

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kesehatan di Provinsi Sumatera Utara

No	Kab/ Kota	Jumlah Puskesmas	Jumlah Rumah Sakit	Jumlah TBC	Jumlah Diare	Jumlah HIV/AIDS	Jumlah DBD
1	Asahan	29	10	1565	11480	94	68
2	Batu Bara	15	5	980	2776	43	154
3	Dairi	18	2	1107	2112	13	99
4	Deli Serdang	34	24	5650	37885	321	690
5	Humbang Hasundutan	12	1	403	3555	12	11
6	Karo	19	5	1103	15749	73	105
7	Kota Binjai	8	12	1563	1435	136	69
8	Kota Gunungsitoli	8	1	310	682	5	372
9	Kota Medan	45	57	15722	10825	1800	965
10	Kota Padang Sidempuan	10	4	885	1859	59	57
11	Kota Pematang Siantar	19	10	1728	89	134	177
12	Kota Sibolga	5	3	999	1428	29	63
13	Kota Tanjung Balai	8	2	716	3369	40	51
14	Kota Tebing Tinggi	9	6	1009	1688	96	74
15	Labuhan Batu	15	6	1273	2450	80	51
16	Labuhan Batu Selatan	17	3	714	1951	6	11
17	Labuhan Batu Utara	18	5	796	5469	13	148
18	Langkat	32	7	2305	9932	20	91
19	Mandailing Natal	26	4	1355	9006	17	46
20	Nias	12	1	821	80	142	114
21	Nias Barat	13	2	84	3800	0	35
22	Nias Selatan	36	3	297	1094	0	108
23	Nias Utara	11	1	72	103	0	59
24	Padang Lawas	17	2	715	4701	4	77
25	Padang Lawas Utara	17	1	679	5423	8	33
26	Pakpak Bharat	8	1	156	1153	1	57
27	Samosir	12	1	309	2873	22	77

28	Serdang Bedagai	20	6	1412	4752	66	127
29	Simalungun	46	6	2123	13382	101	421
30	Tapanuli Selatan	16	3	602	3173	16	25
31	Tapanuli Tengah	25	1	906	2190	24	60
32	Tapanuli Utara	21	2	995	4360	48	74
33	Toba	19	2	645	2193	56	118



THE
Character Building
 UNIVERSITY

Lampiran 2 Surat Izin Melaksanakan Observasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Jl. Willem Iskandar Psr V - Medan Estate. Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
www.fmipa.unimed.ac.id

Nomor : 2068 /UN33.4.1/PG/2024 Medan, 28 Maret 2024
 Lampiran : ---
 Perihal : Izin Melaksanakan Observasi

Yth. Kepala Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara
 di
 Tempat

Dengan hormat, kami memohon bantuan Saudara agar dapat memberikan izin melaksanakan observasi di instansi yang Saudara pimpin kepada mahasiswa kami tersebut di bawah ini :

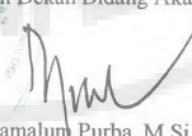
Nama : Feronika Paska Purba
 NIM : 4203230030
 Program Studi : S-1 Matematika
 Dosen Pembimbing : Dr. Elmanani Simamora, M.Si
 Tempat Observasi : Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara

Perlu diketahui bahwa kegiatan observasi ini dilakukan untuk keperluan penyusunan proposal penelitian skripsi mahasiswa tersebut.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.



a.n. Dekan,
Wakil Dekan Bidang Akademik


 Dr. Jamalun Purba, M.Si
 NIP. 19641207 199103 1 002

THE Character Building

SimasTop FMIPA Unimed - Diakses Oleh : Sarah Agustina, S.Pd
 Pada Hari, Tanggal : Tuesday, 28 March 2024 Jam : 14:23:27

Lampiran 3 Surat Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Jl. Willem Iskandar Psr V - Medan Estate. Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
www.fmipa.unimed.ac.id

Nomor : 0020 /UN33.4.1/PG/2024 Medan, 08 Juli 2024
Lampiran : 1 (satu) berkas Proposal Penelitian
Perihal : Izin Melaksanakan Penelitian

Yth. Kepala Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara
Jl. Prof. H. M. Yamin No.41AA, Perintis, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumut
di
Tempat

Dengan hormat, kami memohon bantuan Saudara agar dapat memberikan izin melaksanakan Penelitian di instansi yang Saudara pimpin kepada mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Feronika Paska Purba
NIM : 4203230030
Program Studi : S-1 Matematika
Dosen Pembimbing : Dr. Elmanani Simamora, M.Si
Judul Penelitian : Implementasi Fuzzy C Means (FCM) Dan Fuzzy Possibilistic C Means (FPCM) Untuk Pengelompokan Wilayah Kabupaten/Kota Berdasarkan Layanan Kesehatan dan Penyakit Menular di Prov. Sumatera Utara
Tempat Penelitian : Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara

Perlu diketahui bahwa kegiatan ini dilaksanakan untuk memperoleh data yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi mahasiswa tersebut guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat di FMIPA Unimed).

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.



a.n. Dekan,
Wakil Dekan Bidang Akademik

Dr. Jamalum Purba, M.Si
NIP. 19641207 199103 1 002

Lampiran 4 Surat Telah melaksanakan Penelitian**PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA UTARA
DINAS KESEHATAN**

Jalan Prof. H.M. Yamin SH No. 41 AA, Medan, Kode Pos 20234
Telepon (061) 4524550 – 4535320, Laman dinkes.sumutprov.go.id

Medan 12 September 2024

Nomor : 800.1.4.1/ 90Y//Dinkes/IX/2024
Sifat : Biasa
Lamp : -
Perihal : Surat Keterangan Selesai
Penelitian

Yth. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Medan
di -
Tempat

Sehubungan dengan Pelaksanaan Penelitian dilaksanakan oleh mahasiswa
Saudara yang bernama :

Nama : Feronika Paska Purba
NPM : 4203230030
Program Studi : S-1 Matematika
Judul : Implementasi Fuzzy C Means (FCM) dan Fuzzy Possibilistic
C Means (FPCM) untuk Pengelompokan Wilayah Kabupaten/
Kota Berdasarkan Layanan Kesehatan dan Penyakit Menular
di Prov. Sumatera Utara

Bersama ini kami menyatakan bahwa mahasiswa tersebut benar sudah
melaksanakan Penelitian di Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara.

Demikian Surat Keterangan Selesai Penelitian diperbuat untuk dapat
dipergunakan sebagaimana mestinya atas kerjasamanya diucapkan terima kasih.

SEKRETARIS DINAS KESEHATAN,


RUSDIN FINEM, SKM, M.Si
PEMBINA TK I (IVb)
NIP. 196904081992031004

Lampiran 5 Data Standarisasi

No	Jumlah Puskesmas	Jumlah Rumah Sakit	Jumlah TBC	Jumlah Diare	Jumlah HIV/AIDS	DBD
1	0.98501385	0.38873730	0.01824855	0.87965190	-0.03674582	-0.37040264
2	-0.36536122	-0.10089365	-0.19577830	-0.34792798	-0.20078618	0.05988909
3	-0.07599513	-0.39467222	-0.14931435	-0.44157608	-0.29728051	-0.21529748
4	146.729.066	175.970.396	151.277.788	460.371.518	0.69339460	274.170.730
5	-0.65472731	-0.49259841	-0.40687828	-0.23806071	-0.30049698	-0.65559599
6	0.02046023	-0.10089365	-0.15077778	148.173.583	-0.10429185	-0.18527713
7	-104.054.875	0.58458968	0.01751683	-0.53705765	0.09834624	-0.36539925
8	-104.054.875	-0.49259841	-0.44090306	-0.64325798	-0.32301233	115.062.858
9	252.829.964	499.126.823	519.769.817	0.78727313	545.056.497	411.764.015
10	-0.84763803	-0.19881984	-0.23053479	-0.47725826	-0.14932254	-0.42543995
11	0.02046023	0.38873730	0.07788338	-0.72689250	0.09191328	0.17496711
12	-132.991.484	-0.29674603	-0.18882700	-0.53804491	-0.24581686	-0.39541960
13	-104.054.875	-0.39467222	-0.29236477	-0.26429346	-0.21043561	-0.45546031
14	-0.94409339	-0.00296746	-0.18516842	-0.50137547	-0.03031286	-0.34038229
15	-0.36536122	-0.00296746	-0.08858195	-0.39390582	-0.08177651	-0.45546031
16	-0.17245050	-0.29674603	-0.29309649	-0.46428292	-0.31979585	-0.65559599
17	-0.07599513	-0.10089365	-0.26309614	0.03188275	-0.29728051	0.02986874
18	127.437.994	0.09495873	0.28898336	0.66132772	-0.27476516	-0.25532462
19	0.69564776	-0.19881984	-0.05858160	0.53072811	-0.28441460	-0.48047727
20	-0.65472731	-0.49259841	-0.25394970	-0.72816183	0.11764511	-0.14024660
21	-0.55827194	-0.39467222	-0.52358693	-0.20350682	-0.33909471	-0.53551458
22	166.020.138	-0.29674603	-0.44565921	-0.58515103	-0.33909471	-0.17026695
23	-0.75118267	-0.49259841	-0.52797723	-0.72491799	-0.33909471	-0.41543317
24	-0.17245050	-0.39467222	-0.29273063	-0.07643312	-0.32622880	-0.32537211
25	-0.17245050	-0.49259841	-0.30590151	0.02539508	-0.31336289	-0.54552137
26	-104.054.875	-0.49259841	-0.49724517	-0.57682989	-0.33587824	-0.42543995
27	-0.65472731	-0.49259841	-0.44126892	-0.33424746	-0.26833221	-0.32537211
28	0.11691559	-0.00296746	-0.03772771	-0.06924027	-0.12680719	-0.07520250
29	262.475.500	-0.00296746	0.22239723	114.790.293	-0.01423048	139.579.480
30	-0.26890586	-0.29674603	-0.33407257	-0.29193658	-0.28763107	-0.58554850
31	0.59919240	-0.49259841	-0.22285178	-0.43057525	-0.26189925	-0.41042978
32	0.21337095	-0.39467222	-0.19029043	-0.12452650	-0.18470379	-0.34038229
33	0.02046023	-0.39467222	-0.31834068	-0.43015214	-0.15897197	-0.12023303

Lampiran 6 Derajat Keanggotaan Awal

$$\mu_{ik} = \begin{bmatrix} 0,852482 & 0.147518 \\ 0.690746 & 0.309254 \\ 0.206578 & 0.793422 \\ 0.686211 & 0.313789 \\ 0.457446 & 0.542554 \\ 0.091268 & 0.908732 \\ 0.617043 & 0.382957 \\ 0.854358 & 0.145642 \\ 0.871522 & 0.128478 \\ 0.492939 & 0.507061 \\ 0.690671 & 0.309329 \\ 0.017264 & 0.982736 \\ 0.432508 & 0.567492 \\ 0.119541 & 0.880459 \\ 0.262491 & 0.737509 \\ 0.136718 & 0.863282 \\ 0.026406 & 0.973594 \\ 0.246381 & 0.753619 \\ 0.032627 & 0.967373 \\ 0.024057 & 0.975943 \\ 0.800685 & 0.199315 \\ 0.524291 & 0.475709 \\ 0.016155 & 0.983845 \\ 0.80293 & 0.19707 \\ 0.259648 & 0.740352 \\ 0.908794 & 0.091206 \\ 0.296572 & 0.703428 \\ 0.201538 & 0.798462 \\ 0.045841 & 0.954159 \\ 0.01092 & 0.98908 \\ 0.302626 & 0.697374 \\ 0.334006 & 0.665994 \\ 0.905219 & 0.094781 \end{bmatrix}$$

Lampiran 7 Syntax Bahasa Pemograman R

```
##Fuzzy C Means

# Install dan load library yang diperlukan
install.packages("readxl")
install.packages("ppclust")
install.packages("dplyr")

library(readxl)
library(ppclust)
library(dplyr)

# Baca data dari file Excel
library(readxl)

data <- read_excel("E:/SKRIPSI/Data/Data_Variabel.xlsx")
view(data)
# Hapus kolom non-numerik jika ada
data_numeric <- data[, sapply(data, is.numeric)]
# Hapus baris dengan NA
data_clean <- na.omit(data_numeric)
# Normalisasi data yang sudah dibersihkan
data_normalized <- scale(data_clean)
# Tentukan jumlah cluster yang diinginkan
num_clusters <- 2
# Lakukan Clustering Fuzzy C-Means dengan 2 cluster
fcm_result <- fcm(data_normalized, centers = num_clusters, m = 2)
# Fungsi untuk menghitung fungsi objektif FCM
calculate_fcm_objective <- function(data, centers, u, m) {
  n <- nrow(data)
  c <- nrow(centers)

  J <- 0

  for (i in 1:n) {
    for (j in 1:c) {
      d_ij <- sqrt(sum((data[i,] - centers[j,])^2))
      J <- J + u[i,j]^m * d_ij^2
    }
  }

  return(J)
}

# Hitung fungsi objektif
obj_function <- calculate_fcm_objective(data_normalized, fcm_result$v,
fcm_result$u, m = 2)

# Tentukan cluster untuk setiap data point
clusters <- apply(fcm_result$u, 1, which.max)

# Buat dataframe baru yang berisi data asli dan cluster
data_clustered <- data_clean
data_clustered$Cluster <- clusters

# Tambahkan nomor baris sebagai identifier
data_clustered$Row_Number <- row.names(data_clustered)

# Buat tabel hasil Clustering
cluster_table <- data_clustered %>%
  select(Row_Number, Cluster, everything()) %>%
  arrange(Cluster, Row_Number)

# Tampilkan tabel hasil Clustering
cat("\nTabel Hasil Clustering:\n")
print(head(as.data.frame(cluster_table), 33), row.names = FALSE)

# Hitung jumlah anggota setiap cluster
cluster_summary <- table(data_clustered$Cluster)
```

```

cat("\nJumlah Anggota per Cluster:\n")
print(cluster_summary)

# Tampilkan statistik deskriptif untuk setiap cluster
cat("\nStatistik Deskriptif per Cluster:\n")
for (i in 1:2) {
  cat("\nCluster", i, ":\n")
  print(summary(data_clustered[data_clustered$Cluster == i, !(names(data_clustered) %in% c("Cluster", "Row_Number"))]))
}

# Tampilkan pusat cluster pada iterasi terakhir
cat("\nPusat Cluster pada Iterasi Terakhir:\n")
print(fcm_result$v)

# Tampilkan jumlah iterasi
cat("\nJumlah Iterasi:", fcm_result$iter, "\n")

# Tampilkan fungsi objektif
cat("\nFungsi Objektif FCM:", obj_function, "\n")

# Tampilkan derajat keanggotaan pada iterasi terakhir
cat("\nDerajat Keanggotaan pada Iterasi Terakhir (33 baris pertama):\n")
print(head(fcm_result$u, 33))

# Hitung Partition Entropy (PE)
PE <- -sum(sum(fcm_result$u * log(fcm_result$u))) / nrow(data_clean)
cat("\nPartition Entropy (PE):", PE, "\n")

# Hitung Partition Coefficient (PC)
PC <- sum(rowSums(fcm_result$u^2)) / nrow(data_clean)
cat("\nPartition Coefficient (PC):", PC, "\n")

```

```

# Install dan load library yang diperlukan
if (!require(readxl)) install.packages("readxl")
if (!require(ppclust)) install.packages("ppclust")
if (!require(dplyr)) install.packages("dplyr")
library(readxl)
library(ppclust)
library(dplyr)

# Baca data dari file Excel
library(readxl)
data <- read_excel("E:/SKRIPSI/Data/Data_Variabel.xlsx")
view(data)

# Hapus kolom non-numerik jika ada
data_numeric <- data[, sapply(data, is.numeric)]

# Hapus baris dengan NA
data_clean <- na.omit(data_numeric)

# Normalisasi data yang sudah dibersihkan
data_normalized <- scale(data_clean)

# Lakukan Clustering Fuzzy Possibilistic C-Means
fpcm_result <- fpcm(data_normalized, centers = 2, m = 2, eta = 2)

# Fungsi untuk menghitung fungsi objektif FPCM
calculate_objective_function <- function(data, centers, u, t, m, eta) {
  n <- nrow(data)
  c <- nrow(centers)

  J_m <- 0
  J_eta <- 0

  for (i in 1:n) {
    for (j in 1:c) {
      d_ij <- sqrt(sum((data[i,] - centers[j,])^2))
    }
  }
}

```

```

    J_m <- J_m + u[i,j]^m * d_ij^2
    J_eta <- J_eta + t[i,j]^eta * d_ij^2
  }
  J_eta <- J_eta + sum((1 - t)^eta)
  return(list(J_m = J_m, J_eta = J_eta, J_total = J_m + J_eta))
}

# Hitung fungsi objektif
obj_function <- calculate_objective_function(data_normalized, fpcm_result$v, fpcm_result$u, fpcm_result$t, m = 2, eta = 2)

# Tentukan cluster untuk setiap data point
clusters <- apply(fpcm_result$u, 1, which.max)

# Buat dataframe baru yang berisi data asli dan cluster
data_clustered <- data_clean
data_clustered$Cluster <- clusters

# Tambahkan nomor baris sebagai identifier
data_clustered$Row_Number <- row.names(data_clustered)

# Buat tabel hasil Clustering
cluster_table <- data_clustered %>%
  select(Row_Number, Cluster, everything()) %>%
  arrange(Cluster, Row_Number)

# Tampilkan tabel hasil Clustering
cat("\nTabel Hasil Clustering:\n")
print(head(as.data.frame(cluster_table), 33), row.names = FALSE)

# Hitung jumlah anggota setiap cluster
cluster_summary <- table(data_clustered$Cluster)
cat("\nJumlah Anggota per Cluster:\n")
print(cluster_summary)

# Tampilkan statistik deskriptif untuk setiap cluster
cat("\nStatistik Deskriptif per Cluster:\n")
for (i in 1:2) {
  cat("\nCluster", i, ":\n")
  print(summary(data_clustered[data_clustered$Cluster == i, !(names(data_clustered) %in% c("Cluster", "Row_Number"))]))
}

# Tampilkan pusat cluster pada iterasi terakhir
cat("\nPusat Cluster pada Iterasi Terakhir:\n")
print(fpcm_result$v)

# Tampilkan derajat keanggotaan fuzzy pada iterasi terakhir
cat("\nDerajat Keanggotaan Fuzzy pada Iterasi Terakhir:\n")
print(head(fpcm_result$u, 33))

# Tampilkan derajat keanggotaan possibilistic pada iterasi terakhir
cat("\nDerajat Keanggotaan Possibilistic pada Iterasi Terakhir:\n")
print(head(fpcm_result$t, 33))

# Tampilkan jumlah iterasi
cat("\nJumlah Iterasi:", fpcm_result$iter, "\n")

# Tampilkan fungsi objektif
cat("\nFungsi Objektif:\n")
cat("J_m (Komponen Fuzzy):", obj_function$J_m, "\n")
cat("J_eta (Komponen Possibilistic):", obj_function$J_eta, "\n")
cat("J_total (Total):", obj_function$J_total, "\n")

# Hitung Partition Entropy (PE)
PE <- -sum(sum(fpcm_result$u * log(fpcm_result$u))) / nrow(data_clean)
cat("\nPartition Entropy (PE):", PE, "\n")

```

```
# Hitung Partition Coefficient (PC)
PC <- sum(rowSums(fpcm_result$u^2)) / nrow(data_clean)
cat("\nPartition Coefficient (PC):", PC, "\n")
```

```
library(readxl)
library(e1071)
library(ggplot2)

# Import data from Excel
data <- read_excel("E:/SKRIPSI/Data/kesehatan.xlsx")
View(data)
data <- as.matrix(data) # Convert to matrix

# Function to calculate Fuzzy Possibilistic C-Means
calculate_fpcm <- function(data, centers) {
  fpcm_result <- fpcm(data, centers = centers, m = 2, eta = 2,
                      stand = TRUE,
                      iter.max = 100, con.val = 1e-09)
  return(fpcm_result$func.val[length(fpcm_result$func.val)])
}

# Determine cluster range
max_clusters <- 10
cluster_range <- 2:max_clusters

# Calculate objective function values for each cluster
objective_vals <- sapply(cluster_range, function(k) calculate_fpcm(data,
  , k))

# Create dataframe for plotting
Elbow_data <- data.frame(clusters = cluster_range, objective = objectiv
e_vals)

# Plot results using ggplot2 with red and blue colors
ggplot(Elbow_data, aes(x = clusters, y = objective)) +
  geom_line(color = "blue", size = 1) + # Blue line
  geom_point(color = "red", size = 3) + # Red points
  theme_minimal() +
  labs(title = "Metode Elbow untuk Fuzzy Possibilistic C-Means",
       x = "Jumlah Cluster",
       y = "Nilai Fungsi Objektif")

# Optional: save the plot
# ggsave("fpcm_Elbow_plot.png", width = 10, height = 6)
```

```
# Fungsi untuk menghitung Silhouette Score untuk hasil fuzzy Clustering
calculate_silhouette_score <- function(data, u, centers) {
  n <- nrow(data)
  k <- nrow(centers)

  silhouette_scores <- numeric(n)

  for (i in 1:n) {
    # a(i): rata-rata jarak ke titik lain dalam cluster yang sama
    same_cluster <- which(u[i,] == max(u[i,]))
    if (length(same_cluster) > 1) {
      distances_to_same_cluster <- sapply(same_cluster, function(j) euc
clidean_distance(data[i,], data[j,]))
      a_i <- mean(distances_to_same_cluster)
    } else {
      a_i <- 0 # Tidak ada jarak yang valid
    }

    # b(i): rata-rata jarak ke titik-titik dalam cluster lain yang terd
ekat
    distances_to_other_clusters <- numeric(k - 1)
    for (c in setdiff(1:k, same_cluster)) {
      other_cluster <- which(u[,c] == max(u[,c]))
      if (length(other_cluster) > 0) {
        distances_to_other_cluster <- sapply(other_cluster, function(j)
```

```

euclidean_distance(data[i,], data[j,]))
distances_to_other_clusters[c] <- mean(distances_to_other_clusters)
} else {
distances_to_other_clusters[c] <- Inf # Jika cluster lain tidak memiliki titik
}
}

b_i <- min(distances_to_other_clusters)

# Hitung nilai Silhouette untuk titik ke-i
if (is.finite(a_i) && is.finite(b_i) && a_i != b_i) {
silhouette_scores[i] <- (b_i - a_i) / max(a_i, b_i)
} else {
silhouette_scores[i] <- NA # Tandai sebagai NA jika tidak valid
}
}

return(silhouette_scores)
}

# Tentukan rentang jumlah cluster yang akan diuji
num_clusters <- 2:10
silhouette_means <- numeric(length(num_clusters))

# Loop untuk setiap jumlah cluster dan hitung Silhouette Score
for (k in num_clusters) {
# Lakukan Clustering Fuzzy Possibilistic C-Means
fpcm_result <- fpcm(data_normalized, centers = k, m = 2, eta = 2)

# Hitung Silhouette Score
silhouette_scores <- calculate_silhouette_score(data_normalized, fpcm_result$u, fpcm_result$v)
silhouette_means[which(num_clusters == k)] <- mean(silhouette_scores, na.rm = TRUE)
}

# Buat data frame untuk plotting
silhouette_df <- data.frame(
Clusters = num_clusters,
Silhouette_Mean = silhouette_means
)

# Plot hasil Silhouette Score dengan warna
ggplot(silhouette_df, aes(x = Clusters, y = Silhouette_Mean)) +
geom_line(color = "#2E86C1", size = 1) + # warna biru untuk garis
geom_point(color = "#E74C3C", size = 3) + # warna merah untuk titik
labs(title = "Silhouette Score Analysis",
x = "Jumlah Cluster",
y = "Rata-rata Silhouette Score") +
theme_minimal() +
theme(
plot.title = element_text(color = "#17202A", size = 14, face = "bold"),
axis.title = element_text(color = "#2C3E50", size = 12),
axis.text = element_text(color = "#34495E"),
panel.grid.major = element_line(color = "#BDC3C7"),
panel.grid.minor = element_line(color = "#EAECEE")
)

# Tampilkan hasil
print(silhouette_df)

```

Lampiran 8 Hasil Output Fuzzy C Means cluster 2

Tabel Hasil Clustering:

```
>
> print(head(as.data.frame(cluster_table), 33), row.names = FALSE)
Row_Number Cluster Jumlah Puskesmas Jumlah Rumah Sakit Jumlah TBC Jumlah Diare Jumlah HIV/AIDS
s DBD
4 1 34 24 5650 37885 321 690
9 1 45 57 15722 10825 1800 965
1 2 29 10 1565 11480 94 68
10 2 10 4 885 1859 59 57
11 2 19 10 1728 89 134 177
12 2 5 3 999 1428 29 63
13 2 8 2 716 3369 40 51
14 2 9 6 1009 1688 96 74
15 2 15 6 1273 2450 80 51
16 2 17 3 714 1951 6 11
17 2 18 5 796 5469 13 148
18 2 32 7 2305 9932 20 91
19 2 26 4 1355 9006 17 46
2 2 15 5 980 2776 43 154
20 2 12 1 821 80 142 114
21 2 13 2 84 3800 0 35
22 2 36 3 297 1094 0 108
23 2 11 1 72 103 0 59
24 2 17 2 715 4701 4 77
25 2 17 1 679 5423 8 33
26 2 8 1 156 1153 1 57
27 2 12 1 309 2873 22 77
28 2 20 6 1412 4752 66 127
29 2 46 6 2123 13382 101 421
3 2 18 2 1107 2112 13 99
30 2 16 3 602 3173 16 25
31 2 25 1 906 2190 24 60
32 2 21 2 995 4360 48 74
33 2 19 2 645 2193 56 118
5 2 12 1 403 3555 12 11
6 2 19 5 1103 15749 73 105
7 2 8 12 1563 1435 136 69
8 2 8 1 310 682 5 372
```

```
> # Hitung jumlah anggota setiap cluster
> cluster_summary <- table(data_clustered$Cluster)
> cat("\nJumlah Anggota per Cluster:\n")
```

Jumlah Anggota per Cluster:

```
> print(cluster_summary)
```

```
1 2
2 31
```

```
> # Tampilkan pusat cluster pada iterasi terakhir
> cat("\nPusat Cluster pada Iterasi Terakhir:\n")
```

Pusat Cluster pada Iterasi Terakhir:

```
> print(fcm_result$v)
Jumlah Puskesmas Jumlah Rumah Sakit Jumlah TBC Jumlah Diare Jumlah HIV/AIDS DBD
Cluster 1 2.2574586 4.0333702 4.1282009 1.7173840 4.1054220 3.6773866
Cluster 2 -0.1546154 -0.2094748 -0.2108409 -0.1616317 -0.1942821 -0.2209779
```

```
> # Tampilkan jumlah iterasi
> cat("\nJumlah Iterasi:", fcm_result$iter, "\n")
```

Jumlah Iterasi: 60

```
> # Tampilkan fungsi objektif
> cat("\nFungsi Objektif FCM:", obj_function, "\n")
```

Fungsi Objektif FCM: 62.89654

```
> #Tampilkan derajat keanggotaan pada iterasi terakhir
> cat("\nDerajat Keanggotaan pada Iterasi Terakhir (33 baris pertama):\n")
)
```

Derajat Keanggotaan pada Iterasi Terakhir (33 baris pertama):

```
> print(head(fcm_result$u, 33))
Cluster 1 Cluster 2
1 0.0412393735 0.95876063
2 0.0021600154 0.99783998
3 0.0016119151 0.99838808
4 0.5549632892 0.44503671
5 0.0062389600 0.99376104
6 0.0363313918 0.96366861
7 0.0217454487 0.97825455
8 0.0350911592 0.96490884
```

```

9 0.9583386705 0.04166133
10 0.0071809471 0.99281905
11 0.0147001077 0.98529989
12 0.0169234530 0.98307655
13 0.0098463782 0.99015362
14 0.0097830958 0.99021690
15 0.0027863726 0.99721363
16 0.0035483762 0.99645162
17 0.0016995327 0.99830047
18 0.0438154515 0.95618455
19 0.0168646940 0.98313531
20 0.0088648083 0.99113519
21 0.0045900725 0.99540993
22 0.0426531168 0.95734688
23 0.0096481386 0.99035186
24 0.0009152043 0.99908480
25 0.0028203174 0.99717968
26 0.0123362533 0.98766375
27 0.0047921214 0.99520788
28 0.0024550759 0.99754492
29 0.1852097923 0.81479021
30 0.0022417862 0.99775821
31 0.0091368382 0.99086316
32 0.0023070654 0.99769293
33 0.0019569561 0.99804304
>
>
> # Hitung Partition Entropy (PE)
> PE <- -sum(sum(fcm_result$u * log(fcm_result$u))) / nrow(data_clean)
>
> cat("\nPartition Entropy (PE):", PE, "\n")

Partition Entropy (PE): 0.09622375
>
>
> # Hitung Partition Coefficient (PC)
> PC <- sum(rowSums(fcm_result$u^2)) / nrow(data_clean)
> cat("\nPartition Coefficient (PC):", PC, "\n")

Partition Coefficient (PC): 0.9512696

```

Lampiran 9. Hasil Output Fuzzy Possibilistic C Means cluster 3

```

> # Tampilkan tabel hasil Clustering
> cat("\nTabel Hasil Clustering :\n")

Tabel Hasil Clustering :
> print(head(as.data.frame(cluster_table), 33), row.names = FALSE)

```

Row_Number	Cluster	Jumlah Puskesmas	Jumlah Rumah Sakit	Jumlah TBC	Jumlah Diare	Jumlah HIV/AIDS	DBD
10	1	10	4	885	1859	59	57
11	1	19	10	1728	89	134	177
12	1	5	3	999	1428	29	63
13	1	8	2	716	3369	40	51
14	1	9	6	1009	1688	96	74
15	1	15	6	1273	2450	80	51
16	1	17	3	714	1951	6	11
17	1	18	5	796	5469	13	148
2	1	15	5	980	2776	43	154
20	1	12	1	821	80	142	114
21	1	13	2	84	3800	0	35
23	1	11	1	72	103	0	59
24	1	17	2	715	4701	4	77
25	1	17	1	679	5423	8	33
26	1	8	1	156	1153	1	57
27	1	12	1	309	2873	22	77
28	1	20	6	1412	4752	66	127
3	1	18	2	1107	2112	13	99
30	1	16	3	602	3173	16	25
31	1	25	1	906	2190	24	60
32	1	21	2	995	4360	48	74
33	1	19	2	645	2193	56	118
5	1	12	1	403	3555	12	11
7	1	8	12	1563	1435	136	69
8	1	8	1	310	682	5	372
1	2	29	10	1565	11480	94	68
18	2	32	7	2305	9932	20	91
19	2	26	4	1355	9006	17	46
22	2	36	3	297	1094	0	108
29	2	46	6	2123	13382	101	421
4	2	34	24	5650	37885	321	690
6	2	19	5	1103	15749	73	105

```

          9          3          45          57          15722          10825          1800 965
> # Hitung jumlah anggota setiap cluster
> cluster_summary <- table(data_clustered$cluster)
> cat("\nJumlah Anggota per Cluster:\n")

```

```

Jumlah Anggota per Cluster:
> print(cluster_summary)

```

```

  1  2  3
25  7  1
> # Tampilkan pusat cluster pada iterasi terakhir
> cat("\nPusat Cluster pada Iterasi Terakhir:\n")

```

```

Pusat Cluster pada Iterasi Terakhir:
> print(fpcm_result$v)

```

	Jumlah Puskesmas	Jumlah Rumah Sakit	Jumlah TBC	Jumlah Diare	Jumlah HIV/AIDS	DBD
Cluster 1	-0.443013	-0.2685694	-0.2656301	-0.3440864	-0.2053231	-0.2861275
Cluster 2	1.115626	0.1252914	0.1079999	0.8673602	-0.1169430	0.1149439
Cluster 3	2.503004	4.9122010	5.1082539	0.8730050	5.3365042	4.0825920

```

> # Tampilkan derajat keanggotaan fuzzy pada iterasi terakhir
> cat("\nDerajat Keanggotaan Fuzzy pada Iterasi Terakhir:\n")

```

```

Derajat Keanggotaan Fuzzy pada Iterasi Terakhir:
> print(head(fpcm_result$u, 33))

```

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
1	0.0758976849	0.9209183555	0.003183960
2	0.9587981969	0.0398155648	0.001386238
3	0.9492652374	0.0491821023	0.001552660
4	0.2883586898	0.4978579826	0.213783328
5	0.9519809346	0.0459503114	0.002068754
6	0.3272387543	0.6617347308	0.011026515
7	0.8368301040	0.1529400064	0.010229890
8	0.7569734325	0.2259480260	0.017078541
9	0.0003063345	0.0003697156	0.999323950
10	0.9654352691	0.0328471276	0.001717603
11	0.7537702395	0.2368343283	0.009395432
12	0.9039769188	0.0898210757	0.006202005
13	0.9395047867	0.0573615516	0.003133662
14	0.9403388832	0.0564825748	0.003178542
15	0.9629827402	0.0356776835	0.001339576
16	0.9467968618	0.0513141796	0.001888959
17	0.84777837074	0.1490228492	0.003193443
18	0.0562564822	0.9412218244	0.002521693
19	0.2706450889	0.7239887658	0.005366145
20	0.9420447402	0.0549535028	0.003001757
21	0.9615392385	0.0369435586	0.001517203
22	0.3928636657	0.5910627362	0.016073598
23	0.9449456884	0.0521154658	0.002938846
24	0.9463316628	0.0522301995	0.001438138
25	0.9065303419	0.0908919153	0.002577743
26	0.9303924848	0.0655922197	0.004015295
27	0.9755401606	0.0234110159	0.001048824
28	0.7728549067	0.2229814939	0.004163599
29	0.2063801760	0.7572168211	0.036403003
30	0.9674792765	0.0314256402	0.001095083
31	0.6967806433	0.2961329557	0.007086401
32	0.8215507904	0.1747694127	0.003679797
33	0.9240865597	0.0737073911	0.002206049

```

> # Tampilkan derajat keanggotaan possibilistic pada iterasi terakhir
> cat("\nDerajat Keanggotaan Possibilistic pada Iterasi Terakhir:\n")

```

```

Derajat Keanggotaan Possibilistic pada Iterasi Terakhir:
> print(head(fpcm_result$t, 33))

```

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	2.814352e-03	0.1960482296	0.0003706793
[2,]	7.240201e-02	0.0172610928	0.0003286566
[3,]	6.144226e-02	0.0182758972	0.0003155274
[4,]	2.533268e-04	0.0025109928	0.0005896616
[5,]	4.230240e-02	0.0117224172	0.0002886201
[6,]	3.184522e-03	0.0369705082	0.0003368983
[7,]	8.837761e-03	0.0092729531	0.0003392009
[8,]	4.412260e-03	0.0075610306	0.0003125448
[9,]	9.660539e-05	0.0006693683	0.9894474079
[10,]	5.471999e-02	0.0106883892	0.0003056517
[11,]	9.482752e-03	0.0171053525	0.0003711019
[12,]	1.361351e-02	0.0077657435	0.0002932419
[13,]	2.812721e-02	0.0098591747	0.0002945512
[14,]	2.975192e-02	0.0102597565	0.0003157473
[15,]	7.448837e-02	0.0158437716	0.0003253257
[16,]	4.814068e-02	0.0149790663	0.0003015497
[17,]	2.787124e-02	0.0281265203	0.0003296184
[18,]	2.609392e-03	0.2506402268	0.0003672317
[19,]	5.338247e-03	0.0819827146	0.0003323089
[20,]	3.121911e-02	0.0104552972	0.0003123242
[21,]	5.878168e-02	0.0129659895	0.0002912055
[22,]	2.528846e-03	0.0218426863	0.0003248438
[23,]	2.920628e-02	0.0092475787	0.0002851854
[24,]	6.471907e-02	0.0205070200	0.0003087951
[25,]	3.376466e-02	0.0194355710	0.0003014399
[26,]	2.084566e-02	0.0084371115	0.0002824542

```

[27,] 8.744711e-02 0.0120479327 0.0002951778
[28,] 2.044919e-02 0.0338718539 0.0003458821
[29,] 7.761966e-04 0.0163499338 0.0004298550
[30,] 8.519794e-02 0.0158877923 0.0003027719
[31,] 9.873808e-03 0.0240916934 0.0003152792
[32,] 2.281083e-02 0.0278589090 0.0003207832
[33,] 4.249081e-02 0.0194574248 0.0003184774
> # Tampilkan jumlah iterasi
> cat("\nJumlah Iterasi:", fpcm_result$iter, "\n")

Jumlah Iterasi: 60
> # Tampilkan fungsi objektif
> cat("\nFungsi Objektif:\n")

Fungsi Objektif:
> cat("J_m (Komponen Fuzzy):", obj_function$J_m, "\n")
J_m (Komponen Fuzzy): 31.35456
> cat("J_eta (Komponen Possibilistic):", obj_function$J_eta, "\n")
J_eta (Komponen Possibilistic): 94.26341
> cat("J_total (Total):", obj_function$J_total, "\n")
J_total (Total): 125.618
> # Hitung Partition Entropy (PE)
> PE <- -sum(sum(fpcm_result$u * log(fpcm_result$u))) / nrow(data_clean)
> cat("\nPartition Entropy (PE):", PE, "\n")

Partition Entropy (PE): 0.3643184
> # Hitung Partition Coefficient (PC)
> PC <- sum(rowSums(fpcm_result$u^2)) / nrow(data_clean)
> cat("\nPartition Coefficient (PC):", PC, "\n")

Partition Coefficient (PC): 0.7931077

```