

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

4.1 Implementasi

Implementasi Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Pengadaan Buku Perpustakaan STIKOM Surabaya membutuhkan sebuah alat perangkat pendukung, yaitu: perangkat lunak dan perangkat keras, minimal harus dipenuhi sehingga aplikasi ini dapat berjalan dengan baik. Berikut adalah daftar kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras.

4.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam menjalankan sebuah Sistem Pendukung Keputusan Pengadaan Buku dibutuhkan persyaratan minimal sebagai berikut agar dapat digunakan:

1. CPU Pentium IV 1 Ghz atau lebih
2. Memori 1 Gb atau lebih
3. Hardisk minimal 40 Gb
4. Monitor
5. Keyboard, Mouse dan Printer

4.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak dalam menjalankan sebuah Sistem Seleksi Pegawai Baru adalah :

1. Microsoft Windows XP
2. Microsoft Access 2007

4.2 Perancangan Sistem

4.2.1 System Requirement Specification

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) ini diharapkan mampu memberikan informasi data-data DDC yang paling banyak dipinjam berdasarkan tahun angkatan mahasiswa. Maka dari itu didapatkan beberapa *requirements* seperti di bawah ini:

1. Data yang ditampilkan berupa data DDC dan transaksi per Tahun Angkatan.
2. Data yang ditampilkan sudah dikelompokkan berdasarkan cluster dan Tahun Angkatan yang paling sering meminjam buku di Perpustakaan.
3. Data yang ditampilkan sudah terurut berdasarkan clusternya.
4. Menampilkan rekomendasi DDC dan Tahun Angkatan yang paling sering melakukan pinjaman terhadap DDC tsb untuk masing-masing cluster.
5. Informasi yang ditampilkan berupa :
 - a. Informasi data DDC yang sudah dicluster berdasarkan data transaksi peminjaman buku di Perpustakaan per Tahun Angkatan.
 - b. Informasi DDC yang direkomendasikan untuk masing-masing cluster berdasarkan Tahun Angkatan terbanyak yang meminjam pada cluster tsb.
 - c. Grafik yang menginformasikan jumlah DDC pada masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan terbanyak yang meminjam pada Cluster tsb.

d. Report, yang bisa dicetak yang berisi data DDC yang sudah dicluster berdasarkan data transaksi peminjaman buku di Perpustakaan per Tahun Angkatan.

6. Hanya user yang berkepentingan yang bisa menggunakan aplikasi ini (*user security authorization*).

4.2.2 Perancangan *Prototype*

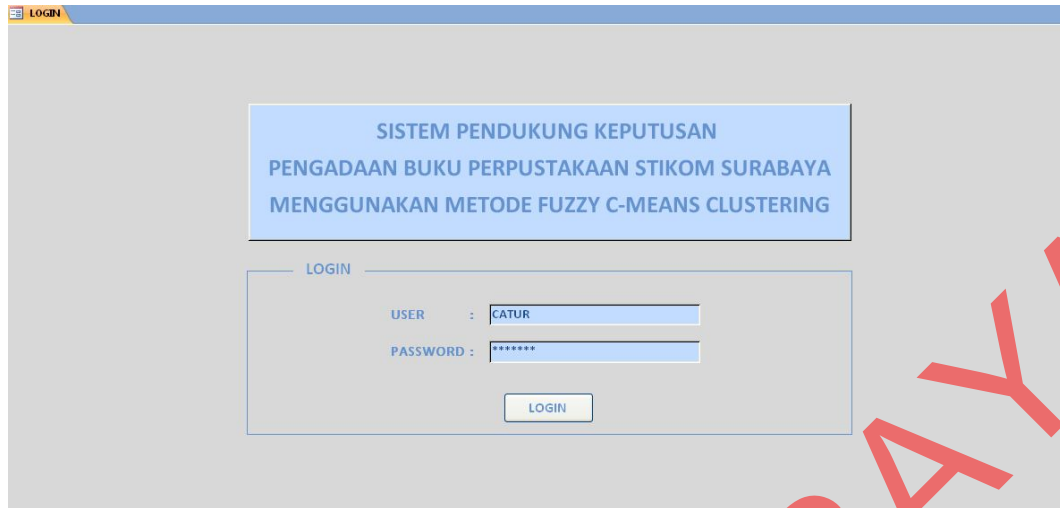
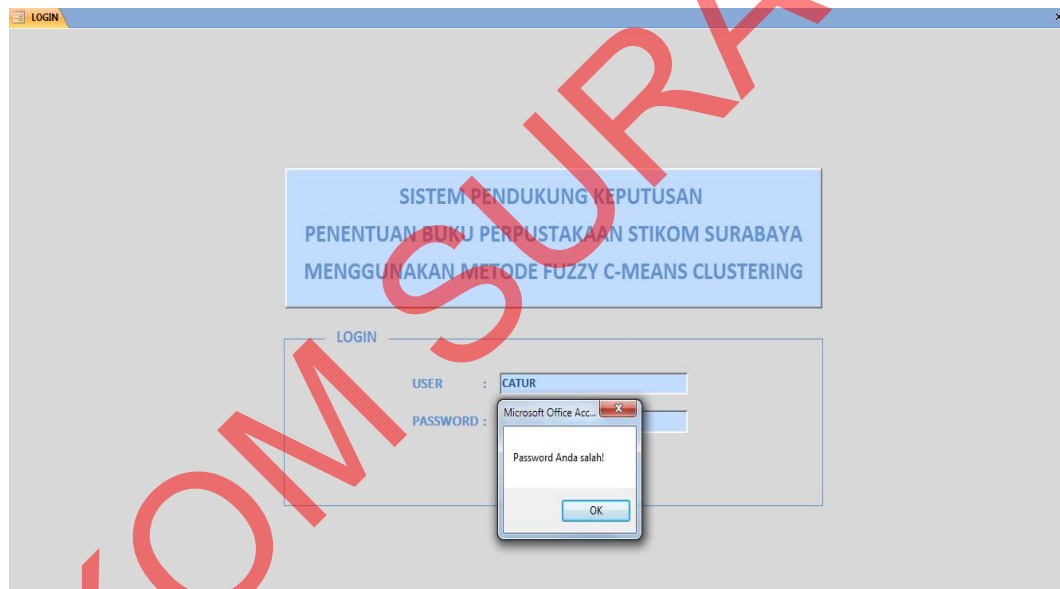
Prototype aplikasi Sistem Pendukung Keputusan (SPK) ini dibangun dengan menggunakan aplikasi dan database Microsoft Access 2007. Sedangkan bahasa pemrograman yang digunakan dalam aplikasi Microsoft Access 2007 ini adalah Microsoft Visual Basic for Applications (VBA). Prototype Sistem Pendukung Keputusan (SPK) ini akan memproses data-data transaksi peminjaman buku dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* Clustering dimana user harus memasukkan parameter Tanggal Transaksi, Jumlah Cluster, Pangkat, Maksimum Iterasi dan Error terkecil sebelum tombol “Proses” pada aplikasi ini ditekan.

4.2.3 *Graphical User Interface* (GUI)

Di bawah ini adalah *Graphical User Interface prototype* aplikasi Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Pengadaan Buku Perpustakaan STIKOM Surabaya Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means* Clustering :

1. *Login*

Pada awal aplikasi dijalankan akan menampilkan halaman *login*, dimana user diwajibkan untuk mengisi user id dan password yang sudah terdaftar sebelumnya. Dan akan menampilkan pesan atau peringatan (*warning*) jika user id atau password salah. Seperti pada gambar di bawah ini :

Gambar 4.1. Halaman *Login* AplikasiGambar 4.2. Halaman *Login-Password* Salah



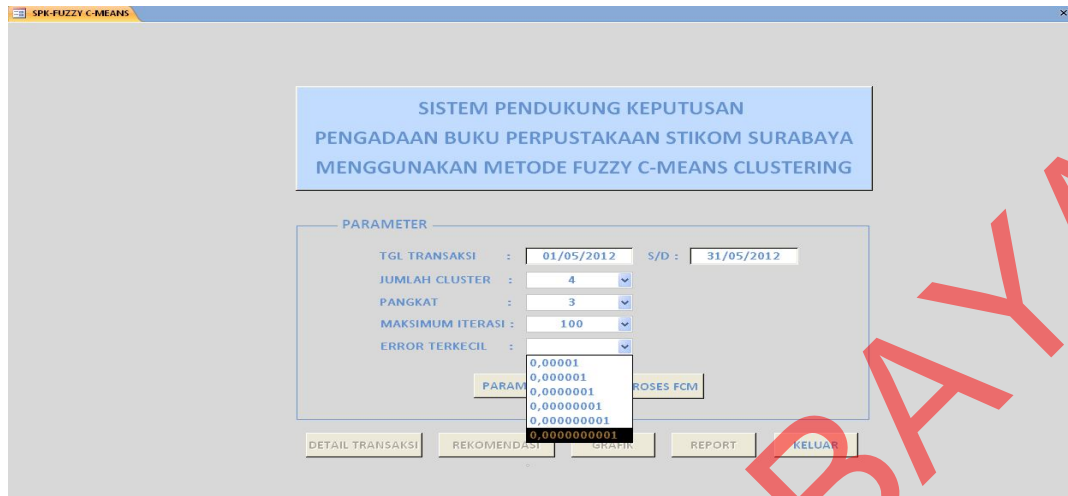
Gambar 4.3. Halaman *Login-User* tidak terdaftar

2. Halaman Utama Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

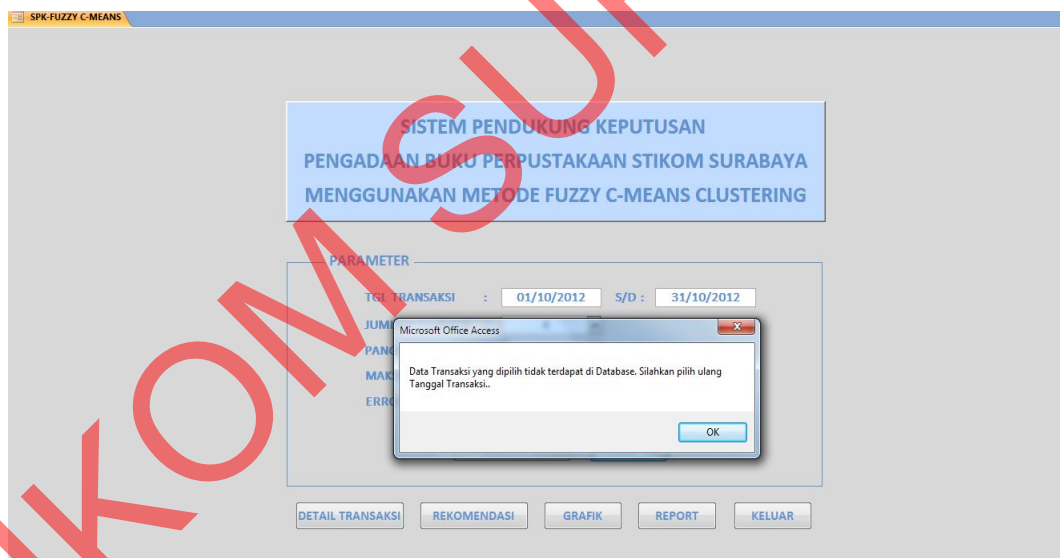
Tampilan selanjutnya adalah halaman utama Sistem Pendukung Keputusan (SPK) setelah melakukan *login* terlebih dahulu. User diminta untuk memilih Tanggal Transaksi, Jumlah Cluster, Pangkat, Maksimum Iterasi dan Error Terkecil. Kemudian user akan meng-klik tombol “PROSES FCM”, disini semua proses perhitungan dilakukan oleh sistem. Gambar halaman utama aplikasi SPK ini dapat dilihat di bawah ini :



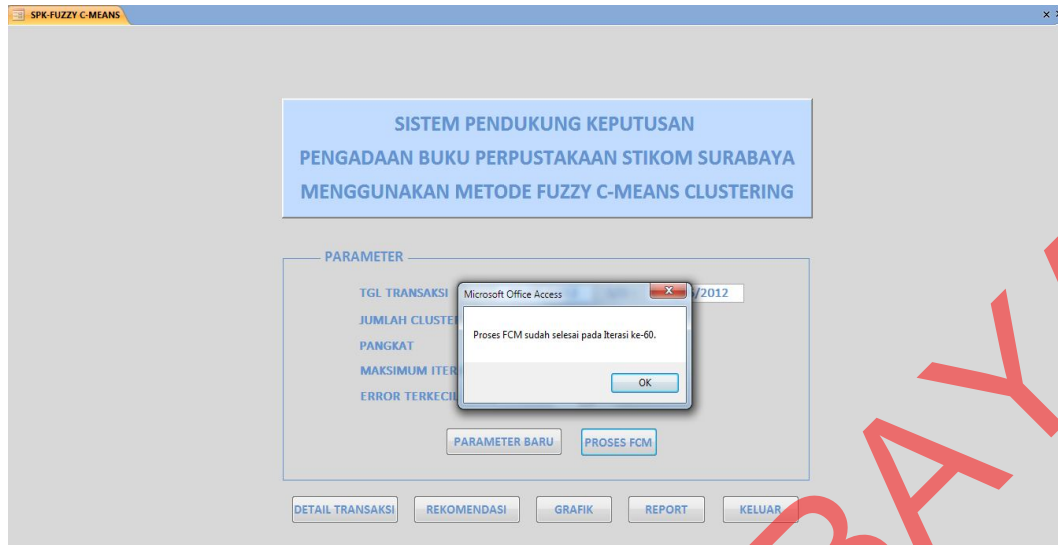
Gambar 4.4. Halaman Utama Sistem Pendukung Keputusan (SPK) 1



Gambar 4.5. Halaman Utama Sistem Pendukung Keputusan (SPK) 2



Gambar 4.6. Halaman Utama Sistem Pendukung Keputusan (SPK) 3



Gambar 4.7. Halaman Utama Sistem Pendukung Keputusan (SPK) 4

3. Detail Transaksi


Tombol “DETAIL TRANSAKSI” adalah tombol untuk menampilkan informasi Clustering DDC berdasarkan data transaksi peminjaman buku di Perpustakaan per tahun angkatan, seperti gambar di bawah ini :

DDC	NAMA DDC	ANGKATAN 2008	ANGKATAN 2009	ANGKATAN 2010	ANGKATAN 2011	JUMLAH TOTAL	ANGKATAN TERBANYAK	CLUSTER	KETERANGAN
005.306.8	WINDOWS 95, 2000, ME, XP & VISTA	2	2	3	7	14	2011	CLUSTER 1	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2011
006.68	COREL DREAM & PHOTOPAINT	1	1	3	8	13	2011	CLUSTER 1	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2011
657.042	ELEMENTARY ACCOUNTING	1	1	1	12	15	2011	CLUSTER 1	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2011
001.42	COMPUTER SCIENCE	6	1	3	4	14	2008	CLUSTER 2	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2008
005.1	SOFTWARE ENGINEERING	5	3	3	1	12	2008	CLUSTER 2	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2008
005.133.1	JAVA PROGRAMMING LANGUAGE	9	9	8	4	30	2009	CLUSTER 3	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2009
005.74	DATABASE	8	17	3	4	32	2009	CLUSTER 3	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2009
004.67	ASP	2	2	9	5	18	2010	CLUSTER 4	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2010
005.447.69	LINUX	2	1	5	4	12	2010	CLUSTER 4	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2010
006.3	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	2	3	3	3	11	2010	CLUSTER 4	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2010

Gambar 4.8. Detail Transaksi Hasil Proses FCM

4. Rekomendasi

Tombol “REKOMENDASI” adalah tombol untuk menampilkan Informasi DDC yang direkomendasikan untuk masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan terbanyak yang meminjam pada Cluster tsb. Jadi dari masing-masing Cluster yang terbentuk, diambil 1 DDC yang paling banyak dipinjam oleh Tahun Angkatan tertentu dalam Cluster tsb. Hasil rekomendasi seperti pada gambar di bawah ini :

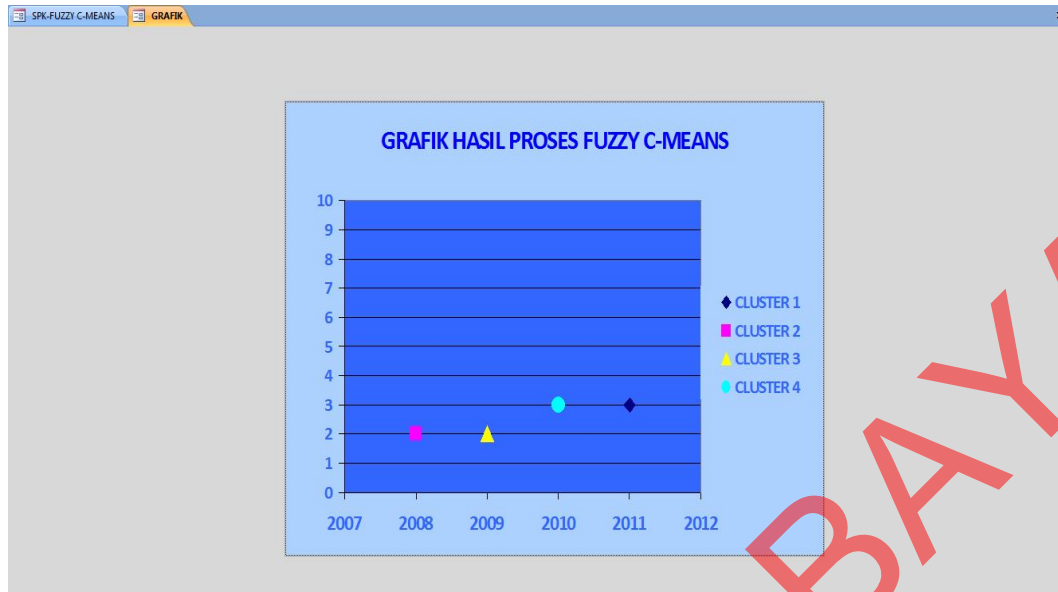


DDC	NAMA DDC	CLUSTER	JUMLAH TRANSAKSI	ANGKATAN TERBANYAK	KETERANGAN
005.74	DATABASE	ALL CLUSTER	32	2009	DDC TSB PALING SERING DIPINJAM SEMUA ANGKATAN
657.042	ELEMENTARY ACCOUNTING	CLUSTER 1	12	2011	DDC TSB PALING SERING DIPINJAM ANGK 2011
001.42	COMPUTER SCIENCE	CLUSTER 2	6	2008	DDC TSB PALING SERING DIPINJAM ANGK 2008
005.74	DATABASE	CLUSTER 3	17	2009	DDC TSB PALING SERING DIPINJAM ANGK 2009
004.67	ASP	CLUSTER 4	9	2010	DDC TSB PALING SERING DIPINJAM ANGK 2010

Gambar 4.9. Rekomendasi DDC dan Angkatan

5. Grafik

Tombol “GRAFIK” adalah tombol untuk menampilkan informasi dalam bentuk grafik yang menginformasikan jumlah DDC pada masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan terbanyak yang meminjam pada Cluster tsb, seperti gambar di bawah ini :



Gambar 4.10. Grafik Hasil Proses *Fuzzy C-Means*

6. Laporan

Tombol “REPORT” adalah tombol untuk menampilkan informasi yang bisa dicetak yang berisi data-data transaksi peminjaman buku per DDC dan tahun angkatan beserta Clusternya, seperti gambar di bawah ini :

LAPORAN HASIL PROSES FUZZY C-MEANS									
DDC	NAMA DDC	ANGKATAN 2008	ANGKATAN 2009	ANGKATAN 2010	ANGKATAN 2011	JUMLAH TOTAL	ANGKATAN TERBANYAK	CLUSTER	KETERANGAN
005.305 8	WINDOWS 95, 2000, ME, XP & VISTA	2	2	3	7	14	2011	CLUSTER 1	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2011
006.68	COREL DREAM & PHOTOPAINT	1	1	3	8	13	2011	CLUSTER 1	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2011
657.042	ELEMENTARY ACCOUNTING	1	1	1	12	15	2011	CLUSTER 1	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2011
001.42	COMPUTER SCIENCE	6	1	3	4	14	2008	CLUSTER 2	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2008
005.1	SOFTWARE ENGINEERING	5	3	3	1	12	2008	CLUSTER 2	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2008
005.133 J	JAVA PROGRAMMING LANGUAGE	9	9	8	4	30	2009	CLUSTER 3	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2009
005.74	DATABASE	8	17	3	4	32	2009	CLUSTER 3	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2009
004.67	ASP	2	2	9	5	18	2010	CLUSTER 4	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2010
005.447 69	LINUX	2	1	5	4	12	2010	CLUSTER 4	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2010
006.3	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	2	3	3	3	11	2010	CLUSTER 4	DDC YANG SERING DIPINJAM ANGK 2010

Gambar 4.11. Laporan Hasil Proses *Fuzzy C-Means*

7. Keluar

Tombol “KELUAR” adalah tombol yang digunakan untuk keluar dari aplikasi Sistem Pendukung Keputusan (SPK).

4.3 Evaluasi dan Hasil Pengujian Sistem

Evaluasi dan pengujian sistem dimaksudkan untuk menguji sistem dan aplikasi yang telah dibangun telah sesuai dengan yang diharapkan. Pada tahap ini, dilakukan pengujian apakah semua input dari setiap kejadian pada aplikasi dapat menghasilkan output sesuai dengan yang diharapkan.

Uji coba yang dilakukan adalah uji coba fungsi aplikasi dan uji coba perhitungan Fuzzy C-Means.

4.3.1 Uji Coba Fungsi Aplikasi

Uji coba ini dilakukan untuk melihat apakah program yang dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan, apakah fungsi-fungsi yang ada pada aplikasi sudah berjalan dengan baik dan benar.

A. Uji Coba *Form Login*

Proses *login* dilakukan dengan memasukkan username dan password. Sistem akan melakukan proses pengecekan terhadap username dan password yang dimasukkan. Proses *login* dinyatakan berhasil jika form menu Utama terbuka, dan dinyatakan gagal jika ada pesan “User tidak terdaftar” atau “Password Anda salah”

Tabel 4.1. Tabel Rancangan *Test Case Form Login*

No	Tujuan ingin dicapai	Ukuran Keberhasilan	Hasil uji coba	Kesimpulan
1	<i>User</i> dan <i>Password</i> sesuai.	<i>User</i> bisa masuk dan mengakses form Menu Utama	Ketika <i>User</i> dan <i>Password</i> yang dimasukkan sesuai, user masuk ke Menu Utama	Sukses Gambar 4.3
2	<i>password</i> salah maka tidak dapat mengakses aplikasi.	<i>Password</i> salah akan muncul pesan peringatan "Passwor Anda salah"	Ketika <i>password</i> salah muncul pesan dan user gagal masuk ke Menu Utama	Sukses Gambar 4.4
3	<i>User</i> tidak terdaftar maka tidak dapat mengakses aplikasi	<i>User</i> tidak terdaftar akan muncul pesan peringatan "User tidak terdaftar"	Ketika <i>User</i> tidak terdaftar muncul pesan dan user gagal masuk ke Menu Utama	Sukses Gambar 4.5

B. Uji Coba *Form SPK-Fuzzy C-Means* (Menu Utama)

Uji coba Menu utama dilakukan dengan memasukkan parameter-parameter yang ada dan sistem akan melakukan pengecakan dan pemrosesan data sesuai tahapan-tahapan yang dilakukan oleh User.

Tabel 4.2. Tabel Rancangan *Test Case Form SPK-Fuzzy C-Means* (Menu Utama)

No	Tujuan ingin dicapai	Ukuran Keberhasilan	Hasil uji coba	Kesimpulan
1	Mengetahui apakah Tanggal Transaksi yang dimasukkan benar	Jika Tanggal Transaksi benar maka tidak muncul pesan "Data Transaksi yang dipilih tidak terdapat di Database. Silahkan pilih ulang Tanggal Transaksi.."	Ketika Tanggal Transaksi yang dimasukkan salah, muncul pesan peringatan.	Sukses Gambar 4.8
2	Mengetahui apakah Tanggal Transaksi masih kosong ketika tombol "Proses FCM" di-klik	Jika Tanggal Transaksi kosong maka akan muncul pesan "Tanggal masih kosong, Silahkan dipilih"	Ketika Tanggal Transaksi masih kosong, muncul pesan peringatan.	Sukses

No	Tujuan ingin dicapai	Ukuran Keberhasilan	Hasil uji coba	Kesimpulan
3	Mengetahui apakah Jumlah Cluster masih kosong ketika tombol "Proses FCM" di-klik	Jika Jumlah Cluster kosong maka akan muncul pesan "Jumlah Cluster masih kosong, Silahkan dipilih"	Ketika Jumlah Cluster masih kosong, muncul pesan peringatan.	Sukses
4	Mengetahui apakah Pangkat masih kosong ketika tombol "Proses FCM" di-klik	Jika Pangkat kosong maka akan muncul pesan "Pangkat masih kosong, Silahkan dipilih"	Ketika Pangkat masih kosong, muncul pesan peringatan.	Sukses
5	Mengetahui apakah Maksimum Iterasi masih kosong ketika tombol "Proses FCM" di-klik	Jika Maksimum Iterasi kosong maka akan muncul pesan "Maksimum Iterasi masih kosong, Silahkan dipilih"	Ketika Maksimum Iterasi masih kosong, muncul pesan peringatan.	Sukses
6	Mengetahui apakah Error Terkecil masih kosong ketika tombol "Proses FCM" di-klik.	Jika Error Terkecil kosong maka akan muncul pesan "Angka Error Terkecil masih kosong, Silahkan dipilih".	Ketika Error Terkecil masih kosong, muncul pesan peringatan.	Sukses
7	Mengetahui fungsi tombol "PARAMETER BARU" ketika di-klik.	Jika tombol "PARAMETER BARU" di-klik maka kolom parameter Tanggal Transaksi, Jumlah Cluster, Pangkat, Maksimum Iterasi dan Error terkecil akan kosong kembali dan siap diinput ulang oleh user.	Ketika tombol "PARAMETER BARU" di-klik, semua parameter pada form Menu Utama (SPK-Fuzzy C-Means) kosong kembali.	Sukses
8	Mengetahui fungsi tombol "PROSES FCM" ketika di-klik.	Jika tombol "PROSES FCM" di-klik maka aplikasi akan memproses data-data transaksi peminjaman buku perpustakaan dan akan menampilkan pesan "Proses FCM sudah selesai pada Iterasi ke- i" jika proses berhasil.	Ketika tombol "PROSES FCM" di-klik, aplikasi memproses data-data transaksi dan menampilkan pesan ketika proses selesai dilakukan.	Sukses Gambar 4.9

No	Tujuan ingin dicapai	Ukuran Keberhasilan	Hasil uji coba	Kesimpulan
9	Mengatahui fungsi tombol “DETAIL TRANSAKSI” ketika di-klik.	Jika tombol “DETAIL TRANSAKSI” di-klik maka menampilkan form “DETAIL TRANSAKSI” yang menampilkan hasil proses <i>Fuzzy C-Means</i> yang berisi data-data DDC yang sudah di-Cluster.	Ketika tombol “DETAIL TRANSAKSI” di-klik, tampil form “DETAIL TRANSAKSI” yang menampilkan hasil proses <i>Fuzzy C-Means</i> yang berisi data-data DDC yang sudah di-Cluster.	Sukses Gambar 4.10
10	Mengatahui fungsi tombol “REKOMENDASI” ketika di-klik.	Jika tombol “REKOMENDASI” di-klik maka menampilkan form “REKOMENDASI” yang menampilkan DDC yang direkomendasikan untuk masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan.	Ketika tombol “REKOMENDASI” di-klik, tampil form “REKOMENDASI” yang menampilkan DDC yang direkomendasikan untuk masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan.	Sukses Gambar 4.11
11	Mengatahui fungsi tombol “GRAFIK” ketika di-klik.	Jika tombol “GRAFIK” di-klik maka menampilkan form “GRAFIK” yang menampilkan informasi dalam bentuk grafik jumlah DDC pada masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan.	Ketika tombol “GRAFIK” di-klik, menampilkan form “GRAFIK” yang menampilkan informasi dalam bentuk grafik jumlah DDC pada masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan.	Sukses Gambar 4.12
12	Mengatahui fungsi tombol “REPORT” ketika di-klik.	Jika tombol “REPORT” di-klik maka menampilkan report yang berisi data-data transaksi peminjaman buku per DDC dan Tahun Angkatan beserta Clusternya.	Ketika tombol “REPORT” di-klik, menampilkan report yang berisi data-data transaksi peminjaman buku per DDC dan Tahun Angkatan beserta Clusternya.	Sukses Gambar 4.13
13	Mengatahui fungsi tombol “KELUAR” ketika di-klik.	Jika tombol “KELUAR” di-klik maka aplikasi akan ditutup. Keluar dari aplikasi.	Ketika tombol “KELUAR” di-klik aplikasi tertutup.	Sukses

C. Uji Coba Form Detail Transaksi

Uji coba form Detail Transaksi dilakukan dengan meng-klik tombol “DETAIL TRANSAKSI” pada form Menu Utama untuk melihat hasil proses *Fuzzy C-Means* yang sudah dilakukan.

Tabel 4.3. Tabel Rancangan *Test Case Form Detail Transaksi*

No	Tujuan ingin dicapai	Ukuran Keberhasilan	Hasil uji coba	Kesimpulan
1	Form “DETAIL TRANSAKSI” menampilkan hasil proses <i>Fuzzy C-Means</i> .	Form “DETAIL TRANSAKSI” menampilkan hasil proses <i>Fuzzy C-Means</i> yang berisi data-data DDC yang sudah di-Cluster.	Form “DETAIL TRANSAKSI” menampilkan hasil proses <i>Fuzzy C-Means</i> yang berisi data-data DDC yang sudah di-Cluster.	Sukses Gambar 4.10

D. Uji Coba Form Rekomendasi

Uji coba form Rekomendasi dilakukan dengan meng-klik tombol “REKOMENDASI” pada form Menu Utama untuk melihat Informasi DDC yang direkomendasikan untuk masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan terbanyak yang meminjam pada Cluster tsb.

Tabel 4.4. Tabel Rancangan *Test Case Form Rekomendasi*

No	Tujuan ingin dicapai	Ukuran Keberhasilan	Hasil uji coba	Kesimpulan
1	Form “REKOMENDASI” menampilkan DDC yang direkomendasikan.	Form “REKOMENDASI” menampilkan DDC yang direkomendasikan untuk masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan.	Form “REKOMENDASI” menampilkan DDC yang direkomendasikan untuk masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan terbanyak yang meminjam pada Cluster tsb	Sukses Gambar 4.11

E. Uji Coba Form Grafik

Uji coba form Grafik dilakukan dengan meng-klik tombol “GRAFIK” pada form Menu Utama untuk melihat informasi dalam bentuk grafik jumlah DDC pada masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan.

Tabel 4.5. Tabel Rancangan *Test Case Form Grafik*

No	Tujuan ingin dicapai	Ukuran Keberhasilan	Hasil uji coba	Kesimpulan
1	Form “GRAFIK” menampilkan informasi hasil proses <i>Fuzzy C-Means</i> dalam bentuk grafik.	Form “GRAFIK” menampilkan informasi jumlah DDC pada masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan dalam bentuk grafik.	Form “GRAFIK” menampilkan informasi dalam bentuk grafik jumlah DDC pada masing-masing Cluster berdasarkan Tahun Angkatan.	Sukses Gambar 4.12

F. Uji Coba Report Hasil Proses *Fuzzy C-Means*

Uji coba Report Hasil Proses *Fuzzy C-Means* dilakukan dengan meng-klik tombol “REPORT” pada form Menu Utama untuk mencetak data-data transaksi peminjaman buku per DDC dan Tahun Angkatan beserta Clusternya.

Tabel 4.6. Tabel Rancangan *Test Case Report Hasil Proses Fuzzy C-Means*

No	Tujuan ingin dicapai	Ukuran Keberhasilan	Hasil uji coba	Kesimpulan
1	Report Hasil Proses <i>Fuzzy C-Means</i> dapat dicetak.	Report Hasil Proses <i>Fuzzy C-Means</i> menampilkan data-data transaksi peminjaman buku per DDC dan Tahun Angkatan beserta Clusternya dan dapat dicetak.	Report Hasil Proses <i>Fuzzy C-Means</i> berisi data-data transaksi peminjaman buku per DDC dan Tahun Angkatan beserta Clusternya dan dapat dicetak.	Sukses Gambar 4.13

4.3.2. Uji Coba Perhitungan *Fuzzy C-Means*

Pada uji coba perhitungan *Fuzzy C-Means* (FCM) kali ini dilakukan dengan cara mengecek logika *coding* yang ada. Uji coba logika Coding digunakan untuk melihat apakah logika yang diterapkan sudah benar atau belum. Data yang digunakan dalam uji coba kali ini adalah data asli yang digunakan pada aplikasi prototipe.

Data yang digunakan adalah data jumlah transaksi per DDC (data sampel) dan per Tahun Angkatan (atribut) seperti tabel 4.7 dan uji coba perhitungan ini dilakukan pada iterasi ke-1, ke-2 dan terakhir ketika proses *Fuzzy C-Means* ini berhenti.

Tabel 4.7. Tabel Data Transaksi per DDC dan Tahun Angkatan

Data Atribut (X _{ij})				
	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}
ID_DDC	ANGK_2008	ANGK_2009	ANGK_2010	ANGK_2011
657.042	1	1	1	12
001.42	6	1	3	4
004.67	2	2	9	5
005.1	5	3	3	1
005.133 J	9	9	8	4
005.306 8	2	2	3	7
005.447 69	2	1	5	4
005.74	8	17	3	4
006.3	2	3	3	3
006.68	1	1	3	8

Uji coba dilakukan 3 kali dengan parameter-parameter yang berbeda selain untuk melihat apakah logika yang diterapkan sudah benar atau belum juga untuk melihat tingkat akurasi dari metode *Fuzzy C-Means* itu sendiri.

1. Uji Coba Ke-1

Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Jumlah Cluster = 4
2. Pangkat (w) = 3
3. Maksimum Iterasi (MaxIter) = 100
4. Nilai Error Terkecil (ξ) = 0,0000000001 (10^{-10})
5. Fungsi Objektif Awal (P_0) = 0
6. Iterasi Awal (t) = 1

A. Bangkitkan Bilangan Random

Bangkitkan bilangan random, μ_{ik} , $1 = 1,2,\dots,n$; $k = 1,2,\dots,k$, sebagai bilangan Matrik Partisi Awal (U). Matrik Partisi Awal yang secara random yang terbentuk oleh sistem dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Tabel 4.8. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem dan Manual Bangkitkan Bilangan Random

Bangkitkan Bilangan Random									
ID_DDC	Perhitungan Dari Sistem				Perhitungan Manual				Total Nilai
	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	
657.042	0,7015	0,0896	0,0652	0,1437	0,7015	0,0896	0,0652	0,1437	1,0000
001.42	0,2449	0,2255	0,0730	0,4566	0,2449	0,2255	0,0730	0,4566	1,0000
004.67	0,5997	0,0146	0,0831	0,3026	0,5997	0,0146	0,0831	0,3026	1,0000
005.1	0,5399	0,1236	0,0805	0,2560	0,5399	0,1236	0,0805	0,2560	1,0000
005.133 J	0,2260	0,0496	0,2358	0,4886	0,2260	0,0496	0,2358	0,4886	1,0000
005.306 8	0,3938	0,1172	0,0870	0,4019	0,3938	0,1172	0,0870	0,4019	1,0000
005.447 69	0,2822	0,2122	0,0794	0,4262	0,2822	0,2122	0,0794	0,4262	1,0000
005.74	0,3684	0,1601	0,1489	0,3225	0,3684	0,1601	0,1489	0,3225	1,0000
006.3	0,2700	0,1019	0,2300	0,3980	0,2700	0,1019	0,2300	0,3980	1,0000
006.68	0,7702	0,0637	0,0346	0,1316	0,7702	0,0637	0,0346	0,1316	1,0000

Dari hasil perhitungan diatas dapat dibuktikan bahwa bilangan random sudah sesuai dengan perhitungan manual, yaitu total jumlah dari nilai masing-masing kolom sama dengan 1.

B. Pusat Cluster (V).

Hasil perhitungan dari sistem Pusat Cluster V_{kj} , dengan $k = 1, 2, \dots, c$; dan $j = 1, 2, \dots, m$; dengan menggunakan persamaan : $V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$, pada iterasi ke-1, 2 dan terakhir dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 4.9. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem Pusat Cluster pada Iterasi ke-1

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Dari Sistem					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
1	1	2,0810	2,1247	3,5216	7,3191
1	2	4,4696	3,4075	3,5945	4,1592
1	3	5,6268	6,8441	5,2018	3,7211
1	4	4,8843	4,4409	4,7945	4,2835

Tabel 4.10. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem Pusat Cluster pada Iterasi ke-2

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Dari Sistem					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
2	1	1,8432	1,8590	3,0933	7,3069
2	2	4,0535	3,1733	3,8032	3,8716
2	3	6,7097	8,5664	5,5200	4,2189
2	4	4,4815	4,5625	4,5804	4,2053

Tabel 4.11. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-60 (terakhir)

Pusat Cluster (Vkj)					
Perhitungan Dari Sistem					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
60	1	1,3430	1,3730	2,8592	8,0894
60	2	4,8548	3,0572	3,0988	1,7126
60	3	8,7985	9,6584	7,4634	4,0362
60	4	2,2253	1,4970	4,9927	4,2274

Untuk membuktikan bahwa perhitungan Pusat Cluster pada sistem ini sudah benar, maka dilakukan juga perhitungan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membandingkan hasil perhitungan pada sistem.

Hasil Perhitungan manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-1 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.12. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 1

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
657.042	0,7015	1	1	1	12	0,3452	0,3452	0,3452	0,3452	4,1421
001.42	0,2449	6	1	3	4	0,0147	0,0881	0,0147	0,0440	0,0587
004.67	0,5997	2	2	9	5	0,2157	0,4314	0,4314	1,9413	1,0785
005.1	0,5399	5	3	3	1	0,1574	0,7868	0,4721	0,4721	0,1574
005.133 J	0,2260	9	9	8	4	0,0115	0,1039	0,1039	0,0924	0,0462
005.306 8	0,3938	2	2	3	7	0,0611	0,1221	0,1221	0,1832	0,4275
005.447 69	0,2822	2	1	5	4	0,0225	0,0449	0,0225	0,1123	0,0899
005.74	0,3684	8	17	3	4	0,0500	0,4001	0,8503	0,1500	0,2001
006.3	0,2700	2	3	3	3	0,0197	0,0394	0,0591	0,0591	0,0591
006.68	0,7702	1	1	3	8	0,4569	0,4569	0,4569	1,3706	3,6550
Σ						1,3546	2,8189	2,8781	4,7703	9,9144
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							2,0810	2,1247	3,5216	7,3191

Tabel 4.13. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 2

ID_DDC	μ_2	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_2^w	$\mu_2^w * X_{i1}$	$\mu_2^w * X_{i2}$	$\mu_2^w * X_{i3}$	$\mu_2^w * X_{i4}$
657.042	0,0896	1	1	1	12	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0086
001.42	0,2255	6	1	3	4	0,0115	0,0688	0,0115	0,0344	0,0459
004.67	0,0146	2	2	9	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.1	0,1236	5	3	3	1	0,0019	0,0094	0,0057	0,0057	0,0019
005.133 J	0,0496	9	9	8	4	0,0001	0,0011	0,0011	0,0010	0,0005
005.306 8	0,1172	2	2	3	7	0,0016	0,0032	0,0032	0,0048	0,0113
005.447 69	0,2122	2	1	5	4	0,0096	0,0191	0,0096	0,0478	0,0382
005.74	0,1601	8	17	3	4	0,0041	0,0328	0,0698	0,0123	0,0164
006.3	0,1019	2	3	3	3	0,0011	0,0021	0,0032	0,0032	0,0032
006.68	0,0637	1	1	3	8	0,0003	0,0003	0,0003	0,0008	0,0021
Σ						0,0308	0,1377	0,1049	0,1107	0,1281
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						4,4696	3,4075	3,5945	4,1592	

Tabel 4.14. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 3

ID_DDC	μ_3	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_3^w	$\mu_3^w * X_{i1}$	$\mu_3^w * X_{i2}$	$\mu_3^w * X_{i3}$	$\mu_3^w * X_{i4}$
657.042	0,0652	1	1	1	12	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0033
001.42	0,0730	6	1	3	4	0,0004	0,0023	0,0004	0,0012	0,0016
004.67	0,0831	2	2	9	5	0,0006	0,0011	0,0011	0,0052	0,0029
005.1	0,0805	5	3	3	1	0,0005	0,0026	0,0016	0,0016	0,0005
005.133 J	0,2358	9	9	8	4	0,0131	0,1180	0,1180	0,1049	0,0525
005.306 8	0,0870	2	2	3	7	0,0007	0,0013	0,0013	0,0020	0,0046
005.447 69	0,0794	2	1	5	4	0,0005	0,0010	0,0005	0,0025	0,0020
005.74	0,1489	8	17	3	4	0,0033	0,0264	0,0561	0,0099	0,0132
006.3	0,2300	2	3	3	3	0,0122	0,0243	0,0365	0,0365	0,0365
006.68	0,0346	1	1	3	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003
Σ						0,0316	0,1775	0,2159	0,1641	0,1174
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						5,6268	6,8441	5,2018	3,7211	

Tabel 4.15. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 4

ID_DDC	μ_{i4}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i4}^w	$\mu_{i4}^w * X_{i1}$	$\mu_{i4}^w * X_{i2}$	$\mu_{i4}^w * X_{i3}$	$\mu_{i4}^w * X_{i4}$
657.042	0,1437	1	1	1	12	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0356
001.42	0,4566	6	1	3	4	0,0952	0,5712	0,0952	0,2856	0,3808
004.67	0,3026	2	2	9	5	0,0277	0,0554	0,0554	0,2493	0,1385
005.1	0,2560	5	3	3	1	0,0168	0,0839	0,0504	0,0504	0,0168
005.133 J	0,4886	9	9	8	4	0,1166	1,0496	1,0496	0,9330	0,4665
005.306 8	0,4019	2	2	3	7	0,0649	0,1298	0,1298	0,1948	0,4545
005.447 69	0,4262	2	1	5	4	0,0774	0,1548	0,0774	0,3870	0,3096
005.74	0,3225	8	17	3	4	0,0336	0,2684	0,5704	0,1007	0,1342
006.3	0,3980	2	3	3	3	0,0631	0,1261	0,1892	0,1892	0,1892
006.68	0,1316	1	1	3	8	0,0023	0,0023	0,0023	0,0068	0,0182
Σ						0,5005	2,4446	2,2227	2,3997	2,1439
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						4,8843	4,4409	4,7945	4,2835	

Tabel 4.16. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-1, $V_{kj} = \sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w$

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Manual					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
1	1	2,0810	2,1247	3,5216	7,3191
1	2	4,4696	3,4075	3,5945	4,1592
1	3	5,6268	6,8441	5,2018	3,7211
1	4	4,8843	4,4409	4,7945	4,2835

Hasil Perhitungan manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-2 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.17. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 1

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
657.042	0,3825	1	1	1	12	0,0560	0,0560	0,0560	0,0560	0,6715
001.42	0,2016	6	1	3	4	0,0082	0,0492	0,0082	0,0246	0,0328
004.67	0,2611	2	2	9	5	0,0178	0,0356	0,0356	0,1603	0,0890
005.1	0,1603	5	3	3	1	0,0041	0,0206	0,0123	0,0123	0,0041
005.133 J	0,1601	9	9	8	4	0,0041	0,0369	0,0369	0,0328	0,0164

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
005.306 8	0,7309	2	2	3	7	0,3905	0,7810	0,7810	1,1715	2,7334
005.447 69	0,2926	2	1	5	4	0,0250	0,0501	0,0250	0,1252	0,1002
005.74	0,2020	8	17	3	4	0,0082	0,0660	0,1402	0,0247	0,0330
006.3	0,2233	2	3	3	3	0,0111	0,0223	0,0334	0,0334	0,0334
006.68	0,5620	1	1	3	8	0,1775	0,1775	0,1775	0,5325	1,4201
Σ						0,7026	1,2951	1,3061	2,1734	5,1339
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						1,8432	1,8590	3,0933	7,3069	

Tabel 4.18. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 2

ID_DDC	μ_{i2}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i2}^w	$\mu_{i2}^w * X_{i1}$	$\mu_{i2}^w * X_{i2}$	$\mu_{i2}^w * X_{i3}$	$\mu_{i2}^w * X_{i4}$
657.042	0,2285	1	1	1	12	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119	0,1431
001.42	0,3650	6	1	3	4	0,0486	0,2919	0,0486	0,1459	0,1946
004.67	0,2521	2	2	9	5	0,0160	0,0320	0,0320	0,1441	0,0801
005.1	0,3434	5	3	3	1	0,0405	0,2024	0,1215	0,1215	0,0405
005.133 J	0,2131	9	9	8	4	0,0097	0,0870	0,0870	0,0774	0,0387
005.306 8	0,1132	2	2	3	7	0,0015	0,0029	0,0029	0,0044	0,0102
005.447 69	0,2986	2	1	5	4	0,0266	0,0533	0,0266	0,1331	0,1065
005.74	0,2351	8	17	3	4	0,0130	0,1040	0,2209	0,0390	0,0520
006.3	0,3512	2	3	3	3	0,0433	0,0867	0,1300	0,1300	0,1300
006.68	0,1743	1	1	3	8	0,0053	0,0053	0,0053	0,0159	0,0424
Σ						0,2164	0,8774	0,6868	0,8232	0,8380
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						4,0535	3,1733	3,8032	3,8716	

Tabel 4.19. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 3

ID_DDC	μ_{i3}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i3}^w	$\mu_{i3}^w * X_{i1}$	$\mu_{i3}^w * X_{i2}$	$\mu_{i3}^w * X_{i3}$	$\mu_{i3}^w * X_{i4}$
657.042	0,1780	1	1	1	12	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0677
001.42	0,1701	6	1	3	4	0,0049	0,0295	0,0049	0,0148	0,0197
004.67	0,2141	2	2	9	5	0,0098	0,0196	0,0196	0,0883	0,0491
005.1	0,2153	5	3	3	1	0,0100	0,0499	0,0299	0,0299	0,0100
005.133 J	0,3676	9	9	8	4	0,0497	0,4469	0,4469	0,3973	0,1986
005.306 8	0,0636	2	2	3	7	0,0003	0,0005	0,0005	0,0008	0,0018
005.447 69	0,1616	2	1	5	4	0,0042	0,0084	0,0042	0,0211	0,0169
005.74	0,3099	8	17	3	4	0,0298	0,2382	0,5061	0,0893	0,1191
006.3	0,1718	2	3	3	3	0,0051	0,0101	0,0152	0,0152	0,0152
006.68	0,1128	1	1	3	8	0,0014	0,0014	0,0014	0,0043	0,0115
Σ						0,1208	0,8103	1,0346	0,6666	0,5095
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						6,7097	8,5664	5,5200	4,2189	

Tabel 4.20. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 4

ID_DDC	μ_{i4}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i4}^w	$\mu_{i4}^w * X_{i1}$	$\mu_{i4}^w * X_{i2}$	$\mu_{i4}^w * X_{i3}$	$\mu_{i4}^w * X_{i4}$
657.042	0,2110	1	1	1	12	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,1128
001.42	0,2632	6	1	3	4	0,0182	0,1094	0,0182	0,0547	0,0729
004.67	0,2727	2	2	9	5	0,0203	0,0406	0,0406	0,1825	0,1014
005.1	0,2811	5	3	3	1	0,0222	0,1110	0,0666	0,0666	0,0222
005.133 J	0,2593	9	9	8	4	0,0174	0,1570	0,1570	0,1395	0,0698
005.306 8	0,0922	2	2	3	7	0,0008	0,0016	0,0016	0,0024	0,0055
005.447 69	0,2472	2	1	5	4	0,0151	0,0302	0,0151	0,0755	0,0604
005.74	0,2529	8	17	3	4	0,0162	0,1294	0,2751	0,0485	0,0647
006.3	0,2537	2	3	3	3	0,0163	0,0327	0,0490	0,0490	0,0490
006.68	0,1509	1	1	3	8	0,0034	0,0034	0,0034	0,0103	0,0275
Σ						0,1394	0,6246	0,6359	0,6384	0,5861
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						4,4815	4,5625	4,5804	4,2053	

Tabel 4.21. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-2, $V_{kj} = \sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w$

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Manual					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
2	1	1,8432	1,8590	3,0933	7,3069
2	2	4,0535	3,1733	3,8032	3,8716
2	3	6,7097	8,5664	5,5200	4,2189
2	4	4,4815	4,5625	4,5804	4,2053

Hasil Perhitungan manual Pusat *Cluster* pada Iterasi terakhir ke-60 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.22. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-60, Cluster 1

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
657.042	0,4635	1	1	1	12	0,0996	0,0996	0,0996	0,0996	1,1949
001.42	0,2021	6	1	3	4	0,0083	0,0496	0,0083	0,0248	0,0330
004.67	0,2333	2	2	9	5	0,0127	0,0254	0,0254	0,1143	0,0635
005.1	0,0686	5	3	3	1	0,0003	0,0016	0,0010	0,0010	0,0003
005.133 J	0,0553	9	9	8	4	0,0002	0,0015	0,0015	0,0014	0,0007
005.306 8	0,5653	2	2	3	7	0,1806	0,3613	0,3613	0,5419	1,2645
005.447 69	0,0967	2	1	5	4	0,0009	0,0018	0,0009	0,0045	0,0036

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
005.74	0,1894	8	17	3	4	0,0068	0,0543	0,1155	0,0204	0,0272
006.3	0,1939	2	3	3	3	0,0073	0,0146	0,0219	0,0219	0,0219
006.68	0,8131	1	1	3	8	0,5376	0,5376	0,5376	1,6127	4,3006
Σ						0,8542	1,1473	1,1728	2,4424	6,9102
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							1,3430	1,3730	2,8592	8,0894

Tabel 4.23. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-60, Cluster 2

ID_DDC	μ_{i2}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i2}^w	$\mu_{i2}^w * X_{i1}$	$\mu_{i2}^w * X_{i2}$	$\mu_{i2}^w * X_{i3}$	$\mu_{i2}^w * X_{i4}$
657.042	0,1777	1	1	1	12	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0673
001.42	0,3823	6	1	3	4	0,0559	0,3352	0,0559	0,1676	0,2234
004.67	0,2183	2	2	9	5	0,0104	0,0208	0,0208	0,0937	0,0520
005.1	0,7586	5	3	3	1	0,4366	2,1831	1,3099	1,3099	0,4366
005.133 J	0,0774	9	9	8	4	0,0005	0,0042	0,0042	0,0037	0,0019
005.306 8	0,1320	2	2	3	7	0,0023	0,0046	0,0046	0,0069	0,0161
005.447 69	0,0982	2	1	5	4	0,0009	0,0019	0,0009	0,0047	0,0038
005.74	0,2286	8	17	3	4	0,0119	0,0956	0,2031	0,0358	0,0478
006.3	0,3332	2	3	3	3	0,0370	0,0740	0,1109	0,1109	0,1109
006.68	0,0566	1	1	3	8	0,0002	0,0002	0,0002	0,0005	0,0015
Σ						0,5613	2,7251	1,7161	1,7394	0,9613
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							4,8548	3,0572	3,0988	1,7126

Tabel 4.24. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-60, Cluster 3

ID_DDC	μ_{i3}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i3}^w	$\mu_{i3}^w * X_{i1}$	$\mu_{i3}^w * X_{i2}$	$\mu_{i3}^w * X_{i3}$	$\mu_{i3}^w * X_{i4}$
657.042	0,1302	1	1	1	12	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022	0,0265
001.42	0,1239	6	1	3	4	0,0019	0,0114	0,0019	0,0057	0,0076
004.67	0,1555	2	2	9	5	0,0038	0,0075	0,0075	0,0339	0,0188
005.1	0,0596	5	3	3	1	0,0002	0,0011	0,0006	0,0006	0,0002
005.133 J	0,8009	9	9	8	4	0,5138	4,6243	4,6243	4,1105	2,0552
005.306 8	0,0697	2	2	3	7	0,0003	0,0007	0,0007	0,0010	0,0024
005.447 69	0,0401	2	1	5	4	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003
005.74	0,3835	8	17	3	4	0,0564	0,4511	0,9586	0,1692	0,2255
006.3	0,0988	2	3	3	3	0,0010	0,0019	0,0029	0,0029	0,0029
006.68	0,0331	1	1	3	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003
Σ						0,5797	5,1003	5,5988	4,3264	2,3397
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							8,7985	9,6584	7,4634	4,0362

Tabel 4.25. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-60, Cluster 4

ID_DDC	μ_{i4}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i4}^w	$\mu_{i4}^w * X_{i1}$	$\mu_{i4}^w * X_{i2}$	$\mu_{i4}^w * X_{i3}$	$\mu_{i4}^w * X_{i4}$
657.042	0,2286	1	1	1	12	0,0120	0,0120	0,0120	0,0120	0,1434
001.42	0,2917	6	1	3	4	0,0248	0,1490	0,0248	0,0745	0,0993
004.67	0,3928	2	2	9	5	0,0606	0,1212	0,1212	0,5455	0,3031
005.1	0,1132	5	3	3	1	0,0015	0,0073	0,0044	0,0044	0,0015
005.133 J	0,0663	9	9	8	4	0,0003	0,0026	0,0026	0,0023	0,0012
005.306 8	0,2330	2	2	3	7	0,0126	0,0253	0,0253	0,0379	0,0885
005.447 69	0,7650	2	1	5	4	0,4478	0,8955	0,4478	2,2389	1,7911
005.74	0,1986	8	17	3	4	0,0078	0,0626	0,1331	0,0235	0,0313
006.3	0,3741	2	3	3	3	0,0524	0,1047	0,1571	0,1571	0,1571
006.68	0,0971	1	1	3	8	0,0009	0,0009	0,0009	0,0027	0,0073
Σ						0,6207	1,3811	0,9291	3,0988	2,6238
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							2,2253	1,4970	4,9927	4,2274

Tabel 4.26. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-60, $V_{kj} = \sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w$

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Manual					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
60	1	1,3430	1,3730	2,8592	8,0894
60	2	4,8548	3,0572	3,0988	1,7126
60	3	8,7985	9,6584	7,4634	4,0362
60	4	2,2253	1,4970	4,9927	4,2274

C. Fungsi Objektif.

Hasil perhitungan dari sistem Pusat Fungsi Objektif (Pt) dengan persamaan : $Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w)$ pada iterasi ke-1, 2 dan terakhir dapat dilihat pada table-table di bawah ini :

Tabel 4.27. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem Fungsi Objektif pada Iterasi ke-1

Fungsi Objektif			
Perhitungan Dari Sistem			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
1	64,5049339642	0,0000000000	64,5049339642

Tabel 4.28. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem Fungsi Objektif pada Iterasi ke-2

Fungsi Objektif			
Perhitungan Dari Sistem			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
2	26,0335590018	64,5049339642	38,4713749624

Tabel 4.29. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem Fungsi Objektif pada Iterasi ke-60

Fungsi Objektif			
Perhitungan Dari Sistem			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
60	22,1585042818	22,1585042819	0,0000000001

Untuk membuktikan bahwa perhitungan Fungsi Objektif pada sistem ini sudah benar, maka dilakukan juga perhitungan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membandingkan hasil perhitungan pada sistem.

Hasil Perhitungan manual Fungsi Objektif dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.30. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-1 (1)

ID_DDC	μ_{i1}^w	μ_{i2}^w	μ_{i3}^w	μ_{i4}^w	K1	K2	K3	K4	KT
657.04 2	0,3452	0,0007	0,0003	0,0030	10,5978	0,0619	0,0393	0,2995	10,9985
001.42	0,0147	0,0115	0,0004	0,0952	0,4098	0,0977	0,0152	1,5599	2,0827
004.67	0,2157	0,0000	0,0006	0,0277	7,6387	0,0001	0,0302	0,8994	8,5685
005.1	0,1574	0,0019	0,0005	0,0168	7,7881	0,0204	0,0143	0,2701	8,0929
005.13 3 J	0,0115	0,0001	0,0131	0,1166	1,4573	0,0087	0,3139	5,6072	7,3872
005.30 6 8	0,0611	0,0016	0,0007	0,0649	0,0242	0,0266	0,0344	1,6151	1,7003
005.44 7 69	0,0225	0,0096	0,0005	0,0774	0,3252	0,1328	0,0237	1,5699	2,0517
005.74	0,0500	0,0041	0,0033	0,0336	13,3842	0,8109	0,3755	5,7289	20,2995
006.3	0,0197	0,0011	0,0122	0,0631	0,3878	0,0084	0,4052	0,9626	1,7641
006.68	0,4569	0,0003	0,0000	0,0023	1,4479	0,0085	0,0033	0,1001	1,5598
$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w)$									64,5049339642

Tabel 4.31. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-1 (2)

Fungsi Objektif			
Perhitungan Manual			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
1	64,5049339642	0,0000000000	64,5049339642

Tabel 4.32. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-2 (1)

ID_DDC	μ_{i1}^w	μ_{i2}^w	μ_{i3}^w	μ_{i4}^w	K1	K2	K3	K4	KT
657.04 2	0,0560	0,0119	0,0056	0,0094	1,5587	1,0494	0,9635	0,9246	4,4962
001.42	0,0082	0,0486	0,0049	0,0182	0,2375	0,4463	0,3158	0,3197	1,3192
004.67	0,0178	0,0160	0,0098	0,0203	0,7169	0,5425	0,7657	0,6669	2,6920
005.1	0,0041	0,0405	0,0100	0,0222	0,2102	0,3974	0,5052	0,3437	1,4565
005.13 3 J	0,0041	0,0097	0,0497	0,0174	0,5627	0,7355	0,5776	0,9042	2,7799
005.30 6 8	0,3905	0,0015	0,0003	0,0008	0,0575	0,0233	0,0205	0,0181	0,1193
005.44 7 69	0,0250	0,0266	0,0042	0,0151	0,3841	0,2766	0,3368	0,2879	1,2854
005.74	0,0082	0,0130	0,0298	0,0162	2,2933	2,6955	2,3577	2,7443	10,0907
006.3	0,0111	0,0433	0,0051	0,0163	0,2214	0,2449	0,3091	0,2049	0,9803
006.68	0,1775	0,0053	0,0014	0,0034	0,3440	0,1681	0,1585	0,1433	0,8139
$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w)$									26,0335590018

Tabel 4.33. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-2 (2)

Fungsi Objektif			
Perhitungan Manual			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
2	26,0335590018	64,5049339642	38,4713749624

Tabel 4.34. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-60 (1)

ID_DDC	μ_{i1}^w	μ_{i2}^w	μ_{i3}^w	μ_{i4}^w	K1	K2	K3	K4	KT
657.04 2	0,0996	0,0056	0,0022	0,0120	1,8925	0,7255	0,5315	0,9336	4,0831
001.42	0,0083	0,0559	0,0019	0,0248	0,3186	0,6025	0,1952	0,4598	1,5760
004.67	0,0127	0,0104	0,0038	0,0606	0,6105	0,5714	0,4071	1,0280	2,6169
005.1	0,0003	0,4366	0,0002	0,0015	0,0214	0,2366	0,0186	0,0353	0,3119
005.13 3 J	0,0002	0,0005	0,5138	0,0003	0,0271	0,0379	0,3922	0,0325	0,4897
005.30 6 8	0,1806	0,0023	0,0003	0,0126	0,3670	0,0857	0,0453	0,1512	0,6491
005.44 7 69	0,0009	0,0009	0,0001	0,4478	0,0198	0,0201	0,0082	0,1565	0,2046
005.74	0,0068	0,0119	0,0564	0,0078	2,0736	2,5028	4,1985	2,1740	10,9490
006.3	0,0073	0,0370	0,0010	0,0524	0,2113	0,3631	0,1077	0,4078	1,0900
006.68	0,5376	0,0002	0,0000	0,0009	0,1530	0,0107	0,0062	0,0183	0,1882
$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w)$									22,1585042818

Tabel 4.35. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-60 (2)

Fungsi Objektif			
Perhitungan Manual			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
60	22,1585042818	22,1585042819	0,0000000001

Dengan $K1 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{1j})^2] (\mu_{ik})^w$

$$K2 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{2j})^2] (\mu_{ik})^w$$

$$K3 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{3j})^2] (\mu_{ik})^w$$

$$K4 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{4j})^2] (\mu_{ik})^w$$

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

D. Perubahan Matrik Partisi.

Hasil perhitungan dari sistem Perubahan Matrik partisi (U) dengan persamaan: $\mu_{ik} = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2]^{(-1/w-1)} / \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2]^{(-1/w-1)})$ pada iterasi ke-1, 2 dan terakhir dapat dilihat pada table-table di bawah ini :

Tabel 4.36. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-1

ID_DDC	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
657.042	0,3825	0,2285	0,1780	0,2110
001.42	0,2016	0,3650	0,1701	0,2632
004.67	0,2611	0,2521	0,2141	0,2727
005.1	0,1603	0,3434	0,2153	0,2811
005.133 J	0,1601	0,2131	0,3676	0,2593
005.306 8	0,7309	0,1132	0,0636	0,0922
005.447 69	0,2926	0,2986	0,1616	0,2472
005.74	0,2020	0,2351	0,3099	0,2529
006.3	0,2233	0,3512	0,1718	0,2537
006.68	0,5620	0,1743	0,1128	0,1509

Tabel 4.37. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-2

ID_DDC	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
657.042	0,4002	0,2252	0,1616	0,2130
001.42	0,2112	0,3753	0,1419	0,2715
004.67	0,2554	0,2785	0,1835	0,2826
005.1	0,1639	0,3738	0,1646	0,2977
005.133 J	0,1350	0,1814	0,4638	0,2197
005.306 8	0,8204	0,0787	0,0353	0,0656
005.447 69	0,2817	0,3422	0,1235	0,2526
005.74	0,1882	0,2180	0,3528	0,2410
006.3	0,2125	0,3986	0,1213	0,2675
006.68	0,6269	0,1549	0,0830	0,1351

Tabel 4.38. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-60

ID_DDC	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
657.042	0,4635	0,1777	0,1302	0,2286
001.42	0,2021	0,3823	0,1239	0,2917
004.67	0,2333	0,2183	0,1555	0,3928

ID_DDC	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
005.1	0,0686	0,7586	0,0596	0,1132
005.133 J	0,0553	0,0774	0,8009	0,0663
005.306 8	0,5653	0,1320	0,0697	0,2330
005.447 69	0,0967	0,0982	0,0401	0,7650
005.74	0,1894	0,2286	0,3835	0,1986
006.3	0,1939	0,3332	0,0988	0,3741
006.68	0,8131	0,0566	0,0331	0,0971

Untuk membuktikan bahwa perhitungan Perubahan Matrik Partisi pada sistem ini sudah benar, maka dilakukan juga perhitungan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membandingkan hasil perhitungan pada sistem.

Hasil Perhitungan manual Perubahan Matrik Partisi dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.39. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-1

ID_DDC	R1	R2	R3	R4	RT	$\mu_{i1} = \frac{R1}{RT}$	$\mu_{i2} = \frac{R2}{RT}$	$\mu_{i3} = \frac{R3}{RT}$	$\mu_{i4} = \frac{R4}{RT}$
657.042	0,1805	0,1078	0,0840	0,0996	0,4718	0,3825	0,2285	0,1780	0,2110
001.42	0,1893	0,3427	0,1597	0,2470	0,9387	0,2016	0,3650	0,1701	0,2632
004.67	0,1680	0,1622	0,1378	0,1755	0,6435	0,2611	0,2521	0,2141	0,2727
005.1	0,1421	0,3046	0,1910	0,2493	0,8870	0,1603	0,3434	0,2153	0,2811
005.133 J	0,0890	0,1185	0,2044	0,1442	0,5561	0,1601	0,2131	0,3676	0,2593
005.306 8	1,5892	0,2462	0,1384	0,2005	2,1742	0,7309	0,1132	0,0636	0,0922
005.447 69	0,2629	0,2683	0,1452	0,2220	0,8984	0,2926	0,2986	0,1616	0,2472
005.74	0,0611	0,0711	0,0938	0,0765	0,3026	0,2020	0,2351	0,3099	0,2529
006.3	0,2253	0,3544	0,1733	0,2560	1,0090	0,2233	0,3512	0,1718	0,2537
006.68	0,5617	0,1742	0,1127	0,1508	0,9995	0,5620	0,1743	0,1128	0,1509

Tabel 4.40. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-2

ID_DDC	R1	R2	R3	R4	RT	$\mu_{i1} = \frac{R1}{RT}$	$\mu_{i2} = \frac{R2}{RT}$	$\mu_{i3} = \frac{R3}{RT}$	$\mu_{i4} = \frac{R4}{RT}$
657.042	0,1895	0,1066	0,0765	0,1008	0,4734	0,4002	0,2252	0,1616	0,2130
001.42	0,1858	0,3302	0,1249	0,2388	0,8796	0,2112	0,3753	0,1419	0,2715

ID_DDC	R1	R2	R3	R4	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$	$\mu_3 = R3/RT$	$\mu_4 = R4/RT$
004.67	0,1576	0,1718	0,1132	0,1744	0,6170	0,2554	0,2785	0,1835	0,2826
005.1	0,1400	0,3192	0,1406	0,2542	0,8538	0,1639	0,3738	0,1646	0,2977
005.133 J	0,0854	0,1147	0,2932	0,1389	0,6321	0,1350	0,1814	0,4638	0,2197
005.306 8	2,6049	0,2498	0,1122	0,2084	3,1754	0,8204	0,0787	0,0353	0,0656
005.447 69	0,2554	0,3103	0,1120	0,2290	0,9066	0,2817	0,3422	0,1235	0,2526
005.74	0,0600	0,0694	0,1124	0,0768	0,3186	0,1882	0,2180	0,3528	0,2410
006.3	0,2243	0,4206	0,1280	0,2823	1,0552	0,2125	0,3986	0,1213	0,2675
006.68	0,7183	0,1775	0,0951	0,1548	1,1458	0,6269	0,1549	0,0830	0,1351

Tabel 4.41. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Manual Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-60

ID_DDC	R1	R2	R3	R4	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$	$\mu_3 = R3/RT$	$\mu_4 = R4/RT$
657.042	0,2294	0,0879	0,0644	0,1132	0,4949	0,4635	0,1777	0,1302	0,2286
001.42	0,1610	0,3045	0,0987	0,2324	0,7966	0,2021	0,3823	0,1239	0,2917
004.67	0,1442	0,1350	0,0962	0,2428	0,6182	0,2333	0,2183	0,1555	0,3928
005.1	0,1228	1,3583	0,1067	0,2027	1,7905	0,0686	0,7586	0,0596	0,1132
005.133 J	0,0791	0,1106	1,1446	0,0948	1,4290	0,0553	0,0774	0,8009	0,0663
005.306 8	0,7016	0,1639	0,0865	0,2891	1,2412	0,5653	0,1320	0,0697	0,2330
005.447 69	0,2138	0,2170	0,0886	1,6915	2,2110	0,0967	0,0982	0,0401	0,7650
005.74	0,0572	0,0691	0,1159	0,0600	0,3022	0,1894	0,2286	0,3835	0,1986
006.3	0,1857	0,3191	0,0947	0,3584	0,9578	0,1939	0,3332	0,0988	0,3741
006.68	1,8745	0,1306	0,0764	0,2239	2,3053	0,8131	0,0566	0,0331	0,0971

Dengan $R1 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V1j)^2]^{(-1/w-1)}$

$R2 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V2j)^2]^{(-1/w-1)}$

$R3 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V3j)^2]^{(-1/w-1)}$

$R4 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V4j)^2]^{(-1/w-1)}$

$RT = \sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V1j)^2]^{(-1/w-1)}$

E. Cek Kondisi Berhenti

Perhitungan Kondisi Berhenti adalah $|P-Pt-1| < \text{Nilai Error terkecil yang didikendaki oleh User, dimana dalam uji coba ke-1 ini Nilai Error terkecil adalah } 0,0000000001 (10^{-10})$. Sehingga didapatkan proses berhenti pada iterasi ke 60, hasil perhitungan seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.42. Tabel *Test Case* (1) Hasil Perhitungan Sistem dan Manual Cek Kondisi Berhenti

Cek Kondisi Berhenti						
Perhitungan Dari Sistem				Perhitungan Manual		
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1	P	Pt-1	P-Pt-1
60	22,1585042818	22,1585042819	0,0000000001	22,1585042818	22,1585042819	0,0000000001

Hasil akhir dari proses Fuzzy C-Means ini berupa DDC yang masuk ke dalam cluster tertentu berdasarkan Tahun Angkatan yang banyak meminjam di perpustakaan. Secara detail bisa dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 4.43. Tabel *Test Case* (1) Hasil Akhir Proses Fuzzy C-Means (Cluster)

ID_DDC	DERAJAT KEANGGOTAAN				CLUSTER			
	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	C1	C2	C3	C4
657.042	0,4635	0,1777	0,1302	0,2286	*			
001.42	0,2021	0,3823	0,1239	0,2917		*		
004.67	0,2333	0,2183	0,1555	0,3928				*
005.1	0,0686	0,7586	0,0596	0,1132		*		
005.133 J	0,0553	0,0774	0,8009	0,0663			*	
005.306 8	0,5653	0,1320	0,0697	0,2330	*			
005.447 69	0,0967	0,0982	0,0401	0,7650				*
005.74	0,1894	0,2286	0,3835	0,1986			*	
006.3	0,1939	0,3332	0,0988	0,3741				*
006.68	0,8131	0,0566	0,0331	0,0971	*			

Tabel 4.44. Tabel *Test Case* (1) Hasil Akhir Proses Fuzzy C-Means (Pusat Cluster)

Pusat Cluster (V _{kj})						
Perhitungan Manual						
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4	PUSAT CLUSTER
60	1	1,3430	1,3730	2,8592	8,0894	2011
60	2	4,8548	3,0572	3,0988	1,7126	2008
60	3	8,7985	9,6584	7,4634	4,0362	2009
60	4	2,2253	1,4970	4,9927	4,2274	2010

2. Uji Coba Ke-2

Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

7. Jumlah Cluster = 4
8. Pangkat (w) = 4
9. Maksimum Iterasi (MaxIter) = 100
10. Nilai Error Terkecil (ξ) = 0,0000000001 (10^{-10})
11. Fungsi Objektif Awal (P_0) = 0
12. Iterasi Awal (t) = 1

A. Bangkitkan Bilangan Random

Bangkitkan bilangan random, μ_{ik} , $1 = 1,2,\dots,n$; $k = 1,2,\dots,k$, sebagai bilangan Matrik Partisi Awal (U). Matrik Partisi Awal yang secara random yang terbentuk oleh sistem dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Tabel 4.45. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem dan Manual Bangkitkan Bilangan Random

Bangkitkan Bilangan Random									
ID_DDC	Perhitungan Dari Sistem				Perhitungan Manual				Total Nilai
	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	
657.042	0,8353	0,0379	0,0540	0,0728	0,8353	0,0379	0,0540	0,0728	1,0000
001.42	0,6524	0,0994	0,0040	0,2442	0,6524	0,0994	0,0040	0,2442	1,0000
004.67	0,4258	0,1769	0,1088	0,2885	0,4258	0,1769	0,1088	0,2885	1,0000

Bangkitkan Bilangan Random									
ID_DDC	Perhitungan Dari Sistem				Perhitungan Manual				Total Nilai
	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	
005.1	0,0103	0,1517	0,1881	0,6499	0,0103	0,1517	0,1881	0,6499	1,0000
005.133 J	0,9795	0,0027	0,0039	0,0138	0,9795	0,0027	0,0039	0,0138	1,0000
005.306 8	0,6655	0,0934	0,0442	0,1969	0,6655	0,0934	0,0442	0,1969	1,0000
005.447 69	0,9659	0,0033	0,0089	0,0219	0,9659	0,0033	0,0089	0,0219	1,0000
005.74	0,5313	0,1521	0,1498	0,1668	0,5313	0,1521	0,1498	0,1668	1,0000
006.3	0,3009	0,1893	0,1136	0,3962	0,3009	0,1893	0,1136	0,3962	1,0000
006.68	0,7922	0,0356	0,0671	0,1051	0,7922	0,0356	0,0671	0,1051	1,0000

Dari hasil perhitungan diatas dapat dibuktikan bahwa bilangan random sudah sesuai dengan perhitungan manual, yaitu total jumlah dari nilai masing-masing kolom sama dengan 1.

B. Pusat Cluster (V).

Hasil perhitungan dari sistem Pusat Cluster V_{kj} , dengan $k = 1,2,\dots,c$; dan $j = 1,2,\dots,m$; dengan menggunakan persamaan : $V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$, pada iterasi ke-1, 2 dan terakhir dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 4.46. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem Pusat Cluster pada Iterasi ke-1

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Dari Sistem					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
1	1	4,1346	3,8031	4,7565	5,9191
1	2	3,4785	4,7765	4,6750	3,5317
1	3	5,2227	6,2710	3,3929	2,2706
1	4	4,5650	2,9769	3,1921	1,4638

Tabel 4.47. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-2

Pusat Cluster (Vkj)					
Perhitungan Dari Sistem					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
2	1	2,8975	2,9716	4,0538	6,3801
2	2	3,3916	3,8524	4,3635	5,3887
2	3	5,1630	6,7457	4,4772	5,1635
2	4	4,6184	3,1467	3,2789	2,2440

Tabel 4.48. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-83 (terakhir)

Pusat Cluster (Vkj)					
Perhitungan Dari Sistem					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
83	1	1,2173	1,2396	2,9369	8,0100
83	2	2,1684	1,3661	4,9289	4,1881
83	3	8,9280	9,1400	7,8541	4,0167
83	4	4,9228	3,0645	3,0491	1,3521

Untuk membuktikan bahwa perhitungan Pusat Cluster pada sistem ini sudah benar, maka dilakukan juga perhitungan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membandingkan hasil perhitungan pada sistem.

Hasil Perhitungan manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-1 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.49. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 1

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
657.042	0,8353	1	1	1	12	0,4868	0,4868	0,4868	0,4868	5,8416
001.42	0,6524	6	1	3	4	0,1811	1,0868	0,1811	0,5434	0,7245
004.67	0,4258	2	2	9	5	0,0329	0,0658	0,0658	0,2960	0,1644
005.1	0,0103	5	3	3	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.133 J	0,9795	9	9	8	4	0,9206	8,2854	8,2854	7,3648	3,6824
005.306 8	0,6655	2	2	3	7	0,1962	0,3923	0,3923	0,5885	1,3732

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
005.447 69	0,9659	2	1	5	4	0,8704	1,7407	0,8704	4,3519	3,4815
005.74	0,5313	8	17	3	4	0,0797	0,6374	1,3545	0,2390	0,3187
006.3	0,3009	2	3	3	3	0,0082	0,0164	0,0246	0,0246	0,0246
006.68	0,7922	1	1	3	8	0,3939	0,3939	0,3939	1,1816	3,1508
Σ						3,1697	13,1055	12,0548	15,0766	18,7618
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						4,1346	3,8031	4,7565	5,9191	

Tabel 4.50. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 2

ID_DDC	μ_{i2}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i2}^w	$\mu_{i2}^w * X_{i1}$	$\mu_{i2}^w * X_{i2}$	$\mu_{i2}^w * X_{i3}$	$\mu_{i2}^w * X_{i4}$
657.042	0,0379	1	1	1	12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
001.42	0,0994	6	1	3	4	0,0001	0,0006	0,0001	0,0003	0,0004
004.67	0,1769	2	2	9	5	0,0010	0,0020	0,0020	0,0088	0,0049
005.1	0,1517	5	3	3	1	0,0005	0,0026	0,0016	0,0016	0,0005
005.133 J	0,0027	9	9	8	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.306 8	0,0934	2	2	3	7	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0005
005.447 69	0,0033	2	1	5	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.74	0,1521	8	17	3	4	0,0005	0,0043	0,0091	0,0016	0,0021
006.3	0,1893	2	3	3	3	0,0013	0,0026	0,0039	0,0039	0,0039
006.68	0,0356	1	1	3	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Σ						0,0035	0,0122	0,0167	0,0164	0,0124
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						3,4785	4,7765	4,6750	3,5317	

Tabel 4.51. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 3

ID_DDC	μ_{i3}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i3}^w	$\mu_{i3}^w * X_{i1}$	$\mu_{i3}^w * X_{i2}$	$\mu_{i3}^w * X_{i3}$	$\mu_{i3}^w * X_{i4}$
657.042	0,0540	1	1	1	12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
001.42	0,0040	6	1	3	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
004.67	0,1088	2	2	9	5	0,0001	0,0003	0,0003	0,0013	0,0007
005.1	0,1881	5	3	3	1	0,0013	0,0063	0,0038	0,0038	0,0013
005.133 J	0,0039	9	9	8	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.306 8	0,0442	2	2	3	7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.447 69	0,0089	2	1	5	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.74	0,1498	8	17	3	4	0,0005	0,0040	0,0086	0,0015	0,0020
006.3	0,1136	2	3	3	3	0,0002	0,0003	0,0005	0,0005	0,0005
006.68	0,0671	1	1	3	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002
Σ						0,0021	0,0109	0,0131	0,0071	0,0048
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						5,2227	6,2710	3,3929	2,2706	

Tabel 4.52. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 4

ID_DDC	μ_{i4}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i4}^w	$\mu_{i4}^w * X_{i1}$	$\mu_{i4}^w * X_{i2}$	$\mu_{i4}^w * X_{i3}$	$\mu_{i4}^w * X_{i4}$
657.042	0,0728	1	1	1	12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003
001.42	0,2442	6	1	3	4	0,0036	0,0213	0,0036	0,0107	0,0142
004.67	0,2885	2	2	9	5	0,0069	0,0139	0,0139	0,0623	0,0346
005.1	0,6499	5	3	3	1	0,1784	0,8921	0,5352	0,5352	0,1784
005.133 J	0,0138	9	9	8	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.306 8	0,1969	2	2	3	7	0,0015	0,0030	0,0030	0,0045	0,0105
005.447 69	0,0219	2	1	5	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.74	0,1668	8	17	3	4	0,0008	0,0062	0,0132	0,0023	0,0031
006.3	0,3962	2	3	3	3	0,0246	0,0493	0,0739	0,0739	0,0739
006.68	0,1051	1	1	3	8	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0010
Σ						0,2160	0,9859	0,6429	0,6894	0,3161
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						4,5650	2,9769	3,1921	1,4638	

Tabel 4.53. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-1, $V_{kj} = \sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w$

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Manual					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
1	1	4,1346	3,8031	4,7565	5,9191
1	2	3,4785	4,7765	4,6750	3,5317
1	3	5,2227	6,2710	3,3929	2,2706
1	4	4,5650	2,9769	3,1921	1,4638

Hasil Perhitungan manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-2 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.54. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 1

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
657.042	0,2900	1	1	1	12	0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,0848
001.42	0,2578	6	1	3	4	0,0044	0,0265	0,0044	0,0132	0,0177
004.67	0,2875	2	2	9	5	0,0068	0,0137	0,0137	0,0615	0,0341
005.1	0,1318	5	3	3	1	0,0003	0,0015	0,0009	0,0009	0,0003
005.133 J	0,2461	9	9	8	4	0,0037	0,0330	0,0330	0,0294	0,0147
005.306 8	0,3241	2	2	3	7	0,0110	0,0221	0,0221	0,0331	0,0772
005.447 69	0,2752	2	1	5	4	0,0057	0,0115	0,0057	0,0287	0,0229
005.74	0,2398	8	17	3	4	0,0033	0,0264	0,0562	0,0099	0,0132
006.3	0,2268	2	3	3	3	0,0026	0,0053	0,0079	0,0079	0,0079
006.68	0,3059	1	1	3	8	0,0088	0,0088	0,0088	0,0263	0,0701
Σ						0,0538	0,1558	0,1598	0,2180	0,3430
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							2,8975	2,9716	4,0538	6,3801

Tabel 4.55. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 2

ID_DDC	μ_{i2}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i2}^w	$\mu_{i2}^w * X_{i1}$	$\mu_{i2}^w * X_{i2}$	$\mu_{i2}^w * X_{i3}$	$\mu_{i2}^w * X_{i4}$
657.042	0,2513	1	1	1	12	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0,0479
001.42	0,2358	6	1	3	4	0,0031	0,0186	0,0031	0,0093	0,0124
004.67	0,2741	2	2	9	5	0,0056	0,0113	0,0113	0,0508	0,0282
005.1	0,1647	5	3	3	1	0,0007	0,0037	0,0022	0,0022	0,0007
005.133 J	0,2532	9	9	8	4	0,0041	0,0370	0,0370	0,0329	0,0164
005.306 8	0,2551	2	2	3	7	0,0042	0,0085	0,0085	0,0127	0,0296
005.447 69	0,2718	2	1	5	4	0,0055	0,0109	0,0055	0,0273	0,0218
005.74	0,2500	8	17	3	4	0,0039	0,0312	0,0664	0,0117	0,0156
006.3	0,2855	2	3	3	3	0,0066	0,0133	0,0199	0,0199	0,0199
006.68	0,2553	1	1	3	8	0,0043	0,0043	0,0043	0,0128	0,0340
Σ						0,0421	0,1427	0,1620	0,1835	0,2267
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							3,3916	3,8524	4,3635	5,3887

Tabel 4.56. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 3

ID_DDC	μ_{i3}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i3}^w	$\mu_{i3}^w * X_{i1}$	$\mu_{i3}^w * X_{i2}$	$\mu_{i3}^w * X_{i3}$	$\mu_{i3}^w * X_{i4}$
657.042	0,2256	1	1	1	12	0,0026	0,0026	0,0026	0,0026	0,0311
001.42	0,2142	6	1	3	4	0,0021	0,0126	0,0021	0,0063	0,0084
004.67	0,2109	2	2	9	5	0,0020	0,0040	0,0040	0,0178	0,0099
005.1	0,1738	5	3	3	1	0,0009	0,0046	0,0027	0,0027	0,0009
005.133 J	0,2762	9	9	8	4	0,0058	0,0524	0,0524	0,0465	0,0233

ID_DDC	μ_3	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_3^w	$\mu_3^w * X_{i1}$	$\mu_3^w * X_{i2}$	$\mu_3^w * X_{i3}$	$\mu_3^w * X_{i4}$
005.306 8	0,2002	2	2	3	7	0,0016	0,0032	0,0032	0,0048	0,0112
005.447 69	0,1975	2	1	5	4	0,0015	0,0030	0,0015	0,0076	0,0061
005.74	0,2778	8	17	3	4	0,0060	0,0476	0,1012	0,0179	0,0238
006.3	0,2081	2	3	3	3	0,0019	0,0037	0,0056	0,0056	0,0056
006.68	0,2091	1	1	3	8	0,0019	0,0019	0,0019	0,0057	0,0153
Σ						0,0263	0,1356	0,1772	0,1176	0,1357
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						5,1630	6,7457	4,4772	5,1635	

Tabel 4.57. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 4

ID_DDC	μ_4	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_4^w	$\mu_4^w * X_{i1}$	$\mu_4^w * X_{i2}$	$\mu_4^w * X_{i3}$	$\mu_4^w * X_{i4}$
657.042	0,2331	1	1	1	12	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0354
001.42	0,2922	6	1	3	4	0,0073	0,0437	0,0073	0,0219	0,0291
004.67	0,2275	2	2	9	5	0,0027	0,0054	0,0054	0,0241	0,0134
005.1	0,5297	5	3	3	1	0,0787	0,3936	0,2362	0,2362	0,0787
005.133 J	0,2245	9	9	8	4	0,0025	0,0229	0,0229	0,0203	0,0102
005.306 8	0,2206	2	2	3	7	0,0024	0,0047	0,0047	0,0071	0,0166
005.447 69	0,2555	2	1	5	4	0,0043	0,0085	0,0043	0,0213	0,0171
005.74	0,2325	8	17	3	4	0,0029	0,0234	0,0497	0,0088	0,0117
006.3	0,2796	2	3	3	3	0,0061	0,0122	0,0183	0,0183	0,0183
006.68	0,2296	1	1	3	8	0,0028	0,0028	0,0028	0,0083	0,0222
Σ						0,1126	0,5201	0,3544	0,3693	0,2527
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						4,6184	3,1467	3,2789	2,2440	

Tabel 4.58. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-2, $V_{kj} = \sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w$

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Manual					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
2	1	2,8975	2,9716	4,0538	6,3801
2	2	3,3916	3,8524	4,3635	5,3887
2	3	5,1630	6,7457	4,4772	5,1635
2	4	4,6184	3,1467	3,2789	2,2440

Hasil Perhitungan manual Pusat *Cluster* pada Iterasi terakhir ke-83 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.59. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-83, Cluster 1

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
657.042	0,3857	1	1	1	12	0,0221	0,0221	0,0221	0,0221	0,2656
001.42	0,2232	6	1	3	4	0,0025	0,0149	0,0025	0,0075	0,0099
004.67	0,2445	2	2	9	5	0,0036	0,0071	0,0071	0,0321	0,0179
005.1	0,0894	5	3	3	1	0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001
005.133 J	0,0539	9	9	8	4	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
005.306 8	0,4543	2	2	3	7	0,0426	0,0852	0,0852	0,1278	0,2982
005.447 69	0,1386	2	1	5	4	0,0004	0,0007	0,0004	0,0018	0,0015
005.74	0,2126	8	17	3	4	0,0020	0,0163	0,0347	0,0061	0,0082
006.3	0,2197	2	3	3	3	0,0023	0,0047	0,0070	0,0070	0,0070
006.68	0,7234	1	1	3	8	0,2739	0,2739	0,2739	0,8216	2,1909
Σ						0,3495	0,4254	0,4332	1,0264	2,7993
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							1,2173	1,2396	2,9369	8,0100

Tabel 4.60. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-83, Cluster 2

ID_DDC	μ_{i2}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i2}^w	$\mu_{i2}^w * X_{i1}$	$\mu_{i2}^w * X_{i2}$	$\mu_{i2}^w * X_{i3}$	$\mu_{i2}^w * X_{i4}$
657.042	0,2442	1	1	1	12	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0427
001.42	0,2859	6	1	3	4	0,0067	0,0401	0,0067	0,0201	0,0267
004.67	0,3388	2	2	9	5	0,0132	0,0264	0,0264	0,1186	0,0659
005.1	0,1246	5	3	3	1	0,0002	0,0012	0,0007	0,0007	0,0002
005.133 J	0,0606	9	9	8	4	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
005.306 8	0,2583	2	2	3	7	0,0044	0,0089	0,0089	0,0133	0,0311
005.447 69	0,6510	2	1	5	4	0,1796	0,3593	0,1796	0,8982	0,7186
005.74	0,2195	8	17	3	4	0,0023	0,0186	0,0395	0,0070	0,0093
006.3	0,3393	2	3	3	3	0,0132	0,0265	0,0397	0,0397	0,0397
006.68	0,1277	1	1	3	8	0,0003	0,0003	0,0003	0,0008	0,0021
Σ						0,2236	0,4849	0,3054	1,1021	0,9364
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							2,1684	1,3661	4,9289	4,1881

Tabel 4.61. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-83, Cluster 3

ID_DDC	μ_{i3}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i3}^w	$\mu_{i3}^w * X_{i1}$	$\mu_{i3}^w * X_{i2}$	$\mu_{i3}^w * X_{i3}$	$\mu_{i3}^w * X_{i4}$
657.042	0,1679	1	1	1	12	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0095
001.42	0,1640	6	1	3	4	0,0007	0,0043	0,0007	0,0022	0,0029
004.67	0,1893	2	2	9	5	0,0013	0,0026	0,0026	0,0116	0,0064
005.1	0,0822	5	3	3	1	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000
005.133 J	0,8183	9	9	8	4	0,4484	4,0352	4,0352	3,5868	1,7934
005.306 8	0,1165	2	2	3	7	0,0002	0,0004	0,0004	0,0006	0,0013
005.447 69	0,0770	2	1	5	4	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001
005.74	0,3259	8	17	3	4	0,0113	0,0903	0,1918	0,0338	0,0451
006.3	0,1405	2	3	3	3	0,0004	0,0008	0,0012	0,0012	0,0012
006.68	0,0625	1	1	3	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
Σ						0,4631	4,1346	4,2328	3,6373	1,8601
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							8,9280	9,1400	7,8541	4,0167

Tabel 4.62. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-83, Cluster 4

ID_DDC	μ_{i4}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i4}^w	$\mu_{i4}^w * X_{i1}$	$\mu_{i4}^w * X_{i2}$	$\mu_{i4}^w * X_{i3}$	$\mu_{i4}^w * X_{i4}$
657.042	0,2022	1	1	1	12	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0201
001.42	0,3268	6	1	3	4	0,0114	0,0684	0,0114	0,0342	0,0456
004.67	0,2274	2	2	9	5	0,0027	0,0054	0,0054	0,0241	0,0134
005.1	0,7038	5	3	3	1	0,2453	1,2266	0,7360	0,7360	0,2453
005.133 J	0,0673	9	9	8	4	0,0000	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001
005.306 8	0,1709	2	2	3	7	0,0009	0,0017	0,0017	0,0026	0,0060
005.447 69	0,1333	2	1	5	4	0,0003	0,0006	0,0003	0,0016	0,0013
005.74	0,2420	8	17	3	4	0,0034	0,0274	0,0583	0,0103	0,0137
006.3	0,3005	2	3	3	3	0,0082	0,0163	0,0245	0,0245	0,0245
006.68	0,0864	1	1	3	8	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0004
Σ						0,2739	1,3484	0,8394	0,8352	0,3703
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							4,9228	3,0645	3,0491	1,3521

Tabel 4.63. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-83, $V_{kj} = \sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w$

Pusat Cluster (V _{kj})					
Perhitungan Manual					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
83	1	1,2173	1,2396	2,9369	8,0100
83	2	2,1684	1,3661	4,9289	4,1881
83	3	8,9280	9,1400	7,8541	4,0167
83	4	4,9228	3,0645	3,0491	1,3521

C. Fungsi Objektif.

Hasil perhitungan dari sistem Pusat Fungsi Objektif (Pt) dengan persamaan : $Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ((\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2) (\mu_{ik})^w)$ pada iterasi ke-1, 2 dan terakhir dapat dilihat pada table-tabel di bawah ini :

Tabel 4.64. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem Fungsi Objektif pada Iterasi ke-1

Fungsi Objektif			
Perhitungan Dari Sistem			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
1	140,6146947041	0,0000000000	140,6146947041

Tabel 4.65. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem Fungsi Objektif pada Iterasi ke-2

Fungsi Objektif			
Perhitungan Dari Sistem			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
2	7,3431728513	140,6146947041	133,2715218528

Tabel 4.66. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem Fungsi Objektif pada Iterasi ke-83

Fungsi Objektif			
Perhitungan Dari Sistem			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
83	5,9237906586	5,9237906587	0,0000000001

Untuk membuktikan bahwa perhitungan Fungsi Objektif pada sistem ini sudah benar, maka dilakukan juga perhitungan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membandingkan hasil perhitungan pada sistem.

Hasil Perhitungan manual Fungsi Objektif dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.67. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-1 (1)

ID DDC	μ_1^w	μ_2^w	μ_3^w	μ_4^w	K1	K2	K3	K4	KT
657.04 2	0,4868	0,0000	0,0000	0,0000	33,4781	0,0002	0,0012	0,0037	33,4832
001.42	0,1811	0,0001	0,0000	0,0036	3,2794	0,0023	0,0000	0,0442	3,3260
004.67	0,0329	0,0010	0,0001	0,0069	0,8768	0,0301	0,0095	0,3724	1,2887
005.1	0,0000	0,0005	0,0013	0,1784	0,0000	0,0078	0,0157	0,0788	0,1023
005.13 3 J	0,9206	0,0000	0,0000	0,0000	59,7312	0,0000	0,0000	0,0000	59,7312
005.30 6 8	0,1962	0,0001	0,0000	0,0015	2,3661	0,0019	0,0002	0,0575	2,4257
005.44 7 69	0,8704	0,0000	0,0000	0,0000	14,0622	0,0000	0,0000	0,0000	14,0622
005.74	0,0797	0,0005	0,0005	0,0008	15,6054	0,0924	0,0635	0,1665	15,9278
006.3	0,0082	0,0013	0,0002	0,0246	0,1378	0,0108	0,0036	0,2212	0,3735
006.68	0,3939	0,0000	0,0000	0,0001	9,8852	0,0001	0,0016	0,0072	9,8941
$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w)$									140,6146947041

Tabel 4.68. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-1 (2)

Fungsi Objektif			
Perhitungan Manual			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
1	140,6146947041	0,0000000000	140,6146947041

Tabel 4.69. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-2 (1)

ID_DDC	μ_{i1}^w	μ_{i2}^w	μ_{i3}^w	μ_{i4}^w	K1	K2	K3	K4	KT
657.04 2	0,0071	0,0040	0,0026	0,0030	0,3422	0,2748	0,2829	0,3485	1,2483
001.42	0,0044	0,0031	0,0021	0,0073	0,0896	0,0579	0,0785	0,0705	0,2965
004.67	0,0068	0,0056	0,0020	0,0027	0,1920	0,1525	0,1049	0,1300	0,5794
005.1	0,0003	0,0007	0,0009	0,0787	0,0104	0,0180	0,0306	0,1411	0,2001
005.13 3 J	0,0037	0,0041	0,0058	0,0025	0,3480	0,3005	0,1953	0,2003	1,0440
005.30 6 8	0,0110	0,0042	0,0016	0,0024	0,0358	0,0416	0,0612	0,0731	0,2117
005.44 7 69	0,0057	0,0055	0,0015	0,0043	0,0646	0,0677	0,0679	0,0746	0,2748
005.74	0,0033	0,0039	0,0060	0,0029	0,7590	0,7725	0,6951	0,6032	2,8297
006.3	0,0026	0,0066	0,0019	0,0061	0,0353	0,0680	0,0579	0,0460	0,2072
006.68	0,0088	0,0043	0,0019	0,0028	0,0983	0,0958	0,1158	0,1415	0,4514
$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w)$									7,3431728513

Tabel 4.70. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-2 (2)

Fungsi Objektif			
Perhitungan Manual			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
2	7,3431728513	140,6146947041	133,2715218528

Tabel 4.71. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-83 (1)

ID_DDC	μ_{i1}^w	μ_{i2}^w	μ_{i3}^w	μ_{i4}^w	K1	K2	K3	K4	KT
657.04 2	0,0221	0,0036	0,0008	0,0017	0,4377	0,2771	0,1905	0,2295	1,1349
001.42	0,0025	0,0067	0,0007	0,0114	0,0969	0,1241	0,0712	0,1419	0,4341
004.67	0,0036	0,0132	0,0013	0,0027	0,1679	0,2327	0,1300	0,1562	0,6869
005.1	0,0001	0,0002	0,0000	0,2453	0,0043	0,0059	0,0039	0,0335	0,0476
005.13 3 J	0,0000	0,0000	0,4484	0,0000	0,0014	0,0015	0,0208	0,0017	0,0254
005.30 6 8	0,0426	0,0044	0,0002	0,0009	0,0944	0,0536	0,0242	0,0355	0,2077
005.44 7 69	0,0004	0,1796	0,0000	0,0003	0,0078	0,0364	0,0043	0,0075	0,0560
005.74	0,0020	0,0023	0,0113	0,0034	0,6345	0,6551	0,9727	0,7221	2,9843
006.3	0,0023	0,0132	0,0004	0,0082	0,0672	0,1037	0,0430	0,0919	0,3058
006.68	0,2739	0,0003	0,0000	0,0001	0,0298	0,0053	0,0026	0,0036	0,0411
$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w)$									5,9237906586

Tabel 4.72. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-83 (2)

Fungsi Objektif			
Perhitungan Manual			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
83	5,9237906586	5,9237906587	0,0000000001

Dengan $K1 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V1j)^2] (\mu_{ik})^w$

$$K2 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V2j)^2] (\mu_{ik})^w$$

$$K3 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V3j)^2] (\mu_{ik})^w$$

$$K4 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V4j)^2] (\mu_{ik})^w$$

$$KT = \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-Vkj)^2] (\mu_{ik})^w)$$

D. Perubahan Matrik Partisi.

Hasil perhitungan dari sistem Perubahan Matrik partisi (U) dengan persamaan: $\mu_{ik} = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-Vkj)^2]^{(-1/w-1)} / \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-Vkj)^2]^{(-1/w-1)})$ pada iterasi ke-1, 2 dan terakhir dapat dilihat pada table-tabel di bawah ini :

Tabel 4.73. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-1

ID_DDC	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
657.042	0,2900	0,2513	0,2256	0,2331
001.42	0,2578	0,2358	0,2142	0,2922
004.67	0,2875	0,2741	0,2109	0,2275
005.1	0,1318	0,1647	0,1738	0,5297
005.133 J	0,2461	0,2532	0,2762	0,2245
005.306 8	0,3241	0,2551	0,2002	0,2206
005.447 69	0,2752	0,2718	0,1975	0,2555
005.74	0,2398	0,2500	0,2778	0,2325
006.3	0,2268	0,2855	0,2081	0,2796
006.68	0,3059	0,2553	0,2091	0,2296

Tabel 4.74. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-2

ID_DDC	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
657.042	0,2946	0,2619	0,2246	0,2188
001.42	0,2425	0,2491	0,1980	0,3104
004.67	0,2735	0,2771	0,2214	0,2280
005.1	0,1721	0,1931	0,1737	0,4612
005.133 J	0,2189	0,2388	0,3095	0,2328
005.306 8	0,3841	0,2655	0,1690	0,1813
005.447 69	0,2888	0,2796	0,1824	0,2492
005.74	0,2304	0,2421	0,2887	0,2387
006.3	0,2464	0,2692	0,1862	0,2982
006.68	0,3371	0,2672	0,1922	0,2036

Tabel 4.75. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-83

ID_DDC	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
657.042	0,3857	0,2442	0,1679	0,2022
001.42	0,2232	0,2859	0,1640	0,3268
004.67	0,2445	0,3388	0,1893	0,2274
005.1	0,0894	0,1246	0,0822	0,7038
005.133 J	0,0539	0,0606	0,8183	0,0673
005.306 8	0,4543	0,2583	0,1165	0,1709
005.447 69	0,1386	0,6510	0,0770	0,1333
005.74	0,2126	0,2195	0,3259	0,2420
006.3	0,2197	0,3393	0,1405	0,3005
006.68	0,7234	0,1277	0,0625	0,0864

Untuk membuktikan bahwa perhitungan Perubahan Matrik Partisi pada sistem ini sudah benar, maka dilakukan juga perhitungan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membandingkan hasil perhitungan pada sistem.

Hasil Perhitungan manual Perubahan Matrik Partisi dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.76. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-1

ID_DDC	R1	R2	R3	R4	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$	$\mu_3 = R3/RT$	$\mu_4 = R4/RT$
657.042	0,2441	0,2116	0,1899	0,1962	0,8417	0,2900	0,2513	0,2256	0,2331
001.42	0,3808	0,3484	0,3165	0,4316	1,4774	0,2578	0,2358	0,2142	0,2922
004.67	0,3347	0,3192	0,2456	0,2649	1,1644	0,2875	0,2741	0,2109	0,2275
005.1	0,3267	0,4083	0,4307	1,3129	2,4787	0,1318	0,1647	0,1738	0,5297
005.133 J	0,2489	0,2560	0,2792	0,2270	1,0111	0,2461	0,2532	0,2762	0,2245
005.306 8	0,4360	0,3432	0,2694	0,2969	1,3456	0,3241	0,2551	0,2002	0,2206
005.447 69	0,3956	0,3907	0,2838	0,3673	1,4373	0,2752	0,2718	0,1975	0,2555
005.74	0,1722	0,1795	0,1995	0,1669	0,7181	0,2398	0,2500	0,2778	0,2325
006.3	0,3904	0,4913	0,3581	0,4812	1,7210	0,2268	0,2855	0,2081	0,2796
006.68	0,3415	0,2850	0,2335	0,2563	1,1164	0,3059	0,2553	0,2091	0,2296

Tabel 4.77. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-2

ID_DDC	R1	R2	R3	R4	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$	$\mu_3 = R3/RT$	$\mu_4 = R4/RT$
657.042	0,2744	0,2440	0,2092	0,2038	0,9314	0,2946	0,2619	0,2246	0,2188
001.42	0,3667	0,3766	0,2994	0,4692	1,5119	0,2425	0,2491	0,1980	0,3104
004.67	0,3289	0,3333	0,2662	0,2742	1,2025	0,2735	0,2771	0,2214	0,2280
005.1	0,3072	0,3446	0,3100	0,8232	1,7851	0,1721	0,1931	0,1737	0,4612
005.133 J	0,2193	0,2392	0,3100	0,2332	1,0017	0,2189	0,2388	0,3095	0,2328
005.306 8	0,6755	0,4669	0,2972	0,3188	1,7584	0,3841	0,2655	0,1690	0,1813
005.447 69	0,4463	0,4320	0,2819	0,3851	1,5452	0,2888	0,2796	0,1824	0,2492
005.74	0,1633	0,1716	0,2046	0,1692	0,7087	0,2304	0,2421	0,2887	0,2387
006.3	0,4216	0,4607	0,3187	0,5103	1,7113	0,2464	0,2692	0,1862	0,2982
006.68	0,4467	0,3540	0,2546	0,2698	1,3251	0,3371	0,2672	0,1922	0,2036

Tabel 4.78. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Manual Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-83

ID_DDC	R1	R2	R3	R4	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$	$\mu_3 = R3/RT$	$\mu_4 = R4/RT$
657.042	0,3698	0,2341	0,1610	0,1939	0,9587	0,3857	0,2442	0,1679	0,2022
001.42	0,2948	0,3776	0,2166	0,4316	1,3207	0,2232	0,2859	0,1640	0,3268
004.67	0,2771	0,3840	0,2145	0,2578	1,1334	0,2445	0,3388	0,1893	0,2274
005.1	0,2468	0,3440	0,2267	1,9422	2,7597	0,0894	0,1246	0,0822	0,7038

ID_DDC	R1	R2	R3	R4	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$	$\mu_3 = R3/RT$	$\mu_4 = R4/RT$
005.133 J	0,1832	0,2060	2,7835	0,2289	3,4017	0,0539	0,0606	0,8183	0,0673
005.306 8	0,7671	0,4361	0,1967	0,2887	1,6886	0,4543	0,2583	0,1165	0,1709
005.447 69	0,3624	1,7021	0,2014	0,3485	2,6144	0,1386	0,6510	0,0770	0,1333
005.74	0,1477	0,1525	0,2264	0,1681	0,6946	0,2126	0,2195	0,3259	0,2420
006.3	0,3262	0,5036	0,2085	0,4461	1,4844	0,2197	0,3393	0,1405	0,3005
006.68	2,0954	0,3699	0,1810	0,2502	2,8966	0,7234	0,1277	0,0625	0,0864

Dengan $R1 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{1j})^2]^{(-1/w-1)}$

$$R2 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{2j})^2]^{(-1/w-1)}$$

$$R3 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{3j})^2]^{(-1/w-1)}$$

$$R4 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{4j})^2]^{(-1/w-1)}$$

$$RT = \sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2]^{(-1/w-1)}$$

E. Cek Kondisi Berhenti

Perhitungan Kondisi Berhenti adalah $|P-Pt-1| < \text{Nilai Error terkecil yang didikendaki oleh User, dimana dalam uji coba ke-1 ini Nilai Error terkecil adalah } 0,0000000001 (10^{-10})$. Sehingga didapatkan proses berhenti pada iterasi ke 83, hasil perhitungan seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.79. Tabel Test Case (2) Hasil Perhitungan Sistem dan Manual Cek Kondisi Berhenti

Cek Kondisi Berhenti						
Perhitungan Dari Sistem				Perhitungan Manual		
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1	P	Pt-1	P-Pt-1
83	5,9237906586	5,9237906587	0,0000000001	5,9237906586	5,9237906587	0,0000000001

Hasil akhir dari proses Fuzzy C-Means ini berupa DDC yang masuk ke dalam cluster tertentu berdasarkan Tahun Angkatan yang banyak meminjam di perpustakaan. Secara detail bisa dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 4.80. Tabel Test Case (2) Hasil Akhir Proses Fuzzy C-Means (Cluster)

ID_DDC	DERAJAT KEANGGOTAAN				CLUSTER			
	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	C1	C2	C3	C4
657.042	0,3857	0,2442	0,1679	0,2022	*			
001.42	0,2232	0,2859	0,1640	0,3268				*
004.67	0,2445	0,3388	0,1893	0,2274		*		
005.1	0,0894	0,1246	0,0822	0,7038				*
005.133 J	0,0539	0,0606	0,8183	0,0673			*	
005.306 8	0,4543	0,2583	0,1165	0,1709	*			
005.447 69	0,1386	0,6510	0,0770	0,1333		*		
005.74	0,2126	0,2195	0,3259	0,2420			*	
006.3	0,2197	0,3393	0,1405	0,3005		*		
006.68	0,7234	0,1277	0,0625	0,0864	*			

Tabel 4.81. Tabel Test Case (2) Hasil Akhir Proses Fuzzy C-Means (Pusat Cluster)

Pusat Cluster (V_{kj})						
Perhitungan Manual						
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4	PUSAT CLUSTER
83	1	1,2173	1,2396	2,9369	8,0100	2011
83	2	2,1684	1,3661	4,9289	4,1881	2010
83	3	8,9280	9,1400	7,8541	4,0167	2009
83	4	4,9228	3,0645	3,0491	1,3521	2008

3. Uji Coba Ke-3

Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Jumlah Cluster = 2
2. Pangkat (w) = 4
3. Maksimum Iterasi (MaxIter) = 80
4. Nilai Error Terkecil (ξ) = $0,00000001 (10^{-8})$
5. Fungsi Objektif Awal (P_0) = 0
6. Iterasi Awal (t) = 1

A. Bangkitkan Bilangan Random

Bangkitkan bilangan random, μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, k$, sebagai bilangan Matrik Partisi Awal (U). Matrik Partisi Awal yang secara random yang terbentuk oleh sistem dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Tabel 4.82. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem dan Manual Bangkitkan Bilangan Random

Bangkitkan Bilangan Random					
ID_DDC	Perhitungan Dari Sistem		Perhitungan Manual		Total Nilai
	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i1}	μ_{i2}	
657.042	0,0456	0,9544	0,0456	0,9544	1,0000
001.42	0,1064	0,8936	0,1064	0,8936	1,0000
004.67	0,9994	0,0006	0,9994	0,0006	1,0000
005.1	0,6762	0,3238	0,6762	0,3238	1,0000
005.133 J	0,0157	0,9843	0,0157	0,9843	1,0000
005.306 8	0,5752	0,4248	0,5752	0,4248	1,0000
005.447 69	0,1001	0,8999	0,1001	0,8999	1,0000
005.74	0,1030	0,8970	0,1030	0,8970	1,0000
006.3	0,7989	0,2011	0,7989	0,2011	1,0000
006.68	0,2845	0,7155	0,2845	0,7155	1,0000

Dari hasil perhitungan diatas dapat dibuktikan bahwa bilangan random sudah sesuai dengan perhitungan manual, yaitu total jumlah dari nilai masing-masing kolom sama dengan 1.

B. Pusat Cluster (V).

Hasil perhitungan dari sistem Pusat Cluster V_{kj} , dengan $k = 1, 2, \dots, c$; dan $j = 1, 2, \dots, m$; dengan menggunakan persamaan : $V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$, pada iterasi ke-1, 2 dan terakhir dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 4.83. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-1

Pusat Cluster (Vkj)					
Perhitungan Dari Sistem					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
1	1	2,3593	2,3533	6,4595	4,1837
1	2	4,9744	5,4627	4,0821	5,9290

Tabel 4.84. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-2

Pusat Cluster (Vkj)					
Perhitungan Dari Sistem					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
2	1	2,9580	2,7722	4,7609	4,9790
2	2	4,7305	5,4399	3,8099	5,2954

Tabel 4.85. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-30 (terakhir)

Pusat Cluster (Vkj)					
Perhitungan Dari Sistem					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
30	1	2,4149	1,9239	3,6311	5,7939
30	2	7,1916	9,3153	5,5563	4,2201

Untuk membuktikan bahwa perhitungan Pusat Cluster pada sistem ini sudah benar, maka dilakukan juga perhitungan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membandingkan hasil perhitungan pada sistem.

Hasil Perhitungan manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-1 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.86. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 1

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
657.042	0,0456	1	1	1	12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
001.42	0,1064	6	1	3	4	0,0001	0,0008	0,0001	0,0004	0,0005
004.67	0,9994	2	2	9	5	0,9977	1,9953	1,9953	8,9789	4,9883
005.1	0,6762	5	3	3	1	0,2090	1,0452	0,6271	0,6271	0,2090
005.133 J	0,0157	9	9	8	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.306 8	0,5752	2	2	3	7	0,1095	0,2189	0,2189	0,3284	0,7662
005.447 69	0,1001	2	1	5	4	0,0001	0,0002	0,0001	0,0005	0,0004
005.74	0,1030	8	17	3	4	0,0001	0,0009	0,0019	0,0003	0,0005
006.3	0,7989	2	3	3	3	0,4073	0,8146	1,2220	1,2220	1,2220
006.68	0,2845	1	1	3	8	0,0065	0,0065	0,0065	0,0196	0,0524
Σ						1,7304	4,0825	4,0720	11,1773	7,2393
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							2,3593	2,3533	6,4595	4,1837

Tabel 4.87. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-1, Cluster 2

ID_DDC	μ_{i2}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i2}^w	$\mu_{i2}^w * X_{i1}$	$\mu_{i2}^w * X_{i2}$	$\mu_{i2}^w * X_{i3}$	$\mu_{i2}^w * X_{i4}$
657.042	0,9544	1	1	1	12	0,8295	0,8295	0,8295	0,8295	9,9544
001.42	0,8936	6	1	3	4	0,6377	3,8263	0,6377	1,9132	2,5509
004.67	0,0006	2	2	9	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
005.1	0,3238	5	3	3	1	0,0110	0,0550	0,0330	0,0330	0,0110
005.133 J	0,9843	9	9	8	4	0,9386	8,4478	8,4478	7,5092	3,7546
005.306 8	0,4248	2	2	3	7	0,0326	0,0651	0,0651	0,0977	0,2280
005.447 69	0,8999	2	1	5	4	0,6559	1,3119	0,6559	3,2797	2,6238
005.74	0,8970	8	17	3	4	0,6473	5,1786	11,0046	1,9420	2,5893
006.3	0,2011	2	3	3	3	0,0016	0,0033	0,0049	0,0049	0,0049
006.68	0,7155	1	1	3	8	0,2621	0,2621	0,2621	0,7863	2,0969
Σ						4,0165	19,9797	21,9408	16,3956	23,8137
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$							4,9744	5,4627	4,0821	5,9290

Tabel 4.88. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-1, $V_{kj} = \sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w$

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Manual					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
1	1	2,3593	2,3533	6,4595	4,1837
1	2	4,9744	5,4627	4,0821	5,9290

Hasil Perhitungan manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-2 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.89. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 1

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
657.042	0,4882	1	1	1	12	0,0568	0,0568	0,0568	0,0568	0,6815
001.42	0,4961	6	1	3	4	0,0606	0,3635	0,0606	0,1818	0,2424
004.67	0,6478	2	2	9	5	0,1761	0,3522	0,3522	1,5849	0,8805
005.1	0,5056	5	3	3	1	0,0653	0,3266	0,1960	0,1960	0,0653
005.133 J	0,4468	9	9	8	4	0,0399	0,3587	0,3587	0,3189	0,1594
005.306 8	0,5116	2	2	3	7	0,0685	0,1370	0,1370	0,2055	0,4794
005.447 69	0,6674	2	1	5	4	0,1984	0,3968	0,1984	0,9921	0,7937
005.74	0,4532	8	17	3	4	0,0422	0,3376	0,7174	0,1266	0,1688
006.3	0,5475	2	3	3	3	0,0899	0,1798	0,2696	0,2696	0,2696
006.68	0,5258	1	1	3	8	0,0764	0,0764	0,0764	0,2292	0,6113
Σ						0,8741	2,5855	2,4231	4,1613	4,3520
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						2,9580	2,7722	4,7609	4,9790	

Tabel 4.90. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-2, Cluster 2

ID_DDC	μ_{i2}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i2}^w	$\mu_{i2}^w * X_{i1}$	$\mu_{i2}^w * X_{i2}$	$\mu_{i2}^w * X_{i3}$	$\mu_{i2}^w * X_{i4}$
657.042	0,5118	1	1	1	12	0,0686	0,0686	0,0686	0,0686	0,8235
001.42	0,5039	6	1	3	4	0,0645	0,3867	0,0645	0,1934	0,2578
004.67	0,3522	2	2	9	5	0,0154	0,0308	0,0308	0,1385	0,0769
005.1	0,4944	5	3	3	1	0,0598	0,2988	0,1793	0,1793	0,0598
005.133 J	0,5532	9	9	8	4	0,0936	0,8428	0,8428	0,7491	0,3746
005.306 8	0,4884	2	2	3	7	0,0569	0,1138	0,1138	0,1707	0,3984
005.447 69	0,3326	2	1	5	4	0,0122	0,0245	0,0122	0,0612	0,0489
005.74	0,5468	8	17	3	4	0,0894	0,7150	1,5193	0,2681	0,3575
006.3	0,4525	2	3	3	3	0,0419	0,0838	0,1257	0,1257	0,1257
006.68	0,4742	1	1	3	8	0,0506	0,0506	0,0506	0,1517	0,4046
Σ						0,5529	2,6154	3,0076	2,1064	2,9278
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						4,7305	5,4399	3,8099	5,2954	

Tabel 4.91. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* pada Iterasi ke-2, $V_{kj} = \sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w$

Pusat Cluster (V _{kj})					
Perhitungan Manual					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
2	1	2,9580	2,7722	4,7609	4,9790
2	2	4,7305	5,4399	3,8099	5,2954

Hasil Perhitungan manual Pusat *Cluster* pada Iterasi terakhir ke-30 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.92. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-30, Cluster 1

ID_DDC	μ_{i1}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i1}^w	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$
657.042	0,6117	1	1	1	12	0,1400	0,1400	0,1400	0,1400	1,6799
001.42	0,6220	6	1	3	4	0,1496	0,8979	0,1496	0,4489	0,5986
004.67	0,5941	2	2	9	5	0,1246	0,2492	0,2492	1,1213	0,6229
005.1	0,5564	5	3	3	1	0,0958	0,4791	0,2875	0,2875	0,0958
005.133 J	0,3021	9	9	8	4	0,0083	0,0750	0,0750	0,0666	0,0333
005.306 8	0,7826	2	2	3	7	0,3751	0,7502	0,7502	1,1253	2,6257
005.447 69	0,7149	2	1	5	4	0,2612	0,5224	0,2612	1,3060	1,0448
005.74	0,3874	8	17	3	4	0,0225	0,1802	0,3829	0,0676	0,0901
006.3	0,6653	2	3	3	3	0,1959	0,3918	0,5877	0,5877	0,5877
006.68	0,7150	1	1	3	8	0,2614	0,2614	0,2614	0,7842	2,0913
\sum						1,6345	3,9471	3,1447	5,9351	9,4701
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						2,4149	1,9239	3,6311	5,7939	

Tabel 4.93. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Pusat *Cluster* Pada Iterasi ke-30, Cluster 2

ID_DDC	μ_{i2}	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_{i2}^w	$\mu_{i2}^w * X_{i1}$	$\mu_{i2}^w * X_{i2}$	$\mu_{i2}^w * X_{i3}$	$\mu_{i2}^w * X_{i4}$
657.042	0,3883	1	1	1	12	0,0227	0,0227	0,0227	0,0227	0,2728
001.42	0,3780	6	1	3	4	0,0204	0,1225	0,0204	0,0613	0,0817
004.67	0,4059	2	2	9	5	0,0271	0,0543	0,0543	0,2443	0,1357
005.1	0,4436	5	3	3	1	0,0387	0,1937	0,1162	0,1162	0,0387
005.133 J	0,6979	9	9	8	4	0,2372	2,1349	2,1349	1,8977	0,9488
005.306 8	0,2174	2	2	3	7	0,0022	0,0045	0,0045	0,0067	0,0156
005.447 69	0,2851	2	1	5	4	0,0066	0,0132	0,0066	0,0330	0,0264
005.74	0,6126	8	17	3	4	0,1408	1,1266	2,3940	0,4225	0,5633
006.3	0,3347	2	3	3	3	0,0126	0,0251	0,0377	0,0377	0,0377
006.68	0,2850	1	1	3	8	0,0066	0,0066	0,0066	0,0198	0,0528

ID_DDC	μ_i2	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	μ_i2^w	$\mu_i2^w * X_{i1}$	$\mu_i2^w * X_{i2}$	$\mu_i2^w * X_{i3}$	$\mu_i2^w * X_{i4}$
Σ						0,5151	3,7041	4,7979	2,8618	2,1736
$V_{kj} = \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^w$						7,1916	9,3153	5,5563	4,2201	

Tabel 4.94. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Pusat Cluster pada Iterasi ke-30, $V_{kj} = \sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij}) / \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w$

Pusat Cluster (V_{kj})					
Perhitungan Manual					
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4
30	1	2,4149	1,9239	3,6311	5,7939
30	2	7,1916	9,3153	5,5563	4,2201

C. Fungsi Objektif.

Hasil perhitungan dari sistem Pusat Fungsi Objektif (P_t) dengan persamaan : $P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w)$ pada iterasi ke-1, 2 dan terakhir dapat dilihat pada table-table di bawah ini :

Tabel 4.95. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem Fungsi Objektif pada Iterasi ke-1

Fungsi Objektif			
Perhitungan Dari Sistem			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
1	280,1060399114	0,0000000000	280,1060399114

Tabel 4.96. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem Fungsi Objektif pada Iterasi ke-2

Fungsi Objektif			
Perhitungan Dari Sistem			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
2	59,0326196211	280,1060399114	221,0734202902

Tabel 4.97. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem Fungsi Objektif pada Iterasi ke-30

Fungsi Objektif			
Perhitungan Dari Sistem			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
30	54,2280571443	54,2280571496	0,0000000053

Untuk membuktikan bahwa perhitungan Fungsi Objektif pada sistem ini sudah benar, maka dilakukan juga perhitungan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membandingkan hasil perhitungan pada sistem.

Hasil Perhitungan manual Fungsi Objektif dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.98. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-1 (1)

ID_DDC	μ_1^w	μ_2^w	K1	K2	KT
657.042	0,0000	0,8295	0,0004	68,0777	68,0781
001.42	0,0001	0,6377	0,0035	16,4910	16,4944
004.67	0,9977	0,0000	7,3574	0,0000	7,3574
005.1	0,2090	0,0110	6,1658	0,3467	6,5125
005.133 J	0,0000	0,9386	0,0000	44,8572	44,8572
005.306 8	0,1095	0,0326	2,2059	0,7541	2,9600
005.447 69	0,0001	0,6559	0,0004	21,8603	21,8607
005.74	0,0001	0,6473	0,0291	95,2584	95,2875
006.3	0,4073	0,0016	5,6684	0,0403	5,7087
006.68	0,0065	0,2621	0,1979	10,7915	10,9894
$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c [(\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w$					280,1060399114

Tabel 4.99. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-1 (2)

Fungsi Objektif			
Perhitungan Manual			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
1	280,1060399114	0,0000000000	280,1060399114

Tabel 4.100. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-2 (1)

ID_DDC	μ_{i1}^w	μ_{i2}^w	K1	K2	KT
657.042	0,0568	0,0686	3,9991	5,9343	9,9334
001.42	0,0606	0,0645	0,9969	1,5249	2,5218
004.67	0,1761	0,0154	3,4312	0,7126	4,1439
005.1	0,0653	0,0598	1,5127	1,5020	3,0147
005.133 J	0,0399	0,0936	3,4574	4,6951	8,1525
005.306 8	0,0685	0,0569	0,5958	1,3005	1,8962
005.447 69	0,1984	0,0122	1,0068	0,3703	1,3771
005.74	0,0422	0,0894	9,7863	13,1072	22,8936
006.3	0,0899	0,0419	0,7178	0,8103	1,5281
006.68	0,0764	0,0506	1,4673	2,1040	3,5713
$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c (\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2) (\mu_{ik})^w$					59,0326196211

Tabel 4.101. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-2 (2)

Fungsi Objektif			
Perhitungan Manual			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
2	59,0326196211	280,1060399114	221,0734202902

Tabel 4.102. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-30 (1)

ID_DDC	μ_{i1}^w	μ_{i2}^w	K1	K2	KT
657.042	0,1400	0,0227	6,7609	4,2920	11,0530
001.42	0,1496	0,0204	2,5923	1,5757	4,1679
004.67	0,1246	0,0271	3,6919	2,5223	6,2142
005.1	0,0958	0,0387	2,9917	2,3854	5,3771
005.133 J	0,0083	0,2372	0,9642	2,2273	3,1916
005.306 8	0,3751	0,0022	0,7618	0,2116	0,9734
005.447 69	0,2612	0,0066	1,5979	0,6373	2,2352
005.74	0,0225	0,1408	5,9040	9,3355	15,2395
006.3	0,1959	0,0126	1,8676	0,9397	2,8073
006.68	0,2614	0,0066	2,1228	0,8460	2,9688
$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c (\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V_{kj})^2) (\mu_{ik})^w$					54,2280571443

Tabel 4.103. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Fungsi Objektif pada Iterasi ke-30 (2)

Fungsi Objektif			
Perhitungan Manual			
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1
30	54,2280571443	54,2280571496	0,0000000053

Dengan $K1 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V1j)^2] (\mu_{ik})^w$

$$K2 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V2j)^2] (\mu_{ik})^w$$

$$K3 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V3j)^2] (\mu_{ik})^w$$

$$K4 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V4j)^2] (\mu_{ik})^w$$

$$KT = \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-Vkj)^2] (\mu_{ik})^w)$$

D. Perubahan Matrik Partisi.

Hasil perhitungan dari sistem Perubahan Matrik partisi (U) dengan persamaan: $\mu_{ik} = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-Vkj)^2]^{(-1/w-1)} / \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij}-Vkj)^2]^{(-1/w-1)})$ pada iterasi ke-1, 2 dan terakhir dapat dilihat pada table-tabel di bawah ini :

Tabel 4.104. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-1

ID_DDC	μ_{i1}	μ_{i2}
657.042	0,4882	0,5118
001.42	0,4961	0,5039
004.67	0,6478	0,3522
005.1	0,5056	0,4944
005.133 J	0,4468	0,5532
005.306 8	0,5116	0,4884
005.447 69	0,6674	0,3326
005.74	0,4532	0,5468
006.3	0,5475	0,4525
006.68	0,5258	0,4742

Tabel 4.105. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-2

ID_DDC	μ_1	μ_2
657.042	0,5171	0,4829
001.42	0,5302	0,4698
004.67	0,5717	0,4283
005.1	0,5068	0,4932
005.133 J	0,4544	0,5456
005.306 8	0,5798	0,4202
005.447 69	0,6446	0,3554
005.74	0,4619	0,5381
006.3	0,5731	0,4269
006.68	0,5641	0,4359

Tabel 4.106. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-30

ID_DDC	μ_1	μ_2
657.042	0,6117	0,3883
001.42	0,6220	0,3780
004.67	0,5941	0,4059
005.1	0,5564	0,4436
005.133 J	0,3021	0,6979
005.306 8	0,7826	0,2174
005.447 69	0,7149	0,2851
005.74	0,3874	0,6126
006.3	0,6653	0,3347
006.68	0,7150	0,2850

Untuk membuktikan bahwa perhitungan Perubahan Matrik Partisi pada sistem ini sudah benar, maka dilakukan juga perhitungan secara manual dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membandingkan hasil perhitungan pada sistem.

Hasil Perhitungan manual Perubahan Matrik Partisi dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.107. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-1

ID_DDC	R1	R2	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$
657.042	0,2195	0,2301	0,4496	0,4882	0,5118
001.42	0,3330	0,3382	0,6711	0,4961	0,5039
004.67	0,5138	0,2793	0,7931	0,6478	0,3522
005.1	0,3237	0,3165	0,6402	0,5056	0,4944
005.133 J	0,2226	0,2756	0,4981	0,4468	0,5532
005.306 8	0,3675	0,3508	0,7183	0,5116	0,4884
005.447 69	0,6236	0,3107	0,9343	0,6674	0,3326
005.74	0,1570	0,1894	0,3464	0,4532	0,5468
006.3	0,4157	0,3436	0,7593	0,5475	0,4525
006.68	0,3211	0,2896	0,6107	0,5258	0,4742

Tabel 4.108. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-2

ID_DDC	R1	R2	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$
657.042	0,2422	0,2261	0,4683	0,5171	0,4829
001.42	0,3932	0,3483	0,7415	0,5302	0,4698
004.67	0,3716	0,2785	0,6501	0,5717	0,4283
005.1	0,3508	0,3414	0,6922	0,5068	0,4932
005.133 J	0,2259	0,2712	0,4971	0,4544	0,5456
005.306 8	0,4862	0,3524	0,8386	0,5798	0,4202
005.447 69	0,5819	0,3209	0,9028	0,6446	0,3554
005.74	0,1628	0,1896	0,3524	0,4619	0,5381
006.3	0,5003	0,3726	0,8729	0,5731	0,4269
006.68	0,3734	0,2886	0,6620	0,5641	0,4359

Tabel 4.109. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Manual Perubahan Matrik Partisi pada Iterasi ke-30

ID_DDC	R1	R2	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$
657.042	0,2746	0,1743	0,4489	0,6117	0,3883
001.42	0,3865	0,2349	0,6214	0,6220	0,3780
004.67	0,3232	0,2208	0,5439	0,5941	0,4059
005.1	0,3176	0,2532	0,5708	0,5564	0,4436
005.133 J	0,2052	0,4740	0,6792	0,3021	0,6979
005.306 8	0,7896	0,2194	1,0090	0,7826	0,2174

ID_DDC	R1	R2	RT	$\mu_1 = R1/RT$	$\mu_2 = R2/RT$
005.447 69	0,5468	0,2181	0,7648	0,7149	0,2851
005.74	0,1563	0,2471	0,4033	0,3874	0,6126
006.3	0,4716	0,2373	0,7089	0,6653	0,3347
006.68	0,4975	0,1983	0,6958	0,7150	0,2850

Dengan $R1 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V1j)^2]^{(-1/w-1)}$

$$R2 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V2j)^2]^{(-1/w-1)}$$

$$R3 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V3j)^2]^{(-1/w-1)}$$

$$R4 = [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V4j)^2]^{(-1/w-1)}$$

$$RT = \sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij}-V1j)^2]^{(-1/w-1)}$$

E. Cek Kondisi Berhenti

Perhitungan Kondisi Berhenti adalah $|P-Pt-1| < \text{Nilai Error terkecil yang didikendaki oleh User, dimana dalam uji coba ke-2 ini Nilai Error terkecil adalah } 0,00000001 (10^{-8})$. Sehingga didapatkan proses berhenti pada iterasi ke 30, hasil perhitungan seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.110. Tabel Test Case (3) Hasil Perhitungan Sistem dan Manual Cek Kondisi Berhenti

Cek Kondisi Berhenti						
Perhitungan Dari Sistem				Perhitungan Manual		
ITERASI	P	Pt-1	P-Pt-1	P	Pt-1	P-Pt-1
30	54,2280571443	54,2280571496	0,0000000053	54,2280571443	54,2280571496	0,0000000053

Hasil akhir dari proses Fuzzy C-Means ini berupa DDC yang masuk ke dalam cluster tertentu berdasarkan Tahun Angkatan yang banyak meminjam di perpustakaan. Secara detail bisa dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 4.111. Tabel Test Case (3) Hasil Akhir Proses Fuzzy C-Means (Cluster)

ID_DDC	DERAJAT KEANGGOTAAN		CLUSTER	
	μ_{i1}	μ_{i2}	C1	C2
657.042	0,6117	0,3883	*	
001.42	0,6220	0,3780	*	
004.67	0,5941	0,4059	*	
005.1	0,5564	0,4436	*	
005.133 J	0,3021	0,6979		*
005.306 8	0,7826	0,2174	*	
005.447 69	0,7149	0,2851	*	
005.74	0,3874	0,6126		*
006.3	0,6653	0,3347	*	
006.68	0,7150	0,2850	*	

Tabel 4.112. Tabel Test Case (3) Hasil Akhir Proses Fuzzy C-Means (Pusat Cluster)

Pusat Cluster (Vkj)						
Perhitungan Manual						
ITERASI	CLUSTER	VK1	VK2	VK3	VK4	PUSAT CLUSTER
30	1	2,4149	1,9239	3,6311	5,7939	2011
30	2	7,1916	9,3153	5,5563	4,2201	2009

4.3.3. Evaluasi Sistem

Data yang diproses dengan metode FCM diambil dari data transaksi peminjaman buku perpustakaan dimana data transaksi ini berisi Id_Kategori, Id_Transaksi, NIM, Tanggal_Pinjam, Jam_Pinjam, Tanggal_Kembali, Judul_Urut, dan Id_DDC.

Proses *Fuzzy C-Means* ini mengelompokkan data transaksi peminjaman buku per DDC dan per tahun angkatan, dimana jumlah transaksi tiap tahun angkatan dijadikan sebagai variabel (atribut) dalam proses FCM ini. Variabel Tahun Angkatan yang digunakan ada 4 tahun angkatan yaitu tahun 2008, 2009, 2010 dan

2011. Proses FCM ini menggunakan parameter-parameter seperti tanggal transaksi, jumlah *cluster*, pangkat, maksimum iterasi dan error terkecil yang diinput oleh *user*. Proses FCM akan berhenti jika fungsi objektif pada iterasi sekarang dengan iterasi sebelumnya mempunyai selisih $<$ dari nilai error yang dikehendaki atau iterasi sudah mencapai maksimum iterasi yang dikehendaki oleh *user*.

Pada proses *Fuzzy C-Means* ini, setiap DDC yang sudah melalui proses FCM mempunyai derajat keanggotaan di tiap-tiap cluster. Setiap DDC akan menjadi anggota cluster tertentu dimana tingkat derajat keanggotaan dari cluster itu paling besar dibanding dengan derajat keanggotaan cluster lain.

Pada uji coba ke-1, dilakukan proses FCM data transaksi peminjaman buku perpustakaan dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan yaitu, Tanggal transaksi periode 1 Mei 2012 sampai dengan 31 Mei 2012, jumlah *cluster* = 4, pangkat (w) = 3, maksimum iterasi = 100 dan error terkecil = 0,0000000001 (10^{-10}). Proses FCM berhenti pada iterasi ke 60 dengan hasil pengelompokan 4 cluster yaitu:

- *Cluster 1* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2011, jenis buku yang terdapat pada cluster 1 antara lain: *Windows 95, 2000, ME, XP & Vista, Corel Dream & Photopaint* dan *Elementary Accounting*.
- *Cluster 2* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2008, jenis buku yang terdapat pada *cluster 2* antara lain: *Computer Science* dan *Software Engineering*.
- *Cluster 3* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2009, jenis buku yang terdapat pada *cluster 3* antara lain:

Java Programming Language dan Database.

- *Cluster 4* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2010, jenis buku yang terdapat pada *cluster 4* antara lain:

ASP, Linux dan Artificial Intelligence.

Pada uji coba ke-2, menggunakan data yang sama tetapi diolah dengan nilai-nilai parameter yang berbeda yaitu, jumlah *cluster* = 4, pangkat (w) = 4, maksimum iterasi = 100 dan error terkecil = 0,0000000001 (10^{-10}). Perbandingan uji coba ke-2 terhadap uji coba ke-1 menunjukkan bahwa peningkatan nilai bobot (w), dari 3 menjadi 4 memberi efek terhadap naiknya jumlah iterasi dalam proses *clustering*. Namun keanggotaan dalam setiap *cluster* pada uji coba ke-2 dan uji coba ke-1 tetap sama. Proses FCM berhenti pada iterasi ke 83 dengan hasil pengelompokan 4 cluster yaitu:

- *Cluster 1* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2011, jenis buku yang terdapat pada *cluster 1* antara lain:

Windows 95, 2000, ME, XP & Vista, Corel Dream & Photopaint dan Elementary Accounting.

- *Cluster 2* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2010, jenis buku yang terdapat pada *cluster 4* antara lain: *ASP,*

Linux dan Artificial Intelligence

- *Cluster 3* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2009, jenis buku yang terdapat pada *cluster 3* antara lain:

Java Programming Language dan Database.

- *Cluster 4* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2008, jenis buku yang terdapat pada *cluster 2* antara lain:

Computer Science dan Software Engineering.

Pada uji coba ke-3, menggunakan data yang sama tetapi diolah dengan nilai-nilai parameter yang berbeda yaitu, jumlah *cluster* = 2, pangkat (w) = 4, maksimum iterasi = 80 dan error terkecil = $0,00000001$ (10^{-8}). Proses FCM berhenti pada iterasi ke 30 dengan hasil pengelompokan 2 cluster yaitu:

- *Cluster 1* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2011, jenis buku yang terdapat pada cluster 1 antara lain: *Windows 95, 2000, ME, XP & Vista, Corel Dream & Photopaint, Elementary Accounting, Computer Science, Software Engineering, ASP, Linux dan Artificial Intelligence.*
- *Cluster 2* beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2009, jenis buku yang terdapat pada *cluster 2* antara lain: *Java Programming Language dan Database.*

Dari hasil uji coba di atas baik secara sistem dan manual menghasilkan data yang sama, selain itu uji coba juga dilakukan dengan menggunakan data yang sama tetapi diolah dengan nilai-nilai parameter yang berbeda dan menghasilkan pengelompokan yang berbeda pula, karena DDC pada kelompok atau *cluster* tertentu ada kemungkinan akan berpindah pada kelompok lain, ini menunjukkan bahwa sistem sudah berjalan dengan benar seperti pada uji coba ke-1 dan ke-2, dimana *clusternya* berbeda tetapi anggota DDC dan angkatan terbanyak yang meminjam adalah sama, seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.113. Tabel Hasil Akhir Proses Fuzzy C-Means Uji Coba Ke-1

Data Atribut (Xij)					CLUSTER				ANGKATAN TERBANYAK
ID_DDC	Xi1	Xi2	Xi3	Xi4	C1	C2	C3	C4	
	ANGK 2008	ANGK 2009	ANGK 2010	ANGK 2011					
657.042	1	1	1	12	*				2011
001.42	6	1	3	4		*			2008
004.67	2	2	9	5				*	2010
005.1	5	3	3	1		*			2008
005.133 J	9	9	8	4			*		2009
005.306 8	2	2	3	7	*				2011
005.447 69	2	1	5	4				*	2010
005.74	8	17	3	4			*		2009
006.3	2	3	3	3				*	2010
006.68	1	1	3	8	*				2011

Tabel 4.114. Tabel Hasil Akhir Proses Fuzzy C-Means Uji Coba Ke-2

Data Atribut (Xij)					CLUSTER				ANGKATAN TERBANYAK
ID_DDC	Xi1	Xi2	Xi3	Xi4	C1	C2	C3	C4	
	ANGK 2008	ANGK 2009	ANGK 2010	ANGK 2011					
657.042	1	1	1	12	*				2011
001.42	6	1	3	4				*	2008
004.67	2	2	9	5		*			2010
005.1	5	3	3	1				*	2008
005.133 J	9	9	8	4			*		2009
005.306 8	2	2	3	7	*				2011
005.447 69	2	1	5	4		*			2010
005.74	8	17	3	4			*		2009
006.3	2	3	3	3		*			2010
006.68	1	1	3	8	*				2011

Akan tetapi metode *Fuzzy C-Means* ini pada kasus tertentu kurang akurat 100%, seperti pada uji coba ke-3. Dimana pada uji coba ke-3 jumlah atribut sebanyak 4 dikelompokkan menjadi 2 dan terdapat satu DDC 005.1 yaitu *Software Engineering* yang masuk kelompok *Cluster* 1 dimana *Cluster* 1 beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2011, sedangkan DDC

tersebut transaksi angkatan tahun 2011 sebanyak 1 dan transaksi angkatan tahun 2009 sebanyak 3. Dilihat dari jumlah transaksi tahun angkatan, maka DDC 005.1 seharusnya masuk *Cluster 2* yang beranggotakan DDC dengan peminjam terbanyak adalah angkatan tahun 2009, seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.115. Tabel Hasil Akhir Proses Fuzzy C-Means Uji Coba Ke-3

ID_DDC	Data Atribut (Xij)				CLUSTER		ANGKATAN TERBANYAK
	Xi1 ANGK 2008	Xi2 ANGK 2009	Xi3 ANGK 2010	Xi4 ANGK 2011	C1	C2	
657.042	1	1	1	12	*		2011
001.42	6	1	3	4	*		2011
004.67	2	2	9	5	*		2011
005.1	5	3	3	1	*		2011
005.133 J	9	9	8	4		*	2009
005.306 8	2	2	3	7	*		2011
005.447 69	2	1	5	4	*		2011
005.74	8	17	3	4		*	2009
006.3	2	3	3	3	*		2011
006.68	1	1	3	8	*		2011

Dari tabel 4.115 di atas diketahui bahwa dari 10 data DDC terdapat 1 data DDC yang masuk ke dalam *cluster* yang tidak sesuai, sehingga tingkat keakuratan untuk pengelompokkan 2 cluster ini sebesar 90%. Uji coba juga dilakukan untuk parameter yang sama seperti uji coba ke-3 tetapi untuk parameter error terkecil = 0,0000000001 (10^{-10}), maksimum iterasi = 100 dan menghasilkan output *cluster* yang sama dengan uji coba ke-3, yaitu tingkat akurasi sebesar 90%. Dari serangkaian uji coba yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa hasil paling akurat 100% adalah jumlah *cluster* sama dengan jumlah atribut, yaitu 4 *cluster*.