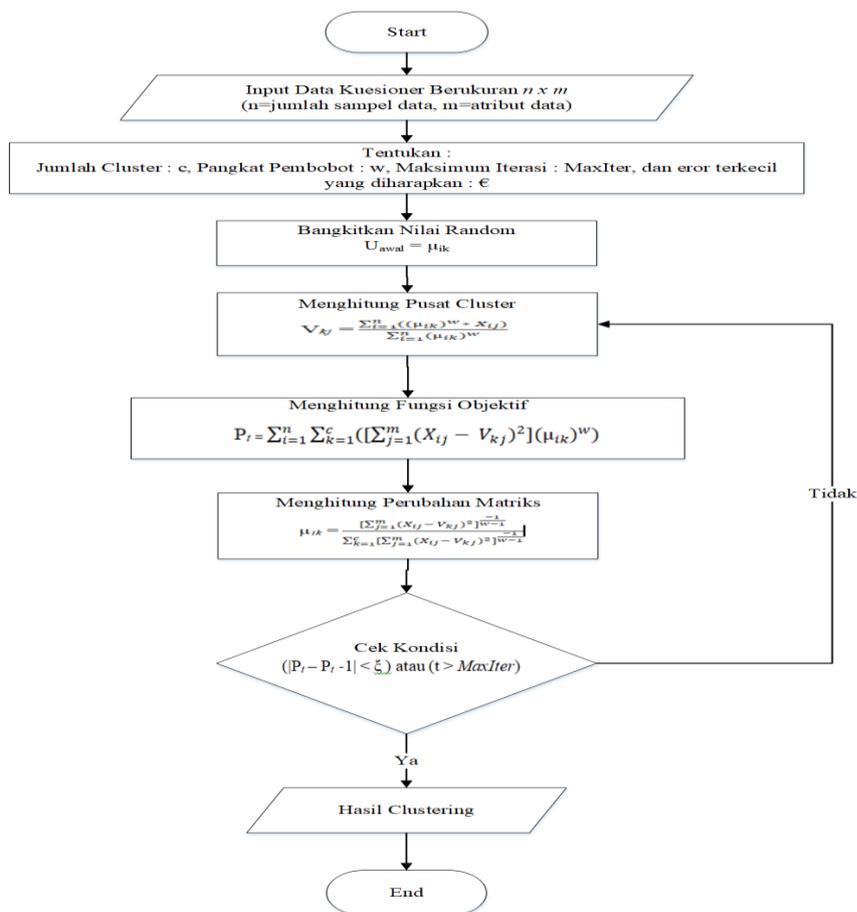
Berikut ini Gambar 1 grafik representasi interval nilai domain variabel yang digunakan berdasarkan Tabel 2 di atas.



Gambar 1. Grafik Nilai Domain Variabel

4.2 Hasil Perancangan Flowchart Sistem Metode *Fuzzy C-Means*

Berikut ini flowchart dari penerapan Algoritma *Fuzzy C-Means* dalam menentukan tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online pada masa pandemic Covid-19 dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Flowchart Metode Fuzzy C-Means

Dalam proses awal pada Flowchart Metode *Fuzzy C-Means* Gambar 2, langkah pertama yang dilakukan adalah menginput data kuesioner kepuasan mahasiswa, menentukan jumlah cluster, pangkat pembobot, maksimum Iterasi, dan eror terkecil yang diharapkan, menentukan pusat cluster awal secara random berdasarkan jumlah cluster yang ingin dibentuk, menghitung pusat cluster baru, menentukan fungsi objektif, menghitung perubahan matriks dan mengecek kondisi jika nilai error atau maksimum iterasi yang ditentukan belum tercapai kembali menghitung pusat cluster, tetapi jika sudah tercapai maka akan menampilkan hasil clustering.

4.3 Hasil Perhitungan Manual Metode Fuzzy C-Means

Pada pengujian sistem ini dilakukan dengan cara menggunakan perhitungan manual metode *Fuzzy C-Means*, penelitian ini menggunakan data hasil kuesioner yang diisi oleh mahasiswa teknik Informatika Universitas Malikussaleh sebanyak 500 mahasiswa dari angkatan 2017-2020. Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan yang dilakukan

1. Input data hasil kuesioner kedalam matriks (Tabel 3)

Langkah pertama ini yaitu menginput data hasil kuesioner yang akan di *cluster* kedalam matriks $n \times m$ dimana n =jumlah data mahasiswa dan m =jumlah variabel. Variabel yang digunakan ada 3 yaitu X_1 =proses belajar mengajar, X_2 =kompetensi dosen, dan X_3 =sarana dan prasarana. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Kuesioner

No.	Nama	NIM	Angkatan	X1	X2	X3
1.	Erni Susanti	170170001	2017	5,875	6,875	6,2
2.	Uci Mutiara Putri	170170103	2017	7,75	8,25	7,6
3.	Fazila Umैया	170170006	2017	8,625	9,875	9
4.	Lindawati	170170002	2017	4,75	4,875	5,6
5.	Karina Olivia	180170012	2018	7,375	7,375	7,2
..
500.	Dita Amelia	200170274	2020	3,25	6	3,6

Nilai X1, X2 dan X3 diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata setiap variabel, berdasarkan jawaban para responden melalui kuesioner yang telah dibagikan, dengan persamaan 6:

$$\text{Rata-rata skor} = \frac{\text{jumlah total skor}}{\text{jumlah item}} \quad (6)$$

Dimana, Erni susanti pada variabel X1 (proses belajar mengajar) = $\frac{7+4+3+3+9+8+7+6}{8} = \frac{47}{8} = 5,875$.

Variabel X2 (kompetensi dosen) = $\frac{6+7+8+6+8+4+9+7}{8} = \frac{55}{8} = 6,875$ dan pada variabel X3 (sarana dan prasarana) = $\frac{6+7+6+6+6}{5} = \frac{31}{5} = 6,2$ dan seterusnya untuk responden 2 sampai 500.

2. Menentukan parameter awal

Parameter awal ini akan digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan algoritma *Fuzzy C-Means*. Parameter tersebut adalah :

- Jumlah cluster (c) : 2
- Jumlah variabel : 3
- Pangkat (w) : 2
- Maksimum Iterasi (MaxIter) : 100
- Error terkecil yang diharapkan (E) : 0,0001 (10⁻⁴)
- Fungsi objektif awal (P0) : 0
- Iterasi awal (t) : 1

Cluster yang ditentukan ada 2 yaitu cluster puas dan cluster tidak puas.

3. Membangkitkan nilai random

Akan dibangkitkan matriks U dengan komponen μ_{ik} , $i=500$; $k=2$, nilai μ_{ik} ditentukan secara acak dengan syarat jumlah nilai elemen matriks dari kolom setiap baris harus 1. Matriks U yang terbentuk secara random ialah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mu_{i1} + \mu_{i2} &= 1 \\ &= 0,900 + 0,100 = 1 \\ &= 0,010 + 0,990 = 1 \end{aligned} \quad (7)$$

Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini

Tabel 5. Matriks U

μ_{i1}	μ_{i2}
0,900	0,100
0,010	0,990
0,930	0,070
0,460	0,540
0,150	0,850
..
0,030	0,970

Matriks U yang telah terbentuk di atas akan digunakan untuk menghitung pusat cluster awal. Pada Tabel 6 di bawah hasilnya diperoleh dari hasil pangkat dari matriks U pada setiap kolomnya dengan $w=2$ dan akan dipakai pada perkalian dengan matriks X. Dan nilai dari Σ adalah hasil penjumlahan dari setiap kolomnya dan akan dipakai untuk menghitung pusat cluster pada langkah selanjutnya. Berikut

merupakan hasil perhitungan pusat cluster awal dengan rumus sehingga menghasilkan pusat cluster awal 1 dan pusat cluster awal 2, yaitu sebagai berikut :

$$\mu_{i1}^w \tag{8}$$

$$\mu_{i1} = 0,900 \text{ menjadi } \mu_{i1}^w = 0,810$$

$$\mu_{i2} = 0,100 \text{ menjadi } \mu_{i2}^w = 0,010$$

Lebih jelasnya dapat kita lihat pada Tabel 6 di bawah ini

Tabel 6. Pusat Cluster Awal

No.	μ_{i1}^w	μ_{i2}^w
1.	0,810	0,010
2.	0,000	0,980
3.	0,865	0,005
4.	0,212	0,292
5.	0,023	0,723
..
500.	0,001	0,941
Σ	172,705	174,241

4. Mengitung pusat cluster (v)

Merupakan hasil perkalian antara kolom matriks U dan matriks X dan nilai-nilai dan Σ adalah hasil penjumlahan untuk setiap kolomnya dan nilai-nilai dari Σ tersebut akan dipakai untuk menghitung hasil pusat cluster 1 dan cluster 2. Pada Tabel 7 di bawah ini merupakan hasil perkalian antara kolom μ_{i1}^w dengan Tabel 4 untuk setiap kolom pada matriks X dan nilai dari Σ ialah hasil penjumlahan untuk setiap kolomnya dan untuk menghitungnya menggunakan persamaan 9 :

$$(\mu_{ik})^w * X_{ij} \tag{9}$$

$$= \mu_{i1}^w * x_1 = 0,810 * 5,875 = 4,759$$

$$= \mu_{i1}^w * x_2 = 0,810 * 6,875 = 5,569$$

$$= \mu_{i1}^w * x_3 = 0,810 * 6,2 = 5,022$$

$$= \mu_{i2}^w * x_1 = 0,010 * 5,875 = 0,059$$

$$= \mu_{i2}^w * x_2 = 0,010 * 6,875 = 0,069$$

$$= \mu_{i2}^w * x_3 = 0,010 * 6,2 = 0,062$$

Nilai Σ adalah hasil penjumlahan untuk setiap kolomnya, lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Pusat Cluster Pada Iterasi 1

No	$\mu_{i1}^w * x$			$\mu_{i2}^w * x$		
	$\mu_{i1}^w * x_1$	$\mu_{i1}^w * x_2$	$\mu_{i1}^w * x_3$	$\mu_{i2}^w * x_1$	$\mu_{i2}^w * x_2$	$\mu_{i2}^w * x_3$
1.	4,759	5,569	5,022	0,059	0,069	0,062
2.	0,001	0,001	0,001	7,596	8,086	7,449
3.	7,460	8,541	7,784	0,042	0,048	0,044
4.	1,005	1,032	1,185	1,385	1,422	1,633
5.	0,166	0,166	0,162	5,328	5,328	5,202
..
500.	0,003	0,005	0,003	3,058	5,645	3,387
Σ	1091,564	1176,644	1209,958	1085,500	1181,066	1194,590

Selanjutnya hasil perhitungan pusat cluster 1 dan pusat cluster 2. Hasil untuk cluster 1 pada baris pertama diperoleh dari Tabel 7 setiap Σ pada kolom $\mu_{i1}^w * x$ dibagi dengan nilai Tabel 6 Σ pada kolom μ_{i1}^w dan untuk cluster 2 pada baris kedua hasilnya diperoleh dari dari setiap Tabel 7 Σ pada kolom $\mu_{i2}^w * x$ dibagi dengan nilai Tabel 6 Σ pada kolom μ_{i2}^w . Menggunakan persamaan 10, sebagai berikut :

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \tag{10}$$

$$= V_{11} = \frac{1091,564}{172,705} = 6,320$$

$$= V_{12} = \frac{1176,644}{172,705} = 6,813$$

$$= V_{13} = \frac{1209,958}{172,705} = 7,006$$

$$= V_{21} = \frac{1085,500}{174,241} = 6,230$$

$$= V_{22} = \frac{1181,066}{174,241} = 6,778$$

$$= V_{23} = \frac{1194,590}{174,241} = 6,856$$

Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pusat Cluster Iterasi 1

Vkj	1	2	3
1	6,320	6,813	7,006
2	6,230	6,778	6,856

5. Menghitung fungsi objektif (P_i)

Untuk menghitung fungsi objektif, sebelumnya menghitung menggunakan persamaan 11 berikut ini :

$$((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i1}^w \tag{11}$$

$$= ((5,875 - 6,320)^2 + (6,875 - 6,813)^2 + (6,2 - 7,006)^2) * 172,705$$

$$= 0,690$$

$$((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i2}^w \tag{12}$$

$$= ((5,875 - 6,230)^2 + (6,875 - 6,778)^2 + (6,2 - 6,856)^2) * 174,241$$

$$= 0,006$$

$$\sum ((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i1}^w + \sum ((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i2}^w \tag{13}$$

$$= 0,690 + 0,006$$

$$= 0,696$$

Untuk menghitung fungsi objektif menggunakan persamaan 14 dibawah ini :

$$P_i = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w) \tag{14}$$

Menjumlahkan semua hasil penjumlahan pada kolom $\sum ((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i1}^w + \sum ((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i2}^w$ sehingga didapat hasil fungsi objektif (P_1) = 3036,836. Lebih jelasnya dapat di lihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Fungsi Objektif Iterasi 1

No	$((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i1}^w$	$((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i2}^w$	$\sum ((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i1}^w + ((x_{ij} - v_{ij})^2) * \mu_{i2}^w$
1.	0,690	0,006	0,696
2.	0,000	4,930	4,930
3.	16,142	0,098	16,239
4.	1,735	2,155	3,890
5.	0,033	1,290	1,323
..
500.	0,020	18,900	18,919
Fungsi Objektif (P_1)			3036,836

6. Perubahan matriks partisi

Hasil perhitungan dari Perubahan Matrix Partisi (U) dengan persamaan:

$$L1 = ((x_{ij} - v_{1j})^2)^{-\frac{1}{w-1}} \tag{15}$$

$$L1 = ((5,875 - 6,320)^2 + (6,875 - 6,813)^2 + (6,2 - 7,006)^2)^{-\frac{1}{2-1}}$$

$$L1 = 1,272$$

$$L2 = ((x_{ij} - v_{2j})^2)^{-\frac{1}{w-1}} \tag{16}$$

$$L2 = ((5,875 - 6,230)^2 + (6,875 - 6,778)^2 + (6,2 - 6,856)^2)^{\frac{-1}{2-1}}$$

$$L2 = 2,351$$

Kemudian jumlahkan hasil $LT = L1 + L2 = 1,272 + 2,351 = 3,623$

Untuk mencari derajat keanggotaan baru menggunakan persamaan :

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}} \quad (17)$$

$$\mu_{1k1} = \frac{L1}{LT} = \frac{1,272}{3,623} = 0,351$$

$$\mu_{1k2} = \frac{L2}{LT} = \frac{2,351}{3,623} = 0,649$$

dan begitu seterusnya untuk perhitungan data ke 2 dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Derajat Keanggotaan Baru

No	$L1 = ((x_{ij} - v_{1j})^2)^{\frac{-1}{w-1}}$	$L2 = ((x_{ij} - v_{2j})^2)^{\frac{-1}{w-1}}$	$LT=L1+L2$	$L1/LT$	$L2/LT$
1.	1,272	2,351	3,623	0,351	0,649
2.	0,106	0,089	0,195	0,545	0,455
3.	0,012	0,011	0,024	0,524	0,476
4.	0,043	0,050	0,092	0,461	0,539
5.	0,564	0,419	0,983	0,574	0,426
..
500.	0,010	0,011	0,021	0,471	0,529

Pada Tabel 9 di atas didapatkan hasil dari matriks partisi baru pada kolom L1/LT dan L2/LT dimana nilai tersebut digunakan untuk nilai keanggotaan iterasi ke-2 (selanjutnya).

7. Mengecek kondisi berhenti

Pada iterasi 1 adapun parameter hasil syarat yang di peroleh sebagai berikut :

- Iteras saat ini (t) : 1
- Maksimum Iterasi (MaxIter) : 100
- Fungsi objektif awal (Pt-1) : 0
- Fungsi Objektif Akhir (Pt) : 3036.836
- Nilai Mutlak selisih Fungsi Objektif : $|pt-pt-1| = 3036,836$
- Error terkecil yang diharapkan (ϵ) : $0,0001 (10^{-4})$
- Dimana hasil pada iterasi di atas $t < \text{MaxIter}$ dan $\text{Error} < (Pt - Pt-1)$, maka proses diulangi pada langkah perhitungan pusat cluster.
- Iterasi berhenti (t) : 26
- Fungsi objektif awal (Pt-1) : 1640.080158
- Fungsi Objektif Akhir (Pt) : 1640.080255
- Nilai Mutlak selisih Fungsi Objektif : $|pt-pt-1| = 0,0001$

Karena nilai selisih fungsi objektif sudah memenuhi maka di dapat hasil iterasi terakhir pada iterasi 26 dengan nilai pusat cluster pada Tabel 11 dibawah ini :

Tabel 11. Hasil Pusat Cluster Iterasi 26

Vkj	1	2	3
1	6,320	6,813	7,006
2	6,230	6,778	6,856

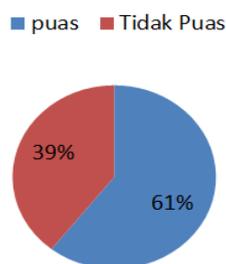
Untuk menentukan keanggotaan pada hasil clustering yaitu dimana nilai paling besar yang menentukan keanggotaan cluster, dan untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Tabel 12 dibawah ini :

Tabel 12. Hasil Clustering

Cluster 1	Cluster 2	Cluster
0,066	0,071	Tidak Puas
4,630	0,008	Puas
0,056	0,003	Puas
0,010	17,318	Tidak Puas
1,689	0,014	Puas
.....
0,004	0,074	Tidak Puas

Maka di dapat hasil *Clustering* dari 500 data mahasiswa diperoleh pada *cluster 1* mahasiswa yang puas berjumlah 303 mahasiswa dan *cluster 2* mahasiswa yang tidak puas berjumlah 197 mahasiswa. Berikut ini dapat dilihat pada Gambar 3 grafik dari hasil *clustering* tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online dimasa pandemi Covid-19.

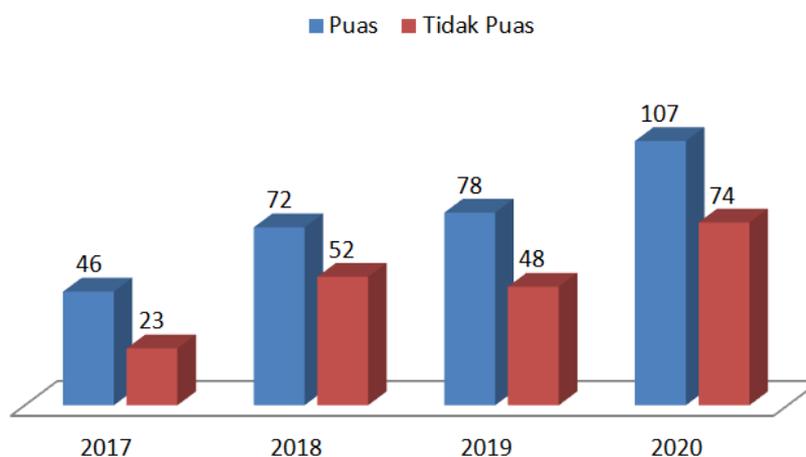
Tingkat Kepuasan Mahasiswa



Gambar 3. Grafik Hasil Clustering

Dimana pada angkatan 2017 jumlah mahasiswa puas 46 mahasiswa dan tidak puas 23 mahasiswa, pada angkatan 2018 mahasiswa puas 72 mahasiswa dan tidak puas 52 mahasiswa, pada angkatan 2019 mahasiswa puas 78 mahasiswa dan tidak puas 48 mahasiswa, dan pada angkatan 2020 jumlah mahasiswa puas 107 mahasiswa dan tidak puas 74 mahasiswa. Dan berikut ini dapat dilihat pada Gambar 4 grafik tingkat kepuasan mahasiswa berdasarkan angkatan dari 2017-2020 :

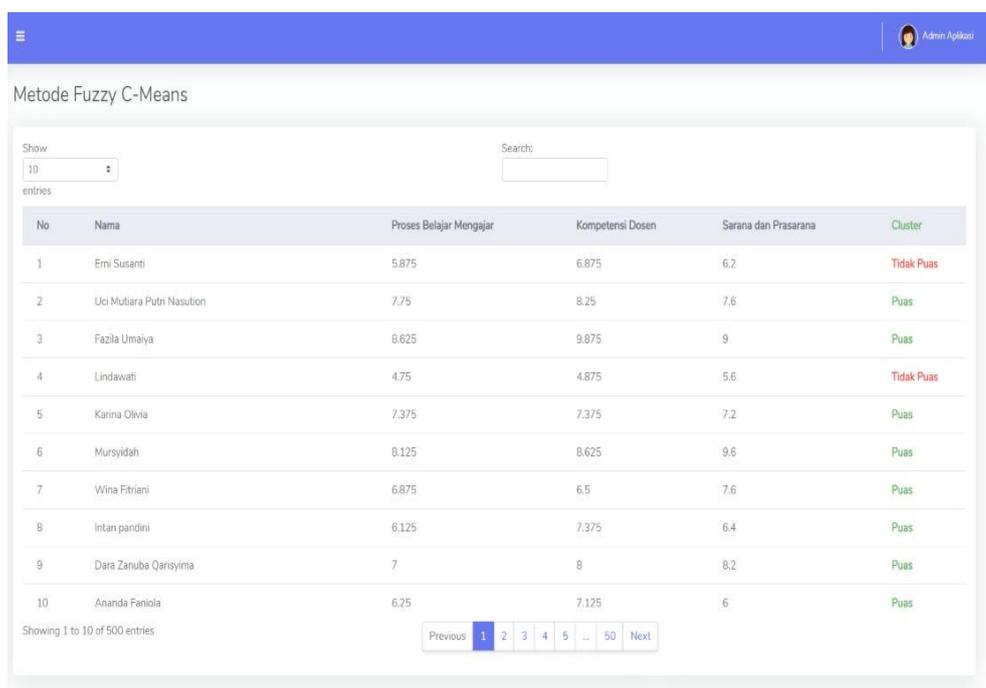
Tingkat Kepuasan Mahasiswa Berdasarkan Angkatan



Gambar 3. Grafik Tingkat Kepuasan Mahasiswa Berdasarkan Angkatan

4.4 Hasil Implementasi Sistem (Output Sistem)

Berdasarkan perancangan sistem yang telah dibuat, hasil output dari sistem clustering tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dapat dilihat pada Gambar 4.



No	Nama	Proses Belajar Mengajar	Kompetensi Dosen	Sarana dan Prasarana	Cluster
1	Emi Susanti	5.875	6.875	6.2	Tidak Puas
2	Uci Mutiara Putri Nasution	7.75	8.25	7.6	Puas
3	Fazila Umayya	8.625	9.875	9	Puas
4	Lindawati	4.75	4.875	5.6	Tidak Puas
5	Karina Olivia	7.375	7.375	7.2	Puas
6	Mursyidah	8.125	8.625	9.6	Puas
7	Wina Fitriani	6.875	6.5	7.6	Puas
8	Intan pandini	6.125	7.375	6.4	Puas
9	Dara Zanuba Qarisyima	7	8	8.2	Puas
10	Ananda Faniola	6.25	7.125	6	Puas

Gambar 4. Hasil Clustering Kepuasan Mahasiswa

Sedangkan pada Gambar 5 halaman kesimpulan hasil clustering merupakan tampilan kesimpulan perhitungan *Fuzzy C-Means* di tampilan program, dimana nilai yang diperoleh sama dengan hasil perhitungan manual yang telah di dapatkan dimana jumlah mahasiswa puas sebanyak 303 dan jumlah mahasiswa tidak puas sebanyak 197.



Gambar 5. Halaman Kesimpulan Hasil Clustering

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian bahwa algoritma *Fuzzy C-Means* dapat melakukan proses klusterisasi untuk menentukan tingkat kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran online pada masa pandemi covid-19. Penelitian ini menggunakan 500 data responden mahasiswa dengan maksimum iterasi 100, jumlah *cluster* yang dibentuk ada dua yaitu puas dan tidak puas dan minimum error 0,0001 mendapatkan hasil *clustering* pada iterasi ke-26. Hasil penelitian ini menunjukkan sekitar 61% (303 mahasiswa) merasa puas dengan proses pembelajaran online yang telah dilakukan dan 39% (197 mahasiswa) tidak puas dengan proses pembelajaran online. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem yang mampu meng*cluster* tingkat kepuasan mahasiswa dengan menggunakan Algoritma *Fuzzy C-Means*, sehingga dapat membantu pengelola Jurusan Teknik Informatika Universitas Malikussaleh untuk mengevaluasi dan meningkatkan proses pembelajaran secara online.

Referensi

- [1] N. Nidyashofa and Deden Istiawan, "Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Kabupaten / Kota di Jawa Tengah Berdasarkan Status Kesejahteraan Tahun 2015," *6th Univ. Res. Colloq.*, no. November, pp. 23–30, 2017.
- [2] D. U. Bolliger and M. Trey, "Article 22," *Eur. Financ. Serv. Law*, no. March, pp. 1090–1091, 2019, doi: 10.5771/9783845279893-1090-1.
- [3] O. I. Handarini and S. S. Wulandari, "Pembelajaran Daring Sebagai Upaya Study From Home (SFH) Selama Pandemi Covid 19," *J. Pendidik. Adm. Perkantoran*, vol. 8, pp. 496–503, 2020, doi: 10.1093/fampira/cmy005.
- [4] K. D. R. Sianipar, S. W. Siahaan, M. Siregar, and P. P. P. A. N. W. F. I. R. H. Zer, "Penerapan Algoritma K-Means Dalam Menentukan Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pembelajaran Online," *Infomatek*, vol. 22, no. 1, pp. 23–30, 2020, doi: 10.23969/infomatek.v22i1.2748.
- [5] E. Cristyani, B. Tarigan, R. Artika, M. R. Febriawan, and K. N. Muna, "Covid-19 Risk Mapping with the Fuzzy C-Means Method in DIY Province," *PROC. INTERNAT. CONF. SCI. ENGIN*, vol. 4, no. February, pp. 259–265, 2021.
- [6] I. M. D. Pradipta, A. Eka, A. Wahyudi, and S. Aryani, "Fuzzy C-Means Clustering for Customer Segmentation," *Int. J. Eng. Emerg. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 18–22, 2018.
- [7] A. Chusyairi and P. R. N. Saputra, "Fuzzy C-Means Clustering Algorithm For Grouping Health Care Centers On Diarrhea Disease," *Int. J. Artif. Intell. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 35–43, 2021, doi: 10.29099/ijair.v5i1.191.
- [8] G. Ponto and N. Nurlaily, "Students' Satisfaction Level Towards Online Learning Compared To Traditional Classroom For English Subject," *J. English Teach. Adi Buana*, vol. 5, no. 02, pp. 131–138, 2020, doi: 10.36456/jet.v5.n02.2020.2540.
- [9] F. Aldi and A. Ade Rahma, "University Student Satisfaction Analysis on Academic Services by Using Decision Tree C4.5 Algorithm (Case Study : Universitas Putra Indonesia 'YPTK' Padang)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1339, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1339/1/012051.
- [10] R. Rosadi, Akamal, R. Sudrajat, B.Kharismawan, and Y.A.Hambali, "Student academic performance analysis using fuzzy C-means clustering," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 755, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.
- [11] T. S. J. Arifin, N. Natassa, D. Khoirunnisa, and R. Hendrowati, "The Level of Student Satisfaction with the Online Learning Process During a Pandemic Using the K-means Algorithm," *Inf. Sci. J. Inf. Commun. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 123–126, 2021.
- [12] D. Vernanda, N. N. Purnawan, and T. H. Apandi, "School Clustering Using Fuzzy C Means Method," *Sinkron*, vol. 4, no. 1, p. 95, 2019, doi: 10.33395/sinkron.v4i1.10168.
- [13] E. R. Syahputra, Y. A. Dalimunthe, and Irvan, "Application of fuzzy C-Means Algorithm for Determining Field of Interest in Information System Study STTH Medan," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 930, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1742-6596/930/1/012014.
- [14] I. P. Sari and I. H. Batubara, "Cluster Analysis Using K-Means Algorithm and Fuzzy C- Means Clustering for Grouping Students' Abilities in Online Learning Process," *J. Comput. Sci. Inf. Technol. Telecommun. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 139–144, 2021, doi: 10.30596/jcositte.v2i1.6504.

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

- [15] N. Nurdin, R. Rizal, and R. Rizwan, (2019). "Pendeteksian Dokumen Plagiarisme dengan Menggunakan Metode Weight Tree," *Jurnal Telematika*, vol.12, no.1, 31-45, 2019.
- [16] N. Nurdin, M. Suhendri, Y. Afrilia, and R. Rizal, "Klasifikasi Karya Ilmiah Mahasiswa Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier (Nbc)," *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 10, no. 2, 268-279, 2021.
- [17] N. Nurdin, D. Hamdhana, and M. J. Setiawan, "Sistem Pendeteksi Pola Lafadz Allah dan Muhammad pada Citra Al-quran Menggunakan Metode Peirce," *Jurnal TECHSI*, vol. 9, no.2, 78-90, 2017.
- [18] N. Nurdin, M. Hutomi, M. Qamal, and B. Bustami, "Sistem Pengecekan Toko Online Asli atau Dropship pada Shopee Menggunakan Algoritma Breadth First Search," *Jurnal RESTI*, vol. 4, no.6. 1117-1123., 2020.
- [19] D. L. Rahakbauw, V. Y. I. Ilwaru, and M. H. Hahury, "Implementation of Fuzzy C-Means Clustering in Scholarship Determination," *J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 11, pp. 1–12, 2017.