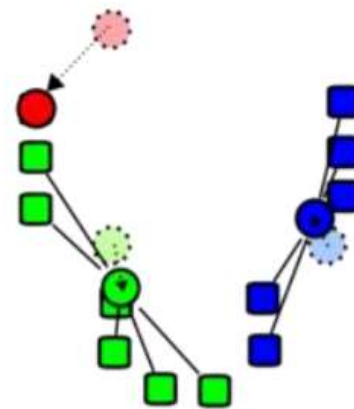


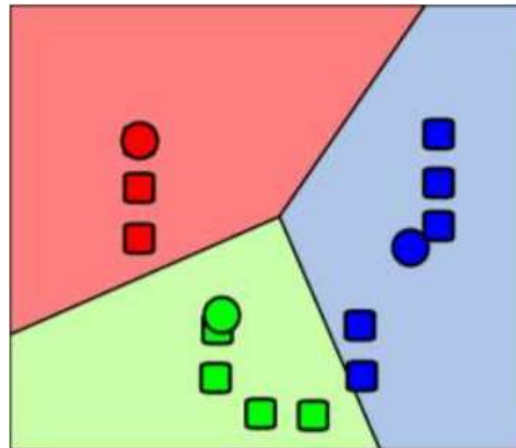
Gambar 2.2 K-Means awal ke dalam kategori-kategori secara random

Langkah berikutnya adalah membandingkan objek-objek dengan seluruh centroid yang ada. Masing-masing objek mencari *centroid* yang paling dekat dengan dirinya dengan mencari selisih koordinat dari objek dengan *centroid*.



Gambar 2.3 Proses perbandingan objek dengan centroid

Setelah seluruh objek dibandingkan, objek akan diklasifikasi dalam kategori tertentu berdasarkan *centroid* yang terdekat.



Gambar 2.4 Hasil Clustering akhir

2.5.2 Tahapan Algoritma *Fuzzy K-Means*

Adapun algoritma untuk melakukan *K-Means clustering* adalah sebagai berikut:

1. Pilih K buah titik *centroid* secara acak
2. Kelompokkan data sehingga terbentuk K buah *cluster* dengan titik *centroid* dari setiap *cluster* merupakan titik *centroid* yang telah dipilih sebelumnya.
3. Perbaharui titik *centroid*.
4. Ulangi langkah b dan c sampai nilai dari titik *centroid* tidak lagi berubah.

Proses pengelompokan data kedalam suatu *cluster* dapat dilakukan dengan cara menghitung jarak terdekat dari suatu data ke sebuah titik *centroid*. Perhitungan jarak Minkowski dapat digunakan untuk menghitung jarak antara 2 buah data. Rumus untuk menghitung jarak tersebut adalah

$$d(x_i, x_j) = (|x_{i1} - x_{j1}|^g + |x_{i2} - x_{j2}|^g + \dots + |x_{ip} - x_{jp}|^g)^{1/g} \quad (2.2)$$

Rumus 2.2 Perhitungan jarak Minkowski

Dimana:

$g = 1$, Untuk menghitung jarak Manhattan

$g = 2$, Untuk menghitung jarak Euclidean

$g = \infty$, Untuk menghitung jarak Chebychev

x_i, x_j Adalah dua buah data yang akan dihitung jaraknya

$p =$ Dimensi dari sebuah data

Pembaharuan suatu titik *centroid* dapat dilakukan dengan rumus:

$$\mu_k = \frac{1}{N_k} \sum_{q=1}^{N_k} x_q \quad (2.3)$$

Rumus 2.3 Pembaharuan titik centroid

μ_k = Titik centroid dari cluster ke-K

N_k = Banyaknya data pada cluster ke-K

x_q = Data ke-q pada cluster ke-K

Dalam sistem ini, algoritma fuzzy k-means digunakan untuk menyetarakan atau menghubungkan antara tingkat kemampuan Siswa dengan tingkat kesulitan soal. Cara kerjanya adalah:

1. Soal dan respon soal di*cluster*kan berdasarkan tingkat kesulitan soal yang didapat dari analisis respon butir dengan metode tes klasik.
2. Untuk jumlah *cluster* disesuaikan dengan *range* estimasi tingkat kemampuan siswa karena pengelompokkan tersebut akan digunakan sebagai referensi pengambilan butir soal selanjutnya sesuai dengan tingkat kemampuan siswa yang dihasilkan dari proses defuzzifikasi pada algoritma *fuzzy logic tsukamoto*.
3. Kemudian pertama-tama peneliti ambil tiga *cluster* soal secara acak dengan jumlah *cluster* yang akan peneliti bentuk. Kemudian melakukan perhitungan rumus jarak data dengan *centroid* pada persamaan (2.4)

$$d(x_j, c_j) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - c_j)^2} \quad (2.4)$$

Rumus 2.4 Jarak data dengan centroid

Keterangan:

d = Jarak

j = Banyak data

c = Centroid

x = Data

2.5.3 Contoh Kasus dan Perhitungan *Fuzzy K-Means*

Dalam studi kasus ini, saya mengambil contoh pengelompokan mahasiswa berdasarkan *Body Mass Index* (BMI) dan ukuran kerangka, *body mass index* merupakan suatu ukuran yang membandingkan berat badan dengan tinggi badan, sehingga dapat diketahui kategori tubuh kita, apakah tergolong kurus, normal atau gemuk. BMI dapat digunakan untuk mengontrol berat badan sehingga dapat mencapai berat badan normal yang sesuai dengan tinggi badan. Dalam menghitung BMI diperlukan dua parameter, yaitu berat badan (kg), dan tinggi badan (cm), BMI dapat dihitung dengan persamaan (2.5).

$$BMI = \frac{\text{berat badan (kg)}}{(\text{tinggi badan (cm)})^2} \quad (2.5)$$

Rumus 2.5 Body Mass Index (BMI)

Dengan bata pengelompokkan:

< 18,5	: Berat berkurang
18,5 – 22,9	: Berat normal
23 – 24,9	: Obesitas ringan
25 – 29,9	: Obesitas sedang
> 30	: Obesitas berat

Pengukuran kerangka tubuh manusia merupakan pengukuran yang membandingkan parameter tinggi badan dan lingkaran lengan bawah, sehingga dengan perhitungan tersebut kita dapat mengetahui apakah kerangka kita termasuk kerangka golongan besar, sedang atau kecil.

Dalam pengukuran kerangka tubuh manusia diperlukan tiga buah parameter, yaitu tinggi badan (cm), lingkaran lengan bawah (cm), dan jenis kelamin. Jenis kelamin digunakan karena pengelompokan ukuran rangka manusia laki – laki dan wanita berbeda, sedangkan untuk mencari nilai ukuran rangka cukup menggunakan tinggi badan dan lingkaran lengan bawah. Ukuran rangka dapat dihitung dengan persamaan (2.6).

$$ukuran\ rangka = \frac{tinggi\ badan\ (cm)}{lingkar\ lengan\ bawah\ (cm)}$$

Rumus 2.6 Ukuran rangka

(2.6)

Dengan batas pengelompokan:

Laki – laki

< 9,6 : Kerangka kecil

9,6 – 10,4 : Kerangka sedang

> 10,4 : Kerangka besar

Perempuan

< 10,1 : Kerangka kecil

10,1 – 11,0 : Kerangka sedang

> 11,0 : Kerangka besar

1. Gambaran umum model

Pada studi kasus ini akan dibangun sistem yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi mahasiswa menurut BMI dan ukuran kerangkanya berdasarkan data kondisi fisik dari mahasiswa yang bersangkutan yang telah diambil terlebih dahulu. Data kondisi fisik adalah tinggi badan, berat badan dan lingkaran lengan bawah. Diasumsikan data yang diambil adalah data mahasiswa putra.

Setelah data tersebut diperoleh kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari status gizi dan ukuran rangka dari masing – masing data yang ada.

Setelah mendapatkan status gizi dan nilai rangka dari masing – masing data maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses klasifikasi dan menggunakan metode klasifikasi K-Means.

Jika ingin mengklasifikasi data menjadi 3 kelas, maka sudah ditentukan bahwa nilai K yang akan digunakan pada proses klasifikasi K-Means adalah 3.

2. Data pengujian

Contoh data awal sebelum dilakukan perhitungan mencari nilai BMI dan ukuran kerangka dari masing – masing data dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Contoh data mahasiswa*

Mhs ke	TB	BB	LLB
1	163	59	14
2	170	125	19
3	164	53	15
4	166	58	16
5	167	50	13
6	168	50	14
7	173	56	15
8	168	73	18
9	177	60	15
10	168	52	15

Keterangan:

TB : Tinggi Badan

BB : Berat Badan

LLB : Lingkar Lengan Bawah

Data pada Tabel 1 kemudian digunakan untuk menghitung nilai BMI dan ukuran kerangka dengan menggunakan persamaan (2.5) dan (2.6). Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Hasil perhitungan nilai BMI dan Ukuran Kerangka*

Mhs ke	TB	BB	LLB
1	163	59	14
2	170	125	19

3	164	53	15
4	166	58	16
5	167	50	13
6	168	50	14
7	173	56	15
8	168	73	18
9	177	60	15
10	168	52	15

3. Hasil perhitungan dengan K-Means

Selanjutnya akan digunakan algoritma klasifikasi K-Means untuk mengelompokkan data yang ada. Data yang ada akan dikelompokkan menjadi 3 kelompok. Adapun langkah dari pengelompokan data adalah sebagai berikut.

- Tentukan pusat *cluster* secara acak, misalkan kita tentukan $c_1 = (20,9)$; $c_2 = (23,10)$; $c_3 = (27,11)$.
- Hitung jarak setiap data yang ada terhadap setiap pusat *cluster*. Misalkan untuk menghitung jarak data mahasiswa pertama dengan pusat *cluster* pertama adalah:

$$d_{11} = \sqrt{(22,1 - 20)^2 + (11,64 - 9)^2} = 4,97$$

Jarak data mahasiswa pertama dengan pusat *cluster* kedua

$$d_{12} = \sqrt{(22,1 - 23)^2 + (11,64 - 10)^2} = 2,04$$

Jarak data mahasiswa pertama dengan pusat *cluster* ketiga

$$d_{13} = \sqrt{(22,1 - 27)^2 + (11,64 - 11)^2} = 1,91$$

Hasil perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hasil perhitungan jarak setiap data

Mhs ke	BMI	Ukuran rangka	C1	C2	C3
1	22,21	11,64	4,97	2,04	1,91
2	43,25	8,95	25,25	22,28	19,36
3	19,71	10,93	2,58	1,6	4,29
4	21,05	10,38	3,34	0,38	3,02
5	17,93	12,85	3,85	4,19	6,35