



TUGAS AKHIR - KS 184822

**PENGELOMPOKKAN MUTU SEKOLAH DASAR DI
INDONESIA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL
PENDIDIKAN DENGAN METODE FUZZY C-MEANS
DAN IMPUTASI MISSING VALUE DENGAN METODE
REGRESI**

NUR ACHMEY SELGI HARWANTI

NRP 062116 4000 0045

**Dosen Pembimbing
Dr. Dra. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc.**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020**



TUGAS AKHIR - KS 184822

**PENGELOMPOKKAN MUTU SEKOLAH DASAR DI
INDONESIA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL
PENDIDIKAN DENGAN METODE FUZZY C-MEANS
DAN IMPUTASI *MISSING VALUE* DENGAN METODE
REGRESI**

NUR ACHMEY SELGI HARWANTI

NRP 062116 4000 0045

**Dosen Pembimbing
Dr. Dra. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020**



FINAL PROJECT - KS 184822

**CLUSTERING OF ELEMENTARY SCHOOL QUALITY
IN INDONESIA BASED ON NATIONAL EDUCATION
STANDARDS WITH FUZZY C-MEANS METHOD AND
IMPUTATION MISSING VALUE WITH REGRESSION
METHOD**

**NUR ACHMEY SELGI HARWANTI
SN 062116 4000 0045**

**Supervisor
Dr. Dra. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGELOMPOKKAN MUTU SEKOLAH DASAR DI INDONESIA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL PENDIDIKAN DENGAN METODE FUZZY C-MEANS DAN IMPUTASI MISSING VALUE DENGAN METODE REGRESI

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Statistika
pada

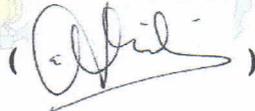
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Nur Achmey Selgi Harwanti
NRP. 062116 4000 0045

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. Dra. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc
NIP. 19570724 198503 2 002



Mengetahui,
Kepala Departemen



Dr. Dra. Kartika Fithriasari, M.Si.
NIP. 19691212 199303 2 002

SURABAYA, JULI 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**PENGELOMPOKAN MUTU SEKOLAH DASAR DI
INDONESIA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL
PENDIDIKAN DENGAN METODE FUZZY C-MEANS DAN
IMPUTASI MISSING VALUE DENGAN METODE REGRESI**

Nama Mahasiswa : Nur Achmey Selgi Harwanti
NRP : 062116 4000 0045
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. Dra. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc

Abstrak

Pendidikan adalah hal yang sangat penting bagi bangsa. Mutu pendidikan yang baik akan mencetak generasi yang berkualitas dan menjadi kunci untuk membangun dan memperbaiki negara. Dalam konsep pendidikan, pemerintah telah memberikan acuan agar sekolah di Indonesia memiliki kualitas yang baik, salah satunya adalah dengan menerbitkan Standar Nasional Pendidikan (SNP). Pada penelitian ini dilakukan pengelompokan mutu pendidikan pada 142.294 sekolah dasar tahun 2018 menggunakan metode Fuzzy C-Means pada sekolah dan kota di Indonesia dengan variabel yang digunakan adalah delapan standar nasional pendidikan yaitu standar kompetensi kelulusan, standar isi, standar proses, standar penilaian, standar PTK, standar sarana prasarana, standar pengelolaan, dan standar pembiayaan. Sebelum melakukan pengelompokan dilakukan imputasi missing value dengan menggunakan metode regresi. Digunakan metode Fuzzy C-Means pada clustering dikarenakan data SNP SD di Indonesia memiliki banyak data outlier sehingga lebih cocok digunakan metode Fuzzy C-Means. Berdasarkan nilai pseudo f jumlah kelompok sekolah di Indonesia yang optimum adalah 4 dan jumlah kelompok kota di Indonesia yang optimum adalah 3. Hampir semua kota di Pulau Jawa berada pada cluster terbaik sedangkan kota di Pulau Papua hampir semuanya berada pada cluster yang kurang baik.

Kata Kunci : SNP, Sekolah Dasar, Clustering, Fuzzy C-Means, imputasi missing value, regresi

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

CLUSTERING OF ELEMENTARY SCHOOL QUALITY IN INDONESIA BASED ON NATIONAL EDUCATION STANDARDS WITH FUZZY C-MEANS METHOD AND IMPUTATION MISSING VALUE WITH REGRESSION METHOD

Name : Nur Achmey Selgi Harwanti
Student Number : 062116 4000 0045
Department : Statistika
Supervisor : Dr. Dra. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc

Abstract

Education is a very important thing for the nation. Good quality education will produce a a good quality generation and be the key to building and improving the country. In the concept of education, the government has provided a reference so that schools in Indonesia have good quality, one of them is by issuing National Education Standards (SNP). In this study a grouping of quality education was conducted in 142,294 elementary schools in 2018 using the Fuzzy C-Mean method in schools and cities in Indonesia with the variables used are eight national education standards namely graduation competency standards, content standards, process standards, assessment standards, educators and education personnel standards, infrastructure standards, management standards, and financing standards. before clustering, the imputation of the missing value was carried out using the regression method. Fuzzy C-Means method is used on clustering because SNP SD data in Indonesia has a lot of outlier data so it is more suitable to use the Fuzzy C-Means method. Based on the pseudo f value, the optimum number of school groups in Indonesia is 4 and the optimum number of city groups in Indonesia is 3. Almost all cities in Java are in the best cluster, while cities in Papua Island are almost all in the worst cluster.

Keywords: *SNP, Elementary Schools, Clustering, Fuzzy C-Means, Missing Value Imputation, Regression.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGELOMPOKAN MUTU SEKOLAH DASAR DI INDONESIA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL PENDIDIKAN DENGAN METODE FUZZY C-MEANS DAN IMPUTASI MISSING VALUE DENGAN METODE REGRESI”**.

Penulis menyadari bahwa penyusunan dan penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis, Bapak Purwanto dan Ibu Hartatik, yang telah mendoakan, memberikan waktu, semangat, perhatian serta dukungan baik moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
2. Ibu Dr. Dra. Agnes tuti Rumiati, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan kepada penulis.
3. Ibu Dr. Dra. Ismaini Zain, M.Si dan Ibu Erma Oktania Permatasari, S.Si, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan untuk kesempurnaan tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Dra. Kartika Fithriasari selaku Kepala Departemen Statistika dan Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si., M.Si selaku Sekretaris Departemen Statistika Bidang Akademik dan Kemahasiswaan yang telah menyediakan fasilitas untuk mendukung kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Puhadi, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan dan wawasan seputar akademik selama masa perkuliahan penulis.
6. Seluruh dosen Departemen Statistika ITS yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan, beserta seluruh karyawan Departemen Statistika ITS yang telah membantu

kelancaran dan kemudahan dalam pelaksanaan kegiatan perkuliahan.

7. Kakak tingkat penulis, Mbak Kasmawarni, Mbak Dyah Anggun, Mbak Nur Hayati, Mas Nanda Prasetya, Mbak Yuwanita Nirmala, serta Mas Amri Muhaimin yang telah membantu penulis dalam pengambilan data maupun mengolah data Tugas Akhir ini.
8. Mas Arif Rahman Hakim yang telah mendukung, memberikan motivasi, semangat, dan membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Standar Nasional Pendidikan.....	7
2.2 Sistem Pendataan Mutu Pendidikan	11
2.3 Imputasi <i>Missing Value</i>	14
2.4 Analisis <i>Cluster</i>	16
2.5 <i>Fuzzy C-Means</i>	16
2.6 <i>Pseudo F-Statistics</i>	19
2.7 Penelitian Sebelumnya	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Sumber Data.....	23
3.2 Variabel Penelitian	23
3.3 Struktur Data	27
3.4 Langkah Penelitian.....	27
3.5 Diagram Alir	30

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	31
4.1 <i>Preprocessing</i> dan Karakteristik Data	31
4.2 Pengelompokan Mutu Pendidikan Jenjang SD	37
4.3 Pengelompokan Mutu Rata-Rata Sekolah Tiap Kota di Indonesia berdasarkan SNP Jenjang SD	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	56
BIODATA PENULIS.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Rentang capaian SNP pada pengelompokan.....	14
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4. 1	Perbandingan Histogram S6 Sebelum dan Setelah ...	33
Gambar 4. 2	Histogram 8 Standar Nasional Pendidikan	34
Gambar 4. 3	<i>Boxplot</i> 8 Standar Nasional Pendidikan.....	35
Gambar 4. 4	Capaian SNP per Kategori	36
Gambar 4. 5	Radar <i>Chart</i> Rata-rata tiap <i>cluster</i>	39
Gambar 4. 6	Rentang Capaian Kemendikbud <i>Cluster</i> 1	41
Gambar 4. 7	Rentang Capaian Kemendikbud <i>Cluster</i> 2.....	41
Gambar 4. 8	Rentang Capaian Kemendikbud <i>Cluster</i> 3.....	42
Gambar 4. 9	Rentang Capaian Kemendikbud <i>Cluster</i> 4.....	43
Gambar 4. 10	Radar <i>Chart</i> Rata-rata tiap <i>cluster</i> Kota	46
Gambar 4. 11	Rentang Capaian Kemendikbud <i>Cluster</i> A.....	47
Gambar 4. 12	Rentang Capaian Kemendikbud <i>Cluster</i> B	48
Gambar 4. 13	Rentang Capaian Kemendikbud <i>Cluster</i> C	48
Gambar 4. 14	Peta <i>cluster</i> kota di Indonesia	49

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tahapan capaian SNP oleh Kemendikbud	14
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian <i>Clustering</i>	23
Tabel 3. 2 Variabel Imputasi <i>Missing Value</i>	26
Tabel 3. 3 Variabel Penelitian <i>Clustering</i>	27
Tabel 3. 4 Struktur Data Penelitian.....	27
Tabel 4. 1 Jumlah <i>Missing Value</i> Sub Indikator Standar Sarpras ...	31
Tabel 4. 2 Perbedaan Standar Sarpras Sebelum dan Setelah I.....	33
Tabel 4. 3 Deskriptif Standar Nasional Pendidikan jenjang SD.....	34
Tabel 4. 4 Perbedaan Standar Sarpras Sebelum dan Setelah	37
Tabel 4. 5 Banyak Anggota <i>Cluster</i>	38
Tabel 4. 6 Pseudo F	38
Tabel 4. 7 Rata-Rata tiap <i>Cluster</i>	39
Tabel 4. 8 Rata-rata tiap kelompok dengan rentang capaian	40
Tabel 4. 9 Status Pemeringkatan <i>Cluster</i>	43
Tabel 4. 10 Perbandingan Anggota Kelompok.....	44
Tabel 4. 11 Rata-Rata Rasio Guru Murid dan Rasio Rombel.....	44
Tabel 4. 12 Banyak Anggota <i>Cluster</i> Kota.....	45
Tabel 4. 13 Pseudo F Kota.....	45
Tabel 4. 14 Rata-rata tiap kelompok kota dengan rentang capaian ..	46
Tabel 4. 15 Status Pemeringkatan <i>Cluster</i> Kota.....	49

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data SNP Sekolah Dasar di Indonesia	53
Lampiran 2a	Kota dalam <i>Cluster A</i>	59
Lampiran 2b	Kota dalam <i>Cluster B</i>	63
Lampiran 2c	Kota dalam <i>Cluster C</i>	66
Lampiran 3	<i>Output Fuzzy C-Means 4 Cluster</i>	67
Lampiran 4	<i>Output Fuzzy C-Means 5 Cluster</i>	71
Lampiran 5	<i>Output Fuzzy C-Means 6 Cluster</i>	79
Lampiran 6	<i>Output Fuzzy C-Means 3 Cluster Kota</i>	85
Lampiran 7	<i>Output Fuzzy C-Means 4 Cluster Kota</i>	89
Lampiran 8	<i>Syntax R Fuzzy C-Means</i>	93

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan adalah hal yang sangat penting bagi bangsa. Mutu pendidikan yang baik akan mencetak generasi yang berkualitas dan menjadi kunci untuk membangun dan memperbaiki negara. Pemerintah Indonesia telah melakukan beberapa upaya di bidang pendidikan, salah satunya dengan menerbitkan program wajib belajar sejak 2 Mei 1984. Menurut undang-undang tentang sistem pendidikan nasional pasal 1 ayat 18 wajib belajar adalah program pendidikan minimal yang harus diikuti oleh Warga Negara Indonesia atas tanggung jawab Pemerintah dan Pemerintah Daerah. Hal ini diperjelas pada Pasal 6 yang menyebutkan bahwa setiap warga negara yang berusia tujuh hingga lima belas tahun wajib mengikuti pendidikan dasar dan menengah yakni Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), dan Sekolah Menengah Atas (SMA). Dari ketiga jenjang sekolah di Indonesia jumlah sekolah terbanyak adalah pada jenjang SD. Jumlah sekolah dasar di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik pada tahun ajaran 2017/2018 adalah sebanyak 148.244 sekolah yang tersebar di seluruh provinsi di Indonesia dengan APK (Angka Partisipasi Kasar) jenjang sekolah dasar di Indonesia sebesar 108,61% dimana nilai ini lebih dari 100% yang artinya jumlah murid SD/ sederajat lebih banyak dibandingkan jumlah anak usia SD (7-12 tahun). Data BPS juga menunjukkan bahwa hampir seluruh provinsi di Indonesia sudah mencapai APK SD melebihi angka 100% kecuali Papua yang hanya mencapai 94,47%. Data tersebut menunjukkan bahwa jumlah SD/ sederajat di Indonesia sudah cukup dan hampir seluruh penduduk usia SD (7-12) telah terlayani pendidikannya. Dari sekian banyaknya sekolah dasar yang ada di Indonesia masih dipertanyakan kualitas dari sekolah-sekolah tersebut.

Ada beberapa alat pengukuran yang diterapkan untuk mengukur kualitas pendidikan di tiap negara, salah satunya adalah PISA yang dilakukan The Organisation for Economic Co-

operation and Development (OECD). Programme for International Student Assessment (PISA) merupakan survei evaluasi sistem pendidikan di dunia yang mengukur kinerja siswa kelas pendidikan menengah. Penilaian ini dilakukan setiap tiga tahun sekali dan dibagi menjadi tiga poin utama, yaitu literasi, matematika, dan sains. Hasil pada tahun 2018 mengukur kemampuan 600 ribu anak berusia 15 tahun dari 79 negara. Hasil pada tahun 2018 yang diumumkan pada bulan Desember 2019 menempatkan siswa Indonesia di jajaran nilai terendah terhadap pengukuran membaca, matematika, dan sains. Pada kategori kemampuan membaca, Indonesia menempati peringkat ke-6 dari bawah (74) dengan skor rata-rata 371. Turun dari peringkat 64 pada tahun 2015. Lalu pada kategori matematika, Indonesia berada di peringkat ke-7 dari bawah (73) dengan skor rata-rata 379. Turun dari peringkat 63 pada tahun 2015. Sementara pada kategori kinerja sains, Indonesia berada di peringkat ke-9 dari bawah (71), yakni dengan rata-rata skor 396. Turun dari peringkat 62 pada tahun 2015 (OECD, 2019). Selain itu kualitas pendidikan juga dapat dilihat dari angka human development index (HDI). Berdasarkan data United Nation for Development Programme (UNDP), Indonesia berada pada posisi 108 dari 110 negara di dunia dan jauh tertinggal dari negara-negara tetangga di ASEAN (UNDP, 2010).

Di Indonesia pemerintah telah memberikan acuan agar sekolah di Indonesia memiliki kualitas yang baik, salah satunya adalah dengan menerbitkan Standar Nasional Pendidikan (SNP). Menurut Peraturan Pemerintah nomor 19 tahun 2005 bab 1 pasal 1 ayat 1, yang dimaksud dengan standar nasional pendidikan adalah kriteria minimal tentang sistem pendidikan di seluruh wilayah hukum Negara Kesatuan Republik Indonesia. Setiap Lembaga pendidikan dituntut untuk memenuhi kriteria minimum yang telah ditentukan guna tercapainya tujuan pemerataan pendidikan di wilayah hukum Negara Kesatuan Republik Indonesia. Nana Sudjana (2006) menyatakan bahwa standar nasional pendidikan pada hakekatnya menjadi arah dan tujuan penyelenggaraan pendidikan. Dengan kata lain standar nasional pendidikan harus menjadi acuan sekaligus

kriteria dalam menetapkan keberhasilan penyelenggaraan pendidikan. Peraturan mengenai standar nasional pendidikan dituangkan dalam Peraturan Pemerintah nomor 19 tahun 2005, dalam peraturan tersebut disebutkan bahwa standar nasional pendidikan meliputi standar kompetensi lulusan, standar isi, standar proses, standar penilaian, standar pendidik dan tenaga kependidikan, standar sarana prasarana, standar pengelolaan, dan standar pembiayaan. Standar nasional pendidikan merupakan bagian dari amanat UU No. 20 tahun 2003, yang kemudian dijabarkan dalam PP No. 32 Tahun 2013 tentang Standar Nasional Pendidikan. Standar Nasional Pendidikan digunakan sebagai acuan pengembangan kurikulum, tenaga kependidikan, sarana dan prasarana, pengelolaan, dan pembiayaan dan pengembangan standar nasional pendidikan serta pemantauan dan pelaporan pencapaiannya secara nasional dilaksanakan oleh suatu badan standarisasi, penjaminan, dan pengendalian mutu pendidikan. Dengan adanya standar nasional pendidikan diharapkan penerapan kebijakan dalam setiap sekolah menjadi lebih terarah serta dapat pemeratakan standar mutu pendidikan di Indonesia. Namun demikian persoalan yang dihadapi Indonesia adalah kualitas dari setiap sekolah yang masih jauh dari yang diharapkan terutama Indonesia daerah timur

Pemerintah khususnya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan telah melakukan evaluasi mutu pendidikan jenjang sekolah dasar yang dilaksanakan periodik setiap tahun. Hasil evaluasi mutu tersebut adalah nilai capaian pada masing-masing standar nasional pendidikan dan dihasilkan lima kelompok yakni menuju SNP 1 (M1), menuju SNP 2 (M2), menuju SNP 3 (M3), menuju SNP 4 (M4), dan telah SNP. Selain dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan penelitian mengenai pemetaan sekolah berdasarkan SNP telah beberapa kali dilakukan sebelumnya, diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Dyah Anggun Sekar Faradisa yang berjudul Pemetaan Mutu SMK Negeri di Jawa Timur menggunakan Metode Fuzzy C-Means dan K-Means. Pada penelitian tersebut didapatkan bahwa metode

pengelompokan terbaik adalah menggunakan metode K-means dengan 4 cluster. Selain itu juga dilakukan penelitian yang berjudul Pengelompokan Mutu Pendidikan SMP dan Pengaruh Indikator Standar Nasional Pendidikan terhadap Mutu Kelulusan SMP Negeri di Jawa Timur oleh Khusnul Fatimah. Penelitian tersebut menggunakan metode hierarki, K-Means dan Fuzzy C-Means untuk memetakan mutu SMP di Jawa Timur berdasarkan SNP dan analisis pengaruh SNP terhadap mutu kelulusan dengan metode MARS. Metode terbaik yang dihasilkan untuk pengelompokan adalah metode K-Means dengan jumlah cluster optimum 6 cluster. Dari kedua penelitian ini didapatkan nilai icdrate yang hampir sama antara metode K-Means dan Fuzzy C-Means. Pada jenjang SD telah dilakukan penelitian oleh Puspa Desi Tri Andini yang berjudul Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Mutu Pendidikan Sekolah Dasar di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Standar Nasional Pendidikan Menggunakan Structural Equation Modelling-Partial Least Square.

Pada penelitian ini dilakukan pengelompokan mutu pendidikan jenjang sekolah dasar di Indonesia menggunakan metode Fuzzy C-Means dengan variabel yang digunakan adalah delapan standar nasional pendidikan. Digunakan metode tersebut dikarenakan Fuzzy C-Means merupakan metode *clustering* non-hierarki yang merupakan metode pengelompokan berdasarkan kenyataan bahwa objek-objek tertentu secara tegas tidak dapat dikelompokkan pada kelompok tertentu sehingga metode Fuzzy C-Means cocok digunakan pada data outlier. Selain itu pada penelitian ini akan dilakukan pengelompokan pada rata-rata standar nasional pendidikan jenjang SD tiap kota di Indonesia dengan metode Fuzzy C-Means agar dapat dilihat kota-kota mana yang memiliki rata-rata sekolah dengan kualitas pendidikan yang masih kurang dari standar yang telah ditentukan. Penanganan terhadap *missing value* pada data standar sarana prasarana dilakukan dengan metode imputasi regresi. Digunakan standar sarana prasarana karena nilai standar sarana prasarana paling rendah dibandingkan dengan standar lain.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, permasalahan yang muncul sebagai acuan analisis adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik data mutu terkait Standar Nasional Pendidikan jenjang SD di Indonesia?
2. Ada berapa kelompok mutu pendidikan sekolah di Indonesia berdasarkan standar nasional pendidikan dan bagaimana karakteristik tiap kelompok?
3. Ada berapa kelompok mutu pendidikan tiap kota di Indonesia berdasarkan standar nasional pendidikan dan bagaimana karakteristik tiap kelompok?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan, maka terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik data Standar Nasional Pendidikan jenjang SD di Indonesia
2. Mengelompokkan sekolah dasar berdasarkan kualitas pendidikan yang diukur berdasarkan SNP dengan metode Fuzzy C-Means.
3. Mengelompokkan kota di Indonesia berdasarkan kualitas pendidikan yang diukur berdasarkan SNP jenjang SD dengan metode Fuzzy C-Means.

1.4 Manfaat

Memperbaiki klasifikasi sekolah dengan memperbaiki kualitas data mutu pendidik sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan oleh kementerian pendidikan dalam mengambil tindakan yang tepat untuk mengembangkan pendidikan di wilayah yang masih belum sesuai standar nasional pendidikan yang telah ditentukan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah penelitian menggunakan data standar nasional pendidikan sekolah dasar di Indonesia pada tahun 2018 dengan unit observasi 142.294 sekolah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Standar Nasional Pendidikan

Undang-undang Dasar Negara Republik Indonesia tahun 1945 Pasal 31 ayat (3) mengamanatkan bahwa pemerintah mengusahakan dan menyelenggarakan satu sistem pendidikan nasional yang meningkatkan keimanan dan ketakwaan serta akhlak mulia dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa yang diatur dengan undang-undang. Atas dasar undang-undang tersebut pemerintah memberikan rambu-rambu sebagai pedoman agar sekolah di Indonesia memiliki kualitas yang baik, salah satunya adalah dengan menerbitkan Standar Nasional Pendidikan (SNP). Menurut Peraturan Pemerintah nomor 19 tahun 2005 bab 1 pasal 1 ayat 1, yang dimaksud dengan standar nasional pendidikan adalah kriteria minimal tentang sistem pendidikan di seluruh wilayah hukum Negara Kesatuan Republik Indonesia. Standar nasional pendidikan merupakan bagian dari amanat UU No. 20 tahun 2003, yang kemudian dijabarkan dalam PP No. 32 Tahun 2013 tentang Standar Nasional Pendidikan. Standar Nasional Pendidikan digunakan sebagai acuan pengembangan kurikulum, tenaga kependidikan, sarana dan prasarana, pengelolaan, dan pembiayaan dan pengembangan standar nasional pendidikan serta pemantauan dan pelaporan pencapaiannya secara nasional dilaksanakan oleh suatu badan standarisasi, penjaminan, dan pengendalian mutu pendidikan. Standar nasional pendidikan meliputi beberapa standar yang dijabarkan sebagai berikut.

a. Standar Kompetensi Lulusan (SKL)

Standar Kompetensi Lulusan adalah kriteria minimal tentang kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup sikap, pengetahuan dan keterampilan. Tujuan dari standar kompetensi lulusan digunakan sebagai acuan utama pengembangan standar isi, standar proses, standar penilaian pendidikan, standar pendidik dan tenaga kependidikan, standar sarana dan prasarana, standar pengelolaan, dan standar pembiayaan (Peraturan Menteri

Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 20 Tahun 2016). Indikator yang digunakan dalam menilai standar kompetensi lulusan adalah sebagai berikut:

1. Lulusan memiliki kompetensi pada dimensi sikap
2. Lulusan memiliki kompetensi pada dimensi pengetahuan
3. Lulusan memiliki kompetensi pada dimensi keterampilan.

b. Standar Isi

Standar isi adalah kriteria mengenai ruang lingkup materi dan tingkat kompetensi untuk mencapai kompetensi lulusan pada jenjang dan jenis pendidikan tertentu. Ruang lingkup materi dirumuskan berdasarkan kriteria muatan wajib yang ditetapkan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan, konsep keilmuan dan karakteristik satuan pendidikan dan program pendidikan. (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 21 Tahun 2016)

Indikator yang digunakan dalam menilai standar isi adalah sebagai berikut:

1. Perangkat pembelajaran sesuai rumusan kompetensi lulusan
2. Kurikulum tingkat satuan pendidikan dikembangkan sesuai prosedur
3. Sekolah melaksanakan kurikulum sesuai ketentuan

c. Standar Proses

Standar proses adalah kriteria mengenai pelaksanaan pembelajaran pada satuan pendidikan untuk mencapai standar kompetensi lulusan. Standar proses dikembangkan mengacu pada standar kompetensi lulusan dan standar isi yang telah ditetapkan (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016). Indikator yang digunakan dalam menilai standar proses adalah sebagai berikut:

1. Sekolah merencanakan proses pembelajaran sesuai ketentuan
2. Proses pembelajaran dilaksanakan dengan tepat

3. Pengawasan dan penilaian otentik dilakukan dalam proses pembelajaran

d. Standar Penilaian

Standar penilaian pendidikan adalah kriteria mengenai lingkup, tujuan, manfaat, prinsip, mekanisme, prosedur, dan instrument penilaian hasil belajar peserta didik. Penilaian pendidikan pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah terdiri atas penilaian hasil belajar oleh pendidik, penilaian hasil belajar oleh satuan pendidikan, dan penilaian hasil belajar oleh pemerintah. (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 23 Tahun 2016). Indikator yang digunakan dalam menilai standar penilaian adalah sebagai berikut:

1. Aspek penilaian sesuai rannah kompetensi
2. Teknik penilaian obyektif dan akuntabel
3. Penilaian pendidikan ditindaklanjuti
4. Instrumen penilaian menyesuaikan aspek
5. Penilaian dilakukan mengikuti prosedur

e. Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PTK)

Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan adalah kriteria kualifikasi akademik dan kompetensi sebagai agen pembelajaranm sehat jasmani dan rohani, serta kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Kualifikasi akademik dalam bentuk tingkat pendidikan minimal yang harus dipenuhi oleh pendidik dan tenaga kependidikan dibuktikan dengan ijazah dan/atau sertifikat keahlian yang elevan sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku. Tenaga kependidikan meliputi kepala sekolah, pengawas sekolahm tenaga administrasi, tenaga belajar, pamong belajar, dan tenaga kebersihan. (Peraturan Pemerintah nomor 13 tahun 2015). Indikator yang digunakan dalam menilai standar pendidik dan tenaga kependidikan (PTK) adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan dan kompetensi guru sesuai ketentuan

2. Ketersediaan dan kompetensi kepala sekolah sesuai ketentuan
3. Ketersediaan dan kompetensi tenaga kependidikan sesuai ketentuan
4. Ketersediaan dan kompetensi laboran sesuai ketentuan
5. Ketersediaan dan kompetensi pustakawan sesuai ketentuan

f. Standar Sarana dan Prasarana

Standar sarana dan prasarana adalah kriteria sarana yang wajib dimiliki setiap sekolah meliputi perabot, peralatan pendidikan, media pendidikan, buku dan sumber belajar lainnya, bahan habis pakai, serta perlengkapan lain yang diperlukan. Kemudian prasarana wajib meliputi lahan, ruang kelas, ruang pimpinan satuan pendidikan, ruang pendidik, ruang tata usaha, ruang perpustakaan, ruang laboratorium, ruang bengkel kerja, ruang unit produksi, ruang kantin, instalasi daya dan jasa, tempat berolahraga, tempat beribadah, tempat bermain, tempat berkreasi, dan ruang/tempat lain yang diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran yang teratur dan berkelanjutan. Indikator yang digunakan dalam menilai standar sarana dan prasarana adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas dan daya tampung sekolah memadai
2. Sekolah memiliki sarana dan prasarana pembelajaran yang lengkap dan layak
3. Sekolah memiliki sarana dan prasarana pendukung yang lengkap dan layak

g. Standar Pengelolaan

Standar pengelolaan oleh sekolah adalah kriteria yang berkaitan dengan perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan kegiatan pendidikan pada tingkat sekolah agar tercapai efisiensi dan efektivitas penyelenggaraan pendidikan. Pengelolaan sekolah menjadi tanggung jawab kepala sekolah. (Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia nomor 19 tahun 2007).

Indikator yang digunakan dalam menilai standar pengelolaan adalah sebagai berikut:

1. Sekolah melakukan perencanaan pengelolaan
2. Program pengelolaan dilaksanakan sesuai ketentuan
3. Kepala sekolah berkinerja baik
4. Sekolah mengelola sistem informasi manajemen

h. Standar Pembiayaan

Standar pembiayaan adalah kriteria mengenai komponen dan besarnya biaya operasi satuan pendidikan yang berlaku selama satu tahun. Pembiayaan pendidikan terdiri atas biaya investasi, biaya operasi, dan biaya personal. Biaya investasi satuan pendidikan meliputi biaya penyediaan sarana dan prasarana, pengembangan sumber daya manusia, dan modal kerja tetap. Biaya personal meliputi biaya pendidikan yang harus dikeluarkan oleh peserta didik untuk bisa mengikuti proses pembelajaran secara teratur dan berkelanjutan. Biaya operasi satuan pendidikan meliputi gaji pendidik dan tenaga kependidikan dan tenaga kependidikan serta segala tunjangan yang melekat pada gaji, bahan atau peralatan pendidikan habis pakai, dan biaya operasi pendidikan tak langsung berupa daya, air, jasa telekomunikasi, pemeliharaan sarana dan prasarana, uang lembur, transportasi, konsumsi, pajak, asuransi, dan lain sebagainya. (Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia nomor 69 tahun 2009). Indikator yang digunakan dalam menilai standar pembiayaan adalah sebagai berikut:

1. Sekolah memberikan layanan subsidi silang
2. Beban operasional sekolah sesuai ketentuan
3. Sekolah melakukan pengelolaan dana dengan baik

2.2 Sistem Pendataan Mutu Pendidikan

Pemetaan mutu adalah proses terkait kegiatan pengumpulan, pengolahan, analisis data dan informasi tentang capaian

memenuhi standar nasional pendidikan dari mulai tingkat sekolah, kabupaten/kota, provinsi, hingga nasional. Pemetaan mutu pendidikan berfungsi untuk memberikan gambaran kepada berbagai pemangku kepentingan tentang capaian pemenuhan standar nasional pendidikan. Pemetaan mutu pendidikan dapat dimanfaatkan oleh sekolah, pemerintah daerah, dan pemerintah sebagai acuan dalam perencanaan perbaikan dan peningkatan mutu pendidikan sesuai kewenangan masing-masing.

Berdasarkan sumber data dan informasi, instrumen pemetaan mutu disusun dalam dua jenis yaitu kuesioner pemetaan mutu dan formulir data pokok pendidikan. Data dan informasi untuk formulir data pokok pendidikan diambil dari rekam data sekolah yang ada pada Pusat Data dan Statistik Pendidikan dan Kebudayaan. Data dan informasi untuk kuesioner pemetaan mutu perlu dihimpun kembali ke sekolah. Sekolah melakukan kegiatan pemetaan mutu melalui Evaluasi Diri Sekolah (EDS) dan menyampaikan hasil evaluasi tersebut dalam bentuk data dan informasi sesuai dengan instrumen pemetaan mutu yang dikembangkan oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah dengan ketentuan yang ada. Data dan informasi dikirim ke sistem informasi mutu pendidikan untuk diolah menjadi peta mutu yang memuat capaian pemenuhan terhadap standar nasional pendidikan untuk disampaikan kepada sekolah, pemerintah daerah dan pemerintah pusat.

Perhitungan capaian SNP merupakan agregasi dari dua sumber data pemetaan mutu yaitu data primer dan data sekunder. Dari masing-masing standar terdapat beberapa indikator dan tiap satu indikator terdiri dari beberapa sub indikator. Perhitungan nilai komposit sub indikator secara matematis dituliskan sebagaimana persamaan 2.1

$$U_{uv} = \sum_{i=1}^n (a_{uv(i)} \times X_{uv(i)}) + \sum_{j=1}^m (a_{uv(j)} \times Y_{uv(j)}) \quad (2.1)$$

dimana

U_{uv} = capaian sub indikator ke-v, indikator ke-u, dan standar ke-t.

$X_{uv(i)}$ = nilai data primer ke-i untuk sub indikator ke-v, indikator ke-u, dan standar ke-t

$Y_{uv(j)}$ = nilai data sekunder ke-j untuk sub indikator ke-v, indikator ke-u, dan standar ke-t.

$a_{uv(j)}$ = bobot nilai data untuk sub indikator ke-v, indikator ke-u, dan standar ke-t.

Capaian indikator pada umumnya merupakan rata-ran aritmatik dan sub indikator dalam indikator yang sama. Hal tersebut berlaku pada Sebagian besar indikator yang sama. Hal tersebut berlaku pada Sebagian besar indikator. Secara matematis, perhitungan nilai komposit capaian indikator dituliskan sebagaimana persamaan 2.2

$$T_{uu} = \sum_{k=1}^v (\beta_{uu(k)} \times U_{uu(k)}) \quad (2.2)$$

dimana

T_{uu} = capaian indikator ke-u pada standar ke-t

$\beta_{uu(k)}$ = bobor nilai pada sub indikator ke-k, indikator ke-u, dan standar ke-t.

Nilai akhir capaian standar dihitung sebagaimana persamaan 2.3

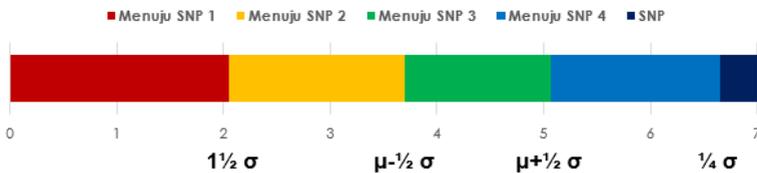
$$S_t = \sum_{l=1}^u (\gamma_{t(l)} \times U_{uu(l)}) \quad (2.3)$$

dimana

S_t = capaian standar ke-t

$\gamma_{i(t)}$ = bobor nilai indikator ke-u pada standar ke-t.

Seluruh angka capaian baik subindikator hingga standar mengalami proses *re-scaling* angka capaian ke skala 0 hingga 7. Pencapaian terhadap SNP yang dihitung dengan menggunakan metode komposit dikategorikan kedalam 5 jenis yaitu Menuju SNP 1 (M1), Menuju SNP 2 (M2), Menuju SNP 3 (M3), Menuju SNP 4 (M4), dan SNP.



Gambar 2. 1 Rentang capaian SNP pada pengelompokan Kemendikbud

Pembagian rentang kategori capaian SNP didasarkan pada fungsi standar deviasi. Penentuan batas atas dan batas bawah mengikuti pola sebagaimana Gambar 2.1. Terdapat lima tahapan pencapaian SNP dengan batas atas dan batas bawah pada masing-masing tahapan dituliskan pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Tahapan capaian SNP oleh Kemendikbud

Batas	M1	M2	M3	M4	SNP
Atas	0,00	2,05	3,71	5,07	6,67
Bawah	2,04	3,70	5,06	6,66	7,00

2.3 Imputasi *Missing Value*

Missing value dapat terjadi dikarenakan informasi tentang obyek sulit dicari, tidak diberikan atau informasi tersebut memang tidak ada. *Missing value* adalah masalah yang sering terjadi dalam

penelitian. Adanya *missing value* pada data yang dianalisis dapat menurunkan keakuratan dan kualitas pada data saat diolah.

Penanganan *missing value* dapat dilakukan dengan imputasi yaitu proses pengisian atau penggantian *missing values* pada dataset dengan nilai-nilai yang mungkin berdasarkan informasi yang didapatkan pada dataset tersebut. Salah satu metode imputasi tersebut adalah dengan menggunakan metode regresi.

Pada metode regresi, variabel respon atau biasa juga disebut variabel bergantung serta variabel *explanary* atau biasa juga disebut variabel penduga atau variabel bebas (Nawari, 2010). Regresi linier terbagi atas dua jenis yaitu regresi linier sederhana dan regresi linier berganda. Regresi linier sederhana merupakan model regresi linier yang terdiri dari satu variabel tak bebas (Y) dan satu variabel bebas (X) sedangkan regresi linier berganda merupakan model regresi yang terdiri dari satu variabel tak bebas dan memiliki lebih dari satu variabel bebas. Model regresi berganda adalah model yang mempelajari tentang ketergantungan variabel respon terhadap dua atau lebih variabel bebas (Gujarati, 2006). Pada imputasi *missing value* dengan metode regresi variabel Y adalah variabel yang memiliki *missing* sedangkan variabel X adalah variabel lengkap tanpa *missing* data. Model regresi linear secara umum adalah seperti yang ditampilkan pada persamaan 2.4

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} \quad (2.4)$$

Pada pemilihan model terbaik digunakan metode *stepwise* yaitu memilih variabel bebas berdasarkan korelasi parsial terbesar dengan variabel bebas yang sudah masuk dalam model. (Hanum, 2011).

2.4 Analisis Cluster

Analisis *cluster* atau pengelompokan merupakan teknik lama yang tidak memiliki asumsi yang fokus pada banyaknya kelompok atau struktur kelompok. Pengelompokan didasarkan pada persamaan atau jarak. Metode pengelompokan terbagi menjadi metode hierarki dan non hierarki. Pada metode non hierarki, banyaknya kelompok yakni k sudah ditentukan terlebih dahulu. Metode ini dapat diaplikasikan untuk data dengan jumlah yang lebih banyak daripada dengan menggunakan metode hirarki (Johnson & Wichern, 2006)

2.5 Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means merupakan salah satu metode *non-hierarchical clustering* yang membuat partisi optimasi. Pada metode optimasi partisi FCM, sebuah objek dapat dikategorikan ke dalam sebuah *cluster* kemudian dikeluarkan lagi karena kedekatannya dengan *cluster* lain. Metode *Fuzzy c-means* mengalokasikan kembali data ke dalam masing-masing kelompok memanfaatkan teori *fuzzy*. Dalam metode *Fuzzy c-means* dipergunakan variabel *membership function* (u_{ik}), yang merujuk pada seberapa besar kemungkinan suatu data menjadi anggota ke dalam suatu kelompok. *Fuzzy c-means* memperkenalkan suatu variabel m yang merupakan *weighting exponent* dari *membership function*. Variabel ini dapat mengubah besar pengaruh dari *membership function*, dalam proses pengelompokan menggunakan metode *fuzzy c-means*, m mempunyai wilayah nilai lebih besar dari 1 ($m > 1$). *Membership function* mempunyai jangkauan nilai $0 \leq u_{in} \leq 1$. Untuk metode *fuzzy c-means*, *objective function* yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 2.5.

$$J(X, U, V) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (u_{ik})^m D_{ik}^2 \quad (2.5)$$

Keterangan:

n : Banyaknya data

c : Banyak kelompok

u_{ik} : Keanggotaan objek ke- k dan kelompok ke- i

m : *Weighting exponent*

D_{ik}^2 : *Distance Space* yang digunakan

Berikut merupakan algoritma *fuzzy c-mean*.

1. Menentukan data yang akan dikelompokkan dan berupa matriks berukuran $n \times k$ dengan n adalah banyaknya sampel dan k adalah banyaknya variabel pengelompokan. x_{jk} adalah nilai data ke- j untuk variabel ke- k .
2. Menentukan :
 - a. Banyaknya kelompok (n_c)
 - b. Pangkat atau *weighted exponent* (m)
 - c. Maksimum iterasi (*maxiter*)
 - d. *Error* terkecil yang diharapkan (\mathcal{E})
 - e. Fungsi objektif ($P_0 = 0$)
 - f. Iterasi awal yaitu $t = 1$
3. Menentukan inisiasi awal matriks partisi U dengan $\sum_{i=1}^{n_c} u_{in} = 1$

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{i1} & u_{i2} & \cdots & u_{in} \end{bmatrix}$$

4. Menghitung *centroid* dengan rumus seperti pada persamaan 2.6

$$\frac{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m y_k}{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m} \quad (2.6)$$

5. Menghitung *distance space*, yang merupakan jarak *Euclidian* kuadrat dengan rumus pada persamaan 2.7.

$$D_{ik} = \sum_{i=1}^c \|x_k - v_i\|^2 = \sqrt{\sum_{i=1}^c (x_k - v_i)^2} \quad (2.7)$$

dengan:

D_{ik} = jarak antara objek dengan pusat kelompok

v_i = nilai centroid kelompok ke-i

c = banyaknya kelompok

6. Menghitung nilai *membership function* masing-masing data ke masing-masing kelompok dengan rumus yang dapat dilihat pada persamaan 2.8 (Bezdek, Ehrlich, & Full, 1984)

$$u_{ik} = \sum_{j=1}^c \left[\left(\frac{D_{ki}}{D_{kj}} \right)^{\frac{2}{m-1}} \right]^{-1} \quad (2.8)$$

dimana

u_{ik} = *membership function* objek ke-k ke kelompok ke-i

D_{ki} = jarak *Euclidean cluster* ke-i objek ke-k

D_{kj} = Jarak *Euclidean cluster* ke-j objek ke-k

2.6 Pseudo F-Statistics

Metode alternatif dalam menentukan jumlah kelompok optimum adalah dengan melihat nilai tertinggi dari Calinski-Harabasz pseudo F-statistic (F_{CH}) yang ditunjukkan pada rumus seperti pada persamaan 2.9 (Hinde, Whiteway, Ruddick, & Heap, 2007).

$$F_{CH} = \frac{\left(\frac{R^2}{n_c - 1} \right)}{\left(\frac{1 - R^2}{n - n_c} \right)} \quad (2.9)$$

keterangan :

n = banyaknya sampel secara keseluruhan

n_c = banyaknya kelompok

$$R^2 = \frac{SST - SSE}{SST}$$

dimana

SST = total jumlah dari kuadrat jarak sampel terhadap rata-rata keseluruhan

SSE = total jumlah dari kuadrat jarak sampel terhadap rata-rata kelompok

$$SST = \sum_{i=1}^{n_c} \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_v} (x_{ijk} - \bar{x}_k)^2$$

$$SSE = \sum_{i=1}^{n_c} \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_v} (x_{ijk} - x_{ik})^2 \quad -$$

Keterangan :

k = indeks dari variabel

i = indeks dari kelompok

n_c = banyaknya kelompok

n_i = banyaknya sampel pada kelompok ke- i

n_v = banyak variabel yang digunakan dalam pengelompokan

\bar{x}_k = rata-rata seluruh sampel pada variabel ke- k

\bar{x}_{ik} = rata-rata sampel variabel ke- k pada kelompok i

2.7 Penelitian Sebelumnya

Penelitian mengenai pemetaan sekolah berdasarkan SNP telah beberapa kali dilakukan sebelumnya, diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Dyah Anggun Sekar Faradisa yang berjudul Pemetaan Mutu SMK Negeri di Jawa Timur menggunakan Metode *Fuzzy C-Means* dan *KMeans*. Pada penelitian tersebut didapatkan bahwa metode pengelompokan

terbaik adalah menggunakan metode *K-means* dengan 4 *cluster*. Khusnul Fatimah juga melakukan penelitian yang berjudul Pengelompokan Mutu Pendidikan SMP dan Pengaruh Indikator Standar Nasional Pendidikan terhadap Mutu Kelulusan SMP Negeri di Jawa Timur. Penelitian tersebut menggunakan metode herarki, *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* untuk memetakan mutu SMP di Jawa Timur berdasarkan SNP dan analisis pengaruh SNP terhadap mutu kelulusan dengan metode MARS. Metode terbaik yang dihasilkan untuk pengelompokan adalah metode *K-Means* dengan jumlah *cluster* optimum 6 *cluster*. Dari kedua penelitian ini didapatkan nilai *icdrate* yang hampir sama antara metode *K-Means* dan *Fuzzy C-Means*.

Pada jenjang sekolah dasar penelitian yang telah dilakukan adalah untuk melihat faktor-faktor yang mempengaruhi mutu pendidikan sekolah dasar di Jawa Timur berdasarkan SNP. Penelitian ini dilakukan oleh Puspa Desi Tri Andini dengan judul Pemodelan Faktor-Faktor yang mempengaruhi Mutu Pendidikan Sekolah Dasar di Provinsi Jawa Timur berdasarkan Standar Nasional Pendidikan Menggunakan Structural Equation Modelling-Partial Least Square.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari aplikasi penjaminan mutu pendidikan (PMP) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Data yang digunakan pada analisis *cluster* adalah delapan standar nasional pendidikan pada 142.296 sekolah dasar di Indonesia tahun 2018, sedangkan pada imputasi *missing value* dilakukan dengan data sub indikator sarana prasarana yang berjumlah 17 sub indikator.

3.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel-variabel yang digunakan untuk melakukan pengelompokan dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian *Clustering*

No.	Variabel	Keterangan	Skala
1	X ₁	Standar Kompetensi Lulusan	Interval
2	X ₂	Standar Isi	Interval
3	X ₃	Standar Proses	Interval
4	X ₄	Standar Penilaian	Interval
5	X ₅	Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan	Interval
6	X ₆	Standar Sarana Prasarana	Interval
7	X ₇	Standar Pengelolaan	Interval
8	X ₈	Standar Pembiayaan	Interval

Berikut definisi operasional dari tiap-tiap variabel penelitian:

a. Standar Kompetensi Lulusan

Standar Kompetensi Lulusan terbentuk dari tiga indikator yaitu lulusan memiliki kompetensi pada dimensi sikap dengan 10 sub indikator, lulusan memiliki kompetensi pada dimensi pengetahuan dengan 1 sub indikator, dan lulusan memiliki

kompetensi pada dimensi keterampilan dengan 6 sub indikator. Sehingga total sub indikator yang membentuk standar kompetensi lulusan ada 17 sub indikator.

b. Standar Isi

Standar Isi terbentuk dari tiga indikator yaitu perangkat pembelajaran sesuai rumusan kompetensi lulusan dengan 5 sub indikator, kurikulum tingkat satuan pendidikan dikembangkan sesuai prosedur dengan 4 sub indikator, dan sekolah melaksanakan kurikulum sesuai ketentuan dengan 4 sub indikator. Sehingga total sub indikator yang membentuk standar isi adalah 13 sub indikator.

c. Standar Proses

Standar Proses terbentuk dari tiga indikator yaitu sekolah merencanakan proses pembelajaran sesuai ketentuan dengan 4 sub indikator, proses pembelajaran dilaksanakan dengan tepat dengan 15 sub indikator, dan pengawasan dan penilaian otentik dilakukan dalam proses pembelajaran dengan 6 sub indikator. Sehingga total sub indikator yang membentuk standar proses adalah 25 sub indikator.

d. Standar Penilaian

Standar penilaian terbentuk dari lima indikator yaitu aspek penilaian sesuai ranah kompetensi dengan 2 sub indikator, Teknik penilaian obyektif dan akuntabel dengan 2 sub indikator, penilaian pendidikan ditindaklanjuti dengan 2 sub indikator, instrument penilaian menyesuaikan aspek dengan 3 sub indikator, dan penilaian dilakukan mengikuti prosedur dengan 3 sub indikator. Sehingga total sub indikator yang membentuk standar penilaian adalah 12 sub indikator.

e. Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan

Standar pendidik dan tenaga kependidikan terbentuk dari lima indikator yaitu ketersediaan dan kompetensi guru sesuai ketentuan dengan 8 sub indikator, ketersediaan dan kompetensi kepala sekolah sesuai ketentuan dengan 11 sub indikator, ketersediaan dan kompetensi tenaga administrasi sesuai ketentuan dengan 9 sub indikator, ketersediaan dan kompetensi

laboran sesuai ketentuan dengan 12 sub indikator, dan ketersediaan dan kompetensi pustakawan sesuai ketentuan dengan 12 indikator. Sehingga total sub indikator yang membentuk standar pendidik dan tenaga kependidikan adalah 52 sub indikator.

f. Standar Sarana Prasarana

Standar sarana prasarana terbentuk dari tiga indikator yaitu kapasitas daya tampung sekolah memadai dengan 4 sub indikator, sekolah memiliki sarana prasarana pembelajaran yang lengkap dan layak dengan 4 sub indikator, dan sekolah memiliki sarana dan prasarana pendukung yang lengkap dan layak dengan 9 sub indikator. Sehingga total sub indikator yang membentuk standar sarana prasarana adalah 17 sub indikator.

g. Standar Pengelolaan

Standar pengelolaan terbentuk dari empat indikator yaitu sekolah melakukan perencanaan pengelolaan dengan 3 sub indikator, program pengelolaan dilaksanakan sesuai ketentuan dengan 6 sub indikator, kepala sekolah berkinerja baik dalam melaksanakan tugas kepemimpinan dengan 6 sub indikator, dan sekolah mengelola sistem informasi manajemen dengan 1 sub indikator. Sehingga total sub indikator yang membentuk standar pengelolaan adalah 16 sub indikator.

h. Standar Pembiayaan

Standar pembiayaan terbentuk dari tiga indikator yaitu sekolah memberikan layanan subsidi silang dengan 3 sub indikator, beban operasional sekolah sesuai ketentuan dengan 1 sub indikator, dan sekolah melakukan pengelolaan dana dengan baik dengan 3 sub indikator. Sehingga total sub indikator yang membentuk standar proses adalah 7 sub indikator.

Variabel yang digunakan untuk imputasi *missing value* dijelaskan pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Variabel Imputasi *Missing Value*

Variabel	Kode	Keterangan
Y ₁	SUB 6.1.2	Rasio luas lahan sesuai dengan jumlah siswa
Y ₂	SUB 6.1.3	Kondisi lahan sekolah memenuhi persyaratan
Y ₃	SUB 6.1.4	Rasio luas bangunan sesuai dengan jumlah siswa
Y ₄	SUB 6.2.13	Kondisi tempat bermain/lapangan layak pakai
Y ₅	SUB 6.3.20	Kondisi ruang sirkulasi layak pakai
X ₁	SUB 6.1.5	Kondisi bangunan sekolah memenuhi persyaratan
X ₂	SUB 6.2.1	Memiliki ruang kelas sesuai standar
X ₃	SUB 6.2.3	Memiliki ruang perpustakaan sesuai standar
X ₄	SUB 6.2.10	Kondisi ruang kelas layak pakai
X ₅	SUB 6.3.1	Memiliki ruang pimpinan sesuai standar
X ₆	SUB 6.3.2	Memiliki ruang guru sesuai standar
X ₇	SUB 6.3.3	Memiliki ruang UKS sesuai standar
X ₈	SUB 6.3.5	Memiliki jamban sesuai standar
X ₉	SUB 6.3.14	Kondisi ruang pimpinan layak pakai
X ₁₀	SUB 6.3.15	Kondisi ruang guru layak pakai
X ₁₁	SUB 6.3.16	Kondisi ruang UKS layak pakai
X ₁₂	SUB 6.3.18	Kondisi jamban sesuai standar

Variabel yang digunakan untuk karakteristik tambahan dijelaskan pada Tabel 3.3

Tabel 3. 3 Variabel Penelitian *Clustering*

No.	Variabel	Skala
1	Rasio Guru Murid	Rasio
2	Rasio Rombel	Rasio

3.3 Struktur Data

Struktur data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 4 Struktur Data Penelitian

Sekolah	x_1	x_2	....	x_7	x_8
1	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	....	$x_{7,1}$	$x_{8,1}$
2	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	....	$x_{7,2}$	$x_{8,2}$
.	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	....	$x_{7,3}$	$x_{8,3}$
.
.
.
.
.
.
n	$x_{1,n}$	$x_{2,n}$	....	$x_{7,n}$	$x_{8,n}$

3.4 Langkah Penelitian

Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut.

1. Melakukan Imputasi *missing value* dengan cara:
 - a. Mengevaluasi jumlah *missing value* sub indikator pada standar sarana prasarana
 - b. Mengambil sampel sebanyak 1112 sekolah secara random
 - c. Membuat model regresi stepwise dengan Y adalah sub indikator yang memiliki *missing value* dan X adalah sub indikator lain pada standar sarana prasarana

- d. Mengimputasi *missing value* dengan model yang telah terbentuk
 - e. Mengubah nilai sub indikator menjadi nilai indikator baru dengan menggunakan rumus 2.2
 - f. Mengubah nilai indikator menjadi nilai standar sarana prasarana baru dengan menggunakan rumus 2.3
2. Melakukan analisis statistika deskriptif pada data SD di Indonesia berdasarkan delapan Standar Nasional Pendidikan (SNP)
 3. Melakukan pengelompokan mutu pendidikan sekolah dasar di Indonesia berdasarkan Standar Nasional Pendidikan (SNP) dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* pada data. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.
 - a. Meng-*input* data yang akan dikelompokkan, berupa matriks X berukuran $n \times m$ (n adalah jumlah data yang akan dikelompokkan dan m adalah banyak variabel tiap data).
 - b. Menentukan banyak kelompok (c), maksimum iterasi, *weighting exponent* ($w=2$), *error* terkecil yang diharapkan, fungsi obyektif awal ($P_0 = 0$), dan iterasi awal ($t = 1$).
 - c. Membangkitkan bilangan random $u_{i,k}$, $i = 1,2,\dots,n$; $k = 1,2,\dots,c$; sebagai elemen matriks partisi awal U .
 - d. Menghitung *centroid* kelompok ke- k .
 - e. Menghitung derajat keanggotaan setiap pengamatan pada setiap kelompok. Dimana untuk nilai derajat keanggotaan mempunyai jangkauan nilai $0 \leq u_{i,k} \leq 1$.
 - f. Menentukan kriteria penghentian iterasi, yaitu perubahan matriks partisi pada iterasi sekarang dan iterasi sebelumnya. Apabila $|U^t - U^{(t-1)}| < \varepsilon$ maka proses berhenti

- g. Namun apabila perubahan nilai *membership function* masih di atas nilai *threshold* (ϵ), maka kembali ke langkah 4 dimana $l =$ iterasi ke- t ; $U =$ derajat keanggotaan.
4. Melakukan interpretasi dari hasil yang diperoleh dan melihat karakteristik dari tiap-tiap cluster yang dihasilkan
5. Melakukan pengelompokan kota di Indonesia berdasarkan Standar Nasional Pendidikan (SNP) Sekolah Dasar dengan cara menghitung rata-rata delapan variabel standar nasional pendidikan sekolah dasar tiap kota di Indonesia kemudian mengelompokkan dengan metode *fuzzy C-Means* seperti yang telah dijelaskan pada langkah 3.
6. Membuat peta dari hasil pengelompokan kota.
7. Menarik kesimpulan dan saran

3.5 Diagram Alir

Diagram alir dari langkah penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 *Preprocessing* dan Karakteristik Data

Sebelum melakukan analisis *clustering* terlebih dahulu dilakukan *preprocessing* pada sub indikator standar sarana prasarana. Perhitungan nilai Standar Nasional Pendidikan di Indonesia didapatkan dari nilai-nilai sub indikator yang telah diberi bobot. Standar sarana prasarana jenjang SD memiliki 17 sub indikator dengan 5 sub indikator memiliki *missing value* seperti yang tercantum pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Jumlah *Missing Value* Sub Indikator Standar Sarpras

Variabel	Kode	Sub Indikator	<i>Missing</i>
Y ₁	Sub 6.1.2	Rasio luas lahan sesuai dengan jumlah siswa	16
Y ₂	Sub 6.1.3	Kondisi lahan sekolah memenuhi persyaratan	6397
Y ₃	Sub 6.1.4	Rasio luas bangunan sesuai dengan jumlah siswa	16
Y ₄	Sub 6.2.13	Kondisi tempat bermain/lapangan layak pakai	23223
Y ₅	Sub 6.3.20	Kondisi ruang sirkulasi layak pakai	6398

Missing value pada sub indikator tersebut akan diatasi dengan imputasi metode regresi sdimana sub indikator yang memiliki *missing value* akan menjadi variabel Y dan variabel yang termasuk dalam standar 6 (Sarana Prasarana) dan tidak memiliki *missing value* akan menjadi variabel X. Pemilihan model terbaik dilakukan dengan metode stepwise yaitu memilih prediktor berdasarkan korelasi parsial terbesar dengan prediktor yang sudah masuk dalam model. Didapatkan 5 model regresi untuk imputasi sebagai berikut.

- a. Model Y_1 atau subindikator 6.1.2 (Rasio luas lahan sesuai dengan jumlah siswa)

$$Y_1 = 6,114 + 0,075X_{10} - 0,048X_9$$

Dimana X_{10} adalah subindikator kondisi ruang guru layak pakai dan X_9 adalah subindikator kondisi ruang pimpinan layak pakai.

- b. Model Y_2 atau subindikator 6.1.3 (Kondisi lahan sekolah memenuhi persyaratan)

$$Y_2 = 5,466 + 0,207X_1 - 0,023X_8$$

Dimana X_1 adalah subindikator kondisi ruang guru layak pakai dan X_8 adalah subindikator memiliki jamban sesuai standar.

- c. Model Y_3 atau subindikator 6.1.4 (Rasio luas bangunan sesuai dengan jumlah siswa)

$$Y_3 = 6,114 + 0,075X_{10} - 0,048X_9$$

Dimana X_{10} adalah subindikator kondisi ruang guru layak pakai dan X_9 adalah subindikator kondisi ruang pimpinan layak pakai.

- d. Model Y_4 atau subindikator 6.2.13 (Kondisi tempat bermain/lapangan layak pakai)

$$Y_4 = 4,819 + 0,260X_1 - 0,085X_{11} + 0,032X_8 - 0,077X_7$$

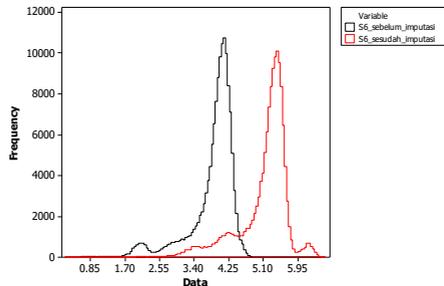
Dimana X_1 adalah subindikator kondisi bangunan sekolah memenuhi persyaratan, X_{11} adalah subindikator kondisi ruang UKS layak pakai, X_8 adalah subindikator memiliki jamban sesuai standar, dan X_7 adalah subindikator memiliki ruang UKS sesuai standar.

- e. Model Y_5 atau subindikator 6.3.20 (Kondisi ruang sirkulasi layak pakai)

$$Y_5 = 4,757 + 0,337X_1 + 0,128X_{11} - 0,141X_7 - 0,081X_2$$

Dimana X_1 adalah subindikator kondisi bangunan sekolah memenuhi persyaratan, X_{11} adalah subindikator kondisi ruang UKS layak pakai, X_7 adalah subindikator memiliki ruang UKS sesuai standar, dan X_2 adalah subindikator memiliki ruang kelas sesuai standar

Selanjutnya model tersebut diimputasikan pada masing-masing sub indikator dan dengan menggunakan rumus 2.2 dan 2.3 sub indikator diubah menjadi nilai standar sarana prasarana yang baru.



Gambar 4. 1 Perbandingan Histogram S6 Sebelum dan Setelah Imputasi

Gambar 4.1 menunjukkan perbedaan histogram antara standar sarana prasarana sebelum dan sesudah dilakukan imputasi. Dapat dilihat bahwa secara visual nilai-nilai standar sarana prasarana mengalami peningkatan. Sebelum dilakukan imputasi puncak kurva berada pada kisaran nilai 4,1 dan setelah dilakukan imputasi puncak kurva bergeser pada kisaran nilai 5,4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat perbandingan nilai mean dan median sebelum dan setelah dilakukan imputasi.

Tabel 4. 2 Perbedaan Standar Sarpras Sebelum dan Setelah Imputasi

	Sarpras sebelum imputasi	Sarpras setelah imputasi
Mean	3,8463	5,1220
Median	4,0218	5,3085

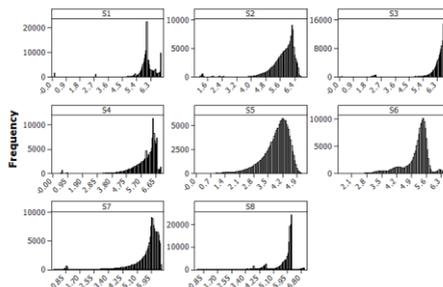
Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata pada standar sarana prasarana naik sebesar 1,2757 setelah diimputasi, begitupula nilai tengah standar sarana prasarana naik sebesar 1,2867 setelah diimputasi. Hal ini menunjukkan bahwa hasil imputasi dapat menaikkan nilai standar sarana prasarana. Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui karakteristik

pada 8 Standar Nasional Pendidikan Jenjang SD di Indonesia secara keseluruhan.

Tabel 4. 3 Deskriptif Standar Nasional Pendidikan jenjang SD

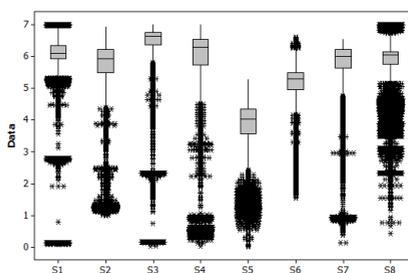
Kode	Standar	Mean
S1	Standar Kompetensi Lulusan	6,0712
S2	Standar Isi	5,7470
S3	Standar Proses	6,4524
S4	Standar Penilaian	6,0312
S5	Standar PTK	3,8947
S6	Standar Sarana Prasarana	5,1220
S7	Standar Pengelolaan	5,7837
S8	Standar Pembiayaan	5,8180

Pada Tabel 4.3 diketahui bahwa variabel yang memiliki nilai rata-rata tertinggi adalah standar proses dengan nilai rata-rata sebesar 6,5424 sedangkan nilai rata-rata terendah adalah variabel standar pendidik dan tenaga kependidikan (TPK) dengan nilai rata-rata sebesar 3,8947. Seperti yang telah dijelaskan pada sub bab 2.1 poin e disebutkan bahwa indikator penyusun standar tenaga kependidikan adalah ketersediaan dan kompetensi guru, kepala sekolah, tenaga kependidikan, laboran, dan pustakawan sesuai ketentuan. Dengan nilai Standar tenaga kependidikan (TPK) yang sangat rendah dibandingkan standar lainnya maka sekolah dasar di Indonesia masih sangat kurang dalam hal kualitas sumber daya manusia pendidik dan tenaga kependidikan.



Gambar 4. 2 Histogram 8 Standar Nasional Pendidikan

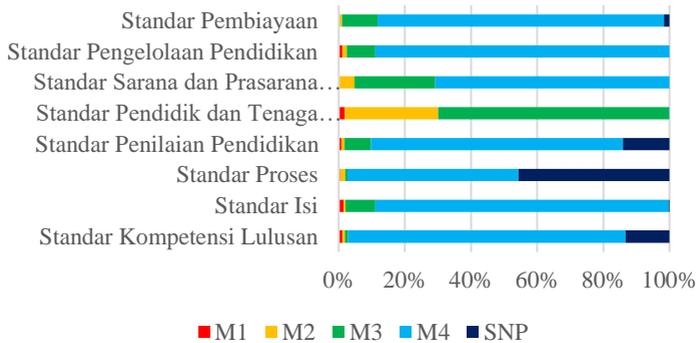
Gambar 4.3 menunjukkan histogram dari kedelapan standar nasional pendidikan. Dapat dilihat bahwa kedelapan standar memiliki puncak di atas nilai 5 kecuali pada standar pendidik dan tenaga kependidikan (S5) yang memiliki puncak di sekitar nilai 4,2. Selain itu dapat dilihat pula bahwa seluruh histogram pada kedelapan standar nasional pendidikan mengalami *skewness* ke arah kiri atau *skewness* negatif dimana hal ini berarti sebagian besar sekolah memiliki nilai standar nasional pendidikan yang tinggi.



Gambar 4. 3 *Boxplot* 8 Standar Nasional Pendidikan

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa terdapat *outlier* yang cukup banyak pada semua variabel yang berarti kualitas pendidikan di Indonesia masih terdapat kesenjangan antar sekolah yang mengakibatkan adanya data pencilan yang sangat banyak. Selain itu dapat dilihat pada tiap tiap variabel memiliki data *outlier* bawah yang lebih banyak dibandingkan data *outlier* atas, hal ini menunjukkan bahwa terdapat lebih banyak sekolah yang menjadi *outlier* karena memiliki nilai yang sangat rendah dibandingkan nilai yang sangat tinggi. Dapat diketahui pula bahwa median terendah dari kedelapan variabel adalah S5 atau Standar PTK. Sedangkan median tertinggi adalah pada variabel S3 atau Standar Proses. Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui karakteristik data tiap variabel standar nasional pendidikan jenjang SD.

Selanjutnya merupakan karakteristik dari pengelompokan yang telah dilakukan oleh Kemendikbud. Secara umum Kemendikbud telah mengelompokkan sekolah menjadi 5 kelompok yaitu Menuju SNP Tingkat 1 (M1), Menuju SNP Tingkat 2 (M2), Menuju SNP Tingkat 3 (M3), Menuju SNP Tingkat 4 (M4), dan SNP.



Gambar 4. 4 Capaian SNP per Kategori

Gambar 4.2 menunjukkan distribusi capaian standar nasional pendidikan dengan menggunakan kategori capaian oleh kemendikbud dengan rentang yang telah ditunjukkan pada Tabel 2.1. Secara keseluruhan capaian SNP untuk jenjang pendidikan sekolah dasar di Indonesia berada pada M4 atau Menuju SNP tingkat 4 yang berarti telah mendekati kriteria SNP yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Namun pada Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan masih didominasi oleh kategori Menuju SNP tingkat 3. Tabel 4.4 memuat jumlah sekolah tiap kelompok dalam pengelompokan kemendikbud.

Tabel 4. 4 Perbedaan Standar Sarpras Sebelum dan Setelah Imputasi

<i>CLuster</i>	Jumlah	Keterangan
SNP	0	Telah Mencapai SNP
M4	131085	Menuju SNP Tingkat 4
M3	8443	Menuju SNP Tingkat 3
M2	2762	Menuju SNP Tingkat 2
M1	4	Menuju SNP Tingkat 1

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa tidak ada satu sekolah pun yang telah mencapai kategori SNP menurut capaian pengelompokan kemendikbud sehingga sekolah dasar di Indonesia hanya tergolong dalam 4 kelompok yakni M4 atau menuju SNP tingkat 4 dengan persentase sekolah terbanyak yaitu 92% dari jumlah sekolah, M3 atau menuju SNP tingkat 3 dengan persentase 5,9%, M2 atau menuju SNP tingkat 2 dengan persentase 1,94%, dan M1 atau menuju SNP tingkat 1 yang hanya beranggotakan 4 sekolah.

4.2 Pengelompokan Mutu Pendidikan Jenjang SD di Indonesia

Pada bagian ini akan dilakukan pengelompokan mutu pendidikan jenjang SD di Indonesia sehingga akan diketahui sekolah sekolah yang memiliki kemiripan berdasarkan Standar Nasional Pendidikan (SNP). Pengelompokan dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy C-Means*. Pada analisis ini banyak *cluster* yang ditentukan yaitu sebanyak 4,5, dan 6 *cluster*. Berikut adalah hasil pengelompokan pada masing-masing *cluster* yang terbentuk.

Tabel 4. 5 Banyak Anggota Cluster

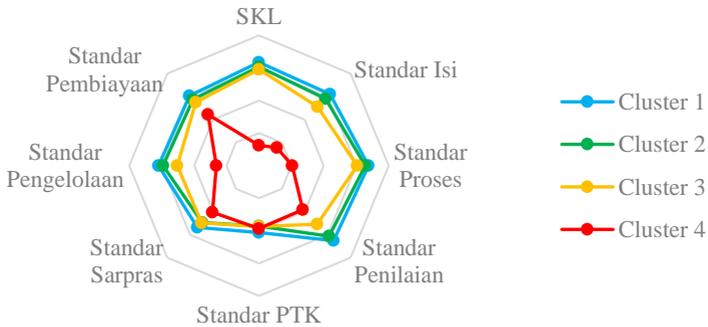
Kelompok Ke	Jumlah Cluster		
	4	5	6
1	63477	53596	26126
2	44680	30470	21925
3	31487	22726	17696
4	2650	2203	1990
5		33299	26680
6			47877

Tabel 4.5 memuat hasil pengelompokan dari 142.294 sekolah dasar di Indonesia pada 4 hingga 6 cluster dengan metode *fuzzy C means*. Dari hasil pengelompokan tersebut akan dipilih jumlah *cluster* optimum dengan melihat Pseudo F-Statistic. Berikut merupakan nilai pseudo F dari tiap *cluster* yang dihasilkan.

Tabel 4. 6 Pseudo F

Jumlah Klaster	Pseudo F
4	58204,01
5	47019,81
6	39515,31

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa nilai Pseudo F terbesar yakni pada *cluster* 4 sebesar 58204,01 yang menunjukkan bahwa banyak *cluster* optimum adalah 4 *cluster*. Analisis yang dilakukan selanjutnya adalah melihat perbedaan karakteristik antar *cluster*. Untuk mengetahui karakteristik keempat kelompok yang telah terbentuk dilakukan perbandingan rata-rata antar *cluster* seperti yang terlihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 5 Radar Chart Rata-rata tiap cluster

Gambar 4.5 dapat diketahui secara visual kelompok yang memiliki rata-rata terbaik hingga terendah. Sekolah yang termasuk dalam *cluster 1* yang ditunjukkan dengan warna biru terlihat memiliki rata-rata tertinggi pada semua standar, sedangkan pada *cluster 4* yang ditunjukkan dengan warna merah secara visual memiliki rata-rata terendah. Untuk lebih jelasnya disajikan nilai rata-rata tiap *Cluster*.

Tabel 4. 7 Rata-Rata tiap Cluster

Standar	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
SKL	6.349	6.074	5.914	1.242
Standar Isi	6.191	5.806	5.120	1.572
Standar Proses	6.759	6.557	6.057	2.050
Standar Penilaian	6.518	6.131	5.094	3.826
Standar PTK	4.105	3.706	3.742	3.865
Standar Sarpras	5.354	4.950	4.989	4.050
Standar Pengelolaan	6.194	5.914	5.037	2.632
Standar Pembiayaan	6.073	5.759	5.503	4.440

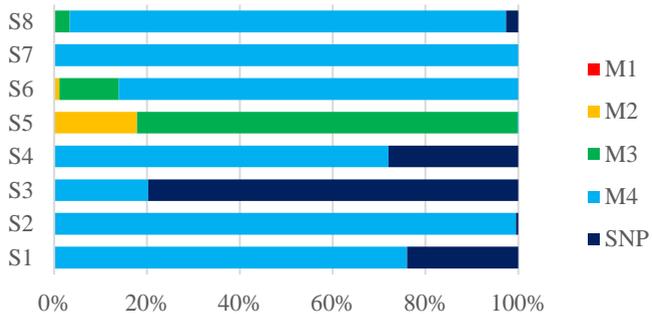
Pada Tabel 4.7 dapat dilihat rata-rata kedelapan standar nasional pendidikan pada tiap *cluster*. Dapat dilihat bahwa sesuai radar chart yang telah disajikan sebelumnya *Cluster 1* memiliki rata-rata tertinggi pada seluruh standar nasional pendidikan diikuti oleh *cluster 2*, *cluster 3*, dan *cluster 4*, kecuali pada standar pendidik dan tenaga pendidikan dimana rata-rata pada *cluster 4*

lebih tinggi dibanding pada *cluster* 3. Selanjutnya pada Tabel 4.8 dapat dilihat pencapaian rata-rata tiap kelompok dengan menggunakan rentang capaian oleh kemendikbud.

Tabel 4. 8 Rata-rata tiap kelompok dengan rentang capaian kemendikbud

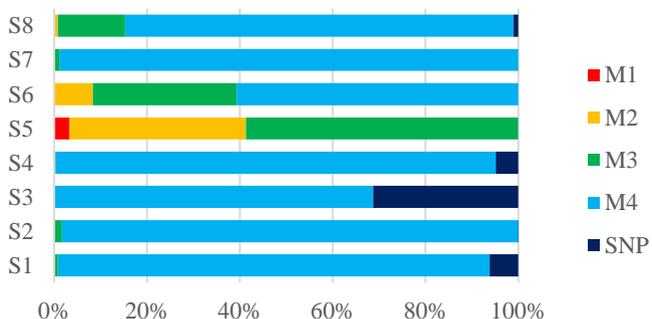
Standar	<i>Cluster</i> 1	<i>Cluster</i> 2	<i>Cluster</i> 3	<i>Cluster</i> 4
SKL	M4	M4	M4	M1
Standar Isi	M4	M4	M4	M1
Standar Proses	SNP	M4	M4	M2
Standar Penilaian	M4	M4	M4	M3
Standar PTK	M3	M3	M3	M3
Standar Sarpras	M4	M3	M3	M3
Standar Pengelolaan	M4	M4	M3	M2
Standar Pembiayaan	M4	M4	M4	M3

Pada *Cluster* 1 terdapat 1 standar yang telah mencapai SNP yaitu standar proses sekaligus menjadi satu-satunya standar yang telah mencapai SNP pada keempat *cluster*. Kemudian masih pada *cluster* 1 ada 6 standar yang berada pada kategori Menuju SNP tingkat 4 (M4) dan 1 standar yang berada pada kategori Menuju SNP tingkat 3 (M3). Pada *cluster* 2 dan *cluster* 3 hanya terdapat kategori Menuju SNP tingkat 4 dan Menuju SNP tingkat 3 tidak ada standar yang mencapai SNP maupun yang masih berada pada kategori Menuju SNP tingkat 2 (M2) dan Menuju SNP tingkat 1 (M1). Sedangkan pada *cluster* 4 terdapat 2 standar yang masih berada pada kategori Menuju SNP tingkat 1, 2 standar pada kategori menuju SNP tingkat 2 dan 4 standar pada kategori menuju SNP tingkat 3. Selanjutnya dapat dilihat rentang capaian kemendikbud pada tiap *cluster*.



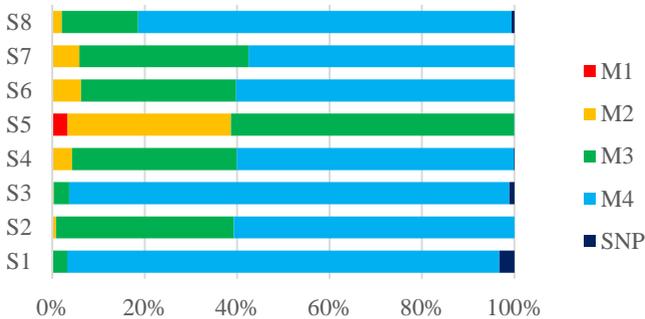
Gambar 4. 6 Rentang Capaian Kemendikbud *Cluster 1*

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa pada *Cluster 1* mayoritas sekolah pada Sebagian besar standar berada pada kategori M4 atau menuju SNP tingkat 4, kecuali pada standar pendidik dan tenaga kependidikan yang masih didominasi oleh kategori M3 atau Menuju SNP tingkat 3 dan standar proses yang didominasi oleh sekolah yang telah mencapai kriteria SNP yang ditetapkan oleh pemerintah. Hal ini menunjukkan bahwa anggota pada *cluster 1* cukup baik dengan tidak ditemukannya anggota dalam kategori M1 atau Menuju SNP tingkat 1. Selanjutnya ditampilkan rentang capaian kemendikbud pada *cluster 2*.



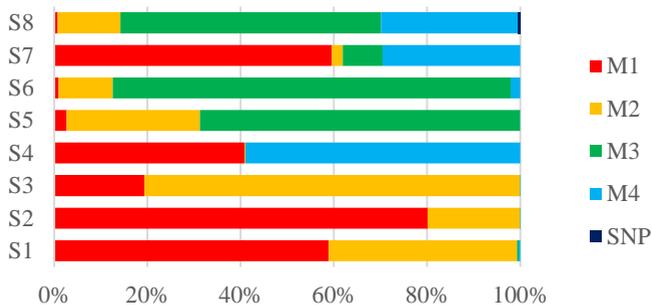
Gambar 4. 7 Rentang Capaian Kemendikbud *Cluster 2*

Pada Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa pada *Cluster 2* mayoritas sekolah berada pada kategori M4 atau menuju SNP tingkat 4, hanya standar pendidik dan tenaga kependidikan yang masih didominasi oleh kategori M3 atau Menuju SNP tingkat 3. Dari kedelapan Standar hanya terdapat 4 Standar yang memiliki sekolah yang telah mencapai kriteria SNP yaitu 1% Standar Pembiayaan (S8), 5% Standar Penilaian (S4), 31% Standar Proses (S3), dan 6% Standar Kompetensi Kelulusan (S1). Selanjutnya ditampilkan rentang capaian kemendikbud pada *cluster 3*.



Gambar 4. 8 Rentang Capaian Kemendikbud *Cluster 3*

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa pada *Cluster 3* mayoritas sekolah masih berada pada kategori M4 atau menuju SNP tingkat 4, namun dapat dilihat bahwa jumlah sekolah dalam kategori M3 atau menuju SNP tingkat 3 yang ditunjukkan dengan warna biru lebih banyak dibandingkan pada *cluster 2*. Standar pendidik dan tenaga kependidikan yang masih didominasi oleh kategori M3 atau Menuju SNP tingkat 3. Dari kedelapan Standar hanya terdapat 3 Standar yang memiliki sekolah yang telah mencapai kriteria SNP yaitu 1% Standar Pembiayaan (S8), 1% Standar Proses (S3), dan 3% Standar Kompetensi Kelulusan (S1). Selanjutnya ditampilkan rentang capaian kemendikbud pada *cluster 4*.



Gambar 4. 9 Rentang Capaian Kemendikbud Cluster 4

Pada Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa pada Cluster 4 ada beberapa standar yang didominasi oleh kategori M1 atau menuju SNP tingkat 1 yaitu 60% Standar Pengelolaan Pendidikan (S7), 41% Standar Penilaian (S4), 80% Standar Isi (S2), dan 59% Standar Kompetensi Lulusan (S1). Hanya terdapat 1% dari Standar Pembiayaan (S8) yang telah mencapai kategori SNP.

Berdasarkan karakteristik tiap cluster secara visual maupun tabel, maka dapat diberikan status pemerinkatan pada masing masing kelompok sekolah yang terbentuk sebagai berikut.

Tabel 4. 9 Status Pemerinkatan Cluster

Cluster	Status	Anggota	Persentase
Cluster 1	Telah Memenuhi SNP	63.477	45%
Cluster 2	Cukup Memenuhi SNP	44.680	31%
Cluster 3	Kurang Memenuhi SNP	31.487	22%
Cluster 4	Belum Memenuhi SNP	2.650	2%

Pada Tabel 4.9 dapat diketahui jumlah anggota paling banyak yaitu pada cluster 1 atau sekolah dengan status telah memenuhi dengan persentase 45% atau total 63.477 sekolah dimana nilai ini berarti bahwa 45% SD di Indonesia telah memiliki mutu pendidikan yang baik. Kemudian terdapat 2% sekolah yang masih berada pada Cluster 4 atau Sekolah yang belum memenuhi SNP yaitu sebanyak 2.650 sekolah. Analisis selanjutnya dilakukan

perbandingan pengelompokan *Fuzzy C-Means* dengan pengelompokan yang telah dilakukan oleh kemendikbud.

Tabel 4. 10 Perbandingan Anggota Kelompok

<i>Fuzzy-C</i> <i>Means</i>	Pengelompokan Kemendikbud			
	M4	M3	M2	M1
<i>Cluster 1</i>	63.477	0	0	0
<i>Cluster 2</i>	44.602	78	0	0
<i>Cluster 3</i>	23.006	8362	119	0
<i>Cluster 4</i>	0	3	2643	4

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat dilihat bahwa seluruh anggota *Cluster 1* (terbaik) dalam pengelompokan kemendikbud juga telah digolongkan dalam kelompok terbaik (M4) namun *cluster 2* dan *cluster 3* dalam pengelompokan *Fuzzy C-Means* mayoritas masih digolongkan pada kelompok terbaik (M4). Selanjutnya dapat dilihat karakteristik tambahan pada tiap tiap *cluster* pada metode *Fuzzy C-Means*.

Tabel 4. 11 Rata-Rata Rasio Guru Murid dan Rasio Rombel

<i>Cluster</i>	Rasio Guru Murid	Rasio Rombel
1	15,513	20,245
2	15,099	19,078
3	13,940	17,749
4	14,641	18,460

Pada Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa rata-rata rasio guru murid di keempat *cluster* berkisar antara nilai 13-16 yang berarti bahwa rata-rata 1 guru di Indonesia mengajar 13 hingga 16 murid. Nilai rata-rata ini masih kurang dari rasio guru murid ideal yang ditentukan pemerintah dalam Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2008 tentang guru pasal 17 yang menyebutkan bahwa rasio minimal jumlah peserta didik terhadap gurunya pada jenjang SD adalah sebanyak 20:1. Rasio Rombel adalah perbandingan jumlah rombel dengan jumlah siswa. Rata-rata rasio rombel di keempat *cluster* berkisar antara 17 hingga 21 yang berarti bahwa 1 rombel di jenjang SD rata-rata terdiri dari 17 hingga 21 murid. Nilai rata-rata ini tidak lebih besar jika dibandingkan dengan permendikbud

no. 22 tahun 2016 yang menyebutkan bahwa rasio rombel jenjang SD di Indonesia yang ideal adalah 28 peserta didik per rombel.

4.3 Pengelompokan Mutu Rata-Rata Sekolah Tiap Kota di Indonesia berdasarkan SNP Jenjang SD

Setelah melakukan pengelompokan pada sekolah dasar di Indonesia selanjutnya akan dilakukan pengelompokan 514 kota di Indonesia berdasarkan rata-rata standar nasional pendidikan sekolah dasar di kota tersebut. Perlu digaris bawahi bahwa pada analisis ini data yang digunakan adalah rata-rata sehingga tidak mempresentasikan tiap-tiap sekolah namun hanya rata-rata per kota. Banyak *cluster* yang ditentukan yaitu sebanyak 3 dan 4 *cluster*. Berikut adalah hasil pengelompokan pada masing-masing *cluster* yang terbentuk.

Tabel 4. 12 Banyak Anggota *Cluster* Kota

Kelompok Ke	Jumlah Cluster	
	3	4
1	282	201
2	188	181
3	44	29
4		103

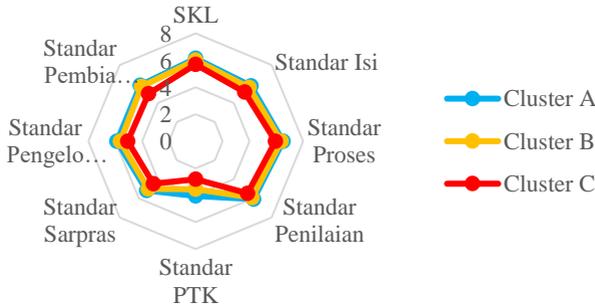
Tabel 4.12 memuat hasil pengelompokan dari 514 kota di Indonesia pada 3 dan 4 *cluster* dengan metode *fuzzy C means*. Dari hasil pengelompokan tersebut akan dipilih jumlah *cluster* optimum dengan melihat Pseudo F-Statistic. Berikut merupakan nilai pseudo F dari tiap *cluster* yang dihasilkan.

Tabel 4. 13 Pseudo F Kota

Jumlah Klaster	Pseudo F
3	300,132
4	250,608

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat dilihat bahwa nilai Pseudo F pada 3 *cluster* lebih besar dibandingkan 4 *cluster*. Hal ini menunjukkan bahwa banyak *cluster* optimum adalah 3 *cluster*. Analisis yang dilakukan selanjutnya adalah melihat perbedaan karakteristik antar *cluster*. Untuk mengetahui karakteristik ketiga

kelompok yang telah terbentuk dilakukan perbandingan rata-rata antar *cluster* seperti yang terlihat pada Gambar 4.10



Gambar 4. 10 Radar *Chart* Rata-rata tiap *cluster* Kota

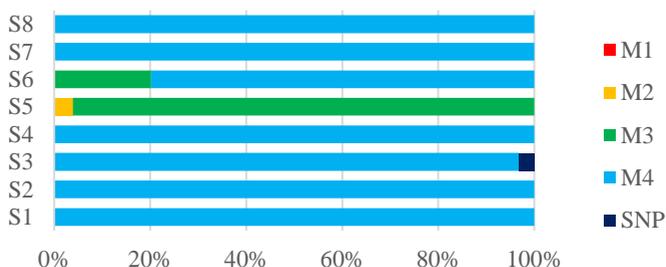
Gambar 4.10 dapat diketahui secara visual kelompok yang memiliki rata-rata terbaik hingga terendah. Kota yang termasuk dalam *cluster* A yang ditunjukkan dengan warna biru terlihat memiliki rata-rata tertinggi pada semua standar, sedangkan pada *cluster* C yang ditunjukkan dengan warna merah secara visual memiliki rata-rata terendah. Selanjutnya pada Tabel 4.14 dapat dilihat pencapaian rata-rata tiap kelompok dengan menggunakan rentang capaian oleh kemendikbud.

Tabel 4. 14 Rata-rata tiap kelompok kota dengan rentang capaian kemendikbud

Standar	<i>Cluster</i> A	<i>Cluster</i> B	<i>Cluster</i> C
SKL	M4	M4	M4
Standar Isi	M4	M4	M4
Standar Proses	M4	M4	M4
Standar Penilaian	M4	M4	M4
Standar PTK	M3	M2	M2
Standar Sarpras	M4	M3	M3
Standar Pengelolaan	M4	M4	M4
Standar Pembiayaan	M4	M4	M3

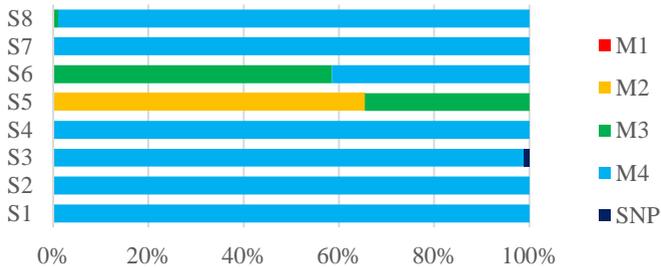
Pada Tabel 4.14 dapat dilihat bahwa seluruh *cluster* pada rata-rata standar nasional pendidikan jenjang SD tiap kota di Indonesia tidak ada yang telah mencapai kriteria SNP yang telah ditetapkan oleh kemendikbud. Pada *Cluster* A terdapat tujuh standar yang

berada pada kategori menuju SNP tingkat 4 dan hanya terdapat satu standar yang berada pada kategori Menuju SNP tingkat 3 yakni pada standar PTK. *Cluster B* terdapat enam standar yang berada pada kategori menuju SNP tingkat 4, dua standar lainnya berada pada kategori Menuju SNP tingkat 3 yaitu standar sarana prasarana dan satu standar yang berada pada kategori menuju SNP tingkat 2 yaitu standar pendidik dan tenaga kependidikan. Sedangkan pada *cluster C* memiliki kategori M4 yang lebih sedikit dibandingkan *cluster A* dan *B* yakni lima standar dengan 3 standar lainnya dua diantaranya berada pada kategori menuju SNP tingkat 3 yakni standar sarana prasarana dan standar pembiayaan, serta satu standar yang berada pada kategori menuju SNP tingkat 2 yaitu standar pendidik dan tenaga kependidikan. Selanjutnya dapat dilihat rentang capaian kemendikbud pada tiap *cluster*.



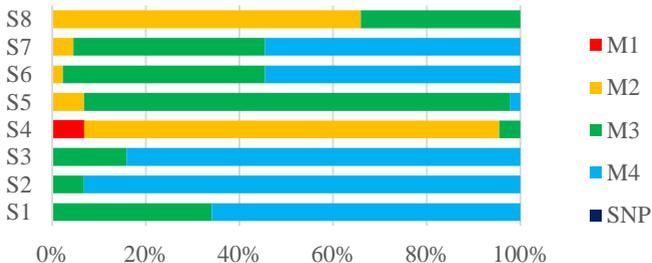
Gambar 4. 11 Rentang Capaian Kemendikbud *Cluster A*

Pada Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa pada *Cluster A* mayoritas kota berada pada kategori M4 atau menuju SNP tingkat 4, hanya standar pendidik dan tenaga kependidikan yang masih didominasi oleh kategori M3 atau Menuju SNP tingkat 3. Dari kedelapan standar hanya terdapat satu standar yang memiliki kota yang telah mencapai kriteria SNP yaitu 3,9% Standar Proses (S3). Selanjutnya ditampilkan rentang capaian kemendikbud pada *cluster B*.



Gambar 4. 12 Rentang Capaian Kemendikbud *Cluster B*

Pada Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa pada *Cluster B* mayoritas kota berada pada kategori M4 atau menuju SNP tingkat 4, kecuali pada standar pendidik dan tenaga kependidikan yang masih didominasi oleh kategori M2 atau Menuju SNP tingkat 2 dan standar sarana prasarana yang masih didominasi kategori M3 atau menuju SNP tingkat 3. Dari kedelapan standar hanya terdapat satu standar yang memiliki kota yang telah mencapai kriteria SNP yaitu 1% Standar Proses (S3). Selanjutnya ditampilkan rentang capaian kemendikbud pada *cluster C*.



Gambar 4. 13 Rentang Capaian Kemendikbud *Cluster C*

Pada Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa pada *Cluster C* tidak terdapat standar yang telah mencapai kriteria SNP, sebaliknya ada satu standar yang masih berada pada kategori M1 atau menuju SNP tingkat 1 yaitu 6,82% standar penilaian. Ada dua standar yang

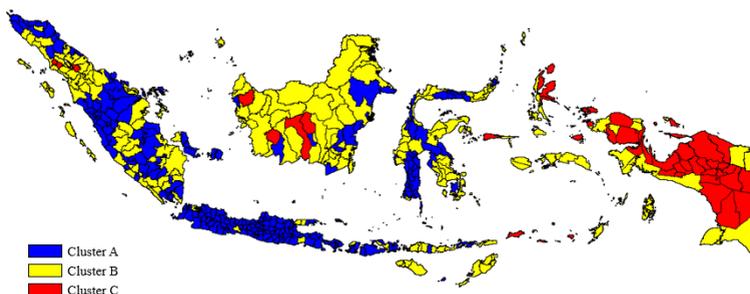
didominasi oleh kategori M2 atau menuju SNP tingkat 2 yaitu 88,64% standar penilaian (S4) dan 65,91% standar pembiayaan (S8).

Berdasarkan karakteristik tiap *cluster* maka dapat diberikan status pemerinkatan dan penggantian nama pada masing masing kelompok kota yang terbentuk agar nama kelompok tidak sama dengan pengelompokkan pada sekolah.

Tabel 4. 15 Status Pemerinkatan *Cluster* Kota

<i>Cluster</i>	Status	Anggota	Persentase
<i>Cluster A</i>	Rata-Rata Sekolah Telah Memenuhi SNP	282	54,86%
<i>Cluster B</i>	Rata-Rata Sekolah Cukup Memenuhi SNP	188	36,58%
<i>Cluster C</i>	Rata-Rata Sekolah Belum Memenuhi SNP	44	8,56%

Pada Tabel 4.15 dapat diketahui jumlah anggota paling banyak yaitu pada *cluster A* atau kota dengan rata-rata sekolah telah memenuhi SNP dengan persentase 54,86% atau total 282 kota dimana nilai ini berarti bahwa 54,86% kota di Indonesia telah memiliki mutu pendidikan yang baik. Kemudian terdapat 8,56% kota yang masih berada pada *Cluster C* atau kota dengan rata-rata sekolah belum memenuhi SNP yaitu sebanyak 44 kota. Berikut adalah peta *clustering* kota di Indonesia berdasarkan rata-rata standar nasional pendidikan jenjang SD.



Gambar 4. 14 Peta *cluster* kota di Indonesia

Pada Gambar 4.14 menunjukkan bahwa hampir seluruh kota di Pulau Jawa termasuk dalam *cluster A* atau kota yang telah memenuhi kriteria SNP. Hal yang berbeda ditunjukkan pada pulau papua dimana mayoritas kota di Pulau Papua masih berada pada *cluster C* yang berarti kota di Pulau Papua mayoritas memiliki rata-rata sekolah yang belum memenuhi kriteria SNP. Bahkan di Pulau Papua tidak ada satu pun kota yang memiliki rata-rata sekolah telah memenuhi kriteria SNP. Hal ini menunjukkan suatu ketimpangan dimana Pulau Jawa telah memiliki rata-rata sekolah dengan kualitas pendidikan yang baik sedangkan Pulau Papua masih kurang dalam hal mutu pendidikan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil imputasi pada sub indikator standar sarana prasarana dengan metode regresi dapat menaikkan rata-rata standar sarana prasarana dari 3,8463 menjadi 5,1220 sehingga nilai standar sarana-prasarana menjadi lebih baik. Karakteristik dari data standar mutu pendidikan jenjang SD di Indonesia adalah terdapat *outlier* pada semua variabel. Variabel yang memiliki nilai median dan rata-rata terendah adalah variabel standar pendidik dan tenaga kependidikan sedangkan yang memiliki nilai tertinggi adalah standar proses.
2. Jumlah *cluster* optimum pada pengelompokan sekolah di Indonesia dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* adalah 4 *cluster* dengan urutan yang memiliki mutu paling baik secara berturut turut adalah *cluster* 1 dengan jumlah anggota 63.477 SD, *cluster* 2 dengan jumlah anggota 44.680 SD, *cluster* 3 dengan jumlah anggota 31.487 SD, dan *cluster* 4 dengan jumlah anggota 2.650 SD. Terdapat 45% SD di Indonesia yang tergolong dalam *cluster* 1 (Telah memenuhi SNP).
3. Jumlah *cluster* optimum pada pengelompokan kota di Indonesia dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* adalah 3 *cluster* dengan urutan yang memiliki mutu paling baik secara berturut turut adalah *cluster* A dengan jumlah anggota 282 kota, *cluster* B dengan jumlah anggota 188 kota, dan *cluster* C dengan jumlah anggota 44 kota. Terdapat 54,86% kota di Indonesia yang tergolong dalam *cluster* A (Telah memenuhi SNP).

5.2 Saran

Saran yang dapat direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya adalah dengan mengimputasi seluruh sub indikator yang terdapat *missing value* pada semua standar sehingga data menjadi lebih baik. Untuk pemerintah sebaiknya juga lebih memperhatikan kota-kota yang berada pada *cluster C* serta sekolah yang berada pada *cluster 4* sehingga kualitas pendidikan di Indonesia lebih merata. Selain itu pemerintah juga harus lebih memperhatikan kualitas pendidik dan tenaga kependidikan karena nilai dari standar PTK di Indonesia masih sangat rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat , 2018. *Potret Pendidikan Indonesia Statistik Pendidikan*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik
- Bezdek, J.C, Ehrlich, R., & Full, W. (1984). *FCM: Fuzzy C-Means Clustering Algotihm*. USA: Compters & Geosciences Vol. 10, No. 2-3, pp 191-203.
- Departemen Pendidikan Nasional, 2005. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005, tentang Standar Nasional Pendidikan, Jakarta: Depdiknas.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2003. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Dewantara, Ki Hadjar. 1961. *Karya Ki Hadjar*. Yogyakarta: Taman Siswa.
- Gujarati, D. 2006. *Ekonometrika Dasar* Diterjemahkan oleh Sumarto Zain. Erlangga. Jakarta.
- Hanum, H. 2011. Perbandingan Metode Stepwise, Best Subset Regression, dan Fraksi dalam Pemilihan Model Regresi Berganda Terbaik. *Jurnal Penelitian Sains*. 14(2A): 1-6.
- Hendrawati, Triyani. 2015. *Kajian Metode Imputasi dalam Menangani Missing Data*. Solo: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2006). *Applied Multivariate Statistical Analysis* 6th edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Kowarik, A., & Templ, M. (2016). Imputation with the R Package VIM. *Journal of Statistical Software*.
- Mingoti, S. A., & Lima, J. O. (2006). Comparing SOM neural network with Fuzzy c-means, K-means and traditional

hierarchical clustering algorithms. *European Journal of Operational Research*, 1742-1759

Nana Sudjana, dkk, *Standar Mutu Pengawas*, (Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan Direktorat Tenaga Kependidikan: Departemen Pendidikan Nasional, 2006)

Nawari, 2010. Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.

OECD. 2019. Programme for International Student Assessment (PISA). <https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>. (diakses pada 26 Mei 2020)

Pemerintah Republik Indonesia (2013). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2013 tentang Standar nasional pendidikan*. Jakarta.

Permendiknas (2007) Nomor 19 Tahun 2007 *Tentang Standar Pengelolaan Pendidikan Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*.

Permendiknas (2009) Nomor 69 Tahun 2009 *Tentang Standar Pembiayaan Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*.

Permendiknas (2015) Nomor 13 Tahun 2015 *Tentang Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*.

Permendiknas (2016) Nomor 20 Tahun 2016 *Tentang Standar Kompetensi Lulusan Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*.

Permendiknas (2016) Nomor 21 Tahun 2016 *Tentang Standar Isi Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*.

Permendiknas (2016) Nomor 22 Tahun 2016 *Tentang Standar Proses Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah.*

Permendiknas (2016) Nomor 23 Tahun 2016 *Tentang Standar Penilaian Pendidikan Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah.*

United Nations. 2010. *Assessing the Impact of Current Financial, Economic and Human Development Report.* United Nations Development Program (UNDP)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data SNP Sekolah Dasar di Indonesia Tahun 2018

Provinsi	Kabupaten	Nama	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU HARAPAN 01 PG	6.335	6.268	6.762	6.474	4.732	5.803	6.441	6.208
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU KELAPA 01 PG	6.074	6.095	6.535	6.130	4.089	5.399	5.917	3.974
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU KELAPA 02 PG	6.107	6.206	6.797	6.508	4.584	5.773	6.026	6.116
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU PANGGANG 01 PG	6.157	6.095	6.805	6.416	4.381	5.726	6.400	6.186
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU PANGGANG 03 PG	6.033	5.635	6.455	5.964	4.743	5.545	6.050	5.907
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU PARI 01 PG	6.232	4.298	5.905	5.004	4.524	5.484	4.564	5.853
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU PARI 02 PG	6.214	6.391	6.730	6.692	4.877	5.557	5.770	5.661
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU TIDUNG 01 PG	6.492	6.285	6.709	6.447	4.536	5.557	6.155	6.801
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU TIDUNG 02 PG	6.742	6.191	6.815	6.544	4.409	5.556	6.406	6.201
Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PULAU TIDUNG 03 PG	6.407	6.322	6.668	6.444	4.597	5.691	6.111	6.078

Prov. D.K.I. Jakarta	Kab. Kepulauan Seribu	SD NEGERI PERCONTOHAN PULAU UNTUNG JAWA 01 PG	6.146	5.833	6.684	6.074	4.590	5.726	6.049	6.089
Prov. D.K.I. Jakarta	Kota Jakarta Pusat	SD KRISTEN PENABUR 3	6.216	5.917	6.740	6.726	3.984	5.645	6.307	6.134
Prov. D.K.I. Jakarta	Kota Jakarta Pusat	SDN Bungur 03 Pg.	6.204	6.084	6.624	6.108	4.263	5.585	5.577	4.534
Prov. D.K.I. Jakarta	Kota Jakarta Pusat	SD NEGERI CEMPAKA PUTIH BARAT 01 PAGI	6.426	5.998	6.803	6.456	3.988	5.689	6.347	6.953
Prov. D.K.I. Jakarta	Kota Jakarta Pusat	SDN Cempaka Putih Barat 03 Pg	2.800	1.536	2.134	0.506	2.208	4.344	4.812	3.912
Prov. D.K.I. Jakarta	Kota Jakarta Pusat	SDSN CEMPAKA PUTIH BARAT 05	6.404	6.180	6.657	6.254	4.366	5.390	6.079	5.224
Prov. D.K.I. Jakarta	Kota Jakarta Pusat	SDN Cempaka Putih Barat 07 Pg.	0.140	1.257	2.213	6.031	4.808	3.696	0.946	3.889
Prov. D.K.I. Jakarta	Kota Jakarta Pusat	SDN BENDUNGAN HILIR 09 PAGI	6.364	6.362	6.629	6.409	4.106	4.593	6.393	6.208
Prov. D.K.I. Jakarta	Kota Jakarta Pusat	SDS Trisula Perwari I	6.349	6.023	6.516	6.202	4.311	5.554	5.632	5.951
...
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SD NEGERI 011 KARANG BALIK	6.231	5.325	5.810	5.535	4.161	5.461	5.165	5.500
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SD NEGERI 012 GUNUNG LINGKAS	6.501	5.917	6.601	6.437	4.235	5.758	6.129	5.763

Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SD NEGERI 014 GUNUNG BELAH	6.705	5.967	6.360	6.078	4.542	5.596	6.216	6.077
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SD NEGERI 015 KAMPUNG ENAM	6.428	6.300	6.730	6.457	3.902	5.421	6.446	6.222
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SD NEGERI 016 PANTAI AMAL	5.973	5.940	6.589	5.762	3.821	5.569	6.200	6.177
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SD IT MUSLIMAT 1 TARAKAN	5.844	5.319	6.184	5.293	2.065	3.615	4.857	5.859
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SD INDO TIONGHOA	6.624	5.720	6.265	5.388	3.226	5.614	5.327	4.211
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SD CITRA BANGSA	5.937	5.863	6.352	6.193	2.579	5.896	5.756	5.662
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SDN 051 TARAKAN	6.160	5.846	6.486	6.368	3.949	5.251	6.041	5.824
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SDN 050 TARAKAN	7.000	6.031	6.905	6.382	3.772	5.405	6.320	5.858
Prov. Kalimantan Utara	Kota Tarakan	SDS IT IBNU ABBAS TARAKAN	5.793	4.630	5.031	3.765	2.980	3.162	4.460	5.528

Lampiran 2a. Kota dalam Cluster A

Kab. Aceh Besar	Kab. Lampung Timur	Kab. Tanjung Jabung Timur
Kab. Aceh Jaya	Kab. Langkat	Kab. Tasikmalaya
Kab. Aceh Tamiang	Kab. Lebak	Kab. Tegal
Kab. Aceh Tengah	Kab. Lebong	Kab. Temanggung
Kab. Aceh Tenggara	Kab. Lembata	Kab. Toraja Utara
Kab. Aceh Timur	Kab. Lima Puluh Koto	Kab. Trenggalek
Kab. Aceh Utara	Kab. Lombok Barat	Kab. Tuban
Kab. Agam	Kab. Lombok Tengah	Kab. Tulang Bawang Barat
Kab. Badung	Kab. Lombok Timur	Kab. Tulungagung
Kab. Bandung	Kab. Luwu	Kab. Wajo
Kab. Bandung Barat	Kab. Luwu Timur	Kab. Wonogiri
Kab. Bangka	Kab. Madiun	Kab. Wonosobo
Kab. Bangka Selatan	Kab. Magelang	Kota Ambon
Kab. Bangka Tengah	Kab. Magetan	Kota Balikpapan
Kab. Bangli	Kab. Majalengka	Kota Banda Aceh
Kab. Banjarnegara	Kab. Majene	Kota Bandar Lampung
Kab. Bantaeng	Kab. Malang	Kota Bandung
Kab. Bantul	Kab. Maros	Kota Banjar
Kab. Banyuwangi	Kab. Mempawah	Kota Banjarbaru
Kab. Barru	Kab. Minahasa Utara	Kota Banjarmasin
Kab. Batang	Kab. Mojokerto	Kota Batu
Kab. Batang Hari	Kab. Morowali	Kota Baubau
Kab. Batubara	Kab. Muara Enim	Kota Bekasi
Kab. Bekasi	Kab. Muaro Jambi	Kota Bengkulu
Kab. Belitung	Kab. Muko-muko	Kota Bima
Kab. Belitung Timur	Kab. Muna	Kota Binjai
Kab. Bengkalis	Kab. Musi Banyuasin	Kota Bitung

Kab. Bengkulu Selatan	Kab. Musi Rawas	Kota Blitar
Kab. Bengkulu Tengah	Kab. Ngada	Kota Bogor
Kab. Bima	Kab. Nganjuk	Kota Bukittinggi
Kab. Bintan	Kab. Ngawi	Kota Cilegon
Kab. Bireuen	Kab. Ogan Komering Ulu	Kota Cimahi
Kab. Blitar	Kab. Ogan Komering Ulu Timur	Kota Cirebon
Kab. Blora	Kab. Pacitan	Kota Denpasar
Kab. Boalemo	Kab. Padang Pariaman	Kota Depok
Kab. Bogor	Kab. Pamekasan	Kota Dumai
Kab. Bojonegoro	Kab. Pandeglang	Kota Gorontalo
Kab. Bondowoso	Kab. Pangandaran	Kota Jakarta Barat
Kab. Bone	Kab. Pangkajene Kepulauan	Kota Jakarta Pusat
Kab. Bone Bolango	Kab. Pasaman	Kota Jakarta Selatan
Kab. Boyolali	Kab. Pasaman Barat	Kota Jakarta Timur
Kab. Brebes	Kab. Paser	Kota Jakarta Utara
Kab. Buleleng	Kab. Pasuruan	Kota Jambi
Kab. Bulukumba	Kab. Pati	Kota Kediri
Kab. Buton Selatan	Kab. Pekalongan	Kota Kendari
Kab. Ciamis	Kab. Pelalawan	Kota Kupang
Kab. Cianjur	Kab. Pematang	Kota Langsa
Kab. Cilacap	Kab. Penajam Paser Utara	Kota Lhokseumawe
Kab. Cirebon	Kab. Pesawaran	Kota Lubuk Linggau
Kab. Demak	Kab. Pesisir Selatan	Kota Madiun
Kab. Dharmasraya	Kab. Pidie	Kota Magelang
Kab. Donggala	Kab. Pidie Jaya	Kota Makassar
Kab. Enrekang	Kab. Pinrang	Kota Malang
Kab. Flores Timur	Kab. Pohuwato	Kota Manado
Kab. Garut	Kab. Ponorogo	Kota Mataram

Kab. Gianyar	Kab. Poso	Kota Metro
Kab. Gorontalo	Kab. Pringsewu	Kota Mojokerto
Kab. Gorontalo Utara	Kab. Probolinggo	Kota Padang
Kab. Gowa	Kab. Purbalingga	Kota Padang Panjang
Kab. Gresik	Kab. Purwakarta	Kota Padang Sidempuan
Kab. Grobogan	Kab. Purworejo	Kota Palangka Raya
Kab. Gunung Kidul	Kab. Rejang Lebong	Kota Palembang
Kab. Hulu Sungai Tengah	Kab. Rembang	Kota Palopo
Kab. Hulu Sungai Utara	Kab. Sabu Raijua	Kota Palu
Kab. Indragiri Hulu	Kab. Semarang	Kota Pangkalpinang
Kab. Indramayu	Kab. Serang	Kota Parepare
Kab. Jember	Kab. Serdang Bedagai	Kota Pariaman
Kab. Jembrana	Kab. Siak	Kota Pasuruan
Kab. Jepara	Kab. Sidenreng Rappang	Kota Payakumbuh
Kab. Jombang	Kab. Sidoarjo	Kota Pekalongan
Kab. Kampar	Kab. Sigi	Kota Pekanbaru
Kab. Karang Asem	Kab. Sijunjung	Kota Pontianak
Kab. Karanganyar	Kab. Sinjai	Kota Prabumulih
Kab. Karawang	Kab. Situbondo	Kota Probolinggo
Kab. Karimun	Kab. Sleman	Kota Sabang
Kab. Kebumen	Kab. Solok	Kota Salatiga
Kab. Kediri	Kab. Solok Selatan	Kota Samarinda
Kab. Kendal	Kab. Soppeng	Kota Sawah Lunto
Kab. Kepulauan Selayar	Kab. Sragen	Kota Semarang
Kab. Kepulauan Seribu	Kab. Subang	Kota Serang
Kab. Kerinci	Kab. Sukabumi	Kota Sibolga
Kab. Klaten	Kab. Sukoharjo	Kota Singkawang
Kab. Klungkung	Kab. Sumbawa	Kota Solok

Kab. Kolaka Utara	Kab. Sumbawa Barat	Kota Sorong
Kab. Kotawaringin Barat	Kab. Sumedang	Kota Sukabumi
Kab. Kuantan Singingi	Kab. Sumenep	Kota Sungai Penuh
Kab. Kudus	Kab. Tabalong	Kota Surabaya
Kab. Kulon Progo	Kab. Tabanan	Kota Surakarta
Kab. Kuningan	Kab. Takalar	Kota Tangerang
Kab. Kutai Timur	Kab. Tana Toraja	Kota Tanjung Balai
Kab. Lahat	Kab. Tanah Datar	Kota Tanjungpinang
Kab. Lamongan	Kab. Tanah Laut	Kota Tarakan
Kab. Lampung Tengah	Kab. Tanggamus	Kota Tasikmalaya
Kota Yogyakarta	Kota Tomohon	Kota Tegal

Lampiran 2b. Kota dalam Cluster B

Kab. Aceh Barat	Kab. Kepulauan Aru	Kab. Nias Utara
Kab. Aceh Barat Daya	Kab. Kepulauan Mentawai	Kab. Nunukan
Kab. Aceh Selatan	Kab. Kepulauan Meranti	Kab. Ogan Ilir
Kab. Aceh Singkil	Kab. Kepulauan Siau Tagulandang Biaro	Kab. Ogan Komering Ilir
Kab. Alor	Kab. Kepulauan Sula	Kab. Ogan Komering Ulu Selatan
Kab. Asahan	Kab. Kepulauan Talaud	Kab. Padang Lawas
Kab. Balangan	Kab. Ketapang	Kab. Padang Lawas utara
Kab. Banggai	Kab. Kolaka	Kab. Parigi Moutong
Kab. Banggai Kepulauan	Kab. Kolaka Timur	Kab. Pasangkayu
Kab. Banggai Laut	Kab. Konawe	Kab. Penukal Abab Lematang Ilir
Kab. Bangka Barat	Kab. Konawe Selatan	Kab. Pesisir Barat
Kab. Bangkalan	Kab. Konawe Utara	Kab. Polewali Mandar
Kab. Banjar	Kab. Kotabaru	Kab. Pulang Pisau
Kab. Banyuasin	Kab. Kotawaringin Timur	Kab. Rokan Hilir
Kab. Banyumas	Kab. Kuburaya	Kab. Rokan Hulu
Kab. Barito Kuala	Kab. Kupang	Kab. Rote-Ndao
Kab. Barito Selatan	Kab. Kutai Barat	Kab. Sambas
Kab. Barito Timur	Kab. Kutai Kartanegara	Kab. Samosir
Kab. Barito Utara	Kab. Labuhan Batu	Kab. Sampang
Kab. Belu	Kab. Labuhan Batu Selatan	Kab. Sanggau
Kab. Bener Meriah	Kab. Labuhan Batu Utara	Kab. Sarolangun
Kab. Bengkayang	Kab. Lampung Barat	Kab. Sekadau
Kab. Bengkulu Utara	Kab. Lampung Selatan	Kab. Seluma
Kab. Berau	Kab. Lampung Utara	Kab. Seram Bagian Barat
Kab. Bolaang Mongondow	Kab. Lingga	Kab. Seram Bagian Timur

Kab. Bolaang Mongondow Selatan	Kab. Lombok Utara	Kab. Seruyan
Kab. Bolaang Mongondow Timur	Kab. Lumajang	Kab. Sikka
Kab. Bolaang Mongondow Utara	Kab. Luwu Utara	Kab. Simalungun
Kab. Bombana	Kab. Mahakam Ulu	Kab. Simeulue
Kab. Bulungan	Kab. Malaka	Kab. Sintang
Kab. Bungo	Kab. Malinau	Kab. Sorong
Kab. Buol	Kab. Maluku Tengah	Kab. Sukamara
Kab. Buru	Kab. Maluku Tenggara	Kab. Sumba Barat
Kab. Buru Selatan	Kab. Maluku Tenggara Barat	Kab. Sumba Barat Daya
Kab. Buton	Kab. Mamasa	Kab. Sumba Tengah
Kab. Buton Tengah	Kab. Mamuju	Kab. Sumba Timur
Kab. Buton Utara	Kab. Mamuju Tengah	Kab. Supiori
Kab. Dairi	Kab. Mandailing Natal	Kab. Tana Tidung
Kab. Deli Serdang	Kab. Manggarai	Kab. Tanah Bumbu
Kab. Dompu	Kab. Manggarai Barat	Kab. Tangerang
Kab. Empat Lawang	Kab. Manggarai Timur	Kab. Tanjung Jabung Barat
Kab. Ende	Kab. Manokwari	Kab. Tapanuli Selatan
Kab. Fak-Fak	Kab. Maybrat	Kab. Tapanuli Tengah
Kab. Gayo Lues	Kab. Melawi	Kab. Tapanuli Utara
Kab. Halmahera Barat	Kab. Merangin	Kab. Tapin
Kab. Halmahera Selatan	Kab. Merauke	Kab. Tebo
Kab. Hulu Sungai Selatan	Kab. Mesuji	Kab. Timor Tengah Selatan
Kab. Humbang Hasudutan	Kab. Mimika	Kab. Timor Tengah Utara
Kab. Indragiri Hilir	Kab. Minahasa	Kab. Tojo Una-Una
Kab. Jayapura	Kab. Minahasa Selatan	Kab. Tolitoli
Kab. Jeneponto	Kab. Minahasa Tenggara	Kab. Tulang Bawang

Kab. Kaimana	Kab. Morowali Utara	Kab. Wakatobi
Kab. Kapuas	Kab. Muna Barat	Kab. Way Kanan
Kab. Kapuas Hulu	Kab. Murung Raya	Kota Batam
Kab. Karo	Kab. Musi Rawas Utara	Kota Bontang
Kab. Kaur	Kab. Nagakeo	Kota Gunungsitoli
Kab. Kayong Utara	Kab. Nagan Raya	Kota Jayapura
Kab. Keerom	Kab. Natuna	Kota Kotamobagu
Kab. Kep. Sangihe	Kab. Nias	Kota Medan
Kab. Kepahiang	Kab. Nias Barat	Kota Pagar Alam
Kab. Kepulauan Anambas	Kab. Nias Selatan	Kota Pematangsiantar
Kota Tebing Tinggi	Kota Tidore Kepulauan	Kota Tangerang Selatan
Kota Ternate	Kota Tual	

Lampiran 2c. Kota dalam *Cluster C*

Kab. Asmat	Kab. Konawe Kepulauan	Kab. Pegunungan Bintang
Kab. Biak Numfor	Kab. Lamandau	Kab. Pulau Taliabu
Kab. Boven Digoel	Kab. Landak	kab. Puncak
Kab. Deiyai	Kab. Lanny Jaya	Kab. Puncak Jaya
Kab. Dogiyai	Kab. Maluku Barat Daya	Kab. Raja Ampat
Kab. Gunung Mas	Kab. Manokwari Selatan	Kab. Sarmi
Kab. Halmahera Tengah	Kab. Mappi	Kab. Sorong Selatan
Kab. Halmahera Timur	Kab. Memberamo Raya	Kab. Tambrauw
Kab. halmahera Utara	Kab. Membramo Tengah	Kab. Teluk Bintuni
Kab. Intan Jaya	Kab. Nabire	Kab. Teluk Wondama
Kab. Jaya Wijaya	Kab. Nduga	Kab. Toba Samosir
Kab. Katingan	Kab. Pakpak Bharat	Kab. Tolikara
Kab. Kepulauan Morotai	Kab. Paniai	Kab. Waropen
Kab. Kepulauan Yapen	Kab. Pegunungan Arfak	Kab. Yahukimo
Kab. Yalimo	Kota Subulussalam	

Lampiran 3. Output Fuzzy C-Means 4 Cluster

Distance between the final cluster prototypes

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Cluster 2	0.3125418		
Cluster 3	3.5005686	1.8441866	
Cluster 4	104.6853473	96.3929813	78.6228264

Difference between the initial and final cluster prototypes

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Cluster 1	0.3311287	0.16061859	-0.1098784	-0.09853351	0.3462945	0.22471538	-0.3339052
Cluster 2	-0.1027698	0.08689829	-0.2149297	-0.19445050	0.5317292	-0.38175412	-0.3036394
Cluster 3	0.7572164	0.85323726	0.7511468	1.47914293	-1.1137639	0.11876297	0.5441236
Cluster 4	-2.2791010	-0.49103083	2.0878065	4.90531252	-0.1907993	0.03508314	-4.4141680

S8

Lampiran 3. Output Fuzzy C-Means 4 Cluster (lanjutan)

Cluster 1 -0.14123408

Cluster 2 1.29205105

Cluster 3 -0.06883742

Cluster 4 -0.60238625

Root Mean Squared Deviations (RMSD): 3.94024

Mean Absolute Deviation (MAD): 51.0929

Membership degrees matrix (top and bottom 5 rows):

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
1	0.6223683	0.2819781	0.09062427	0.005029312
2	0.3233001	0.3752215	0.28650218	0.014976126
3	0.6434749	0.2756105	0.07730802	0.003606592
4	0.6879479	0.2494546	0.05983824	0.002759239
5	0.4138528	0.4107726	0.17058930	0.004785356

Lampiran 3. *Output Fuzzy C-Means 4 Cluster (lanjutan)*

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4			
142290	0.2336070	0.3125350	0.43800608	0.015851925			
142291	0.3167199	0.4103763	0.26248308	0.010420715			
142292	0.3696075	0.6033360	0.02638525	0.000671216			
142293	0.5641088	0.3468993	0.08539865	0.003593240			
142294	0.1996545	0.2546792	0.47982562	0.065840692			
Descriptive statistics for the membership degrees by clusters							
	Size	Min	Q1	Mean	Median	Q3	Max
Cluster 1	63477	0.3410514	0.5091262	0.5930922	0.5919655	0.6718123	0.9645147
Cluster 2	44680	0.3148920	0.4003408	0.4520975	0.4355422	0.4884958	0.9131819
Cluster 3	31487	0.2872503	0.4453866	0.5371893	0.5256702	0.6161053	0.9503121
Cluster 4	2650	0.2870436	0.3421556	0.7029606	0.9217318	0.9725639	0.9851514

Lampiran 3. Output Fuzzy C-Means 4 Cluster (lanjutan)

Dunn's Fuzziness Coefficients:

dunn_coeff normalized

0.4330856 0.2441141

Within cluster sum of squares by cluster:

1 2 3 4

54626.73 83112.41 95819.05 42422.34

(between_SS / total_SS = 53.98%)

Available components:

[1] "u" "v" "v0" "d" "x" "cluster"
"csize"

[8] "sumsqrs" "k" "m" "iter" "best.start"
"func.val" "comp.time"

[15] "inpargs" "algorithm" "call"

Lampiran 4 *Output Fuzzy C-Means 5 Cluster*

Summary for 'res.fcm_5'

Number of data objects: 142294

Number of clusters: 5

Crisp clustering vector:

[1] 15 1 1 1 3 1 1 1 1 1 1 5 1 4 1 4 1 1 1 1 1 1 2 1 5 1 1 1 5 5 1 1
2 5 2 1 1 1 2 5 1 1 5 1

[46] 1 1 1 1 2 1 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 1 1 1 2 5 5 3 5 1 5 1 1 5
5 5 2 4 1 5 5 5 3 5 1 2 3

[91] 1 1 3 3 1 5 4 2 5 3 1 1 5 5 1 1 5 5 1 1 5 2 5 1 1 5 1 2 5 5 3 5
1 1 2 1 2 1 1 1 1 1 3 1 5

[136] 2 5 1 1 5 1 5 1 1 1 1 5 1 1 2 5 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 5 3 1 5 1 1
1 5 4 1 2 2 1 5 3 2 1 1 2

[181] 5 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 5 1 1 5 2 1 3 5 2 5 2 5 3 3 3 2 2 5 2 2 5
3 3 2 1 5 2 5 5 3 5 2 2 5

[226] 5 2 5 2 3 2 2 5 2 2 5 2 2 5 1 1 5 3 2 3 2 1 5 3 5 2 2 3 3 2 2 3
2 2 3 5 2 1 2 1 5 5 2 1 5

Lampiran 4 *Output Fuzzy C-Means 5 Cluster (Lanjutan)*

[271] 2 5 2 2 1 5 1 5 2 5 2 5 3 1 5 2 2 3 5 1 5 5 5 5 5 2 5 3 2 4 1 2
1 5 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1

[316] 1 1 1 5 1 5 1 1 5 5 1 1 1 1 2 5 2 1 3 2 1 1 1 1 2 5 1 1 4 1 1 1
1 1 1 1 5 5 1 1 2 2 1 1 5

[361] 1 1 1 4 1 4 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 5 1 1 2 1 1 2 2 2 1 5 1 2 1 2 5
1 1 1 1 1 1 3 5 1 1 5 1 1

[406] 5 5 2 1 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 5 1 1 1 2 5 1 2 1 1 1 1 1 5
2 4 1 2 1 1 1 1 1 2 1 1 1

[451] 1 1 1 1 1 1 5 1 1 1 1 2 5 1 2 1 1 1 5 5 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
5 2 2 5 1 2 1 2 2 2 2 2 5

[496] 3 2 2 2 2 1 2 1 2 1 2 2 2 2 2 3 3 2 2 1 3 2 5 2 3 1 2 3 1 2 2 1
1 5 2 1 4 2 3 1 1 5 2 2 5

[541] 3 2 5 2 2 3 1 5 2 2 4 2 2 1 1 2 5 1 5 5 2 3 2 2 2 5 2 2 5 3 2 5
5 2 5 2 1 2 1 2 2 5 5 1 5

[586] 1 1 5 2 1 2 2 1 5 4 1 3 2 1 3 5 1 5 1 2 5 2 5 2 2 5 1 5 2 2 2 2
5 1 2 1 2 2 5 2 2 1 5 2 5

[631] 2 5 2 2 2 2 5 2 3 5 2 5 2 3 5 2 3 5 2 2 1 1 1 5 1 1 1 1 1 1 2 1
1 2 1 1 2 1 2 1 1 2 1 1 5

[676] 1 2 1 1 1 1 1 5 1 5 1 2 2 5 3 1 5 3 5 4 2 5 3 1 5 3 1 1 1 5 1 1
1 5 1 1 1 1 1 5 1 1 4 5 1

[721] 1 1 1 5 1 1 2 5 1 1 1 1 2 5 1 1 5 1 1 3 5 1 5 5 1 5 5 5 3 5 3 3
1 5 1 2 2 1 4 1 1 5 1 5 1

Lampiran 4 Output Fuzzy C-Means 5 Cluster (Lanjutan)

```
[766] 5 5 2 1 5 1 1 5 2 5 5 1 5 1 3 1 5 5 1 1 1 3 2 3 2 1 1 5 5 1 1 2  
1 2 1 1 1 2 5 5 1 3 3 3 5
```

```
[811] 1 3 1 5 5 5 1 1 1 1 2 1 1 1 5 1 1 1 5 1 5 2 1 1 1 1 1 1 1 5 1 1  
2 1 1 5 1 1 1 1 1 4 5 1 5
```

```
[856] 2 1 1 1 5 5 5 1 3 1 1 1 1 1 1 3 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 5 1 1 5 1 1 5  
1 1 1 1 1 5 5 5 1 1 2 1 5
```

```
[901] 1 3 1 1 1 5 5 1 5 1 1 1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 5 3 1 1 1 1 1 1  
1 5 1 3 1 1 1 1 5 1 5 1 1
```

```
[946] 5 5 5 1 5 3 3 5 5 5 1 1 1 3 2 1 1 1 1 5 5 1 2 1 2 1 2 1 5 1 4 5  
1 5 5 5 2 1 1 1 1 1 1 5 1
```

```
[991] 2 1 1 1 2 2 2 1 1 5
```

```
[ reached getopt("max.print") -- omitted 141294 entries ]
```

Initial cluster prototypes:

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Cluster 1	5.936349	5.939988	6.8088749	6.5125549	3.696663	5.066338	6.443512	6.161037
Cluster 2	6.245633	5.759420	6.7748272	6.3293561	3.315154	5.485876	6.221814	4.569444
Cluster 3	5.193261	4.401616	5.3968400	3.8055450	4.895693	4.903401	4.677722	5.667667

Lampiran 4 *Output Fuzzy C-Means 5 Cluster (Lanjutan)*

Cluster 4 2.800000 1.908796 0.1522989 0.6222222 4.002010
4.038531 5.727194 4.495556

Cluster 5 5.700224 5.770123 6.3363540 5.4702441 3.788912
5.539638 5.143282 5.855488

Final cluster prototypes:

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Cluster 1	6.2727210	6.115731	6.705999	6.429390	4.094195	5.311311	6.120856	6.031145
Cluster 2	6.1955176	5.968347	6.626951	6.276040	3.822054	5.153534	6.012311	5.928547
Cluster 3	5.9102088	5.117446	6.031299	5.073689	3.751383	5.007307	5.024607	5.553833
Cluster 4	0.3624325	1.351527	2.212913	5.723217	3.821554	4.071131	1.139110	3.827908
Cluster 5	6.0755515	5.673230	6.454132	5.906811	3.879726	5.077706	5.763851	5.779152

Distance between the final cluster prototypes

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
-----------	-----------	-----------	-----------

Lampiran 4 *Output Fuzzy C-Means 5 Cluster (Lanjutan)*

Cluster 2 0.1787099

Cluster 3 5.0606608 3.7482302

Cluster 4 109.6000696 104.4616208 78.9191772

Cluster 5 0.8627305 0.3608101 1.8277920 95.5506424

Difference between the initial and final cluster prototypes

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Cluster 1	0.33637230	0.17574348	-0.1028764	-0.08316473	0.39753148	0.24497258	-0.3226562
Cluster 2	-0.05011575	0.20892716	-0.1478757	-0.05331620	0.50690035	-0.33234161	-0.2095028
Cluster 3	0.71694768	0.71583027	0.6344587	1.26814366	-1.14430973	0.10390608	0.3468846
Cluster 4	-2.43756753	-0.55726910	2.0606142	5.10099522	-0.18045625	0.03260003	-4.5880841
Cluster 5	0.37532754	-0.09689304	0.1177781	0.43656678	0.09081436	-0.46193212	0.6205688
	S8						
Cluster 1	-0.12989132						
Cluster 2	1.35910219						

Lampiran 4 *Output Fuzzy C-Means 5 Cluster (Lanjutan)*

Cluster 3 -0.11383339

Cluster 4 -0.66764796

Cluster 5 -0.07633648

Root Mean Squared Deviations (RMSD): 3.642425

Mean Absolute Deviation (MAD): 44.17129

Membership degrees matrix (top and bottom 5 rows):

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
1	0.5285742	0.2565496	0.05364787	0.003628209	0.1576001
2	0.2431556	0.2684767	0.18265754	0.010940963	0.2947691
3	0.5531012	0.2505895	0.04445579	0.002594448	0.1492591
4	0.5947392	0.2441745	0.03413660	0.001983917	0.1249657
5	0.3188889	0.2678328	0.09179753	0.003397348	0.3180835
...					
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
	142290	0.1761299	0.2170135	0.31367631	0.011737351
	0.2814429				

Lampiran 4 *Output Fuzzy C-Means 5 Cluster (Lanjutan)*

142291 0.2274254 0.3101695 0.16059112 0.007552364
0.2942616

142292 0.2366120 0.6119493 0.01360596 0.000491344
0.1373414

142293 0.4207541 0.3534882 0.04978307 0.002640400
0.1733343

142294 0.1446077 0.1699532 0.42120201 0.045465128
0.2187719

Descriptive statistics for the membership degrees by clusters

	Size	Min	Q1	Mean	Median	Q3	Max
Cluster 1	53596	0.2622106	0.4180906	0.4945125	0.4865255	0.5688054	0.9267361
Cluster 2	30470	0.2417872	0.3237800	0.3774485	0.3682055	0.4197979	0.7779998
Cluster 3	22726	0.2382077	0.3751937	0.4663955	0.4512758	0.5452282	0.9433606
Cluster 4	2203	0.2374371	0.3206588	0.7594780	0.9541571	0.9811861	0.9925847
Cluster 5	33299	0.2449210	0.3186933	0.3744578	0.3580155	0.4123496	0.8758224

Lampiran 4 *Output Fuzzy C-Means 5 Cluster (Lanjutan)*

Dunn's Fuzziness Coefficients:

dunn_coeff normalized

0.3376010 0.1720013

Within cluster sum of squares by cluster:

1 2 3 4 5

40128.27 46868.16 93408.64 29055.36 55268.94

(between_SS / total_SS = 53.45%)

Available components:

[1] "u" "v" "v0" "d" "x" "cluster"
"csize"

[8] "sumsqrs" "k" "m" "iter" "best.start" "func.val"
"comp.time"

[15] "inpargs" "algorithm" "call"

Lampiran 5. Output Fuzzy C-Means 6 Cluster

Summary for 'res.fcm_6'

Number of data objects: 142294

Number of clusters: 6

Crisp clustering vector:

```
[1] 6 2 6 6 6 3 6 6 6 6 6 6 2 6 4 6 4 6 6 6 6 6 6 1 6 5 1 6 6 2 2 6
    6 1 5 1 6 6 6 2 5 6 6 5 6
[46] 6 6 6 6 2 6 4 6 6 6 6 6 6 6 6 6 3 1 6 6 1 5 5 2 6 5 6 6 2
    5 2 1 4 6 5 2 5 3 2 6 2 3
[91] 6 6 3 3 6 2 4 1 5 5 6 6 2 5 6 6 2 2 6 6 5 1 2 6 6 5 6 2 2 2 3 5
    6 6 2 6 1 6 6 6 1 6 5 6 5
[136] 2 5 6 6 2 6 5 6 6 6 6 5 6 6 2 5 6 2 6 6 6 6 6 2 1 2 5 3 6 2 6 6
    6 5 4 6 2 2 6 2 5 2 2 6 1
[181] 5 6 6 6 6 2 6 6 6 6 1 5 6 6 2 2 6 3 6 1 5 1 5 3 5 5 1 1 5 2 1 2
    3 5 1 6 2 1 5 5 3 5 1 1 2
[226] 2 2 5 1 3 1 1 5 2 2 2 1 1 2 1 6 2 3 2 3 2 6 5 3 2 1 1 5 3 1 1 3
    1 2 3 2 1 6 2 1 5 5 1 6 5
[271] 2 5 1 1 6 2 6 5 2 5 1 5 3 6 2 1 2 3 5 6 2 2 2 5 5 1 5 3 2 4 6 1
    6 2 6 6 6 6 6 6 6 6 1 2 6
[316] 6 6 6 5 6 2 6 6 5 2 6 6 2 6 1 2 1 6 3 2 6 6 6 6 2 5 6 6 4 6 6 6
    6 6 6 6 2 2 6 6 2 2 6 6 5
[361] 6 6 6 4 6 4 6 6 1 2 6 6 6 6 6 6 5 6 6 2 6 6 2 1 2 6 2 1 1 1 1 2
    6 6 6 6 6 6 5 5 6 6 5 6 6
[406] 5 2 1 6 1 6 2 6 6 6 6 6 6 6 6 1 6 6 2 6 6 1 2 2 6 1 6 6 6 6 6 5
    2 4 6 2 6 6 6 6 6 1 6 1 6
[451] 6 6 6 6 6 6 2 6 6 6 1 1 2 6 2 6 6 6 2 5 6 1 6 6 6 6 6 6 1 1 6 1
    2 1 1 5 6 1 1 1 2 1 2 1 5
```

Lampiran 5. Output Fuzzy C-Means 6 Cluster (Lanjutan)

```

[496] 5 1 1 1 1 6 2 6 2 6 1 2 1 1 1 5 3 1 1 6 5 1 5 1 3 2 2 3 6 1 2 6
      6 5 2 6 4 1 5 6 6 5 1 1 2
[541] 3 2 2 1 1 3 1 5 1 1 4 1 1 6 6 1 2 6 2 2 1 3 1 1 2 5 2 1 5 3 1 2
      5 1 5 1 6 1 6 2 1 2 5 1 5
[586] 6 6 5 1 6 1 2 6 2 4 6 3 2 1 3 2 1 2 1 2 2 1 2 1 1 2 6 2 1 2 1 1
      2 6 2 6 1 1 2 1 1 6 5 1 5
[631] 2 2 2 2 2 2 5 2 3 5 1 5 1 3 2 1 3 5 2 2 6 6 6 5 6 6 6 6 6 6 2 6
      6 1 6 6 1 6 1 6 6 1 6 6 2
[676] 6 1 6 2 6 6 6 2 6 5 6 1 2 5 3 6 5 5 5 4 1 2 3 6 2 5 6 6 6 5 6 6
      6 2 6 6 6 6 6 2 6 6 4 5 6
[721] 6 6 6 2 6 6 1 5 6 6 6 6 2 5 6 6 5 6 6 5 5 6 2 5 6 2 2 2 5 2 5 3
      6 5 6 1 1 6 4 6 6 2 6 2 6
[766] 2 5 1 6 2 6 6 5 1 5 2 6 5 6 5 6 5 5 6 6 6 3 1 3 2 6 6 5 5 6 6 2
      6 1 6 6 6 1 5 5 6 5 5 3 2
[811] 6 5 6 5 5 2 6 6 6 6 1 6 6 6 2 2 6 6 2 6 2 1 6 6 6 6 6 6 6 5 6 6
      1 6 6 2 1 6 6 6 6 4 5 6 5
[856] 2 6 6 6 5 2 2 6 3 6 6 6 6 6 6 3 6 2 6 6 6 6 6 6 6 2 6 1 2 6 1 2
      6 6 6 6 6 5 5 2 6 6 1 6 5
[901] 6 5 6 6 6 5 5 6 2 6 6 6 5 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 3 5 5 6 6 6 6 6 6
      6 5 6 3 6 6 6 6 2 6 5 6 6
[946] 5 5 5 6 5 3 3 5 5 2 6 6 6 3 1 6 6 6 6 2 5 6 1 6 1 6 1 6 5 6 4 5
      6 2 5 5 1 6 6 6 6 6 6 5 6
[991] 1 6 6 6 1 1 1 6 6 5
[ reached getopt("max.print") -- omitted 141294 entries ]

```

Initial cluster prototypes:

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Cluster 1	5.936349	5.939988	6.8088749	6.5125549	3.696663			
	5.066338	6.443512	6.161037					

Lampiran 5. Output Fuzzy C-Means 6 Cluster (Lanjutan)

Cluster 2 6.245633 5.759420 6.7748272 6.3293561 3.315154
5.485876 6.221814 4.569444
Cluster 3 5.193261 4.401616 5.3968400 3.8055450 4.895693
4.903401 4.677722 5.667667
Cluster 4 2.800000 1.908796 0.1522989 0.6222222 4.002010
4.038531 5.727194 4.495556
Cluster 5 5.700224 5.770123 6.3363540 5.4702441 3.788912
5.539638 5.143282 5.855488
Cluster 6 6.450053 5.748360 6.2838453 6.0464695 4.475240
5.007400 6.188971 6.086889

Final cluster prototypes:

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Cluster 1	6.2250920	6.031391	6.660624	6.343253	3.849455	5.204321	6.057915	5.970292
Cluster 2	6.1283169	5.811604	6.537325	6.091902	3.852252	5.080853	5.890800	5.835542
Cluster 3	5.8792376	5.007705	5.931869	4.903112	3.726414	4.994763	4.857566	5.518672
Cluster 4	0.2876438	1.321528	2.203151	5.821140	3.829518	4.072235	1.054240	3.798709
Cluster 5	6.0370186	5.563649	6.381591	5.749240	3.873421	5.073122	5.648976	5.736040
Cluster 6	6.2745226	6.124761	6.710045	6.438680	4.124271	5.323583	6.127203	6.038414

Distance between the final cluster prototypes

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
Cluster 2	0.1973885				

Lampiran 5. Output Fuzzy C-Means 6 Cluster (Lanjutan)

Cluster 3 5.4764862 3.6793167
 Cluster 4 108.6123169 101.6914424 77.8851900
 Cluster 5 0.9247574 0.2803750 1.9534788 94.3839786
 Cluster 6 0.1218990 0.4994858 6.5161091 112.0111870
 1.4002515

Difference between the initial and final cluster prototypes

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	S7					
Cluster 1	0.2887433	0.09140311	-0.14825054	-0.1693024		
	0.15279126	0.13798222	-0.38559694			
Cluster 2	-0.1173164	0.05218380	-0.23750261	-0.2374537		
	0.53709825	-0.40502243	-0.33101355			
Cluster 3	0.6859765	0.60608897	0.53502932	1.0975672	-	
	1.16927858	0.09136294	0.17984406			
Cluster 4	-2.5123562	-0.58726790	2.05085191	5.1989181	-	
	0.17249246	0.03370374	-4.67295427			
Cluster 5	0.3367946	-0.20647379	0.04523717	0.2789959		
	0.08450908	-0.46651646	0.50569354			
Cluster 6	-0.1755302	0.37640011	0.42619944	0.3922105	-	
	0.35096877	0.31618354	-0.06176785			
	S8					
Cluster 1	-0.19074444					
Cluster 2	1.26609750					
Cluster 3	-0.14899441					
Cluster 4	-0.69684630					
Cluster 5	-0.11944777					
Cluster 6	-0.04847478					

Lampiran 5. Output Fuzzy C-Means 6 Cluster (Lanjutan)

Root Mean Squared Deviations (RMSD): 3.369858

Mean Absolute Deviation (MAD): 39.17259

Membership degrees matrix (top and bottom 5 rows):

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
1	0.2411072	0.1585165	0.03607608	0.002865038	0.10261022	0.4588250
2	0.2073901	0.2342898	0.12604348	0.008629613	0.22975800	0.1938889
3	0.2367482	0.1531474	0.02933383	0.002047080	0.09439125	0.4843322
4	0.2413659	0.1361012	0.02244966	0.001566216	0.07667790	0.5218391
5	0.2095926	0.2469676	0.05768637	0.002667805	0.22240236	0.2606833

...

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
142290	0.1655029	0.2046470	0.229635161	0.009368323	0.24963589	0.1412107
142291	0.2380454	0.2468952	0.107922376	0.005950147	0.22381517	0.1773717
142292	0.4275332	0.3109452	0.009122828	0.000425031	0.06425625	0.1877175
142293	0.3281510	0.1957315	0.032948100	0.002098713	0.10768488	0.3333858
142294	0.1262785	0.1531190	0.381592179	0.034694603	0.19172775	0.1125880

Descriptive statistics for the membership degrees by clusters

Lampiran 5. Output Fuzzy C-Means 6 Cluster (Lanjutan)

	Size	Min	Q1	Mean	Median	Q3	Max
Cluster 1	26126	0.2117452	0.2848249	0.3388493	0.3291823	0.3836641	0.7486686
Cluster 2	21925	0.1975726	0.2485192	0.2839323	0.2700538	0.3072763	0.7290404
Cluster 3	17696	0.2068752	0.3250387	0.4182658	0.4022497	0.4966200	0.9266070
Cluster 4	1990	0.2122345	0.8216323	0.7985873	0.9585928	0.9839828	0.9956442
Cluster 5	26680	0.2002499	0.2715427	0.3272064	0.3127241	0.3668058	0.8734418
Cluster 6	47877	0.2120552	0.3520040	0.4239935	0.4130125	0.4934244	0.8866736

Dunn's Fuzziness Coefficients:

dunn_coeff normalized
0.2768344 0.1322013

Within cluster sum of squares by cluster:

	1	2	3	4	5	6
	29426.69	41034.34	87853.72	21305.08	43510.18	34200.63

(between_SS / total_SS = 53.6%)

Available components:

```
[1] "u"      "v"      "v0"     "d"      "x"      "cluster"
      "csize"
[8] "sumsqrs" "k"      "m"      "iter"   "best.start"
      "func.val" "comp.time"
[15] "inpargs" "algorithm" "call"
```

Lampiran 6. Output Fuzzy C-Means 3 Cluster Kota

Summary for 'res.fcm_3'

Number of data objects: 514

Number of clusters: 3

Crisp clustering vector:

```
[1] 2 2 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 2 2 3 1 2 1 1 2 2 2 1 2 1 1 2 1 2 1 1 1 2 2 1 2
2 2 2 1 1 1 1 1 1 1
[47] 2 2 1 2 1 1 2 2 3 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 1 1 1 3 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2
1 2 2 1 1 1 1 2 3 2
[93] 1 1 3 2 1 2 2 1 2 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 3 2 2 3 3 3 2 1 1 2 2 1 1 3 3 2 1
1 2 1 1 2 1 2 2 1 1
[139] 1 1 2 3 2 2 1 1 2 1 2 2 2 2 2 2 3 1 1 2 2 2 3 1 2 1 1 2 2 1 2 3 2 2 2 1
2 1 2 1 1 1 2 2 2 1
[185] 2 2 2 1 3 1 2 2 1 1 2 3 1 3 1 1 1 1 2 1 1 1 2 2 1 1 2 1 1 1 2 1 1 2 1 2
3 2 2 2 2 2 2 2 2
[231] 2 2 3 3 1 2 2 3 3 1 2 2 2 2 2 2 2 1 1 1 2 1 1 1 1 2 2 1 1 2 3 2 2 2 3 1
1 1 2 2 2 2 2 2 1
[277] 2 1 1 2 2 1 3 1 1 1 1 3 2 1 1 2 1 1 1 3 3 1 1 1 1 2 1 2 1 1 1 1 1 2 1 1
1 1 2 3 3 3 1 1 1 3
[323] 1 1 2 2 2 1 2 2 2 2 3 2 2 2 1 2 2 1 1 2 1 1 1 1 1 2 2 2 1 2 1 1 1 1 1 2
3 1 1 1 2 1 2 2 2 2
[369] 1 1 1 1 2 1 1 1 3 2 1 2 1 1 2 1 2 1 2 2 2 2 1 2 1 3 3 1 2 2 3 2 3 2 1 1
1 2 1 1 1 2 3 2 1 1
[415] 3 3 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1
2 1 1 2 1 1 1 1 1 1
[461] 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
3 1 1 1 1 1 2 1 1 1
[507] 1 2 1 2 2 1 2 1
```

Initial cluster prototypes:

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Cluster 1	6.395023	5.994156	6.635562	6.334470	3.956789	5.065933		
	5.969797	5.734076						

Lampiran 6. Output Fuzzy C-Means 3 Cluster Kota (Lanjutan)

Cluster 2 5.990807 5.615230 6.336473 5.931362 3.926340 5.113278
5.659646 5.689902

Cluster 3 5.446891 4.635368 5.391236 4.782151 3.058973 4.551123
4.135689 4.573291

Final cluster prototypes:

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Cluster 1	6.132197	5.808951	6.498351	6.079519	4.042238	5.168801	5.861954	5.849340
Cluster 2	6.023838	5.623893	6.373863	5.915867	3.632693	5.023652	5.631171	5.725352
Cluster 3	5.726247	5.180917	5.971616	5.490320	2.862122	4.510621	5.113743	5.069669

Distance between the final cluster prototypes

	Cluster 1	Cluster 2
Cluster 2	0.3456968	
Cluster 3	4.1774077	2.1823123

Difference between the initial and final cluster prototypes

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Cluster 1	-0.26282665	-0.185204845	-0.13721104	-0.25495114	0.08544855	0.10286793	-0.10784309
Cluster 2	0.03303192	0.008662401	0.03738979	-0.01549506	-0.29364700	-0.08962667	-0.02847596
Cluster 3	0.27935659	0.545548108	0.58038004	0.70816919	-0.19685095	-0.04050225	0.97805368
	S8						
Cluster 1	0.11526399						
Cluster 2	0.03545051						
Cluster 3	0.49637755						

Lampiran 6. Output Fuzzy C-Means 3 Cluster Kota

Root Mean Squared Deviations (RMSD): 0.9637628

Mean Absolute Deviation (MAD): 14.98303

Membership degrees matrix (top and bottom 5 rows):

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
1	0.1914818	0.78604600	0.022472182
2	0.2606773	0.58375085	0.155571842
3	0.9238628	0.07045087	0.005686371
4	0.5744645	0.40178364	0.023751818
5	0.2298516	0.75279807	0.017350355
...			
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
510	0.3334066	0.6289808	0.03761264
511	0.2670103	0.7106196	0.02237014
512	0.7812401	0.1871550	0.03160490
513	0.3610859	0.5114235	0.12749061
514	0.7305843	0.2404677	0.02894801

Descriptive statistics for the membership degrees by clusters

	Size	Min	Q1	Mean	Median	Q3	Max
Cluster 1	282	0.4732017	0.6708517	0.7587680	0.7906497	0.8583594	0.9667552
Cluster 2	188	0.4068162	0.5588540	0.6630555	0.6640240	0.7615362	0.9527154
Cluster 3	44	0.4188019	0.4987703	0.6227559	0.6158016	0.7365253	0.9126317

Dunn's Fuzziness Coefficients:

dunn_coeff	normalized
0.6003158	0.4004737

Within cluster sum of squares by cluster:

Lampiran 6. Output Fuzzy C-Means 3 Cluster Kota

```
    1    2    3
42.33578 52.21685 75.47709
(between_SS / total_SS = 50.23%)
```

Available components:

```
[1] "u"      "v"      "v0"     "d"      "x"      "cluster" "csize"
[8] "sumsqrs" "k"      "m"      "iter"   "best.start" "func.val"
"comp.time"
[15] "inpargs" "algorithm" "call"
```

Lampiran 7. Output Fuzzy C-Means 4 Cluster Kota

Summary for 'res.fcm_4'

Number of data objects: 514

Number of clusters: 4

Crisp clustering vector:

```
[1] 2 4 1 2 2 4 1 2 2 1 1 1 4 2 3 1 4 1 1 2 2 4 1 2 1 1 4 1 4 1 1 1 4 2 1 4
4 4 4 1 2 1 2 2 2 1
[47] 2 2 2 4 2 1 2 2 4 2 2 2 1 1 2 2 1 2 2 2 4 4 2 1 1 3 1 1 1 1 4 2 2 4 4 2
2 2 2 1 1 2 1 2 4 2
[93] 1 2 3 4 2 4 2 1 4 1 1 2 1 2 2 1 1 1 1 4 4 4 3 4 3 2 2 1 2 4 2 1 3 3 4 2
1 2 1 1 4 2 4 4 1 1
[139] 1 1 4 4 2 2 1 1 4 1 4 4 4 4 4 2 3 2 1 4 2 2 3 2 4 1 1 2 2 2 2 4 2 4 4 2
4 1 4 1 1 1 4 4 2 2
[185] 2 4 4 2 4 1 4 2 2 2 4 4 1 3 2 2 2 1 2 1 1 1 4 2 2 2 2 1 1 1 4 1 1 4 2 4
4 2 2 4 4 2 2 2 2 2
[231] 4 4 4 3 1 4 4 3 3 1 2 4 2 4 2 2 4 2 1 2 4 1 2 2 1 2 4 2 2 2 4 2 2 2 3 1
1 1 4 2 4 4 2 2 2 2
[277] 4 1 2 2 2 1 3 1 1 1 2 3 2 1 1 4 1 1 1 3 3 1 2 2 1 2 1 4 1 2 1 1 2 2 1 1
2 1 2 3 3 3 1 1 2 3
[323] 2 1 2 2 2 1 2 2 2 4 3 2 4 4 1 4 4 1 2 4 1 1 1 2 1 2 2 4 1 4 1 1 1 2 1 4
4 1 1 1 4 1 2 4 4 2
[369] 2 1 1 2 4 2 1 1 3 4 1 4 1 2 2 2 2 2 4 4 2 2 1 2 1 4 4 1 4 2 3 2 3 2 1 1
1 2 2 1 1 2 3 2 1 2
[415] 3 3 1 1 1 1 2 1 1 1 2 1 1 1 1 1 2 1 1 2 1 1 1 1 1 2 1 1 4 1 1 1 1 1 1
2 1 1 2 1 1 1 2 1 2
[461] 1 1 2 1 2 2 1 1 1 1 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 2 1 2 1 2 2 1 2
4 1 1 1 1 2 2 1 1 2
[507] 1 4 1 2 2 1 2 1
```

Initial cluster prototypes:

S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8

Lampiran 7. Output Fuzzy C-Means 4 Cluster Kota (Lanjutan)

Cluster 1 6.395023 5.994156 6.635562 6.334470 3.956789 5.065933
5.969797 5.734076

Cluster 2 5.990807 5.615230 6.336473 5.931362 3.926340 5.113278
5.659646 5.689902

Cluster 3 5.446891 4.635368 5.391236 4.782151 3.058973 4.551123
4.135689 4.573291

Cluster 4 5.551213 5.382532 6.210794 5.863960 3.096284 5.156752
5.055602 5.531090

Final cluster prototypes:

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Cluster 1	6.145735	5.833651	6.514201	6.102899	4.085299	5.183397	5.890522	5.860736

Cluster 2	6.083904	5.714282	6.440149	5.992766	3.805324	5.092374	5.744836	5.792091
-----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Cluster 3	5.681701	5.075242	5.870574	5.362208	2.743713	4.399664	4.994448	4.922039
-----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Cluster 4	5.954141	5.519224	6.290489	5.821320	3.476208	4.950603	5.493717	5.633863
-----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Distance between the final cluster prototypes

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Cluster 2	0.1482926		
Cluster 3	5.8515803	4.2190957	
Cluster 4	0.8990163	0.3231910	2.2545014

Difference between the initial and final cluster prototypes

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Cluster 1	-0.24928847	-0.16050526	-0.12136059	-0.23157130	0.1285099	0.11746410	-0.07927558
Cluster 2	0.09309773	0.09905205	0.10367575	0.06140437	-0.1210160	-0.02090383	0.08518909

Lampiran 7. Output Fuzzy C-Means 4 Cluster Kota (Lanjutan)

Cluster 3 0.23481029 0.43987371 0.47933756 0.58005681 -
0.3152599 -0.15145944 0.85875886

Cluster 4 0.40292816 0.13669232 0.07969474 -0.04263994
0.3799238 -0.20614873 0.43811528

S8

Cluster 1 0.1266601

Cluster 2 0.1021893

Cluster 3 0.3487482

Cluster 4 0.1027730

Root Mean Squared Deviations (RMSD): 0.8138654

Mean Absolute Deviation (MAD): 14.19677

Membership degrees matrix (top and bottom 5 rows):

Cluster 1 Cluster 2 Cluster 3 Cluster 4

1 0.1461828 0.5965974 0.014898706 0.24232111

2 0.1551148 0.2662551 0.072381998 0.50624812

3 0.7197140 0.2412360 0.004665436 0.03438457

4 0.2913240 0.5863284 0.011492550 0.11085499

5 0.1260482 0.7243311 0.008832255 0.14078842

...

Cluster 1 Cluster 2 Cluster 3 Cluster 4

510 0.2115223 0.5338221 0.02058224 0.23407332

511 0.1509233 0.6878381 0.01114829 0.15009028

512 0.6722820 0.2331280 0.01714549 0.07744447

513 0.2545935 0.3648174 0.07002219 0.31056688

514 0.5338441 0.3427030 0.01725898 0.10619398

Descriptive statistics for the membership degrees by clusters

Size Min Q1 Mean Median Q3 Max

Cluster 1 201 0.3795323 0.5536366 0.6646085 0.6800302 0.7730128
0.9392492

Lampiran 7. Output Fuzzy C-Means 4 Cluster Kota (Lanjutan)

Cluster 2 181 0.3503349 0.4560852 0.5546476 0.5303214 0.6332871
0.8931109

Cluster 3 29 0.3311042 0.4789148 0.5681735 0.5863341 0.6633126
0.7863862

Cluster 4 103 0.3040979 0.4419492 0.5702325 0.5167138 0.7248271
0.9270688

Dunn's Fuzziness Coefficients:

dunn_coeff normalized
0.4767103 0.3022805

Within cluster sum of squares by cluster:

1	2	3	4
25.50181	29.15498	54.15122	40.64090

(between_SS / total_SS = 54.77%)

Available components:

```
[1] "u"      "v"      "v0"     "d"      "x"      "cluster" "csize"
[8] "sumsqrs" "k"      "m"      "iter"   "best.start" "func.val"
"comp.time"
[15] "inpargs" "algorithm" "call"
```

Lampiran 8. *Syntax R Fuzzy C-Mean*

```
stan <- read.csv("E:/KULIAH/ STANDARFIX.csv", sep="," , header=T)

library(ppclust)

library(factoextra)

library(cluster)

library(fclust)

a=stan[,1:8]

res.fcm_4 <- fcm(a,4)

summary(res.fcm_4)
```

(Halaman Sengaja Dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Nur Achmey Selgi Harwanti, lahir di Tuban, 29 Mei 2000. Selgi anak pertama dari pasangan Purwanto dan Hartatik. Pendidikan formal penulis mulai dari TK Dharma Wanita Kwadungan, SDN Dandangan 1, SMPN 3 Kediri, SMAN 1 Kediri hingga diterima S1 Statistika ITS pada tahun 2016 melalui SNMPTN dengan NRP 06211640000045. Organisasi yang pernah diikuti penulis selama duduk di bangku kuliah adalah Staff Keilmiahan dan dilanjutkan dengan Ketua Biro Prestasi Keilmiahan HIMASTA ITS, selain itu penulis juga menjabat sebagai Staff Departemen Eksternal dan dilanjutkan dengan Ketua Divisi Hubungan Luar BEM FMKSD ITS. Kepanitiaan yang telah dilakukan penulis yakni sebagai Fasilitator Kesehatan GERIGI 2017 serta menjabat sebagai Penanggung Jawab Regional Kediri pada STATION tahun 2018. Penulis pernah melakukan kerja praktik di Stasiun Klimatologi Mlati, BMKG Yogyakarta pada tahun 2019 serta magang di SDG Center ITS selama 6 bulan sejak Januari hingga Juni 2020. Apabila ada kritik, saran atau pertanyaan terkait tugas akhir ini, bisa menghubungi penulis melalui email nurachmeyeselgi@gmail.com.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)