

# Pengelompokkan Mutu Sekolah Dasar di Indonesia Berdasarkan Standar Nasional Pendidikan dengan Metode *Fuzzy C-Means*

Nur Achmey Selgi Harwanti dan Agnes Tuti Rumiati  
Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: agnes\_tuti@statistika.its.ac.id

**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**— *Clustering, Fuzzy C-Means, Imputasi Missing Value, Regresi, Sekolah Dasar, SNP.*

## I. PENDAHULUAN

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 [1]. 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% [2].

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. 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 [3].

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 [4]. Setiap Lembaga pendidikan dituntut untuk memenuhi kriteria minimum yang telah ditentukan guna tercapainya tujuan pemerataan pendidikan di wilayah hukum Negara Kesatuan Republik Indonesia.

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.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. 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.

#### 1) Standar Kompetensi Lulusan

Standar Kompetensi Lulusan adalah kriteria minimal tentang kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup sikap, pengetahuan dan keterampilan [5].

#### 2) 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 [6].

#### 3) 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 [7].

#### 4) Standar Penilaian

Standar penilaian pendidikan adalah kriteria mengenai lingkup, tujuan, manfaat, prinsip, mekanisme, prosedur, dan instrument penilaian hasil belajar peserta didik [8].

#### 5) Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan

Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan adalah kriteria kualifikasi akademik dan kompetensi sebagai agen pembelajaran sehat jasmani dan rohani, serta kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional [9].

#### 6) Standar Sarana 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.

#### 7) 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 [4].

#### 8) 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 [10].

### B. Sistem Pendataan Mutu Pendidikan

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

Perhitungan capaian SNP merupakan agregasi dari dua sumber data pemetaan mutu yaitu data primer dan data sekunder. Dari masing-masing standar terdapat beberapa

Tabel 1.  
Tahapan capaian SNP oleh Kemendikbud

Batas	Menuju SNP 1	Menuju SNP 2	Menuju SNP 3	Menuju SNP 4	Sudah SNP
Atas	0,00	2,05	3,71	5,07	6,67
Bawah	2,04	3,70	5,06	6,66	7,00

Tabel 2.  
Variabel penelitian

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

indikator dan tiap satu indikator terdiri dari beberapa sub indikator. Perhitungan nilai komposit sub indikator secara matematis dituliskan sebagai berikut

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

dimana,

$U_{tuv}$  = Capaian sub indikator ke- $v$ , indikator ke- $u$ , dan standar ke- $t$ .

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

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

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

Capaian indikator pada umumnya merupakan rata-rata 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 sebagai berikut:

$$T_{tu} = \sum_{k=1}^v (\beta_{tu(k)} \times U_{tu(k)}) \quad (2)$$

dimana,

$T_{tu}$  = Capaian indikator ke- $u$  pada standar ke- $t$ .

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

Nilai akhir capaian standar dihitung sebagai berikut;

$$S_t = \sum_{l=1}^u (\gamma_{t(l)} \times U_{t(l)}) \quad (3)$$

dimana,

$S_t$  = Capaian standar ke- $t$ .

$\gamma_{t(l)}$  = 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 (Standar Nasional Pendidikan) yang dihitung dengan menggunakan metode komposit dikategorikan kedalam 5 jenis yaitu Menuju SNP (Standar Nasional Pendidikan) 1, Menuju SNP (Standar Nasional Pendidikan) 2, Menuju SNP (Standar Nasional Pendidikan) 3, Menuju SNP 4, dan SNP.

Pembagian rentang kategori capaian SNP didasarkan pada fungsi standar deviasi. Terdapat lima tahapan pencapaian SNP (Standar Nasional Pendidikan) dengan batas atas dan batas bawah pada masing-masing tahapan dituliskan pada Tabel 1.

Tabel 3.  
Variabel imputasi *missing value*

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

### C. Imputasi Missing Value

*Missing value* dapat terjadi dikarenakan informasi tentang obyek sulit dicari, tidak diberikan atau informasi tersebut memang tidak ada. 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 [11]. 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 [12]. 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 4.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} \quad (4)$$

Pada pemilihan model terbaik digunakan metode *stepwise* yaitu memilih variabel bebas berdasarkan korelasi parsial terbesar dengan variabel bebas yang sudah masuk dalam model [13].

### D. Analisis Cluster

Analisis *cluster* atau pengelompokan merupakan teknik lama yang tidak memiliki asumsi yang fokus pada banyaknya kelompok atau struktur kelompok. Pengelompokan atau *cluster* data didasarkan pada persamaan atau jarak.

Tabel 4.  
Variabel penelitian karakteristik cluster

Variabel	Skala
Rasio Guru Murid	Rasio
Rasio Rombel	Rasio

Tabel 5.  
Perbedaan standar sarpras sebelum dan setelah imputasi

	Sarpras Sebelum Imputasi	Sarpas Setelah Imputasi
Mean	3,8463	5,1220
Median	4,0218	5,3085

Tabel 6.  
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

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 hierarki [14].

E. Fuzzy C-Means

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  $0 \leq u_{ij} \leq 1$ . Untuk metode *fuzzy c-means*, *objective function* yang digunakan adalah seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 5.

$$J(X, U, V) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (u_{ik})^m D_{ik}^2 \tag{5}$$

Berikut merupakan algoritma *fuzzy c-mean*.

1) Klasifikasi Data

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) Penentuan Beberapa Komponen

Menentukan beberapa komponen, diantaranya:

- a. Banyaknya kelompok ( $n_c$ )
- b. Pangkat atau *weighted exponent* ( $m$ )
- c. Maksimum iterasi (*maxiter*)
- d. *Error* terkecil yang diharapkan ( $\epsilon$ )
- e. Fungsi objektif ( $P_0 = 0$ )
- f. Iterasi awal yaitu  $t = 1$

3) Menentukan Inisiasi Awal

Menentukan inisiasi awal matriks partisi  $U$  dengan  $\sum_{i=1}^{n_c} u_{in} = 1$

Tabel 7.  
Perbedaan standar sarpras sebelum dan setelah imputasi

Cluster	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

Tabel 8.  
Pseudo F

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

Tabel 9.  
Status pemeringkatan 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%

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

4) Menghitung Centroid

Menghitung *centroid* dengan rumus seperti pada Persamaan 6.

$$\frac{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m y_k}{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m} \tag{6}$$

5) Menghitung Distance Space

Menghitung *distance space* yang merupakan jarak *Euclidian* kuadrat dengan rumus pada Persamaan 7.

$$D_{ik} = \sum_{i=1}^c \|x_k - v_i\|^2 = \sqrt{\sum_{i=1}^c (x_k - v_i)^2} \tag{7}$$

6) Menghitung Nilai Membership Function

Menghitung nilai *membership function* masing-masing data ke masing-masing kelompok dengan rumus yang dapat dilihat pada Persamaan 8 [15].

$$u_{ik} = \sum_{j=1}^c \left[ \frac{(D_{ki})^2}{(D_{kj})^2} \right]^{-1} \tag{8}$$

F. 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 9.

$$F_{CH} = \frac{\left( \frac{R^2}{n_c - 1} \right)}{\left( \frac{1 - R^2}{n - n_c} \right)} \tag{9}$$

dimana,

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

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. 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.

#### B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Tabel 2. Sedangkan variabel yang digunakan untuk melihat karakteristik tiap *cluster* dijelaskan pada Tabel 3. Sedangkan variabel yang digunakan untuk melihat karakteristik tiap *cluster* dijelaskan pada Tabel 4.

#### C. Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

##### 1) Imputasi Missing Value

Melakukan Imputasi *missing value* dengan cara:

- Mengevaluasi jumlah *missing value* sub indikator pada standar sarana prasarana.
- Mengambil sampel sebanyak 1112 sekolah secara random
- Membuat model regresi stepwise dengan Y adalah sub indikator yang memiliki *missing value* dan X adalah sub indikator lain pada standar sarana prasarana.
- Mengimputasi *missing value* dengan model yang telah terbentuk.
- Mengubah nilai sub indikator menjadi nilai indikator baru dengan menggunakan Persamaan 2.
- Mengubah nilai indikator menjadi nilai standar sarana prasarana baru dengan menggunakan Persamaan 3.

##### 2) Analisis Statistika Deskriptif

Melakukan analisis statistika deskriptif pada data SD di Indonesia berdasarkan delapan Standar Nasional Pendidikan (SNP).

##### 3) Pengelompokan Mutu Pendidikan

Melakukan pengelompokan mutu pendidikan sekolah dasar di Indonesia berdasarkan Standar Nasional Pendidikan (SNP) dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* pada data.

##### 4) Interpretasi Hasil

Melakukan interpretasi dari hasil yang diperoleh dan melihat karakteristik dari tiap-tiap cluster yang dihasilkan.

##### 5) Pengelompokan Kota

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) Peta Pengelompokan Kota

Membuat peta dari hasil pengelompokan kota yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

##### 7) Kesimpulan dan Saran

Menarik kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Preprocessing dan Karakteristik Data

Sebelum melakukan analisis *clustering* terlebih dahulu dilakukan *preprocessing* pada sub indikator standar sarana prasarana. Standar sarana prasarana memiliki 17 sub indikator dengan 5 sub indikator memiliki *missing value*. *Missing value* pada sub indikator tersebut akan diatasi dengan imputasi metode regresi dimana 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. Didapatkan 5 model regresi untuk imputasi. Selanjutnya model tersebut diimputasikan pada masing-masing sub indikator dan dengan menggunakan rumus 2 dan 3 sub indikator diubah menjadi nilai standar sarana prasarana yang baru.

Pada Tabel 5 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.

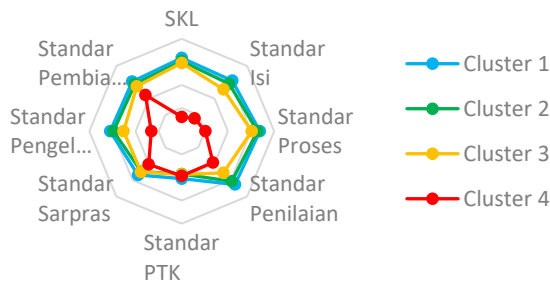
Pada Tabel 6 diketahui bahwa variabel yang memiliki nilai rata-rata tertinggi adalah standar proses dengan nilai rata-rata sebesar 6,5424. Sedangkan nilai rata-rata terendah adalah variabel standar pendidik dan tenaga kependidikan (TPK) dengan nilai rata-rata sebesar 3,8947. Seperti yang telah dijelaskan 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.

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.

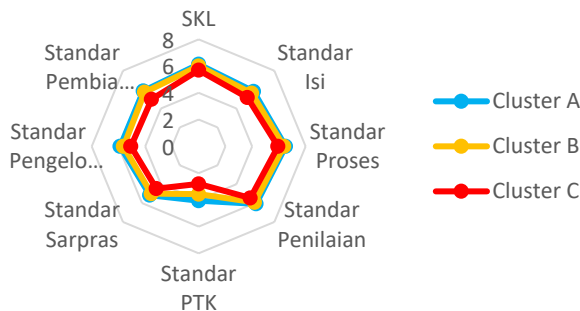
Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa tidak ada satu sekolah pun yang telah mencapai kategori SNP menurut capaian pengelompokan kemendikbud sehingga sekolah dasar di Indonesia hanya tergolong dalam 4 kelompok yakni M4 atau menuju SNP tingkat 4 dengan persentase sekolah terbanyak yaitu 92% dari jumlah 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.

#### B. 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*.



Gambar 1. Radar chart rata-rata tiap cluster.



Gambar 2. Radar chart rata-rata tiap cluster kota.

Pada analisis ini banyak cluster yang ditentukan yaitu sebanyak 4,5, dan 6 cluster. Tabel 6. 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.

Berdasarkan Tabel 8 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 1.

Gambar 1 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. Berdasarkan karakteristik tiap cluster secara visual maupun tabel, maka dapat diberikan status pemerinkatan pada masing masing kelompok sekolah yang terbentuk sebagai berikut.

Pada Tabel 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.

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa seluruh anggota Cluster 1 (terbaik) dalam pengelompokan kemendikbud

Tabel 10. Perbandingan anggota kelompok

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

Tabel 11. Rata-rata rasio guru murid dan rasio rombel

Cluster	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

Tabel 12. Pseudo-F kota

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

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.

Pada Tabel 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 pasl 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.

C. Pengelompokan Mutu 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. Pada Tabel 12 ditunjukkan suatu nilai pseudo F dari tiap cluster yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 12 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

Tabel 13.  
Status pemeringkatan *cluster* kota

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

karakteristik ketiga kelompok yang telah terbentuk dilakukan perbandingan rata-rata antar *cluster* seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Gambar 2 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.

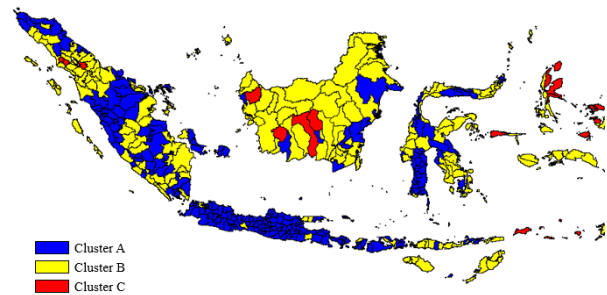
Berdasarkan karakteristik tiap *cluster* secara visual maupun tabel, maka dapat diberikan status pemeringkatan dan penggantian nama pada masing masing kelompok kota yang terbentuk agar nama kelompok tidak sama dengan pengelompokan pada sekolah.

Pada Tabel 13 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.

Pada Gambar 3 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.

## V. KESIMPULAN

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. Variabel yang memiliki nilai median dan rata-rata terendah adalah variabel standar pendidik dan tenaga kependidikan sedangkan yang memiliki nilai tertinggi adalah standar proses. 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



Gambar 3. Peta *cluster* kota di Indonesia.

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).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pendidikan Nasional, "Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional." Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, p. 33, 2003.
- [2] Badan Pusat Statistik, *Potret Pendidikan Indonesia Statistik Pendidikan*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2018.
- [3] OECD, "Programme for International Student Assessment (PISA)." Organisation for Economic Co-operation and Development, Perancis, 2019.
- [4] Badan Standar Nasional Pendidikan, "Permendiknas Nomor 19 Tahun 2007 tentang Standar Pengelolaan Pendidikan untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah." BSNP, Jakarta, p. 50, 2007.
- [5] Badan Standar Nasional Pendidikan, "Permendiknas Nomor 20 Tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah." BSNP, Jakarta, p. 8, 2016.
- [6] Badan Standar Nasional Pendidikan, "Permendiknas Nomor 21 Tahun 2016 tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah." BSNP, Jakarta, p. 234, 2016.
- [7] Badan Standar Nasional Pendidikan, "Permendiknas Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah." BSNP, Jakarta, p. 15, 2016.
- [8] Badan Standar Nasional Pendidikan, "Permendiknas Nomor 23 Tahun 2016 tentang Standar Penilaian Pendidikan untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah." BSNP, Jakarta, p. 12, 2016.
- [9] Badan Standar Nasional Pendidikan, "Permendiknas Nomor 13 Tahun 2015 tentang Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah." BSNP, Jakarta, p. 23, 2015.
- [10] Badan Standar Nasional Pendidikan, "Permendiknas Nomor 69 Tahun 2009 Tentang Standar Pembiayaan Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah." BSNP, Jakarta, p. 21, 2009.
- [11] Nawari, *Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2010.
- [12] D. N. Gujarati, *Basic Econometrics*, 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2004.
- [13] H. Hanum, "Perbandingan metode stepwise, best subset regression, dan fraksi dalam pemilihan model regresi berganda terbaik," *J. Penelit. Sains*, vol. 14, no. 2A, pp. 1–6, 2011.
- [14] R. A. Johnson and D. W. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th ed. New Jersey: Person Prentice Hall, 2007.
- [15] J. C. Bezdek, R. Ehrlich, and W. Full, "FCM: Fuzzy c-means clustering algorithm," *Computers Geosci.*, vol. 10, no. 2–3, pp. 191–203, 1984