

# Penentuan Lokasi Ideal SD dan MI Se-Kecamatan Pejagoan Kabupaten Kebumen dengan Menggunakan Model P-Median, P-Center, dan Max Covering

Ike Nurcahyono, I Wayan Suletra\* dan Eko Liquiddanu

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

---

## Abstract

Pejagoan district is an outskirt near the central administration of Kebumen Regency. This position causes some people prefer to go to city for schooling. This condition becomes one of the factors for decreasing number of students that apply to Pejagoan district. Many schools lacks of students. Kebumen Regency education department has a plan to reduce some schools that do not fulfill the criteria of minimum number of students. Determining ideal location and number of schools has to be appropriate in order to does not cause problems in the future. In this study, the determining of location and the number of school in Pejagoan district are conducted by identifying the location and the distance of students' house to the location of current elementary schools that considered as candidate locations. The school locations and optimum number of school are determined by using three models, p-center, p-median, and maximal covering model. These are conducted to identify the performance of each model and compare all of them. The calculation result concluded that p-median model is the most appropriate model to solve the problem. The optimum number of school is 26 and the average distance of students to the nearest school is 215.98 meters with deviation standard 138.08 meters, and the furthest distance is 1229.3 meters.

**Key words:** location, schools, p-median model, p-center model, maximal covering model.

---

## 1. Pendahuluan

Sekolah merupakan sarana pokok pendidikan. Lokasi sekolah semestinya dekat dengan tempat tinggal siswa didik khususnya untuk tingkat pendidikan sekolah dasar. Selain itu, jumlah sekolah dasar di setiap wilayah (kecamatan) juga harus ideal agar tidak menimbulkan pemborosan bagi pemerintah maupun merugikan siswa. Terlalu banyak atau sedikit sekolah yang ada dalam lingkungan masyarakat mempunyai dampak yang berbeda-beda, diantaranya yaitu, terlalu banyaknya sekolah pada lingkungan tepi penduduk sangatlah tidak efisien, bagi sekolah itu sendiri dapat mengakibatkan penutupan sejumlah sekolah karena sekolah tersebut kekurangan jumlah siswa atau kurangnya minat dari masyarakat atau terlalu sedikitnya sekolah dapat mengakibatkan kelebihan daya tampung siswa atau melebihi kapasitas yang seharusnya dapat diterima di sekolah tersebut, dikarenakan jumlah minat masyarakat sangatlah besar sedangkan kapasitas sekolah tidak dapat mencukupi.

Ada sebuah fenomena yang menarik untuk diteliti yaitu bagaimana nasib atau kondisi sekolah-sekolah yang ada di daerah pinggiran kota, khususnya di wilayah yang berbatasan langsung dengan pusat pemerintahan seperti halnya wilayah kecamatan Pejagoan. Fenomena berkurangnya jumlah penerimaan siswa baru pada sejumlah sekolah dasar yang ada menjadikan

---

\* Correspondence: wayansuletra@gmail.com

suatu tanda tanya. Hal demikian dapat terjadi karena beberapa sebab diantaranya adalah keberhasilan dari program KB (Keluarga Berencana) yaitu masyarakat dianjurkan untuk memiliki anak cukup dua saja sehingga jumlah penduduk usia sekolah pada wilayah tersebut mulai berkurang atau karena sebagian masyarakat di wilayah kecamatan Pejagoan lebih memilih untuk bersekolah ke kota daripada bersekolah yang ada di wilayah tempat tinggalnya dengan alasan-alasan tertentu mengingat bahwa wilayah kecamatan Pejagoan berbatasan langsung dengan pusat pemerintahan kabupaten Kebumen.

Dengan kondisi seperti ini lambat laun bisa mengakibatkan adanya penutupan sejumlah sekolah dan juga adanya penggabungan antara sekolah yang satu dengan sekolah yang lain, hal ini dikarenakan sekolah di daerah mulai ditinggalkan oleh masyarakat yang ada di sekitarnya atau jumlah penerimaan siswa baru pada tiap tahun menurun. Table 1 merupakan data rata-rata jumlah penerimaan siswa baru tiap sekolah dasar di wilayah kecamatan Pejagoan dalam tiga tahun terakhir.

**Tabel 1.** Rata-rata jumlah penerimaan siswa baru tiap sekolah dasar

Tahun	Rata-rata	Standar deviasi
2006	27,31	7,2
2007	28,28	10,2
2008	26,81	12,8

Sumber: BPS Kabupaten Kebumen, 2008.

Penelitian ini dimaksudkan untuk membantu pihak-pihak yang terkait dalam mengatasi masalah yang mungkin akan terjadi, khususnya dalam hal penggabungan beberapa sekolah yang dirasa sudah tidak memenuhi kriteria atau sudah tidak layak untuk melanjutkan kegiatan belajar mengajar dikarenakan sekolah tersebut hanya memiliki beberapa siswa dengan kata lain jumlah siswa yang ada hanya sedikit, sehingga dimungkinkan adanya beberapa sekolah untuk menggabung ke sekolah lain dengan tetap mempertimbangkan kemungkinan yang akan terjadi yaitu penambahan maupun pengurangan jumlah penerimaan siswa baru pada tahun yang akan datang. Untuk menentukan lokasi sekolah yang akan digabung ke sekolah lain harus dengan prosedur yang tepat, sehingga nantinya tidak menimbulkan masalah lain baik pada siswa ataupun tenaga pengajarnya seperti jarak, transportasi, dan kapasitas. Lokasi sekolah semestinya ditentukan dengan mempertimbangkan sebaran tempat tinggal calon siswa didik. Sementara jumlah optimum sekolah ditentukan berdasarkan daya tampung ideal satu sekolah dan jumlah calon siswa didik sekecamatan pejagoan. Penelitian tentang penentuan lokasi sekolah yang ideal telah dilakukan oleh peneliti lain seperti Pizzolato (1994), Pizzolato dan Silva (1997), dan Pizzolato (2004). Buku terbaru yang membahas pemodelan lokasi secara umum, salah satunya adalah yang ditulis oleh Farahani dan Hekmatfar (2009).

## 2. Metodologi

Penelitian ini berusaha mengusulkan solusi untuk permasalahan bagaimana menentukan jumlah dan lokasi sekolah yang ideal, dengan mempertimbangkan potensi jumlah siswa dan sebaran geografis jumlah penduduk usia sekolah. Tujuan yang ingin adalah mendapatkan lokasi sekolah yang dianggap strategis berdasarkan sebaran geografis penduduk usia Sekolah Dasar pada tiap RW sekecamatan Pejagoan. Solusi yang diusulkan diharapkan dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pihak-pihak yang terkait dalam pengambilan keputusan untuk menentukan lokasi sekolah yang ideal dari beberapa alternatif yang diharapkan, sehingga dapat menguntungkan bagi semua pihak baik siswa, guru dan masyarakat.

Untuk lebih memfokuskan penelitian maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

- a. Sekolah yang menjadi objek penelitian adalah Sekolah Dasar dan Madrasah Ibtidaiyyah.
- b. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *p-median*, *p-center*, dan *max covering*.
- c. Data yang digunakan diperoleh dari dinas pendidikan kabupaten Kebumen dan data primer hasil kuesioner.
- d. Tidak memperhitungkan biaya.

Data-data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Data kepadatan atau jumlah penduduk. Berupa data jumlah penduduk tiap kelurahan dan penduduk usia sekolah pada tiap RW
- b. Data luas wilayah. Merupakan data luas wilayah pada masing-masing kelurahan di seluruh kecamatan Pejagoan.
- c. Data penerimaan siswa baru tingkat Sekolah Dasar. Data mengenai sejumlah siswa baru yang dapat diterima pada tiap sekolah dasar dalam tiga tahun terakhir (2006 sampai 2008).
- d. Data jumlah dan lokasi Sekolah Dasar. Merupakan data banyaknya sekolah dasar yang ada di Kecamatan Pejagoan, data ini diperoleh dari UPT Dinas Pendidikan dan Kebudayaan kecamatan Pejagoan
- e. Data kuisisioner. Penyebaran kuisisioner dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui batasan jarak tempuh terjauh yang masih layak untuk anak usia sekolah dasar. Kuisisioner ditujukan kepada sejumlah orang tua siswa di kecamatan Pejagoan.

Terkait dengan tiga model yang digunakan dalam penelitian ini, diperlukan asumsi-asumsi untuk mendukung kelayakan penerapan model-model tersebut pada masalah nyata yang diangkat pada penelitian ini. Adapun asumsi-asumsi yang digunakan adalah:

- a. Kualitas untuk masing-masing sekolah adalah sama.
- b. Kapasitas penerimaan siswa baru tiap sekolah sama.
- c. Penduduk lebih memilih sekolah yang jaraknya lebih dekat.
- d. Jumlah Tenaga pengajar tidak berubah.
- e. Tidak ada perubahan pada sekolah yang telah terpilih di tahun-tahun berikutnya.

Karakterisasi sistem yang menggambarkan mekanisme abstraksi sistem nyata sehingga dapat direpresentasikan secara akurat oleh model yang digunakan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Perhitungan jarak yang dilakukan berdasarkan jalan umum yang akan dilalui oleh siswa menuju sekolah.
- b. Jarak maksimal antara titik permintaan dengan fasilitas adalah 2000 meter. Hal ini berdasarkan penyebaran kuisisioner kepada sejumlah orang tua siswa sekolah dasar.
- c. Penduduk usia sekolah dasar pada tiap RW dinyatakan sebagai demand.
- d. Demand dalam tiap RW dibagi menjadi kelompok-kelompok yang berukuran rata-rata 5 orang. Kelompok yang berukuran rata-rata 5 orang ini dipandang sebagai satu titik permintaan.
- e. Demand atau titik permintaan hanya dapat dilayani pada satu fasilitas saja.
- f. Demand dan lokasi fasilitas dinyatakan dalam titik.
- g. Dalam satu kecamatan terdapat 36 sekolah dasar, jumlah sekolah yang diharapkan dalam satu kecamatan hanya 26 sekolah.

### 3. Formulasi Model dan Pengolahan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan model *p-median*, *p-center* dan *max covering*. Berikut adalah formulasi masing-masing model:

### Model *p*-median

Model *p*-median (Daskin, 2008) merupakan salah satu model untuk menentukan lokasi optimum beberapa fasilitas dengan meminimasi jumlah total jarak rata-rata antara titik permintaan dan fasilitas terdekat. Model ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

#### 1. Fungsi tujuan

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} h_i d_{ij} y_{ij} \quad (1)$$

Fungsi tujuan (1) meminimasi jumlah total jarak rata-rata antara kelompok *demand* (titik permintaan) dengan sekolah.

#### 2. Fungsi pembatas

$$\sum_{j \in J} x_j = p \quad (2)$$

Batasan (2) bahwa *p* sebagai banyaknya sekolah yang diharapkan (ideal).

$$\sum_{j \in J} y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (3)$$

Batasan (3) bahwa setiap titik permintaan hanya dapat dilayani oleh satu sekolah.

$$y_{ij} - x_j \leq 0 \quad \forall i \in I, j \in J \quad (4)$$

Batasan (4) bahwa minimal ada satu alternatif lokasi (sekolah) yang dapat memenuhi titik permintaan (wilayah penduduk).

$$\sum_{i=1}^{310} y_{ij} h_i \leq 45 \quad \forall j = 1, 2, 3, \dots, 36 \quad (5)$$

Batasan (5) Kapasitas kelas pada tiap sekolah dapat menampung sebanyak 45 siswa.

$$x_j \in \{0, 1\} \quad \forall j \in J \quad (6)$$

Fungsi pembatas (6) menetapkan bahwa lokasi sekolah tersebut tetap dipertahankan (terpilih) atau tidak

$$y_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in I, j \in J \quad (7)$$

Fungsi pembatas (7) menetapkan bahwa titik permintaan ke-*i* dapat terlayani atau tidak terlayani oleh sekolah ke-*j*.

Dimana :

*i* = nomor lokasi titik permintaan

*j* = nomor lokasi (Sekolah Dasar)

*I* = jumlah total titik permintaan,  $I = \{1, \dots, N\}$

*J* = jumlah alternatif lokasi (Sekolah Dasar),  $J = \{1, \dots, M\}$

*h<sub>i</sub>* = jumlah anak usia sekolah pada titik permintaan ke-*i*

*d<sub>ij</sub>* = jarak antara wilayah (titik permintaan) ke-*i*, ke lokasi (Sekolah Dasar) ke-*j*.

*p* = jumlah sekolah dasar yang diharapkan (ideal).

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{jika sekolah ke- } j \text{ dipilih untuk dipertahankan} \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika kelompokke - } i \text{ dapat dilayani oleh sekolahke - } j \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

**Model *p*-center**

Model *p*-centre (Daskin, 2008) bertujuan untuk meminimasi jarak maksimum dari titik permintaan ke titik fasilitas. Berikut ini merupakan formulasi model *p*-center.

1. Fungsi tujuan

$$\text{Minimize } W \tag{8}$$

Fungsi tujuan (8) meminimasi jarak maksimum antara titik-titik permintaan dan sekolah yang telah ditentukan.

2. Fungsi pembatas

$$\sum_{j \in J} x_j = p \tag{9}$$

Batasan (9) bahwa *p* sebagai banyaknya sekolah yang diharapkan (ideal).

$$\sum_{j \in J} y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \tag{10}$$

Batasan (10) bahwa setiap titik permintaan hanya dapat dilayani oleh satu sekolah saja.

$$y_{ij} - x_j \leq 0 \quad \forall i \in I, j \in J \tag{11}$$

Batasan (11) minimal ada satu alternatif lokasi (sekolah) yang dapat melayani titik permintaan.

$$W - \sum_{j \in J} h_i d_{ij} y_{ij} \geq 0 \quad \forall i \in I \tag{12}$$

Batasan (12) untuk menjamin bahwa *W* adalah jarak maksimum antara titik permintaan dan sekolah.

$$\sum_{i=1}^{310} y_{ij} h_i \leq 45 \quad \forall j = 1,2,3,\dots,36 \tag{13}$$

Batasan (13) bahwa kapasitas kelas pada tiap sekolah dapat menampung sebanyak 45 siswa.

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \tag{14}$$

Bahwa (15) menyatakan lokasi sekolah tersebut tetap dipertahankan atau tidak.

$$y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, j \in J \tag{15}$$

Fungsi pembatas (15) menetapkan bahwa wilayah titik permintaan ke-*i* dapat terlayani atau tidak terlayani oleh sekolah ke-*j*.

Dimana :

*W* = jarak maksimum antara titik-titik permintaan dan fasilitas yang telah ditentukan.

*i* = nomor lokasi titik permintaan.

*j* = nomor lokasi (Sekolah Dasar).

*I* = jumlah total titik permintaan,  $I = \{1,\dots,N\}$

*J* = jumlah alternatif lokasi,  $J = \{1,\dots,M\}$ .

*h<sub>i</sub>* = jumlah anak usia sekolah pada kelompok demand ke-*i*.

*d<sub>ij</sub>* = jarak antara wilayah (titik permintaan) ke-*i*, ke lokasi (Sekolah Dasar) ke-*j*.

*p* = jumlah sekolah dasar yang diharapkan (ideal).

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{jika sekolah ke - } j \text{ dipilih untuk dipertahankan} \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika kelompok ke - } i \text{ dapat dilayani oleh sekolah ke - } j \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

### **Maximal covering**

Tujuan *maximal covering* (Daskin, 2008) adalah untuk memaksimalkan jumlah titik permintaan yang terjangkau pada jarak tertentu dari titik fasilitas. Model *maximal covering* dapat diformulasikan sebagai berikut :

1. Fungsi tujuan

$$\text{Maximize} \quad \sum_{i \in I} h_i z_i \quad (16)$$

Fungsi tujuan (16) memaksimalkan jumlah permintaan yang dapat terlayani.

2. Fungsi pembatas

$$\sum_{j \in N_i} x_j - z_i \geq 0 \quad \forall i \in I \quad (17)$$

Batasan (17) menetapkan bahwa setiap titik permintaan terjangkau minimal oleh satu fasilitas (sekolah).

$$\sum_{j \in J} x_j = p \quad (18)$$

Fungsi pembatas (18) menetapkan p banyaknya sekolah yang dapat dipertahankan.

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (19)$$

$$z_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (20)$$

Batasan (19) dan (20) menyatakan terlayani atau tidak (terpilih atau tidak).

Dimana,

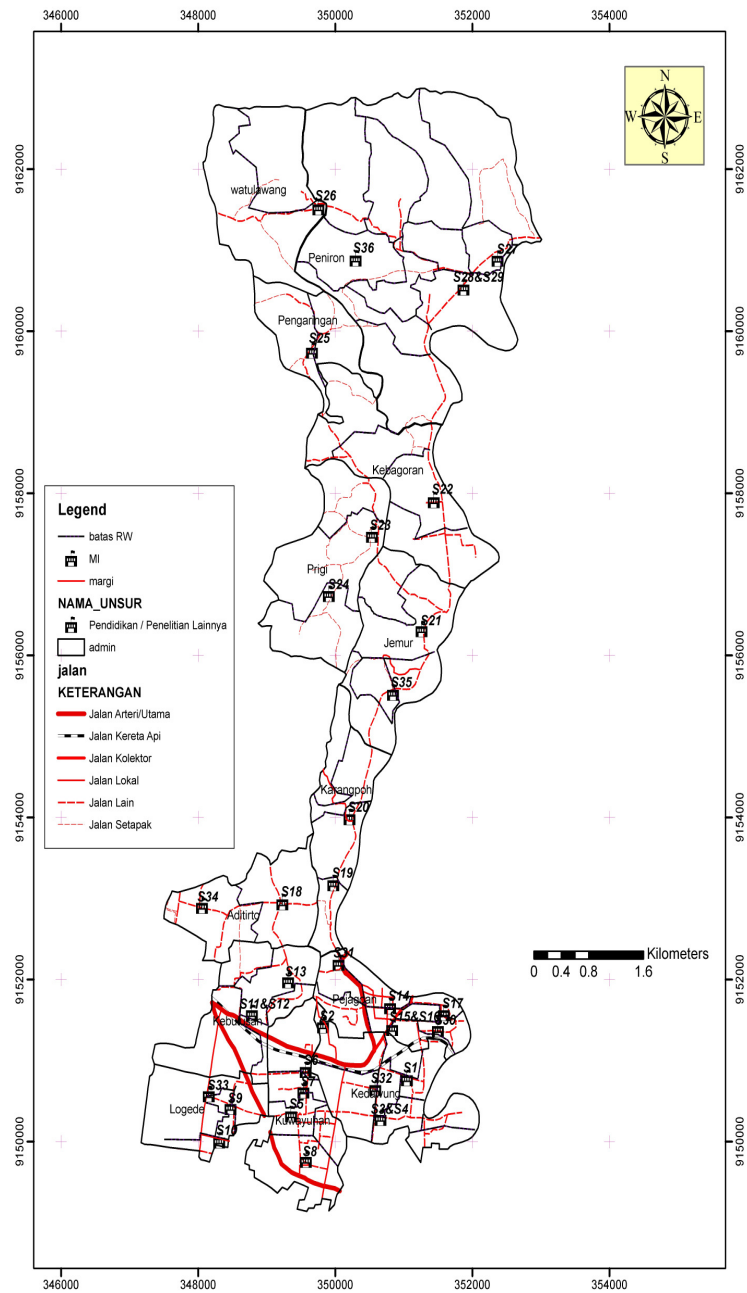
$h_i$  = jumlah anak usia sekolah pada wilayah (kelompok *demand*) ke- $i$  ,  $p$  = jumlah sekolah dasar yang diharapkan (ideal)

$N_i$  = jumlah lokasi permintaan yang dapat terlayani oleh fasilitas.

$$z_i = \begin{cases} 1 & \text{jika kelompok ke - } i \text{ dapat terlayani} \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

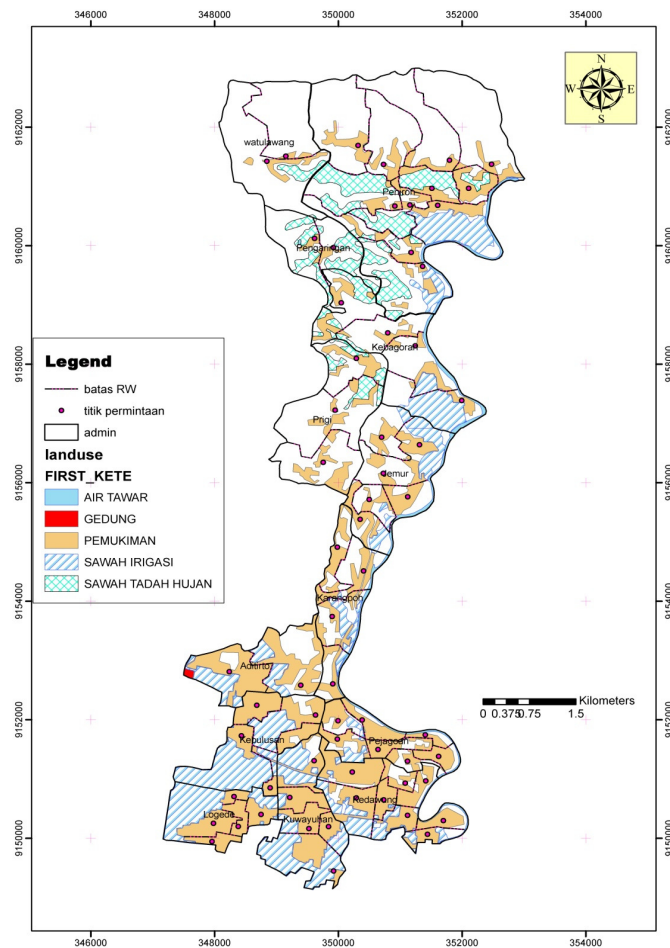
$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{jika sekolah ke - } j \text{ dipilih untuk dipertahankan} \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

Gambar 1 berikut ini adalah peta lokasi 36 sekolah dasar dan Madrasah Iftidayah sekecamatan Pejagoan.



**Gambar 1.** Peta lokasi sekolah dasar dan mi di kecamatan pejagoan

Sementara sebaran 62 RW yang mewakili lokasi titik permintaan adalah seperti pada gambar 2 berikut ini. Total seluruh titik permintaan pada 62 RW adalah berjumlah 310 titik (pada masing-masing RW terdapat 5 titik permintaan).



**Gambar 2.** Sebaran 62 RW yang mewakili lokasi titik permintaan

Pengukuran jarak dari titik permintaan ke lokasi sekolah menggunakan software *arc GIS* dengan mengacu kepada jalan umum yang ada dalam kenyataan. Titik-titik permintaan yang dapat dijangkau oleh setiap sekolah adalah yang jarak tempuhnya maksimum 2000 meter.

Pemilihan alternatif lokasi sekolah yang dapat melayani semua titik permintaan dengan menggunakan bantuan program *software Risk Solver Platform* untuk mempermudah perhitungan (Levie, 2004). Hasil yang akan diperoleh berupa lokasi sekolah yang ideal berdasarkan jarak tempuh siswa di Kecamatan Pejagoan. Setelah data diolah, dari 36 lokasi sekolah yang ada masing-masing model (*p-median*, *p-center*, *max covering*) menetapkan 26 lokasi sekolah yang akan tetap dipertahankan untuk dapat memenuhi permintaan dari 310 titik permintaan yang tersebar di 62 RW. Dari hasil perhitungan dapat diketahui performansi masing-masing dari ketiga model yang digunakan. Nilai-nilai dan kriteria performansi tersebut dapat dilihat pada tabel 2 yang meliputi jarak rata-rata, standar deviasi dan jarak terjauh antara titik permintaan dan sekolah yang dialokasikan untuk melayaninya.

**Tabel 2.** Performansi model

Model	Jarak rata-rata (m)	Standar deviasi (m)	Jarak terjauh (m)
<i>p-median</i>	215,98	138,08	1229,3
<i>p-center</i>	760,31	491,92	1467
<i>Maximal covering</i>	1057,27	624,86	1994



Dari ketiga model tersebut maka dapat diketahui bahwa *p-median* yang paling sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, karena dari kriteria yang ditentukan yaitu jarak rata-rata, standar deviasi dan jarak terjauh model *p-median* memiliki nilai yang minimum dibandingkan dengan dua model lainnya yang digunakan dalam penelitian ini yaitu memiliki nilai jarak rata-rata 215,98 meter, standar deviasi 138,08 meter dan jarak terjauh 1229,3 meter. Tabel 3 di bawah ini menjelaskan alokasi titik-titik permintaan ke masing-masing sekolah yang melayaninya berdasarkan model *p-median*.

**Tabel 3.** Wilayah yang dapat terlayani oleh masing-masing sekolah

No	Nama sekolah	Titik permintaan yang terpenuhi
1	SDN 1 Kedawung	Kedawung (RW IV, V, VI),
2	SDN 4 Kedawung	Kedawung (RW VI, VII, VIII)
3	SDN 1 Kewayuhan	Kewayuhan (RW III, IV)
4	SDN 2 Kewayuhan	Kedawung (RW III), Kewayuhan (RW I), Kebulusan (RW IV)
5	SDN 3 Kewayuhan	Kewayuhan (RW I, II)
6	SDN 4 Kewayuhan	Kewayuhan (RW III, V)
7	SDN 1 Logede	Logede (RW I, II, IV)
8	SDN 3 Kebulusan	Kebulusan (RW III)
9	SDN 1 Pejagoan	Kedawung (RW III), Pejagoan (RW II, III, V)
10	SDN 4 Pejagoan	Pejagoan (RW V, VI, VII)
11	SDN Aditirto	Kebulusan (RW II), Aditirto (RW II), Karangpoh (RW IV)
12	SDN 2 Karangpoh	Karangpoh (RW I, II, III)
13	SDN Jemur	Jemur (RW III, V)
14	SDN Kebagoran	Kebagoran (RW II, III)
15	SDN 1 Prigi	Jemur (RW IV), Kebagoran RW I
16	SDN 2 Prigi	Prigi (RW I, II)
17	SDN pengaringan	Kebagoran RW IV, Pengaringan (RW I, II)
18	SDN Watulawang	Watulawang (RW I, II)
19	SDN 2 Peniron	Peniron (RW I, II, III, IV, X, XI)
20	SDN 3 Peniron	
21	MI Ma'arif Pejagoan	Pejagoan (RW I, IV), Karangpoh (RW IV)
22	MI Kedawung	Kedawung (RW I, II)
23	MI Islamiyah	Logede (RW III, IV, V), Kebulusan (RW I)
24	MI Ma'arif Aditirto	Kebulusan RW II, Aditirto RW I
25	MI Roudlotus	Jemur RW I, II, III
26	MI Sultan Agung	Peniron (RW IV, VII, VIII, IX)

#### 4. Kesimpulan

Tiga model yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *p-median*, *p-center*, dan *max covering*, semuanya menghasilkan usulan 26 titik fasilitas sebagai jumlah sekolah ideal untuk kecamatan Pejagoan. Meskipun jumlahnya sama, ketiga model tersebut menghasilkan usulan lokasi yang berbeda. Berdasarkan kriteria rata-rata jarak tempuh, standar deviasi, dan jarak maksimumnya, maka model *p-median* memberikan performansi yang paling baik. Dua puluh enam lokasi sekolah yang terpilih di seluruh kecamatan Pejagoan telah memenuhi syarat jarak antara wilayah penduduk dengan sekolah terdekat maksimum sebesar 2000 meter

Pada penelitian selanjutnya, untuk menentukan jumlah sekolah yang ideal dalam satu wilayah khususnya daerah pinggiran kota, perlu mempertimbangkan jumlah penduduk usia sekolah yang keluar atau tidak bersedia bersekolah di wilayah tersebut. Untuk penerapan hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, diperlukan koordinasi antar pihak-pihak yang terkait.

### **Daftar Pustaka**

- BPS Kabupaten Kebumen, (2008). *Kabupaten Kebumen dalam Angka Tahun 2008*.
- Daskin, M. S. (2008). What You Should Know About Location Modeling. *Naval Research Logistics*, Vol. 55.
- Farahani, R. Z. and Hekmatfar, M. (2009). *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies*, Physica-Verlag, Heidelberg, Germany.
- Levie, R. D. (2004). *Advanced Excel for Scientific Data Analysis*, Oxford University Press.
- Pizzolato, N. D. (1994). A heuristic for large-size p-median location problems with application to school location, *Annals of Operations Research*, Vol. 50, pp. 473-485.
- Pizzolato, N. D. and Silva, H. B. F. D. (1997), The location of public schools: evaluation of practical experiences, *Int. Trans. Opl. Res.*, Vol. 4 no.1. pp.13-22.
- Pizzolato, N. D. (2004), School location methodology in urban areas of developing countries, *Intl. Trans. in Op. Res.*, Vol. 11, pp. 667-681.