

Penentuan Lokasi SMP Baru di Kabupaten Klungkung dengan Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering*

I Gede Oka Artawan

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran-Bali
e-mail: _artawanoka@ymail.com

G.K. Gandhiadi

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran-Bali
e-mail: gandhiadigk@yahoo.com

Tjokorda Bagus Oka

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran-Bali
e-mail: tjokordabagusoka@gmail.com

Abstract: The aim of this paper is to determine a new location of junior high school at Klungkung, using Fuzzy Subtractive Clustering Algorithm. The new location of the junior high school is depending on the graduate number of elementary school, the distance between location of candidates, and distance between the candidates' location and existing junior high school. To measure the distance, it is used an Euclidean distance. At the beginning of calculation, the locations of elementary schools are used as the location candidates. Then, the density value of each location candidates is calculated using Fuzzy Subtractive Clustering Algorithm. The location candidate which has the highest density will be chosen to become a starting location. The results of calculation show that the location candidate at $8^{\circ}32'5.70''S$, $115^{\circ}24'20.64''E$ has the highest density value, it is at SD Negeri 1 Semarapura Kangin. So the location for the new junior high school is at around SD Negeri 1 Semarapura Kangin.

Keywords: Density Value, Euclidean Distance, Fuzzy Subtractive Clustering Algorithm, Location of New Junior High School.

1. Pendahuluan

Rasio guru dan murid adalah salah satu faktor yang memengaruhi pencapaian siswa dalam pembelajaran di kelas. Menurut *National Center for Education Statistics* [4] rasio optimal guru dan siswa untuk Sekolah Menengah Pertama (SMP) adalah 1: 24, yang artinya seorang guru hanya dapat mengajar 24 siswa dalam satu kelas, hal ini ditujukan agar guru dapat memberikan perhatian yang lebih pada siswa. Selain rasio

guru dan siswa, pencapaian siswa juga dipengaruhi oleh sarana dan prasarana sekolah yang mendukung.

Sarana dan prasarana Sekolah Menengah Pertama (SMP) diatur dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia (PERMENDIKNAS RI) Nomor 24 Tahun 2007, dalam peraturan tersebut dinyatakan bahwa satu SMP memiliki minimum tiga rombongan belajar dan maksimum 24 rombongan belajar, dengan jumlah maksimum siswa dalam satu rombongan belajar adalah 32 siswa. Satu SMP dengan tiga rombongan belajar melayani suatu daerah dengan jumlah penduduk maksimum 2000 jiwa. Pelayanan penduduk lebih dari 2000 jiwa dilakukan penambahan rombongan belajar di sekolah yang telah ada, dan bila rombongan belajar lebih dari 24 dilakukan pembangunan SMP baru..

Berdasar PERMENDIKNAS RI Nomor 24 Tahun 2007 tentang kriteria pembangunan SMP baru di suatu daerah, serta untuk mengoptimalkan rasio guru dan siswa SMP di Kabupaten Klungkung, maka perlu dibangun satu SMP baru di Kabupaten Klungkung. Penentuan lokasi dimana SMP baru itu akan dibangun adalah salah satu hal yang perlu dipertimbangkan dalam pembangunan SMP baru, penentuan lokasi ini bertujuan agar SMP baru yang akan dibangun memiliki jarak yang tidak jauh dari wilayah tempat tinggal siswa lulusan Sekolah Dasar.

Penempatan suatu fasilitas dalam ilmu matematika sering disebut dengan *Facility Location Problem* yang merupakan masalah penentuan titik suatu lokasi dimana fasilitas itu akan dibangun. Titik lokasi yang akan dipilih diusahakan agar memiliki jarak terdekat dengan titik sasaran, dengan kata lain titik yang dipilih merupakan titik pusat dari titik sasaran menurut Liao [3].

Salah satu algoritma yang bisa dipakai untuk menyelesaikan FLP adalah algoritma Fuzzy Subtractive Clustering. Algoritma ini dapat menentukan pusat kelompok (*cluster center*) data berdasarkan potensi dari tiap-tiap calon pusat *cluster*. Menurut Bataineh [1], potensi ini diperoleh dari jarak *Euclidean* antara tiap-tiap anggota data.

Memandang kegunaan dari algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* untuk menentukan pusat *cluster* data berdasarkan jarak *Euclidean* dari tiap-tiap anggota data, penulis tertarik untuk meneliti tentang penentuan lokasi SMP baru di Kabupaten Klungkung menggunakan algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering*.

2. Metode Penelitian

Langkah awal dari penelitian ini adalah menentukan calon-calon lokasi SMP baru dan lokasi SMP yang telah ada. Calon-calon lokasi ini ditentukan dari lokasi sekolah dasar yang ada di Kabupaten Klungkung. Selanjutnya, calon-calon lokasi SMP baru dan lokasi SMP yang telah ada tersebut dicari koordinatnya dengan bantuan

software Google Earth. Koordinat yang diperoleh berupa koordinat UTM dengan satuan Easting dan Northing, kemudian koordinat yang diperoleh ditransformasi ke bentuk koordinat kartesius. Proses transformasi dimulai dengan memisalkan garis ekuator sebagai sumbu- x dan garis meridian pusat (*prime meridian*) sebagai sumbu- y . Dipandang dari letak geografisnya Pulau Bali berada di selatan garis ekuator dan di barat garis meridian utama. Hal ini mengakibatkan nilai koordinat *easting* menurun sebesar 10.000.000 meter dari garis ekuator, dan menurun sebesar 500.000 meter dari garis meridian utama. Penentuan suatu lokasi di Kabupaten Klungkung pada sumbu- x diperoleh dari pengurangan sebesar 10.000.000 meter pada nilai *northing* dan pada sumbu- y diperoleh dari pengurangan sebesar 500.000 meter pada nilai *easting*.

Selanjutnya dibentuk matriks awal W . Matriks W berdimensi $m \times n$, dengan m menyatakan jumlah calon lokasi SMP baru (SD) yakni 86, sedangkan n menyatakan jumlah atribut dari calon lokasi. Atribut yang digunakan ada empat, yakni lokasi calon pada sumbu- x , lokasi calon pada sumbu- y , jumlah lulusan SD, dan jarak antara calon lokasi SMP baru ke SMP yang telah ada.

Langkah selanjutnya adalah normalisasi matriks W dengan persamaan 1. Tujuan dari normalisasi matriks W ini adalah untuk menyetarakan nilai dari data yang dipakai.

$$W_{ij}^* = \frac{W_{ij} - \text{Min}\{W_j\}}{\text{Max}\{W_j\} - \text{Min}\{W_j\}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Pada persamaan 2.1, W_{ij}^* merupakan elemen matriks W yang telah ternormalisasi. Nilai $\text{Max}\{W_j\}$ menyatakan nilai maksimum dari atribut ke- j dari matriks W , sedangkan nilai $\text{Min}\{W_j\}$ merupakan nilai minimum dari atribut ke- j dari matriks W .

Proses selanjutnya adalah menghitung densitas di tiap-tiap calon lokasi dengan persamaan.

$$D_{W_i} = W_{(i,4)}^* \times \sum_{k=1}^m e^{\left[-4 \cdot \frac{\left[(W_{(i,1)}^* - W_{(k,1)}^*)^2 + (W_{(i,2)}^* - W_{(k,2)}^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}{r_a^2 \times (W_{(i,3)}^* + W_{(k,3)}^*)} \right]} \quad (2)$$

Nilai $\left[(W_{(i,1)}^* - W_{(k,1)}^*)^2 + (W_{(i,2)}^* - W_{(k,2)}^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$ pada persamaan 2 merupakan jarak *euclidean* antara calon-calon SMP baru (SD). Nilai $(W_{(i,3)}^* + W_{(k,3)}^*)$ menyatakan jumlah siswa lulusan SD, $W_{(i,4)}^*$ menyatakan jumlah jarak antara titik calon lokasi ke- i terhadap lokasi SMP yang telah ada, sedangkan r_a merupakan vector yang akan menentukan seberapa besar pengaruh pusat *cluster* pada tiap-tiap titik calon lokasi yang disebut dengan jari-jari. Maka suatu titik calon akan memiliki densitas yang besar jika

titik calon tersebut memiliki banyak tetangga dekat, memiliki jumlah lulusan SD yang banyak, serta memiliki jarak yang jauh dari SMP yang telah ada.

Setelah menghitung semua densitas di tiap-tiap titik calon lokasi, maka titik calon lokasi yang memiliki densitas tertinggi akan dijadikan sebagai pusat *cluster*. Misalkan W_c merupakan titik calon lokasi yang terpilih sebagai pusat *cluster*, dengan D_{W_c} merupakan ukuran densitasnya, selanjutnya densitas dari titik disekitarnya akan dikurangi menjadi:

$$D_{W_i}^* = D_{W_i} - D_{W(c)} \times e^{\left[\frac{\left[(W_{(i,1)}^* - W_{(c,1)}^*)^2 + (W_{(i,2)}^* - W_{(c,2)}^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}{\left(\frac{r_b}{2}\right)^2 \times (W_{(i,3)}^* + W_{(c,3)}^*)} \right]} \quad (3)$$

Persamaan 3 menunjukkan bahwa titik disekitar pusat *cluster* yang telah dipilih akan mengalami pengurangan besar-besaran, hal ini akan berakibat titik tersebut akan sulit terpilih menjadi pusat *cluster* berikutnya, untuk menghindari pusat cluster yang memiliki jarak yang berdekatan, maka ditentukan nilai r_b yang lebih besar dari r_a . Nilai r_b diperoleh dari $r_a \times q$, dengan q adalah faktor pengali (*squash factor*). Menurut Dubois [2], nilai yang paling tepat untuk *squash factor* agar meyakinkan bahwa pusat yang dipilih selanjutnya tidak memiliki jarak yang berdekatan adalah $q = 1.25$.

Rasio terima (ε) dan rasio tolak ($\bar{\varepsilon}$) merupakan dua pembandingan yang menentukan suatu titik akan dipilih atau tidak sebagai pusat *cluster* yang baru. Rasio terima (ε) dan rasio tolak ($\bar{\varepsilon}$) merupakan suatu bilangan bernilai 0 sampai 1. Rasio terima merupakan batas bawah titik data tersebut diperbolehkan menjadi pusat *cluster*, sedangkan rasio tolak merupakan batas atas titik data tersebut tidak dibolehkan menjadi pusat *cluster*. Menurut Dubois [2], nilai standar yang baik untuk rasio terima adalah 0.5, sedangkan untuk rasio tolak adalah 0.15.

Dua pembandingan ini dipakai ketika iterasi telah menemukan titik data dengan potensi tertinggi, misalkan W_c dengan densitasnya D_{W_c} . Jika iterasi dilanjutkan lagi dan kemudian ditemukan titik W_{c_1} dengan densitas tertinggi $D_{W_{c_1}}$, maka untuk menentukan bahwa titik W_{c_1} diperbolehkan atau tidak menjadi pusat *cluster* apabila memenuhi tiga kondisi (perhatikan Gambar 1).



Gambar 1. Rasio, Rasio Terima, dan Rasio Tolak

Rasio diperoleh dari perbandingan antara $\frac{D_{Wc_1}}{D_{Wc}}$. Titik calon lokasi diperbolehkan atau tidak menjadi pusat *cluster* harus memenuhi tiga syarat berikut:

1. Titik data diterima menjadi pusat *cluster* apabila Rasio $>$ rasio terima.
2. Titik data diterima menjadi pusat *cluster* apabila *rasio tolak* $<$ Rasio \leq *rasio terima* dengan syarat

$$\frac{d_{min}}{r_a} + Rasio \geq 1$$

Nilai d_{min} merupakan jarak terkecil antara titik data yang terpilih terhadap pusat *cluster* yang telah terpilih sebelumnya.

Jika

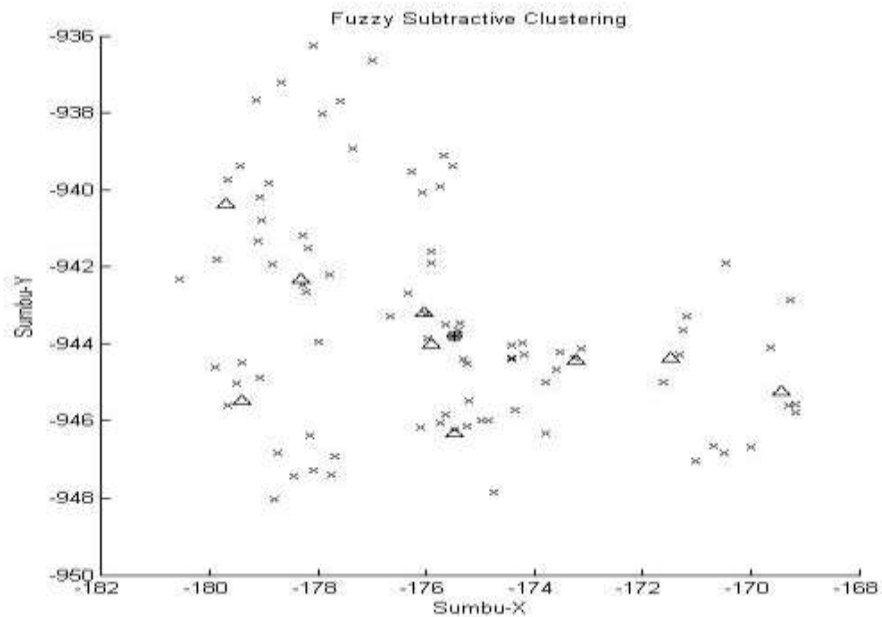
$$\frac{d_{min}}{r_a} + Rasio < 1$$

Maka hanya titik ini saja diterima, selanjutnya tidak ada calon titik yang akan dipilih sebagai pusat *cluster*.

3. Titik data ditolak menjadi pusat *cluster* atau tidak ada lagi titik data sebagai calon pusat *cluster* apabila Rasio \leq *rasio tolak*

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* diperoleh titik pusat *cluster* berada di $8^{\circ}32'5.70''S$ lintang selatan, $115^{\circ}24'20.64''E$ bujur timur dengan nilai densitas 72.5465. Berikut hasil plotting pusat *cluster*. Titik (0,0) pada gambar 2 berada di perpotongan antara garis ekuator yang diasumsikan sebagai sumbu- x dengan meridian utama yang dipilih diantara antara garis bujur 114° dan 120° yang diasumsikan sebagai sumbu- y .



Gambar 2. Ploting Pusat *Cluster*

Lambang * merupakan pusat *cluster* yang terpilih, lambang Δ merupakan lokasi SMP yang telah ada, dan lambang \times merupakan lokasi SD di Kabupaten Klungkung. Titik pusat *cluster* ini merupakan titik calon yang paling optimal. Optimal dalam hal ini diartikan bahwa titik tersebut memiliki tetangga dekat yang banyak, memiliki jumlah lulusan SD terbanyak, serta memiliki jumlah jarak terjauh ke SMP yang telah ada. Titik pusat *cluster* ini bukanlah titik dimana SMP baru akan dibangun, melainkan sebagai titik acuan untuk lokasi SMP baru. Lokasi SMP baru berada di sekitar wilayah titik pusat *cluster*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa lokasi yang paling optimal untuk SMP Baru di Kabupaten Klungkung adalah di wilayah Semarapura Kangin, tepatnya di $8^{\circ}32'5.70''S$ Lintang Selatan, $115^{\circ}24'20.64''E$ Bujur Timur yakni di sekitar SD Negeri 1 Semarapura Kangin.

Daftar Pustaka

- [1] Bataineh, K. M., Naji, M., & Saqer, M. 2011. A Comparison Study between Various Fuzzy Clustering Algorithm. *Jordan Journal of Mathematical and Industrial Engineering*, 5, 335-343.

- [2] Dubois , D., Prade, H., & Yager, R. R. 1997. *Fuzzy Information Engineering: A Guided Tour of Applications*. New York: Wiley & Son.
- [3] Liao, Y., & Zhou, J. 2002. Fuzzy Programming Models for Minimax Location Problem. 540-545.
- [4] National Center for Education Statistics (NCES). 2010. *National Center for Education Statistics (NCES)*. Retrieved 19 August, 2014, from <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/48631144.pdf>