

Terbit online pada laman web jurnal: <http://jurnal.iaii.or.id>

JURNAL RESTI

(Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)

Vol. 4 No. 6 (2020) 1092 – 1101

ISSN Media Elektronik: 2580-0760

Sistem Referensi Pemilihan Smartphone Android Dengan Metode Fuzzy C-Means dan TOPSIS

Giovan Meidy Susanto¹, Sandy Kosasi², David³, Gat⁴, Susanti M. Kuway⁵

^{1,3}Program Studi Teknik Informatika, STMIK Pontianak

^{2,4,5}Program Studi Sistem Informasi, STMIK Pontianak

¹giovan31meidy@gmail.com, ²sandykosasi@yahoo.co.id, ³avidLiau@gmail.com, ⁴gutsy1802@gmail.com,

⁵shanty_stmikptk@yahoo.com

Abstract

Difficulties faced by STMIK Pontianak students while choosing Android smartphone are the diversity of brands, types, series and specifications makes it hard to choose which is the best. Determine that matches to needs along with an appropriate budget also difficult. This research aims to design a reference system for selecting Android smartphone to resolve the problem. This system was developed using the Fuzzy C-Means algorithm and TOPSIS. The Fuzzy C-Means algorithm is used because of the variety of Android smartphones so that can be grouped according to the characteristics. In this study, there is an additional method used to get an alternative group that is suitable for the users of the existing cluster, Euclidean Distance. The TOPSIS algorithm plays a role in providing a reference for selecting an android smartphone in the form of a ranking from the top to the bottom. This research produces a system that can clustering smartphone data and provide references in the form of alternatives that matches to the user. The test results using White-Box Testing produce all functions running well. Testing the cluster center using MSE gets the central error values C1: 1.8481, C2: 2.5316, and C3: 1.8214. Acceptance testing results above 70%. Weaknesses in this system do not discuss lifestyle needs in choosing an Android smartphone. The criteria used in this research is still technical and not use non-technical criteria.

Keywords: Reference system, Fuzzy C-Means, TOPSIS, android smartphone

Abstrak

Kesulitan yang dihadapi mahasiswa STMIK Pontianak dalam memilih *smartphone* android yaitu beragamnya merek, tipe, seri dan spesifikasi menimbulkan kebingungan untuk menentukan mana yang terbaik. Kesulitan lain yang dihadapi adalah menentukan yang sesuai dengan kebutuhan beserta dengan *budget* yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem referensi pemilihan *smartphone* android agar permasalahan terselesaikan. Sistem ini dikembangkan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means dan TOPSIS. Algoritma Fuzzy C-Means digunakan karena beragamnya *smartphone* android sehingga dapat dikelompokkan sesuai dengan karakteristiknya. Pada penelitian ini terdapat penambahan penggunaan metode untuk mendapatkan satu kelompok alternatif yang cocok dengan pengguna dari *cluster* yang ada yaitu *Euclidean Distance*. Algoritma TOPSIS berperan untuk memberikan referensi pemilihan *smartphone* android berupa peringkat dari yang teratas hingga terbawah. Penelitian ini menghasilkan sistem yang dapat mengelompokkan data *smartphone* dan memberikan referensi berupa alternatif yang cocok dengan pengguna. Hasil pengujian menggunakan *White-Box Testing* menghasilkan seluruh *function* berjalan dengan baik. Pengujian pusat cluster menggunakan MSE mendapatkan nilai *error* pusat C1: 1,8481, C2: 2,5316, dan C3: 1,8214. Pengujian *acceptance* yang dilakukan mendapatkan hasil penerimaan di atas 70%. Kelemahan yang ditemukan pada sistem ini tidak membahas mengenai kebutuhan *lifestyle* dalam memilih *smartphone* android. Kriteria yang digunakan masih bersifat teknis dan belum dapat menggunakan kriteria bersifat non-teknis.

Kata kunci: Sistem referensi, Fuzzy C-Means, TOPSIS, *smartphone* android

1. Pendahuluan

Smartphone adalah sebuah alat telekomunikasi elektronik yang memiliki kemampuan dasar yang sama dengan telepon konvensional namun, lebih praktis dan dapat dibawa kemana saja serta memiliki banyak

kelebihan [1]. *Smartphone* tidak hanya menjadi alat komunikasi namun menjadi tren atau gaya hidup di masyarakat pada saat ini. *Smartphone* merupakan teknologi masa kini yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia dan sudah menjadi kebutuhan

Diterima Redaksi : 21-10-2020 | Selesai Revisi : 12-11-2020 | Diterbitkan Online : 20-12-2020

primer [2]. Masyarakat saat ini tidak dapat terpisahkan dari *smartphone* termasuk mahasiswa STMIK Pontianak. Survei dengan cara menyebarkan kuesioner menggunakan *google form* telah dilakukan kepada mahasiswa STMIK Pontianak. Hasil dari survei tersebut adalah sebanyak 55% mahasiswa kesulitan dalam memilih *smartphone* yang tepat. Kesulitan yang ditemukan mahasiswa adalah banyaknya merek, tipe, seri, dan spesifikasi pada *smartphone* sehingga kebingungan menentukan yang paling tepat untuk dibeli. Terdapat juga mahasiswa kesulitan dalam menentukan *smartphone* apa yang sesuai dengan kebutuhannya. Kesulitan lainnya yaitu menentukan *smartphone* yang sesuai dengan kebutuhan namun dengan harga yang sesuai dengan *budget* mahasiswa.

Dalam memberikan referensi pemilihan *smartphone* android yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan pengguna memerlukan sistem yang tepat yaitu sistem penunjang keputusan. Sistem pemberian referensi *smartphone* android yang akan dibeli diperlukan oleh pengguna sebagai penunjang keputusan dalam menyelesaikan kebingungan yang dialaminya. Sistem penunjang keputusan berguna untuk memberikan referensi berupa peringkat *smartphone* android yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Melalui penggunaan sistem referensi pemilihan *smartphone* android, maka diharapkan permasalahan dalam mencari *smartphone* baru yang tepat dan sesuai bagi pengguna akan terselesaikan.

Penelitian ini menggunakan algoritma Fuzzy C-Means sebagai metode pada *clustering* dan sistem penunjang keputusan dengan metode *Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Metode Fuzzy C-Means digunakan karena beragamnya merek, seri, tipe, dan spesifikasi pada *smartphone* android sehingga dapat dikelompokkan sesuai dengan karakteristiknya menjadi beberapa kelompok. Tujuan dari algoritma Fuzzy C-Means adalah supaya dapat menjadi acuan arah berupa satu kelompok yang sesuai dengan kebutuhan *smartphone* android menurut pengguna. Untuk dapat menentukan satu kelompok yang sesuai dengan kebutuhan pengguna maka, digunakan algoritma *Euclidean Distance* sebagai penghubung antara Fuzzy C-Means dan TOPSIS. Setelah mendapatkan alternatif tersebut, maka sistem penunjang keputusan dengan metode *Technique For Others Reference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) digunakan. Fungsi dari metode tersebut adalah untuk memberikan referensi pemilihan *smartphone* android berupa peringkat dari yang teratas hingga terbawah.

Hal yang membedakan penelitian ini dengan sebelumnya yang ditulis oleh Shugara dkk yang membahas tentang menentukan pemberian bantuan program peningkatan kualitas kawasan pemukiman menggunakan metode Fuzzy C-Means dan *Simple Additive Weighting*[3]. Proses yang dilakukan adalah mengelompokkan RT sebagai target pemberian

program bantuan menjadi tiga *cluster*. Fuzzy C-Means pada penelitian ini hanya berfungsi untuk pengelompokkan tanpa mengerucutkan alternatif. Setelah itu untuk menentukan urutan RT yang layak menerima bantuan dilakukan proses perhitungan preferensi dengan metode *Simple Additive Weighting* pada seluruh RT. Hasil akhir pada penelitian ini berupa pengelompokan RT pada kota Bengkulu dan daftar rekomendasi RT yang layak menerima bantuan. Pada penelitian ini Fuzzy C-Means yang tidak hanya melakukan proses *clustering* atau pengelompokan namun juga mengerucutkan alternatif yang banyak menjadi beberapa sehingga dapat memberikan alternatif yang cocok menggunakan *Euclidean Distance*. Dengan menggabungkan kedua metode ini diharapkan dapat memberikan referensi urutan peringkat *smartphone* android yang tepat dan bersesuaian dengan kebutuhan dan keinginan sehingga dapat membantu mahasiswa dalam menentukan pilihan dengan benar.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang membahas tentang sistem penunjang keputusan pemilihan *smartphone*. Penelitian yang ditulis oleh Hidayatulloh dan Naf'an membahas tentang pembuatan sistem pendukung keputusan dengan pendekatan *price-quality-ratio* untuk rekomendasi pemilihan *smartphone* menggunakan metode MOORA [4]. Hasil pada penelitian ini menampilkan urutan *smartphone* menggunakan MOORA pendekatan *Price-Quality Ratio* yang menampilkan hasil yang paling hemat dan efisien terhadap kualitas *smartphone* yang didapat. Penelitian berikutnya ditulis oleh Karmila dkk yang membahas tentang sistem penunjang keputusan dalam merekomendasikan *smartphone* untuk kalangan pemula dengan metode TOPSIS [5]. Hasil pada penelitian ini menampilkan urutan lima *smartphone* yang alternatifnya dimasukkan secara manual oleh pengguna. Penelitian lainnya yang ditulis oleh Eryzha dkk membahas tentang sistem pendukung keputusan rekomendasi pemilihan *smartphone* terbaik menggunakan metode TOPSIS [6]. Hasil dari penelitian ini memberikan rekomendasi berdasarkan empat alternatif dengan harga *smartphone* merek samsung dibawah 2 juta.

Merujuk pada penelitian-penelitian dan permasalahan di atas, maka penelitian ini menggunakan algoritma Fuzzy C-Means untuk *clustering smartphone* android serta melakukan perhitungan peringkat menggunakan metode TOPSIS. Kriteria pada penelitian ini didapatkan dengan cara pengumpulan data berupa survei. Pertanyaan berupa hal apa yang diperhatikan pengguna sebelum membeli *smartphone android*. Survei dilakukan pada awal tahun 2020 dan disebar melalui *google form* terfokus kepada responden berstatus mahasiswa STMIK Pontianak. Dari survei tersebut, ditemukan 9 kriteria yang juga telah digunakan pada penelitian terdahulu yaitu: harga, kecepatan prosesor, kapasitas RAM, kamera depan, kamera belakang, kapasitas memori

internal (ROM), baterai, ukuran layar, dan versi android [4,5,6]. Terdapat satu tambahan kriteria yang didapat dari penelitian terdahulu namun tidak ditemukan pada survei yaitu jumlah inti prosesor [4]. Terdapat temuan baru berupa tiga tambahan kriteria yang belum digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu: desain, bahan badan *smartphone*, dan jumlah slot kartu. Jumlah keseluruhan kriteria yang digunakan pada penelitian ini adalah 13. Penelitian ini terfokus kepada referensi pemilihan *smartphone android* untuk mahasiswa STMIK Pontianak. Peneliti bersikap netral dan tidak memihak kepada merk *smartphone* tertentu.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini survei. Teknik survei digunakan untuk mengumpulkan data dengan teknik campuran antara wawancara dan pengisian kuesioner oleh responden. Wawancara dan kuesioner dilakukan kepada mahasiswa STMIK Pontianak untuk mengidentifikasi kesulitan yang dihadapi dan kriteria yang diperhatikan dalam memilih *smartphone*.

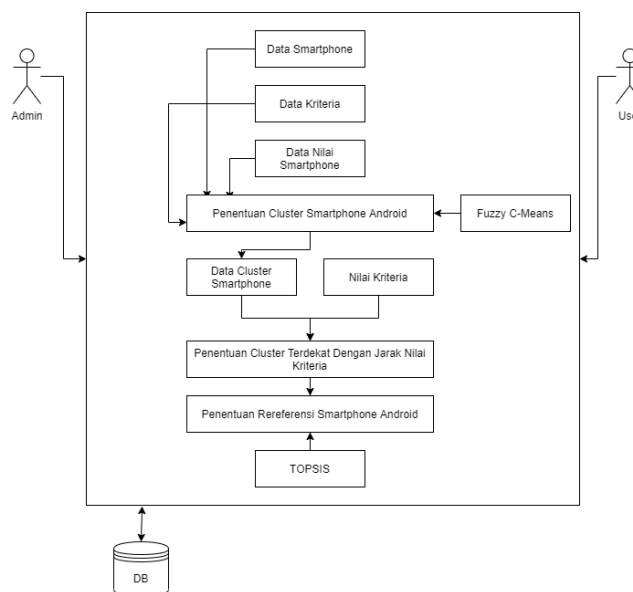
2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara singkat kepada beberapa mahasiswa STMIK Pontianak angkatan 2016. Wawancara dilakukan bertujuan untuk mendapatkan kesulitan apa saja yang dihadapi serta hal apa saja yang diperhatikan mahasiswa sebelum membeli *smartphone*. Kemudian, pembagian kuesioner kepada mahasiswa STMIK Pontianak. Pembagian kuesioner dilakukan bertujuan untuk mengajukan beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan pemilihan *smartphone android*. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan kepada 45 mahasiswa STMIK Pontianak pada awal tahun 2020 selama dua minggu ditemukan ada

sembilan kesamaan antara kriteria yang dijawab responden dan pada penelitian terdahulu yaitu: harga, kecepatan prosesor, kapasitas RAM, kamera depan, kamera belakang, kapasitas memori internal (ROM), baterai, ukuran layar, dan versi android. Satu kriteria tambahan yang hanya ada pada penelitian terdahulu yaitu jumlah inti prosesor. Terdapat temuan baru berupa tiga tambahan kriteria baru yang tidak ditemukan pada penelitian terdahulu namun, ditemukan pada saat survei yaitu: desain, bahan badan *smartphone*, dan jumlah slot kartu. Jadi, kriteria yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 13. Data *smartphone android* yang digunakan pada penelitian ini didapat dari beberapa toko *smartphone android* di kota Pontianak pada awal tahun 2020. Data yang diperoleh adalah 49 data *smartphone android* dengan berbagai merek yang dipasarkan.

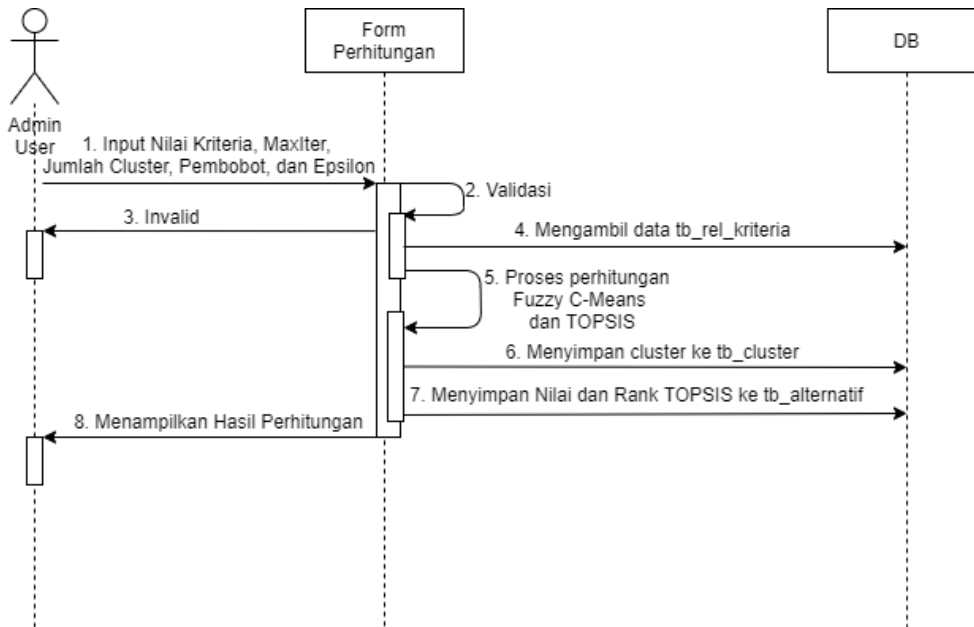
2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dikerjakan menggunakan bahasa pemrograman HTML, PHP, dan CSS dengan Sublime 3.2. Basis data yang digunakan adalah MySQL dengan bantuan Navicat. Metode perancangan perangkat lunak yang digunakan adalah *agile* atau pengembangan cepat karena produk-produk perangkat lunak yang dihasilkan selalu bergerak cepat dan berubah-ubah. Teknik *agile* yang digunakan adalah *Extreme Programming*. Tahapan *extreme programming* yaitu: perencanaan, perancangan, pengkodean, dan pengujian. Algoritma yang digunakan dalam memberikan referensi *smartphone android* yang digunakan adalah Fuzzy C-Means dan TOPSIS. Pengujian yang digunakan dibagi menjadi 3 yakni pengujian algoritma Fuzzy C-Means dan TOPSIS dalam penyelesaian masalah dan pengujian perangkat lunak yaitu *white-box testing*, pengujian pusat *cluster*, dan pengujian *acceptance*. Berikut adalah arsitektur perangkat lunak pada penelitian ini.



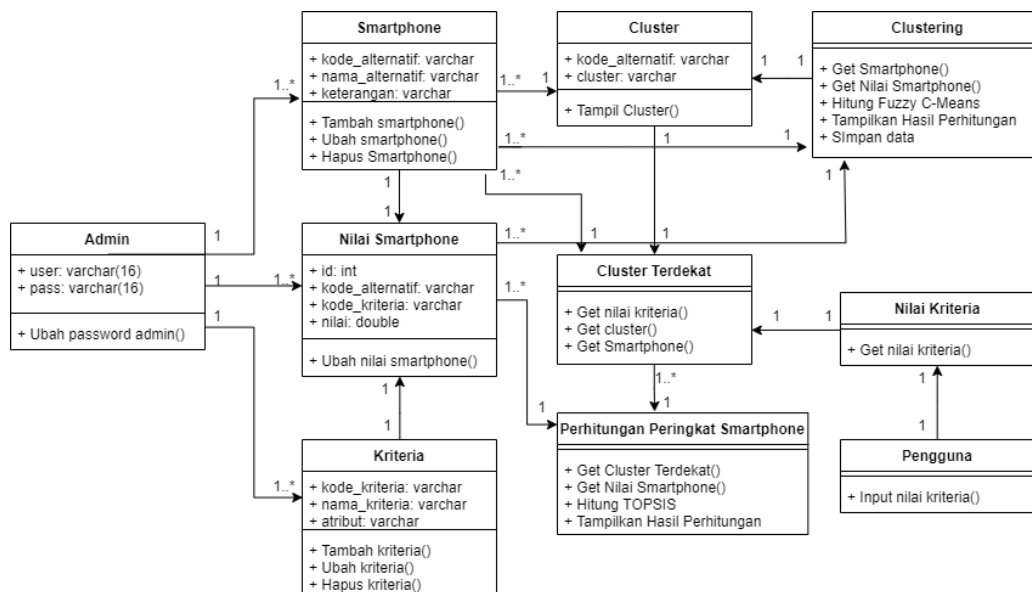
Gambar 1. Arsitektur Perangkat Lunak

Berdasarkan gambar 1 terdapat dua hak akses pengguna *smartphone*. Proses penentuan *cluster* terdekat dengan jarak nilai kriteria menggunakan *Euclidean Distance* membutuhkan nilai masukan berupa nilai kriteria dan data *cluster smartphone*. Setelah mendapatkan *cluster* yang terdekat, maka penentuan referensi *smartphone* android dapat dilakukan menggunakan metode TOPSIS. Proses ini menghasilkan data *cluster*



Gambar 2. Sequence Diagram Perhitungan

Berdasarkan gambar 2, *user* dan *admin* dapat melakukan *tb_rel_kriteria* atau nilai alternatif kemudian proses perhitungan. Pertama *user* dan *admin* dapat perhitungan Fuzzy C-Means dan TOPSIS. Setelah memilih menu perhitungan maka akan tampil *form* melakukan proses perhitungan, maka hasil disimpan di perhitungan. *User* dan *admin* diminta untuk memasukkan nilai kriteria, *MaxIter*, jumlah *cluster*, *tb_alternatif* untuk hasil nilai dan *rank* dari TOPSIS, pembobot, dan epsilon. Jika data valid maka dapat diteruskan ke proses pengambilan data dari basis data hasil perhitungan di *form* perhitungan.



Gambar 3. Class Diagram Sistem Referensi Pemilihan Smartphone Android

Berdasarkan gambar 3, admin memiliki peran untuk melakukan input data *smartphone*, nilai *smartphone* dan kriteria. *User* memiliki peran untuk melakukan input nilai kriteria sesuai dengan keinginannya. Sistem dimulai dengan melakukan *clustering* dengan metode Fuzzy C-Means yang menghasilkan data *cluster*. Berikutnya, sistem melakukan perhitungan jarak menggunakan *Euclidean Distance* untuk mendapatkan jarak terdekat antara nilai kriteria dan masing masing *cluster* untuk mendapatkan satu *cluster* yang paling cocok dengan pengguna. Seluruh anggota pada *cluster* terdekat digunakan sebagai alternatif untuk melakukan perhitungan nilai preferensi dengan metode TOPSIS.

2.3. Fuzzy C-Means

Pada penelitian ini metode Fuzzy C-Means digunakan untuk proses *clustering smartphone* android yang sudah tersimpan di basis data. Tahapan algoritma Fuzzy C-Means menurut Kusumadewi adalah sebagai berikut [7]: 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, atribut ke-j. Tentukan jumlah *cluster* = c, pangkat = w, maksimum iterasi = MaxIter, error terkecil yang diharapkan = ξ , fungsi objektif awal = $P_0 = 0$; dan 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:

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (1)$$

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 perubahan 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 $(t > MaxIter)$ maka berhenti dan jika tidak: $t = t + 1$, ulangi langkah ke Langkah hitung pusat *cluster*.

2.4. Euclidean Distance

Pada penelitian ini metode *Euclidean Distance* digunakan untuk menghitung jarak antara masukan nilai kriteria dari pengguna terhadap masing masing titik pusat *cluster* yang ada. Berikut adalah rumus Euclidean Distance [8]:

$$dist(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (6)$$

Tujuan digunakannya metode ini adalah untuk menemukan *cluster* yang paling cocok atau terdekat dengan pengguna. Metode ini berperan sebagai penghubung antara *clustering* Fuzzy C-Means dan TOPSIS. Satu *cluster* yang terdekat dengan nilai masukan pengguna merupakan alternatif yang akan diteruskan ke perhitungan TOPSIS untuk mendapatkan nilai preferensi. Berikut adalah source code dari perhitungan *Euclidean Distance* yang digunakan pada penelitian ini [8]:

```

Euclidean Distance
Function get_ed ($pusat_cluster, $nilai){
    $arr = array();
    Foreach ($pusat_cluster as $key => $val){
        Foreach ($val as $k => $v){
            $arr[$key] += pow($v - $nilai[$k], 2);
        }
        $arr[$key] = sqrt($arr[$key]);
    }
    Return $arr;
}
    
```

Data yang diolah adalah titik pusat pada masing-masing pusat *cluster* dan masukan nilai kriteria dari pengguna. Data diproses menjadi bentuk *array* dan dihitung menggunakan rumus *Euclidean Distance*.

2.5. TOPSIS

Pada penelitian ini metode TOPSIS digunakan untuk menghitung nilai preferensi dengan alternatif yang merupakan *cluster* tercocok dengan pengguna. Secara umum prosedur TOPSIS menurut Kusumadewi, yaitu [9]: Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (7)$$

dengan $i=1,2,\dots,m$; dan $j=1,2,\dots,n$.

Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \quad (8)$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \quad (9)$$

dengan

$$y_i^+ = \begin{cases} \max_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \min_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases} \quad (10)$$

$$y_i^- = \begin{cases} \min_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \max_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases} \quad (11)$$

Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2} \quad (12)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2} \quad (13)$$

Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (14)$$

3. Hasil dan Pembahasan

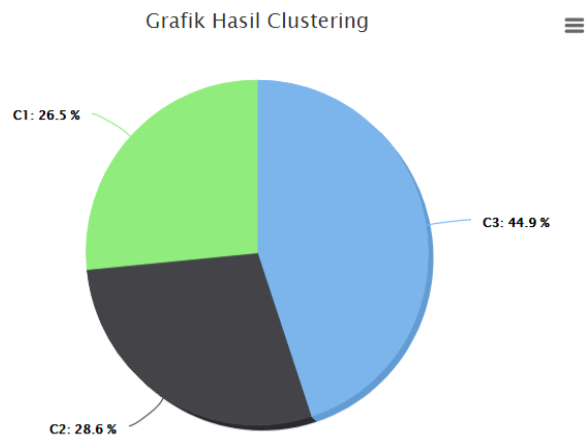
Sistem referensi pemilihan *smartphone* android dimulai dengan admin yang melakukan *input* data *smartphone* pada basis data. Data pada *smartphone* digunakan untuk melakukan proses *clustering* menggunakan Fuzzy C-Means. Setelah itu, pengguna memasukkan nilai pada masing-masing kriteria. Simulasi kasus yang digunakan dengan tingkat kepentingan pada masing-masing kriteria dari pengguna yaitu: kecepatan prosesor: penting (4), inti prosesor: netral (3), memori internal: netral (3), RAM: penting (4), kamera utama: sangat penting (5), kamera sekunder: sangat penting (5), baterai: netral (3), versi android: sangat penting (5), ukuran layar: tidak penting (2), desain: penting (4), bahan *body*: netral (3), *slot* kartu: netral (3), dan harga: netral (3). Pada contoh yang digunakan pada penelitian ini, admin telah melakukan *input* sebanyak 49 *smartphone* android. Seluruh data *smartphone* tersebut digunakan untuk melakukan proses *clustering* menggunakan Fuzzy C-Means. *Clustering* dimaksudkan untuk menemukan pola dan karakteristik dari seluruh data *smartphone* agar dapat ditemukan pengelompokannya. Berikut adalah beberapa contoh hasil *clustering* dengan Fuzzy C-Means:

Tabel 1. Beberapa Hasil *Clustering* Fuzzy C-Means

ID	Nama	C1	C2	C3	Cluster
A001	Samsung Note 10	0.087	0.764	0.149	C2
A002	Samsung Note 10+	0.11	0.691	0.199	C2
A003	Samsung Note 10 Lite	0.054	0.825	0.121	C2
A004	Samsung A20s (4/64)	0.482	0.091	0.427	C1
A005	Samsung A51	0.097	0.113	0.79	C3

A006	Samsung A71	0.122	0.211	0.667	C3
A007	Samsung A20s (3/32)	0.773	0.05	0.177	C1
A008	Samsung A30s	0.222	0.102	0.676	C3
A009	Samsung A10s	0.858	0.039	0.103	C1
A010	Samsung A70 (4/128)	0.063	0.064	0.873	C3

Berdasarkan beberapa contoh hasil *clustering* dengan metode Fuzzy C-Means pada tabel 1, *smartphone* dengan nilai terbesar merupakan anggota pada cluster tersebut. Contohnya yaitu Samsung Note 10 memiliki nilai terbesar pada C2 sehingga merupakan Cluster C2. Grafik lingkaran persentase setiap *cluster* terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Lingkaran Hasil Clustering

Berdasarkan gambar 4, anggota *cluster* C1 yang terbentuk adalah 26,5% dari seluruh data *smartphone*. Anggota *cluster* C2 yang terbentuk adalah 28,6% dari seluruh data *smartphone*. Anggota *cluster* C3 yang terbentuk adalah 44,9% dari seluruh data *smartphone*. Tahapan berikut dari sistem ini adalah melakukan perhitungan jarak untuk menemukan *cluster* yang paling cocok dengan masukan nilai kriteria pengguna. Perhitungan jarak yang digunakan adalah *Euclidean Distance*. *Cluster* dengan jarak terkecil terhadap masukan pengguna digunakan sebagai alternatif untuk perhitungan nilai preferensi menggunakan metode TOPSIS. Perhitungan jarak menggunakan *Euclidean Distance* digunakan sebagai penghubung antara *clustering* Fuzzy C-Means dan TOPSIS. Dengan menghitung jarak terdekat antara masukan nilai kriteria pengguna dan titik pusat pada masing-masing *cluster* dapat ditemukan satu *cluster* yang paling cocok dengan pengguna. Berikut adalah perhitungan jarak menggunakan *Euclidean Distance*:

Jarak antara kriteria masukan pengguna terhadap C1

Matriks nilai kriteria masukan pengguna:

[5 4 4 4 5 3 3 5 3 4 5 3 5]

Titik pusat *cluster* 1:

[3,44 4 2,793 2,789 4,807 4,773 4,02 4,127 3,206 3,176 1,447 4,947 2,415]

$$(5 - 3,44)^2 + (4 - 4)^2 + (4 - 2,793)^2 + (4 - 2,789)^2 + (5 - 4,807)^2 + (3 - 4,773)^2 + (3 - 4,02)^2 + (5 - 4,127)^2 + (3 - 3,206)^2 + (4 - 3,176)^2 + (5 - 1,447)^2 + (3 - 4,947)^2 + (5 - 2,415)^2 = 13,3927$$

Jarak = $\sqrt{13,3927} = 3,6596$

Jarak antara kriteria masukan pengguna terhadap C2

Titik pusat *cluster* 2:

[2,864 4 1,327 1,263 3,496 2,069 4,246 4,008 2,449 3,2 1,098 4,988 1,325]

$$(5 - 2,864)^2 + (4 - 4)^2 + (4 - 1,327)^2 + (4 - 1,263)^2 + (5 - 3,496)^2 + (3 - 2,069)^2 + (3 - 4,246)^2 + (5 - 4,008)^2 + (3 - 2,449)^2 + (4 - 3,2)^2 + (5 - 1,098)^2 + (3 - 4,988)^2 + (5 - 1,325)^2 = 37,1843$$

Jarak = $\sqrt{37,1843} = 6,0979$

Jarak antara kriteria masukan pengguna terhadap C3

Titik pusat *cluster* 3:

[4,311 4 3,531 3,934 4,932 4,591 3,587 4,156 3,213 3,872 4,925 4,065 3,917]

$$(5 - 4,311)^2 + (4 - 4)^2 + (4 - 3,531)^2 + (4 - 3,934)^2 + (5 - 4,932)^2 + (3 - 4,591)^2 + (3 - 3,587)^2 + (5 - 4,156)^2 + (3 - 3,213)^2 + (4 - 3,872)^2 + (5 - 4,925)^2 + (3 - 4,065)^2 + (5 - 3,917)^2 = 9,7813$$

Jarak = $\sqrt{9,7813} = 3,1275$

Berdasarkan hasil diatas maka, *cluster* C3 dengan jarak terkecil terhadap masukan pengguna digunakan sebagai alternatif untuk perhitungan nilai preferensi menggunakan metode TOPSIS. Berikut adalah seluruh anggota dari *cluster* C3 beserta nilai bobotnya.

Tabel 2. Anggota *cluster* C3

Kode	Kecepatan prosesor	Inti Prosesor	Int. Memory	RAM	Kamera Utama	Kamera Sekunder	Baterai	Versi Android	Ukuran Layar	Desain	Bahan Body	Slot Kartu	Harga
A0 01	5	4	4	4	5	3	3	5	3	4	5	3	5
A0 02	5	4	5	5	5	3	4	5	5	4	5	4	5
A0 03	5	4	3	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4
A0 12	3	4	3	4	5	5	3	4	4	5	5	5	4
A0 15	5	4	3	4	5	3	2	4	2	4	5	4	5
A0 18	3	4	4	4	5	5	3	4	3	5	5	4	4

A0 19	3	4	3	4	5	5	3	4	3	5	5	5	3
A0 25	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4
A0 26	3	4	4	4	5	5	4	4	3	5	5	5	3
A0 27	3	4	4	4	5	5	4	4	3	3	5	5	2
A0 35	5	4	4	5	5	5	3	4	3	3	5	3	4
A0 46	4	4	3	4	5	5	3	4	5	3	5	5	3
A0 39	5	4	3	4	5	5	3	4	2	4	5	3	4
A0 40	5	4	4	4	5	5	4	4	3	3	5	4	5
A0 41	5	4	3	4	5	5	4	4	3	3	5	3	5
A0 42	3	4	3	3	5	5	2	4	2	3	5	5	2
A0 44	3	4	3	3	5	5	5	4	3	3	5	4	2
A0 46	3	4	3	3	5	4	3	4	3	3	5	5	2
A0 47	3	4	2	2	5	5	3	4	3	3	5	5	2
A0 48	5	4	3	4	5	5	5	4	3	2	5	3	4
A0 49	5	4	3	3	5	5	5	4	3	5	5	5	4
A0 50	5	4	5	4	5	3	4	4	3	4	5	4	5

Seluruh anggota pada *cluster* C3 merupakan alternatif yang akan dihitung nilai preferensinya menggunakan metode TOPSIS. Alternatif dengan nilai preferensi tertinggi adalah yang terbaik dan tercocok dengan masukan pengguna. Berikut adalah tampilan hasil akhir dari sistem referensi pemilihan *smartphone* android.

Berdasarkan gambar 5 hasil *smartphone* yang terbaik dan sesuai dengan masukan nilai kriteria kecepatan prosesor: penting, inti prosesor: netral, memori internal: netral, RAM: penting, kamera utama: sangat penting, kamera sekunder: sangat penting, baterai: netral, versi android: sangat penting, ukuran layar: tidak penting, desain: penting, bahan *body*: netral, *slot* kartu: netral, dan harga: netral adalah Oppo Reno 10x Zoom. Hasil dari sistem ini bersifat tidak mengikat sehingga pengguna juga dapat memilih *smartphone* selain yang terdapat di urutan teratas. Jika pengguna tidak cocok dengan merek Oppo maka, dapat memilih *smartphone* dengan merek yang disukai pengguna dengan nilai tertinggi. Hasil dari sistem ini bersifat menunjang pengguna sehingga dapat membantu dalam memilih *smartphone* yang tepat dan sesuai untuknya.

Hasil Referensi Pemilihan Smartphone Android																
nk	Kode	Nama	Kecepatan Prosesor	Inti Prosesor	Int. memory	RAM	Kamera Utama	Kamera Sekunder	Baterai	Versi Android	Ukuran Layar	Desain	Bahan Body	Slot Kartu	Harga	Total
	A025	Oppo Reno 10x Zoom	2.84 Ghz	Octa Core	256GB	12GB	48MP	16MP	4055 mAh	9.0 Pie	6.6	Layar Full (Camera Pop Up)	Kaca	Dual Sim Card + Memory External (Hybrid)	7.499.000	0.675
	A026	Vivo V17	2.0 Ghz	Octa Core	128GB	8GB	48MP	32MP	4100 mAh	9.0 Pie	6.44"	Layar Full (Camera Pop Up)	Kaca	Dual Sim Card + Memory External	4.999.000	0.639
	A002	Samsung Note 10+	2.73 Ghz	Octa Core	512Gb	12GB	16MP	10MP	4300 mAh	Android 10	6.8	Layar Dengan satu titik kamera	Kaca	Dual Sim Card + Memory External (Hybrid)	18.499.000	0.62
	A003	Samsung Note 10 Lite	2.7 Ghz	Octa Core	128GB	8GB	12MP	32MP	4500 mAh	Android 10	6.7"	Layar Dengan satu titik kamera	Kaca	Dual Sim Card + Memory External (Hybrid)	8.199.000	0.608
	A049	Asus Zenfone 6	2.84 Ghz	Octa Core	128GB	6GB	48MP	48MP	5000 mAh	9.0 Pie	6.4"	Layar Full (Camera Pop Up)	Kaca	Dual Sim Card + Memory External	6.099.000	0.606

Gambar 5. Hasil Sistem Referensi Pemilihan Smartphone Android

Pengujian *white box* pertama dilakukan pada penentuan pusat *cluster* pada Fuzzy C-Means untuk menguji keberhasilan dari kode tersebut [14]. Berikut ini adalah kode penentuan pusat *cluster*:

Tabel 3. Jalur Kode Penentuan Pusat Cluster

Line	Coding
	\$miu_kuadrat_total = array();
1	foreach(\$this->miu_kuadrat as \$key => \$val){
2	foreach(\$val as \$k => \$v){
3	\$miu_kuadrat_total[\$k]+=\$v;
	}
	}
	\$miu_kuadrat_x_total = array();
4	foreach(\$this->miu_kuadrat_x as \$key => \$val){
5	foreach(\$val as \$k => \$v){
6	foreach(\$v as \$a => \$b){
7	\$miu_kuadrat_x_total[\$key][\$a]+=\$b;
	}
	}
8	foreach(\$miu_kuadrat_x_total as \$key => \$val){
9	foreach(\$val as \$k => \$v){
10	\$this->pusat_cluster[\$key][\$k] = \$v / \$miu_kuadrat_total[\$key]
	}
	}

Berdasarkan jalur kode pada tabel 3 maka, terdapat 8 jalur independen yang dapat dilakukan testing. Berikut ini adalah jalur yang dapat dilalui sistem:

Tabel 4. Independent Path Pusat Cluster

No	Independent Path
----	------------------

1	In-1-4-8-Out
2	In-1-2-4-8-Out
3	In-1-2-3-2-1-4-8-Out
4	In-1-2-3-2-1-4-5-4-8-Out
5	In-1-2-3-2-1-4-5-6-5-4-8-Out
6	In-1-2-3-2-1-4-5-6-7-6-5-4-8-Out
7	In-1-2-3-2-1-4-5-6-7-6-5-4-8-9-8-Out
8	In-1-2-3-2-1-4-5-6-7-6-5-4-8-9-10-9-8-Out

Setelah mendapatkan jalur independen. Berikutnya adalah mempersiapkan dan menguji unit dengan contoh kasus yang dibuat untuk melalui jalur tersebut. Pengujian terhadap *looping* hanya diharapkan untuk dilakukan sekali atau sesuai dengan jumlah kasus yang dibuat. Dari hasil pengujian yang dilakukan, seluruh pengujian menghasilkan hasil uji yang sesuai dan memuaskan sehingga unit *function* pusat *cluster* dapat diterima.

Pengujian *white box* kedua dilakukan pada penentuan nilai preferensi pada TOPSIS untuk menguji keberhasilan dari kode tersebut. Berikut ini adalah kode nilai preferensi:

Tabel 5. Jalur Kode Nilai Preferensi

Line	Coding
	Global \$KRITERIA;

	\$temp = array();
1	foreach(\$array as \$key = \$value){
2	if(\$value['positif'] + \$value['negatif'] == 0)
3	\$temp[\$key]=0;
	else
4	\$temp[\$key] = \$value['negatif']/ (\$value['positif'] + \$value['negatif'];
	}
	Return \$temp;

Berdasarkan jalur kode pada tabel 5 maka, terdapat 3 jalur independen yang dapat dilakukan testing. Berikut ini adalah jalur yang dapat dilalui sistem:

Tabel 6. Independent Path Nilai Preferensi

No	Independent Path
1	In-1-Out
2	In-1-2-3-1-Out
3	In-1-2-4-1-Out

Setelah mendapatkan jalur independen. Berikutnya adalah mempersiapkan dan menguji unit dengan contoh kasus yang dibuat untuk melalui jalur tersebut. Pengujian terhadap *looping* hanya diharapkan untuk dilakukan sekali atau sesuai dengan jumlah kasus yang dibuat. Dari hasil pengujian yang dilakukan, seluruh pengujian menghasilkan hasil uji yang sesuai dan memuaskan sehingga unit *function* nilai preferensi dapat diterima.

Pengujian berikutnya yaitu pusat *cluster* yang bertujuan untuk menguji keluaran pusat *cluster* yang terbentuk dari algoritma Fuzzy C-Means. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai *error* antara data setiap *cluster* terhadap masing-masing pusat *cluster*. Metode yang digunakan adalah *Mean Square Error*. Nilai *error* yang didapat pada pusat *cluster* C1 terhadap anggota *cluster* C1 sebesar 1,8481, pusat *cluster* C2 terhadap anggota C2 sebesar 2,5316, dan pusat *cluster* C3 terhadap anggota C3 sebesar 1,8214.

Pengujian terakhir yaitu *acceptance* dilakukan kepada mahasiswa STMIK Pontianak. Jumlah yang telah menggunakan sistem referensi pemilihan *smartphone* android dan mengisi kuesioner pengujian *acceptance* adalah 20 mahasiswa. Persentase diterimanya antarmuka pada sistem referensi pemilihan *smartphone* android adalah sebesar 72%. Persentase diterimanya menu-menu pada sistem referensi pemilihan *smartphone* android adalah sebesar 78%. Persentase diterimanya sistem memberikan kemudahan dalam penentuan referensi pemilihan *smartphone* android adalah sebesar 81%. Persentase diterimanya hasil keluaran dari sistem referensi pemilihan *smartphone* android adalah sebesar 86%. Persentase diterimanya kriteria untuk memberikan referensi pemilihan *smartphone* android adalah sebesar 83%.

Pada penelitian ini, digunakan sebuah metode yang dapat menghubungkan algoritma Fuzzy C-Means dan TOPSIS yaitu perhitungan jarak *Euclidean Distance*.

Pada penelitian sebelumnya, alternatif sudah disiapkan oleh sistem atau pengguna yang memasukkannya sendiri sehingga bersifat tidak terarah dan dalam memberikan keputusan hanya menggunakan perhitungan nilai preferensi sehingga hasil referensi yang diberikan kurang baik dan tidak hanya berupa alternatif yang cocok dengan pengguna. Pada penelitian ini, alternatif yang digunakan untuk perhitungan nilai preferensi sudah merupakan sebuah *cluster* yang cocok dengan pengguna sehingga dapat memberikan referensi *smartphone* android yang lebih baik dan dapat diterima oleh pengguna. Melalui penelitian ini, untuk dapat mendapatkan hasil referensi yang lebih baik dapat dilakukan proses *clustering* Fuzzy C-Means terlebih dahulu kemudian dihubungkan dengan perhitungan jarak *Euclidean Distance* untuk menentukan satu *cluster* yang paling cocok untuk digunakan sebagai alternatif pada perhitungan preferensi menggunakan metode sistem penunjang keputusan TOPSIS.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas maka, Euclidean distance dapat menjadi penghubung algoritma Fuzzy C-Means dan TOPSIS. Metode tersebut dapat digunakan untuk menemukan satu cluster dari hasil *clustering* Fuzzy C-Means yang cocok dengan masukan pengguna kemudian menjadi alternatif *smartphone* android yang sudah terarah untuk dihitung nilai preferensinya dengan algoritma TOPSIS. Sistem referensi pemilihan *smartphone* android yang dihasilkan mampu melakukan pengelompokan *smartphone* android menjadi tiga *cluster*, menentukan cluster yang cocok serta memberikan referensi pemilihan *smartphone* android kepada pengguna. Hasil pengujian unit menggunakan *White-Box Testing* menghasilkan seluruh *function* yang ada pada perangkat lunak berjalan dengan baik. Nilai *error* yang didapat pada pusat *cluster* C1 terhadap anggota *cluster* C1 sebesar 1,8481, pusat *cluster* C2 terhadap anggota C2 sebesar 2,5316, dan pusat *cluster* C3 terhadap anggota C3 sebesar 1,8214. Pengujian *acceptance* menghasilkan persentase di atas 70% pada setiap pengujiannya sehingga sistem referensi pemilihan *smartphone* android dapat diterima dengan baik oleh pengguna yaitu mahasiswa STMIK Pontianak.

Kelemahan dari sistem ini adalah tidak membahas mengenai kebutuhan *lifestyle* dalam memilih *smartphone* android. Kriteria yang digunakan masih bersifat teknis dan belum dapat menggunakan kriteria yang bersifat non-teknis seperti kebutuhan *style*, desain secara menyeluruh, kemampuan *gaming*, *multitasking*, dan kualitas kamera secara menyeluruh sehingga dapat meningkatkan kualitas keputusan. Berdasarkan kelemahan tersebut maka penelitian berikutnya dapat menambahkan kebutuhan *lifestyle* dalam memilih *smartphone* android sehingga dapat meningkatkan

kualitas referensi yang diberikan kepada pengguna. Penambahan kriteria yang bersifat non-teknis seperti kebutuhan *style*, desain secara menyeluruh, kemampuan *gaming*, *multitasking*, dan kualitas kamera secara menyeluruh juga dapat meningkatkan kualitas keputusan.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak STMIK Pontianak yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini. Peneliti juga berterima kasih kepada reviewer jurnal yang telah menyediakan waktu untuk memberikan bimbingan dan saran sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Daftar Rujukan

- [1] Mukhlisin, A., 2018. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Smartphone Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Berbasis Web. *Prosiding SISFOTEK*, 2(1), pp. 46-52.
- [2] Natasya, W. A. G., dan Kusnawi, K., 2017. Decision Support System Design to Decide on The Latest Smartphone Using Analytical Hierarchy Process. In *2017 2nd International conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, pp. 456-461, IEEE.
- [3] Shugara, R., Ernawati, E., dan Andreswari, D. 2016. Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Clustering Dan Simple Additive Weighting Dalam Pemberian Bantuan Program Peningkatan Kualitas Kawasan Permukiman. *Pseudocode*, 3(2), pp. 91-97.
- [4] Hidayatulloh, I., dan Naf'an, M. Z., 2017. Metode MOORA dengan Pendekatan Price-Quality Ratio untuk Rekomendasi Pemilihan Smartphone. *Proceeding SINTAK 2017*, pp. 62-68.
- [5] Karmila, D. K. K., Parlina, I., & Satria, H., 2017. Sistem Pendukung Keputusan dalam Merekomendasikan Smartphone untuk Kalangan Pemula dengan Metode TOPSIS. In *Seminar nasional Multidisiplin Ilmu*.
- [6] Eryzha, A., Solikhun, S., & Irawan, E., 2019. Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Pemilihan Smartphone Terbaik Menggunakan Metode Topsis. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 3(1).
- [7] Agustina, N., & Prihandoko, P., 2018. Perbandingan Algoritma K-Means dengan Fuzzy C-Means Untuk Clustering Tingkat Kedisiplinan Kinerja Karyawan. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 2(3), pp. 621-626.
- [8] Nugraheny, D., 2015. Metode Nilai Jarak guna Kesamaan atau Kemiripan Ciri suatu Citra (kasus deteksi awan cumulonimbus menggunakan principal component analysis). *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 7(2), pp. 21-30.
- [9] Ardiansyah, H., 2017. Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan Guru Terbaik dengan Metode TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Studi Kasus: SDN Bendungan Hilir 01 Pagi Jakarta Pusat. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 2(2), pp. 89-96