



Pemilihan Lokasi Terminal Barang di Kabupaten Semarang dengan Menggunakan Metode P-Median dalam *Software* Lindo 6.1

Ocky Soelistyo Pribadi¹, Yulia Permatasari²

¹Politeknik Transportasi Darat (Poltrada) Bali

Jl. Batuyang No. 109X, Batubulan Kangin, Kecamatan Sukawati, Kabupaten Gianyar, Bali 80582

²Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD (PTDI-STTD)

Jl. Raya Setu No. 89, Cibuntu, Kecamatan Cibitung, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17520

¹ocky.sp@gmail.com, ²yuliaprmtsari16@gmail.com

**Corresponding author*

Tanggal Diterima: 2 Agustus 2021, Tanggal Direvisi: 25 November 2021, Tanggal Disetujui: 18 Desember 2021

ABSTRACT

Selection of Goods Terminal Locations in Semarang Regency by Using the P-Median Method in Lindo 6.1 .

Software: Goods distribution activities in the Semarang Regency area often encounter obstacles in the form of limited road classes and road widths in the existing road network system. Violations occur against road class provisions because large-sized goods vehicles pass on roads of low class. In addition, it is often found that loading and unloading of goods is carried out on the side of the road and parking of goods vehicles when vehicle crew need to rest on the side of the road. The solution to this problem is found in the Regulation of the Minister of Transportation Number PM 102 of 2018 concerning the Operation of a Goods Terminal, where the goods terminal is a place to carry out loading and unloading of goods, intramodal and intermodal movement of goods transport, consolidation of goods/centers logistics activities, and/or a car park for goods. The exact location needs to be analyzed based on the optimization of the characteristics of the road network and the operationalization of traffic with the parameters of distance, travel time and average speed of travel of goods vehicles to travel between sub-district centroids. The analysis was carried out with the help of QGIS software to obtain the characteristics of the road network and the value of traffic operationalization performance parameters, then the location selection of the candidate 12 sub-districts in Semarang Regency was carried out using the P-Median method in the Lindo 6.1 software. The result is that the optimal Tuntang District was selected from the analysis of the distance and time variables to be used as the location for the construction of the Goods Terminal in Semarang Regency.

Keywords: location selection, goods terminal, QGIS software, P-Median method, Lindo 6.1 software.

ABSTRAK

Kegiatan distribusi barang di wilayah Kabupaten Semarang sering menemui hambatan berupa keterbatasan kelas jalan dan lebar jalan pada sistem jaringan jalan yang ada. Pelanggaran terjadi terhadap ketentuan kelas jalan karena kendaraan barang ukuran besar melintas di jalan yang kelasnya rendah. Selain itu, sering didapati adanya kegiatan bongkar muat barang yang dilakukan di tepi jalan dan parkir kendaraan barang untuk beristirahat awak kendaraan di tepi jalan. Solusi masalah tersebut ditemukan pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 102 Tahun 2018 tentang Penyelenggaraan Terminal Barang, dimana terminal barang itu adalah tempat untuk melakukan kegiatan bongkar muat barang, perpindahan intramoda dan antarmoda angkutan barang, konsolidasi barang/pusat kegiatan logistik, dan/atau tempat parkir mobil barang. Lokasi yang tepat perlu dianalisis berdasarkan optimalisasi karakteristik jaringan jalan dan operasionalisasi lalu lintas dengan parameter jarak, waktu tempuh dan kecepatan rata-rata perjalanan kendaraan barang untuk menempuh antar centroid kecamatan. Analisis dilakukan dengan bantuan software QGIS untuk mendapatkan karakteristik jaringan jalan dan nilai parameter kinerja operasionalisasi lalu lintas, kemudian pemilihan lokasi dari kandidat 12 kecamatan di Kabupaten Semarang dilakukan dengan metode P-Median dalam software Lindo 6.1. Hasilnya adalah terpilih Kecamatan Tuntang yang teroptimal dari analisis variabel jarak dan waktu untuk dijadikan lokasi pembangunan Terminal Barang di Kabupaten Semarang.

Kata Kunci: pemilihan lokasi; terminal barang; software QGIS; metode P-Median; Software Lindo 6.1.

I. Pendahuluan

Kegiatan distribusi barang yang dilakukan dengan kendaraan barang berbagai ukuran di

wilayah Kabupaten Semarang sering menemui hambatan berupa keterbatasan kelas jalan dan lebar jalan pada sistem jaringan jalan yang ada.

doi: <http://dx.doi.org/10.25104/jptd.v23i2.1813>

1410-8593| 2579-8731 ©2021 Pusat Penelitian dan Pengembangan Transportasi Jalan dan Perkeretaapian

Terakreditasi Sinta 2 (Ristekdikti), Nomor: 28/E/KPT/2019 | Artikel ini disebarluaskan di bawah lisensi [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Secara umum terjadi pelanggaran terhadap ketentuan kelas jalan karena kendaraan barang ukuran besar terpaksa melintas di jalan yang kelasnya rendah, untuk mengirim komoditi barang ke pusat kegiatan suatu kecamatan maupun mengambil barang hasil produksi kecamatan tersebut untuk kemudian dibawa ke luar area kecamatan atau kabupaten. Hal itu akan berdampak buruk pada kondisi perkerasan jalan dan berpotensi menyebabkan gangguan lingkungan sekitar misalnya adalah timbulnya polusi getaran. Selain itu, sering didapati adanya kegiatan bongkar muat barang yang dilakukan di tepi jalan dan parkir kendaraan barang untuk beristirahat awak kendaraan di tepi jalan, yang menyebabkan terjadinya pengurangan lebar efektif jalan untuk kepentingan lalu lintas. Kejadian ini sangat tepat menggambarkan masalah yang timbul akibat tidak diaturnya hirarkhi ukuran kendaraan barang untuk melakukan operasionalnya, tetapi di lain pihak, jika dilakukan pengaturan hirarkhi tersebut, maka distribusi barang akan terhambat, mengingat asal tujuan komoditi barang di Kabupaten Semarang itu juga melibatkan berbagai daerah di luar wilayah Kabupaten Semarang dan volumenya besar. Sebagai contoh adalah pengambilan komoditi barang berupa hasil kayu dari ke Kecamatan Pringapus untuk dikirim ke Provinsi D.I. Yogyakarta dan hasil kelapa dari Kecamatan Pabelan untuk dikirim ke Kota Salatiga. Kelas jalan dan lebar jalan di dua kecamatan tersebut tidak memenuhi syarat untuk dilalui oleh kendaraan barang ukuran besar, tetapi kenyataan yang terjadi adalah sebaliknya, hal itu disebabkan oleh adanya kebutuhan pengangkutan yang memerlukan kendaraan barang berukuran besar.

Dalam rangka menjawab permasalahan yang ada, maka terlebih dahulu didalami Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, mengenai kelas jalan, yaitu pengelompokan jalan berdasar dimensi kendaraan dan muatan sumbu terberat yang dapat melaluinya, yaitu Kelas I, II, III dan Kelas Khusus serta Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 102 Tahun 2018 tentang Penyelenggaraan Terminal Barang, dan didapati bahwa dalam pengertian terminal barang terdapat empat variabel penting, yaitu meliputi: 1) tempat untuk melakukan kegiatan bongkar muat barang, 2) perpindahan intramoda dan antarmoda angkutan barang, 3) konsolidasi barang/pusat kegiatan logistik, dan/atau 4) tempat parkir mobil barang. Dari empat variabel tersebut, maka pengadaan

terminal barang di Kabupaten Semarang dapat menjadi solusi terhadap masalah yang ada, dan untuk selanjutnya patut dianalisis lokasi terminal barang yang tepat, dengan memperhatikan kondisi jaringan jalan dan operasional lalu lintas antar *centroid* kecamatan.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik jaringan jalan dan operasional lalu lintas antar *centroid* kecamatan di Kabupaten Semarang, lalu berdasarkan hal tersebut selanjutnya dilakukan analisis pemilihan lokasi pengadaan terminal barang, agar aktivitas transportasi barang mematuhi ketentuan kelas jalan yang berlaku di Kabupaten Semarang. Manfaat penelitian ini adalah sebagai referensi analisis pemilihan lokasi untuk pembangunan terminal angkutan barang, dan bagi Pemerintah Kabupaten Semarang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan terminal angkutan barang. Keterbaruan penelitian ini adalah penggunaan aplikasi QGIS untuk mendapatkan data karakteristik jaringan jalan dan kinerja perjalanan antar *centroid* di Kabupaten Semarang, selanjutnya dianalisis pemilihan lokasi pengadaan terminal barang dengan metode P-Median dalam *software* Lindo 6.1.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya meliputi Ngii (2013), yang membahas penentuan lokasi Terminal Angkutan Barang di Kota Kendari didasarkan pada Analisis Multi Kriteria, Simbolon (2013) membahas indikasi penentuan lokasi Terminal Angkutan Barang di Banyuwangi dengan menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan analisis *overlay*, Marhaeni, *et. al* (2016) mengkaji pola pergerakan barang dan lokasi Terminal Kargo di Kota Malang dengan metode *analytical hierarkhi process* (AHP), Putri (2018) mengkaji penentuan lokasi pembangunan Terminal Angkutan Barang di Sampit dengan metode *analytical hierarkhi process* (AHP), Aprilianti (2019) membahas tentang optimasi keuntungan produksi pada industri kayu dengan menggunakan metode *linear programming* serta penggunaan *software* Lindo, Fadhil, *et al.* (2020) mengkaji tentang penentuan lokasi *distribution center* dengan metode *p – median*, Kusuma (2017) yang membahas tentang penentuan lokasi tempat pembuangan sampah dengan menggunakan metode *p-median* dan penggunaan *software* Linggo, Leatemia, *et. al* (2013) membahas mengenai optimasi biaya durasi dan biaya proyek dengan menggunakan

program *Lindo*. Nuryana (2019) mengkaji tentang optimasi jumlah produksi pada umkm dengan menggunakan metode *linear programming*, Septiandre dan Siswanto (2016), membahas mengenai penentuan lokasi gudang dengan menggunakan metode *p-median*.

II. Metodologi Penelitian

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di wilayah Kabupaten Semarang, yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 19 kecamatan, dengan wilayah terluas Kecamatan Pringapus (78,352 km²) dan luas terkecil adalah Kecamatan Ambarawa (28,221 km²), selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 1**.
2. Jaringan jalan di dalam wilayah kabupaten dengan total panjang jalan sebesar 873,08 km, dan terdapat 7 ruas jalan utama di Kabupaten Semarang yang sering di lewati oleh angkutan barang, yaitu:
 - a. Jalan Batas Kota Ungaran - Bawen merupakan ruas jalan yang dilalui angkutan barang dari Terminal Bawen sampai menuju Kecamatan Tuntang,
 - b. Jalan Letjend Suprpto merupakan ruas jalan yang dilalui angkutan barang yang merupakan *exit* tol,
 - c. Jalan Diponegoro merupakan ruas jalan yang dilalui angkutan barang dari Simpang kantor DPRD menuju terminal Bawen,
 - d. Jalan Bawen – Batas Kota Salatiga merupakan ruas jalan yang dilalui angkutan barang dari Bawen sampai menuju Kota Salatiga,
 - e. Jalan Jendral M Sarbini merupakan jalan lingkar Ambarawa yang dilewati angkutan barang,
 - f. Jalan Batas Kota Salatiga - Sruwen merupakan ruas jalan yang dilewati angkutan barang dari Kota Salatiga sampai menuju Kecamatan Tengaran,
 - g. Jalan Batas Kabupaten Semarang/Temanggung – Bawen merupakan ruas jalan dari Simpang Ngampin yang berada di Kecamatan Jambu.

Penelitian ini dilakukan dari bulan Maret 2021 sampai dengan bulan Juli 2021.

B. Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder, berupa peta administrasi wilayah dan peta jaringan jalan Kabupaten Semarang, yang didapatkan langsung dari aplikasi QGIS yang sifatnya *open source*. Metodenya adalah sebagai berikut:

1. *Install software* QGIS ke komputer lalu jalankan;
2. Buka fungsi *vector*, pindahkan Kab_Semarang.shp sebagai peta dasar untuk mendapatkan peta Kabupaten Semarang;
3. Setelah mendapatkan peta Kabupaten Semarang, jalankan fungsi *properties* untuk mengeluarkan batas area kecamatan di Kabupaten Semarang;
4. Buka fungsi *vector*, pindahkan Jaringan_Jalan.shp untuk mendapatkan jaringan jalan Kabupaten Semarang;
5. Setelah mendapatkan peta jaringan jalan Kabupaten Semarang, edit jaringan jalan

Tabel 1. Data Kecamatan di Kabupaten Semarang

No	Kecamatan	Luas wilayah (km ²)
1	Getasan	65,796
2	Tengaran	47,296
3	Susukan	48,865
4	Kaliwungu	29,950
5	Suruh	64,015
6	Pabelan	47,975
7	Tuntang	56,242
8	Banyubiru	54,415
9	Jambu	51,627
10	Sumowono	55,630
11	Ambarawa	28,221
12	Bandungan	48,233
13	Bawen	46,570
14	Bringin	61,891
15	Bancak	43,846
16	Pringapus	78,352
17	Bergas	47,332
18	Ungaran Barat	35,960
19	Ungaran Timur	37,992

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang, 2020

sesuai dengan data yang dibutuhkan dan selanjutnya jalankan fungsi *properties* untuk membedakan warna jalan berdasarkan fungsi jalan (arteri, kolektor, lokal) di Kabupaten Semarang;

6. Buka fungsi *vector – geometry tools – centroid*, untuk menentukan titik *centroid* tiap kecamatan. *Screenshot* hasilnya sebagaimana **Gambar 1**.

C. Pengolahan Data

Tata cara pengolahan data dengan QGIS adalah sebagai berikut:

1. Buka fungsi *plugins – install ORS Tools* sebagai *plugins* bantuan untuk mendapatkan jarak dan waktu perjalanan antar titik *centroid*;
2. Untuk menentukan jarak sebenarnya antar titik *centroid* kita menggunakan bantuan *ORS Tools*. Buka *ORS Tools – Matrix – Run*. Setelah selesai *running*, akan muncul data *OD Matrix* jarak antar titik *centroid* yang mewakili dari masing-masing kecamatan;
3. Untuk menentukan waktu dan kecepatan perjalanan antar titik *centroid* kita menggunakan bantuan *ORS Tools*. Buka *ORS Tools – Direction (1 Layer) – Run*. Setelah selesai *running*, akan muncul tabel yang berisikan waktu tempuh dan

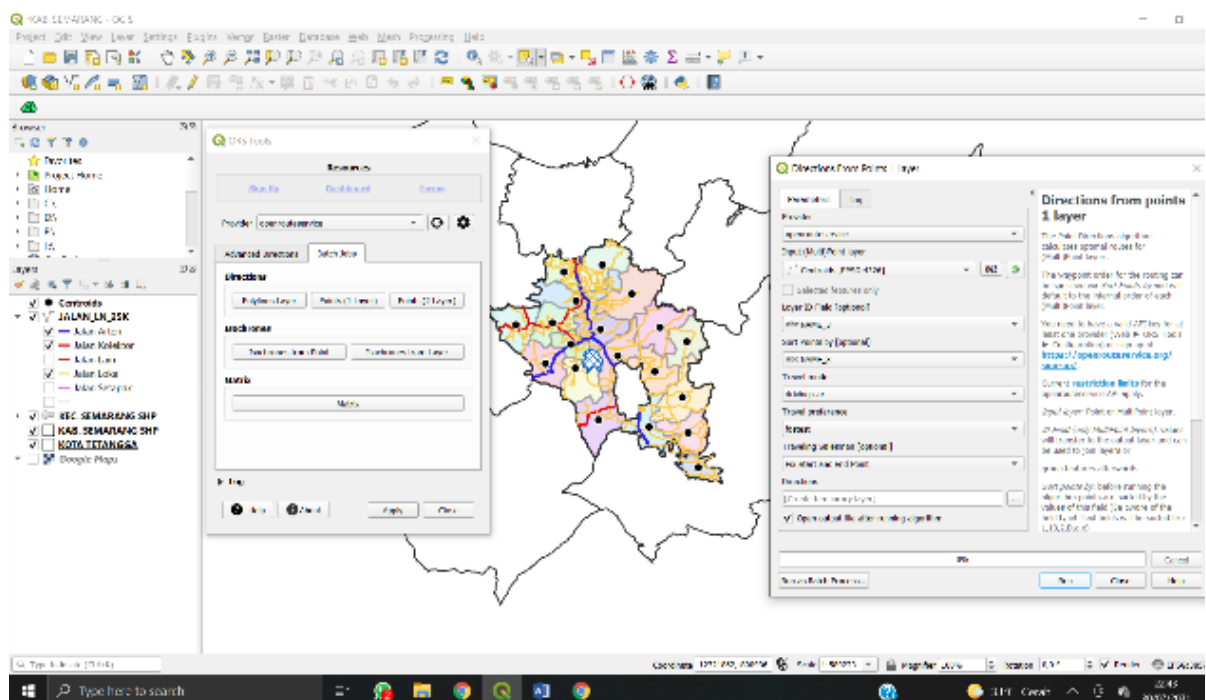
kecepatan rata-rata pergerakan antar titik *centroid*;

4. Setelah selesai penggunaan *plugins ORS Tools*, maka sudah berhasil didapatkan data jarak, waktu, dan kecepatan perjalanan dari masing-masing kecamatan di Kabupaten Semarang, sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.

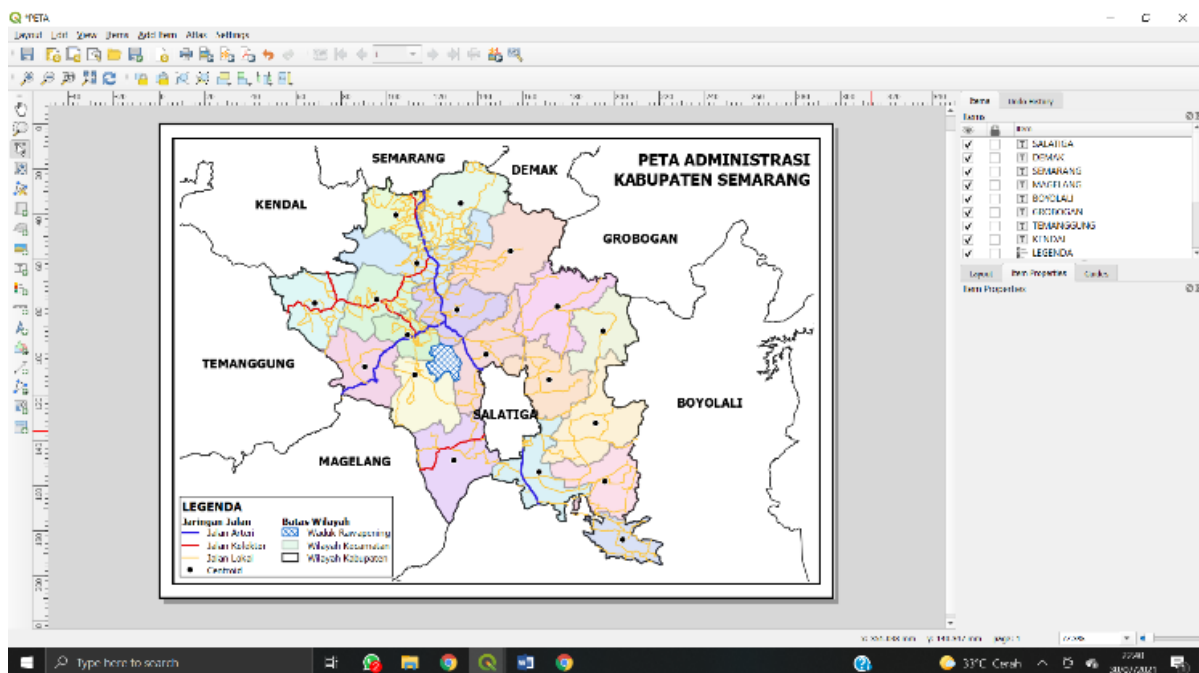
D. Analisis Data

Mengacu pada tujuan penelitian, maka ada dua analisis yang dilakukan, yaitu: 1) analisis karakteristik jaringan jalan dan operasional lalu lintas antar *centroid* kecamatan di Kabupaten Semarang menggunakan QGIS, dan 2) analisis pemilihan lokasi pengadaan terminal barang dengan metode P-Median dan bantuan *software* Lindo 6.1.

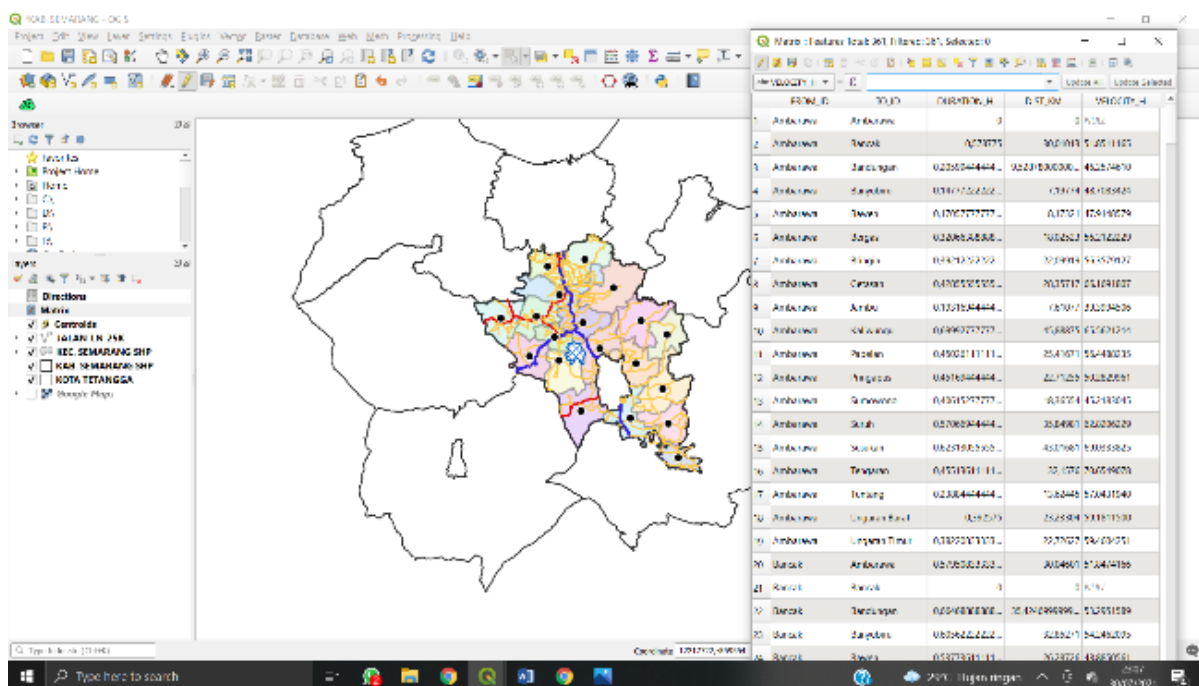
QGIS adalah perangkat lunak *Geographic Information System* (GIS), sebagaimana dikutip dari [https://training.datapolitan.com/qgis-training/Introduction to GIS Fundamentals/#44](https://training.datapolitan.com/qgis-training/Introduction%20to%20GIS%20Fundamentals/#44), merupakan sistem untuk meng-*capture*, menyimpan, memeriksa, dan menampilkan data yang terkait dengan posisi di permukaan Bumi. QGIS merupakan aplikasi *desktop* yang tersedia secara *free* dengan banyak fitur, yang mampu bekerja dengan berbagai jenis data serta memiliki komunitas yang kuat dalam mengembangkan fitur dan *plug-in* baru.



Gambar 1. Screenshot Proses Pengolahan Data



Gambar 2. Screenshot Hasil Pengumpulan Data Dengan QGIS



Gambar 3. Screenshot Hasil Pengolahan Data

Output yang diharapkan dari analisis pertama dengan perangkat lunak QGIS adalah:

1. Peta jaringan jalan yang menghubungkan seluruh *centroid* kecamatan dan *node* pembangkit perjalanan barang lainnya yang berada di luar wilayah administrasi Kabupaten Semarang;
2. Data jarak perjalanan antar *centroid*, waktu tempuh perjalanannya, kecepatan rata-ratanya serta data lebar jalan.

Output yang disebutkan di atas itulah yang akan memenuhi tujuan penelitian pertama yaitu analisis karakteristik dari jaringan jalan dan operasional lalu lintas antar *centroid* kecamatan di Kabupaten Semarang.

Model P-Median problem adalah model optimasi yang mengalokasikan sejumlah P fasilitas untuk memenuhi permintaan di banyak lokasi dengan biaya yang minimum. Metode ini merupakan mixed integer linear programming

yang menggunakan algoritma biner dan menghasilkan berupa bilangan 0 dan 1. Dengan model P - Median akan menentukan lokasi fasilitas yang terdekat pada sekumpulan konsumen (node atau titik) disekitarnya, sehingga menghasilkan solusi/output fasilitas yang tepat untuk dibangun dengan jarak paling optimal untuk memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen (node atau titik). (Fadhil, 2020). P-Median adalah model yang bertujuan untuk menentukan suatu lokasi dengan meminimasi jarak rata-rata antara titik permintaan dan fasilitas. (Kusuma, 2017). Selain itu P-Median juga umum digunakan untuk permasalahan perencanaan distribusi karena P-Median mempertimbangkan permintaan dan jarak serta dapat menempatkan fasilitas di area yang lebih padat dibanding model lainnya. Terdapat beberapa parameter yang digunakan yaitu (Aprilyanti, 2018):

- i = Demand Point/Client $\{1,2,3,\dots,n\}$
- j = Lokasi Potensial Terminal $\{1,2,3,\dots,n\}$
- d_{ij} = Jarak antara Client (i) to Terminal (j) (kilometer)
- p = Jumlah Terminal yang dibutuhkan (facilities)

Software Lindo (*Linear Interactive Discrete Optimizer*) adalah *software* yang dapat digunakan untuk mencari penyelesaian dari masalah pemrograman linear. (Leatemia, dkk. 2013). Penggunaan *software* ini memungkinkan perhitungan masalah pemrograman *linear* dengan variabel, termasuk diantaranya adalah analisis P-Median.

Prinsip kerja utama Lindo adalah memasukkan data dan menyelesaikan serta menafsirkan kebenaran dan kelayakan data berdasarkan penyelesaiannya. Untuk menentukan nilai optimal dengan menggunakan Lindo diperlukan beberapa tahapan yaitu:

- 1) menentukan model matematika berdasarkan data real,
- 2) menentukan formulasi program untuk Lindo, dan
- 3) membaca hasil *report* yang dihasilkan oleh Lindo (Nuryana, 2019).

Sebuah model Lindo memiliki persyaratan minimal 3 hal yaitu membutuhkan tujuan, variabel serta kendala. Yang pertama yaitu apa tujuan yang ingin dilakukan seperti MIN yaitu meminimalkan dan MAX yaitu memaksimalkan. Misalnya meminimalkan jarak berarti kata pertama yang di-*input* dalam *software* Lindo yaitu MIN.

III. Hasil dan Pembahasan

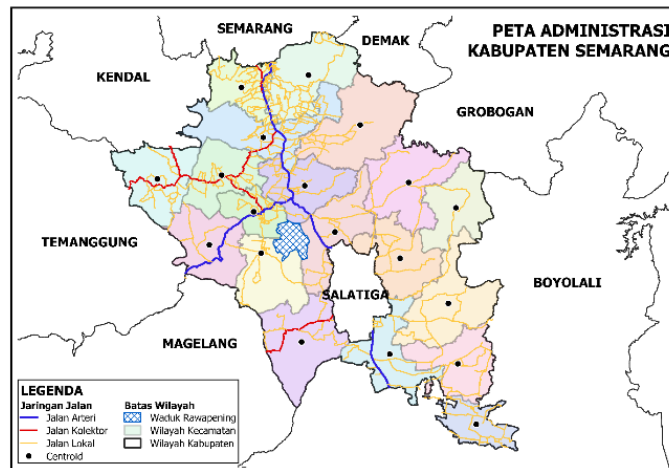
A. Karakteristik Jaringan Jalan dan Operasional Lalu Lintas Antar *Centroid* Kecamatan

Hasil yang didapatkan dari analisis QGIS adalah:

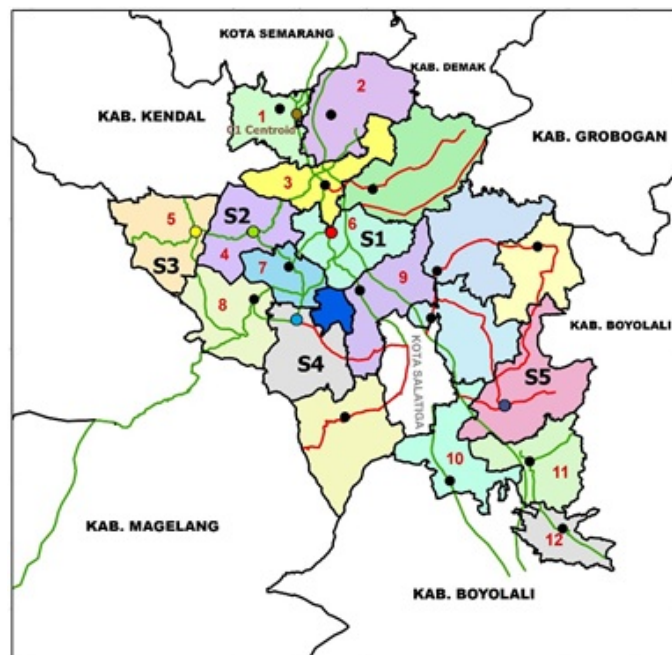
1. Peta jaringan jalan yang menghubungkan seluruh *centroid* kecamatan dan *node* pembangkit perjalanan barang lainnya, sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 4**. Setelah didapatkan peta tersebut, dicermati lebar jalan di tiap kecamatan, lalu ditandai warna merah untuk lebar jalan ≤ 5 meter yang artinya tidak diperkenankan untuk dilalui kendaraan barang ukuran besar dan warna hijau untuk lebar jalan > 5 meter, yang artinya diperkenankan untuk dilalui kendaraan barang ukuran besar. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 5** dilakukan seleksi awal terhadap kecamatan mana yang jalannya dapat dilalui atau tidak dapat dilalui oleh kendaraan barang ukuran besar. Hal itu merupakan proses seleksi terhadap kandidat lokasi pengadaan terminal barang. Jadi untuk kecamatan yang lolos seleksi menjadi kandidat adalah yang lebar jalannya > 5 meter dan ditandai dengan warna hijau pada peta. Hasil seleksi tersebut, ada 12 kecamatan yang lolos, selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.
2. Data jarak perjalanan antar *centroid*, waktu tempuh perjalanan dan kecepatan rata-ratanya. Hasilnya sebagaimana **Tabel 3**, **Tabel 4**, dan **Tabel 5**.

Tabel 2. Kecamatan yang Menjadi Kandidat Lokasi Terminal Barang

Kode	Kecamatan
1	Ungaran Barat
2	Ungaran Timur
3	Bergas
4	Bandungan
5	Sumowono
6	Bawen
7	Ambarawa
8	Jambu
9	Tuntang
10	Tengaran
11	Susukan
12	Kaliwungu



Gambar 4. Peta Jaringan Jalan di Kabupaten Semarang Hasil Analisis QGIS



Gambar 5. Peta Jaringan Jalan dengan Klasifikasi Lebar ≤ 5 meter dan > 5 meter

B. Pemilihan Lokasi Pengadaan Terminal Barang

Alur sederhana analisis P-Median dalam *software* Lindo 6.1 ini adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan variabel kinerja jaringan jalan dan operasional lalu lintas antar *centroid* kecamatan, yang menjadi bahan perhitungan P-Median dalam *software* Lindo 6.1, yang didapat dari keluaran analisis QGIS;
2. Membuat *file* sesuai format yang dibutuhkan oleh *software* Lindo 6.1, untuk data variabel jarak, waktu tempuh dan kecepatan rata-rata antar *centroid*;
3. *Running* P-Median *analysis* dalam *software* Lindo 6.1 dan mendapatkan *output*-nya

yaitu lokasi yang direkomendasikan berdasarkan analisis tiga variabel;

4. Pembahasan lokasi terpilih.

Prosesnya adalah sebagai berikut:

1. *File* tiap data variabel sesuai *format software* Lindo 6.1 sebagaimana dicontohkan pada **Gambar 6**.

Gambar diatas merupakan formulasi dari metode P – Median. Formulasi tersebut diantaranya (Septiandre dan Siswanto, 2016):

Min $\sum X_{ij}$ artinya meminimalkan jarak dikarenakan variabel yang digunakan yaitu jarak, X_{ij} artinya p yang berarti memastikan jumlah terminal atau lokasi yang akan dibangun, $X_{ij} = 1$ berarti memastikan setiap

Tabel 3. Matriks Jarak Antar Centroid Kecamatan di Kabupaten Semarang (kilometer)

Jarak (Km)	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 5	Lok. 6	Lok. 7	Lok. 8	Lok. 9	Lok. 10	Lok. 11	Lok. 12
Lok. 1	0	4	10	18	26	14	17	26	16	41	50	54
Lok. 2	4	0	7	14	22	10	14	23	13	37	47	51
Lok. 3	9	6	0	10	18	5	8	17	7	32	41	45
Lok. 4	17	13	10	0	9	13	11	15	12	36	46	50
Lok. 5	25	21	18	9	0	22	20	23	20	44	54	58
Lok. 6	24	10	5	12	20	0	4	13	3	27	37	40
Lok. 7	16	14	8	12	20	5	0	10	4	28	38	42
Lok. 8	26	23	17	14	23	14	11	0	13	37	47	51
Lok. 9	16	12	7	12	20	4	4	13	0	26	36	39
Lok. 10	41	37	32	36	45	29	28	37	25	0	10	14
Lok. 11	50	47	41	46	54	38	38	47	34	10	0	10
Lok. 12	54	51	45	50	58	42	42	51	38	14	10	0

Keterangan: Lok.1 Ungaran Barat, Lok.2 Ungaran Timur, Lok. 3 Bergas, Lok. 4 Bandungan, Lok.5 Sumowono, Lok. 6 Bawen, Lok. 7 Ambarawa, Lok. 8 Jambu, Lok. 9 Tuntang, Lok. 10 Tangerang, Lok. 11 Susukan, Lok. 12 Kaliwungu

Tabel 4. Matriks Waktu Tempuh Perjalanan Antar Centroid Kecamatan di Kabupaten Semarang (jam)

Waktu (jam)	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 5	Lok. 6	Lok. 7	Lok. 8	Lok. 9	Lok. 10	Lok. 11	Lok. 12
Lok. 1	0,00	0,08	0,17	0,31	0,46	0,21	0,25	0,36	0,24	0,53	0,69	0,76
Lok. 2	0,09	0,00	0,10	0,23	0,39	0,14	0,18	0,29	0,17	0,45	0,61	0,69
Lok. 3	0,16	0,09	0,00	0,19	0,34	0,06	0,10	0,21	0,09	0,37	0,54	0,61
Lok. 4	0,30	0,22	0,19	0,00	0,19	0,20	0,17	0,21	0,18	0,46	0,62	0,70
Lok. 5	0,45	0,37	0,34	0,19	0,00	0,36	0,34	0,38	0,35	0,63	0,79	0,86
Lok. 6	0,22	0,14	0,06	0,18	0,34	0,00	0,04	0,15	0,03	0,32	0,48	0,55
Lok. 7	0,26	0,18	0,10	0,18	0,34	0,06	0,12	0,10	0,05	0,33	0,49	0,67
Lok. 8	0,37	0,29	0,20	0,21	0,37	0,17	0,04	0,00	0,20	0,44	0,60	0,54
Lok. 9	0,24	0,17	0,08	0,18	0,34	0,05	0,04	0,15	0,00	0,31	0,47	0,54
Lok. 10	0,53	0,46	0,37	0,47	0,63	0,34	0,33	0,44	0,29	0,00	0,16	0,23
Lok. 11	0,69	0,62	0,53	0,63	0,79	0,50	0,49	0,60	0,45	0,16	0,00	0,25
Lok. 12	0,77	0,69	0,61	0,70	0,87	0,57	0,56	0,67	0,52	0,23	0,25	0,00

Keterangan: Lok.1 Ungaran Barat, Lok.2 Ungaran Timur, Lok. 3 Bergas, Lok. 4 Bandungan, Lok.5 Sumowono, Lok. 6 Bawen, Lok. 7 Ambarawa, Lok. 8 Jambu, Lok. 9 Tuntang, Lok. 10 Tangerang, Lok. 11 Susukan, Lok. 12 Kaliwungu

client atau *demand* dilayani oleh satu terminal atau lokasi, dan $X_{ij} \leq X_{jj}$ artinya memastikan setiap *client* atau *demand* hanya menggunakan terminal. End INT merupakan hasil perkalian dari jumlah kandidat atau lokasi.

- Setelah memasukkan formulasi pada Lindo 6.1, selanjutnya klik *solve* maka akan muncul *solver status*, sebagaimana **Gambar 7**, berikutnya dilakukan optimalisasi dan akan dikonfirmasi dengan *solver status* berikutnya;

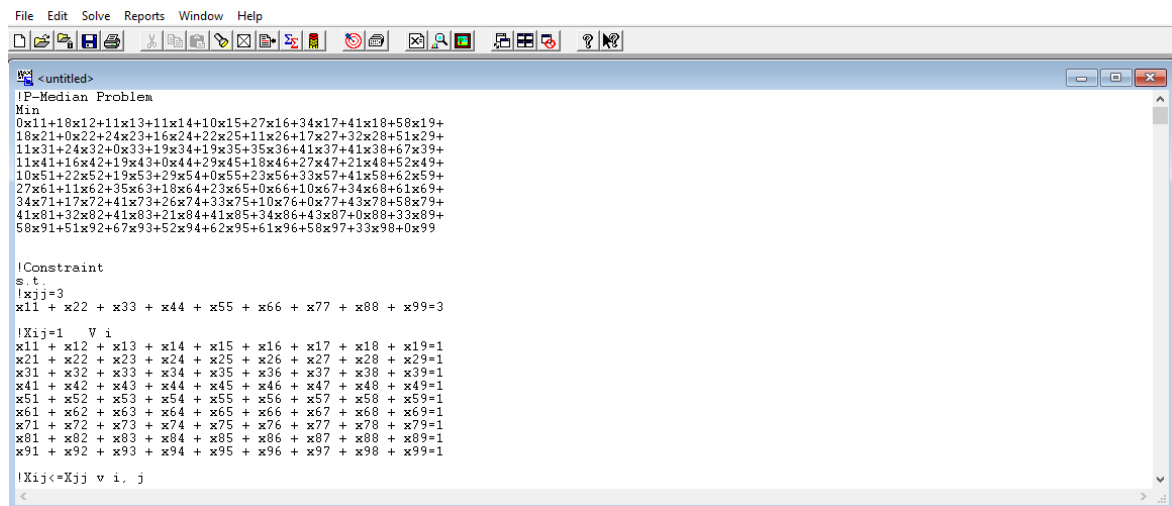
Pada gambar tersebut dapat dilihat ada beberapa keterangan yang terdapat dalam *lindo solver status* yang dikutip dari sumber <https://www.lindo.com/downloads/PDF/LindoUserManual.pdf> diantaranya:

- Status* : Memberikan status saat ini yang berarti optimal
- Iterations*: Jumlah iterasi pemecah
- Infeasibility*: Jumlah batasan yang dilanggar
- Objective*: Nilai saat ini dari fungsi tujuan

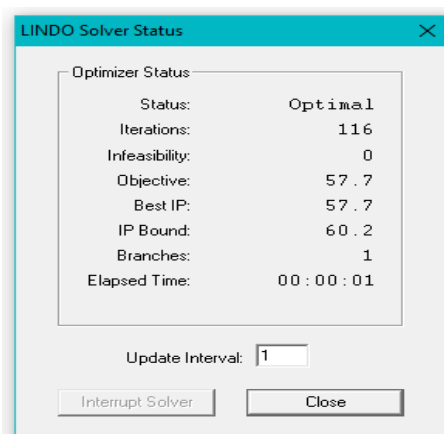
Tabel 5. Matriks Kecepatan Rata - Rata Perjalanan Antar Centroid Kecamatan di Kabupaten Semarang (kilometer/jam)

Kecepatan (km/jam)	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 5	Lok. 6	Lok. 7	Lok. 8	Lok. 9	Lok. 10	Lok. 11	Lok. 12
Lok. 1	0	41	62	59	57	62	66	72	67	76	72	71
Lok. 2	47	0	74	63	59	70	74	78	75	81	75	73
Lok. 3	52	57	0	53	53	81	85	85	89	85	78	75
Lok. 4	55	58	55	0	47	73	63	69	65	77	73	71
Lok. 5	53	54	52	47	0	63	58	62	59	70	68	67
Lok. 6	65	75	82	60	55	0	56	74	54	80	73	71
Lok. 7	68	77	82	67	59	129	0	85	93	85	77	74
Lok. 8	73	80	83	67	60	97	85	0	87	85	78	76
Lok. 9	65	74	78	65	58	132	77	83	0	89	79	75
Lok. 10	77	82	84	78	71	91	85	85	81	0	60	58
Lok. 11	73	76	77	74	69	81	77	78	74	60	0	42
Lok. 12	71	74	74	71	67	77	74	76	71	58	42	0

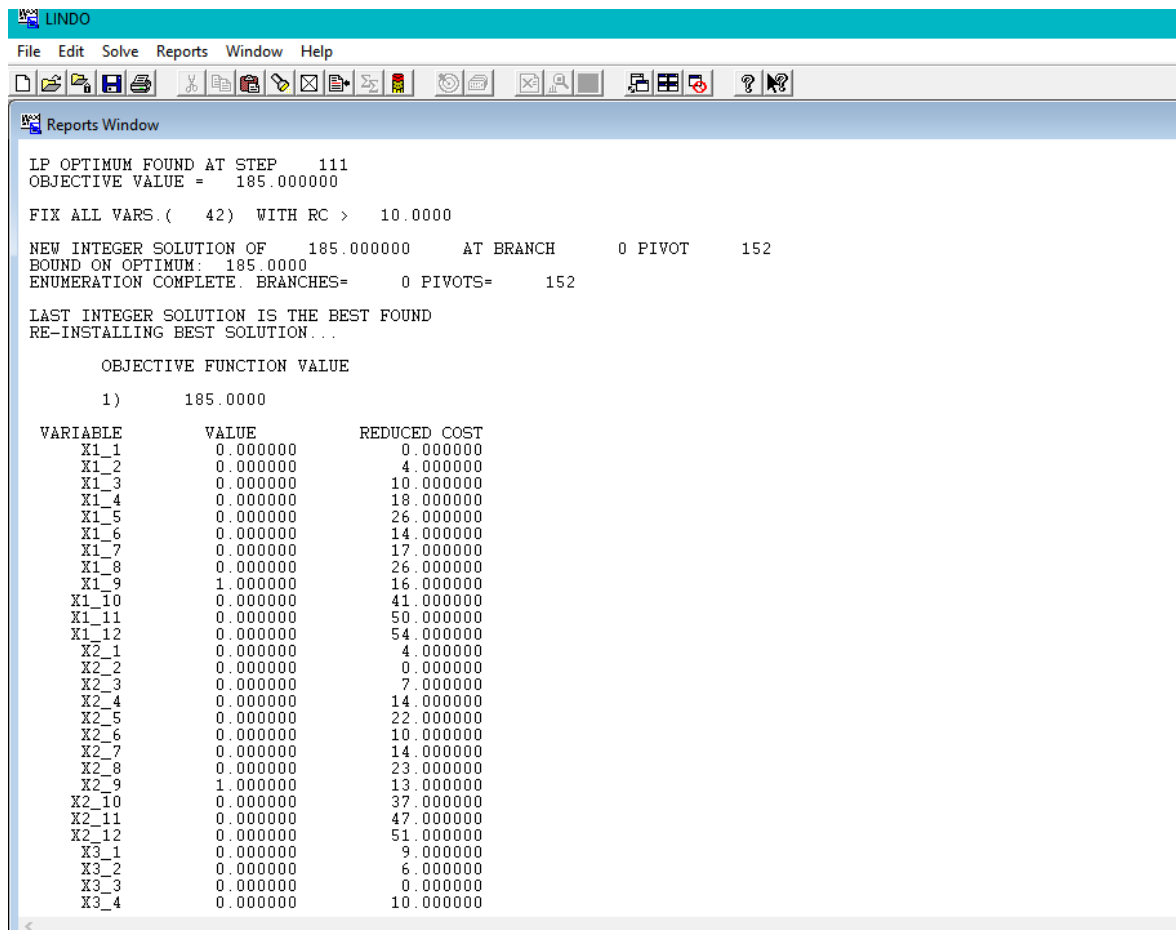
Keterangan: Lok.1 Ungaran Barat, Lok.2 Ungaran Timur, Lok. 3 Bergas, Lok. 4 Bandungan, Lok.5 Sumowono, Lok. 6 Bawen, Lok. 7 Ambarawa, Lok. 8 Jambu, Lok. 9 Tuntang, Lok. 10 Tangeran, Lok. 11 Susukan, Lok. 12 Kaliwungu



Gambar 6. Screenshot File Data Variabel Jarak untuk Analisis P-Median Dalam Software Lindo 6.1



Gambar 7. Sover Status Lindo

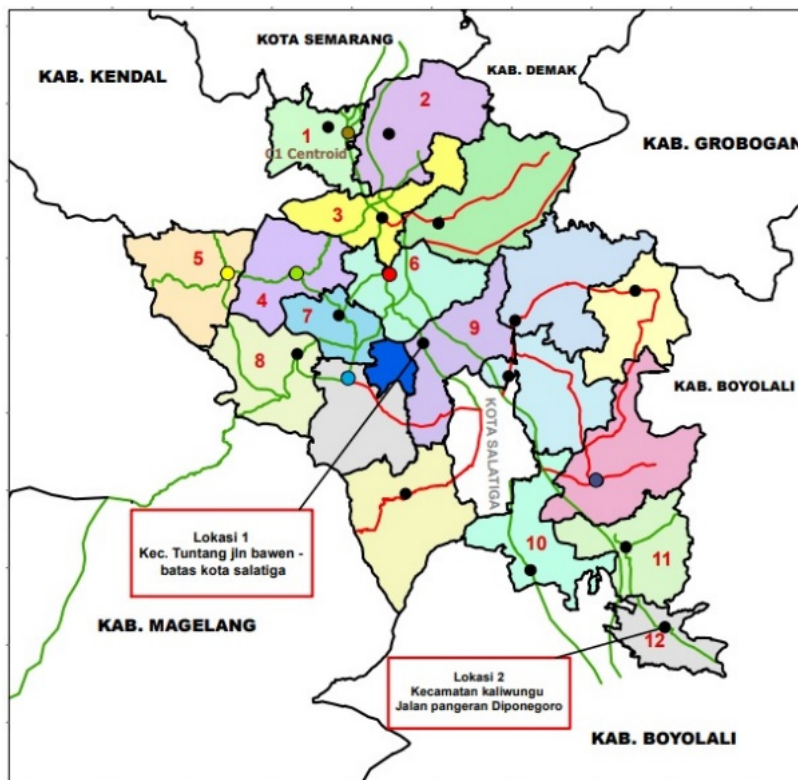


Gambar 8. Screenshot Hasil Running Lindo 6.1.

Tabel 6. Rekapitulasi Output Lindo 6.1

No	Variabel	Lokasi Terbaik	Keterangan
1	Jarak	9	Kecamatan Tuntang
2	Waktu	9	Kecamatan Tuntang
3	Kecepatan rata-rata	12	Kecamatan Kaliwungu

- e. *Best IP*: Nilai objektif dari solusi bilangan bulat yang ditemukan
 - f. *IP Bound*: Teoritis terikat pada tujuan untuk model IP
 - g. *Branches*: Jumlah variabel integer bercabang oleh pemecah IP Lindo
 - h. *Elapsed time*: Waktu yang berlalu sejak pemecah dipanggil
 - i. *Update interval*: Frekuensi dalam detik yang dihasilkan.
3. *Screenshot* hasil *running* Lindo 6.1 dapat dilihat pada **Gambar 8**. Dapat dilihat pada hasil *running* diatas terdapat *variable*, *value* dan *reduced cost*. *Variable* menunjukkan dari lokasi asal menuju ke lokasi tujuan. *Value* merupakan bilangan biner dimana untuk value atau bilangan biner yang mendapatkan 0 berarti tidak bisa dijadikan kandidat sedangkan *value* atau bilangan biner yang menghasilkan 1 dapat dijadikan kandidat. *Reduce cost* merupakan hasil biaya atau jarak yang dihasilkan tiap lokasi.
- Berdasarkan proses yang dilakukan itu, dihasilkan *output* berupa lokasi terbaik dari perhitungan tiap variabel, rekapitulasinya ditunjukkan pada **Tabel 6**. Sebagai kejelasan, disajikan peta lokasi pada **Gambar 9**. Mencermati **Tabel 6**, berdasarkan dua variabel yaitu jarak antar *centroid* kecamatan dan waktu tempuh perjalanannya, diketahui bahwa lokasi terbaik untuk pengadaan Terminal Barang adalah di Kecamatan Tuntang, sedangkan bila memperhatikan kecepatan rata-rata kendaraan, lokasi terbaik adalah berada pada Kecamatan Kaliwungu. Pada **Gambar 9** diketahui bahwa lokasi Kecamatan Tuntang terletak di tengah wilayah Kabupaten Semarang dan lokasi itu paling optimal menurut perhitungan P-Median



Gambar 9. Lokasi Alternatif Terpilih Hasil Analisis Lindo 6.1.

untuk dua buah variabel yaitu jarak dan waktu, maka dengan pertimbangan tersebut, dipilihlah Kecamatan Tuntang sebagai tempat pengadaan Terminal Barang di Kabupaten Semarang.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan adalah karakteristik jaringan jalan antar *centroid* kecamatan di Kabupaten Semarang, diwakili oleh terbentuknya peta digital jaringan jalan antar *centroid* kecamatan yang di dalamnya turut disertakan pula *node* berupa persimpangan jalan, selanjutnya dengan analisis QGIS terhadap peta digital tersebut dapat diketahui nilai kinerja operasional lalu lintas melalui parameter jarak perjalanan antar *centroid*, waktu tempuh dan kecepatan rata-rata perjalanan kendaraan.

Berdasarkan nilai parameter jarak, waktu tempuh dan kecepatan rata-rata perjalanan antar *centroid* tersebut, *software* Lindo 6.1 menganalisis dengan metode P-Median, menghasilkan 2 lokasi terpilih dari kandidat awal sebanyak 12 lokasi, yaitu Kecamatan Tuntang dan Kecamatan Kaliwungu, selanjutnya dipertimbangkan bahwa Kecamatan Tuntang adalah lokasi terbaik untuk pengadaan Terminal Barang di Kabupaten Semarang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam melakukan penelitian ini yaitu Direktur Politeknik Transportasi Darat (Poltrada) Bali Bapak Efendhi, Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD (PTDI-STTD) Bekasi Bapak Ahmad Yani, Kepala Bagian Akademik Poltrada Bali Bapak Sugianto, Kepala Bagian Keuangan, Umum dan Kepegawaian Poltrada Bali Bapak Arif Kurniawan, Kepala P3M Poltrada Bali Bapak Aris, Ibu Dessy Angga Afrianti, Ibu Tiara Adinda Putri dan rekan-rekan sejawat baik di Poltrada Bali maupun di PTDI-STTD Bekasi.

Daftar Pustaka

- Aprilyanti, Selvia. *Optimasi Keuntungan Produksi Pada Industri Kayu PT Indopal Harapan Murni Menggunakan Linear Programming*. Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri Vol. 13, No. 1, April 2019. Hal 1 – 8.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang. Semarang Dalam Angka 2020. Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang, 2020.
- Erick & Richard. *Introduction to GIS Fundamentals*. <https://training.datapolitan.com/qgis->

- Fadhil, et al. *Penentuan Lokasi Distribution Center Dengan metode P – Median Di PT Pertamina EP*. Jurnal Manajemen Industri Dan Logistik Vol. 4, No. 1, Mei 2020. Hal 1 – 9.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jakarta, 2009.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2018. Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 102 Tahun 2018 tentang Penyelenggaraan Terminal Angkutan Barang. Jakarta.
- Kusuma, J. V. *Penentuan Lokasi Ideal Tempat Penampungan Sementara Dengan Metode P – Median Di Wilayah Karanganyar*. Jurnal Program studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2017. Hal 1 – 10.
- Leatemia, et al. *Optimasi Biaya Durasi Dan Biaya Proyek Menggunakan Program Lindo*. Jurnal Sipil Statik Vol. 1, No. 4, Maret 2013. Hal 226 – 232.
- Marhaeni, et al. *Kajian Pola Pergerakan Barang Dan Lokasi Terminal Kargo Di Kota Malang*. Jurnal Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2016. Hal 1 – 15.
- Ngii, E. *Penentuan Lokasi Terminal Angkutan Barang di Kota Kendari Didasarkan Pada Analisis Multi Kriteria*. Jurnal Metropilar Vol. 11, No. 3, Juli 2013. Hal 225 – 231.
- Nuryana, Ilham. *Optimasi Jumlah Produksi Pada UMKM Raina Kersen Dengan Metode Linear Programming*. Jurnal Media Teknologi Vol. 6, No. 1, Agustus 2019. Hal 67 - 88
- Putri, S. N. *Penentuan Lokasi Pembangunan Terminal Angkutan Barang Di Sampit*. Jurnal Transportasi Multimoda Vol. 16, No. 31, Desember 2018. Hal 1 – 14.
- Raffensperger, Fritz. *LINDO User's Manual*. <https://www.lindo.com/downloads/PDF/LindoUserManual.pdf>
- Septiandre & Siswanto. *Penentuan Lokasi Gudang Penyangga Regional PT X Wilayah Jawa Timur*. Jurnal Studi Manajemen Dan Bisnis Vol. 3, No. 2, 2016. Hal 184 – 193.
- Simbolon, E. R. *Kajian Indikasi Penentuan Lokasi Terminal Angkutan Barang Di Banyuwangi*. Jurnal Transportasi Multimoda Vol. 13, No. 4, Desember 2015. Hal 159 – 168.