

PENERAPAN ALGORITMA WELCH-POWELL PADA PEWARNAAN GRAF DALAM PEMETAAN WILAYAH DI KOTA MEDAN

Lidia Lestari S¹, Mulyono²

^{1,2}Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Negeri Medan
e-mail : Lidia.lestari36@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan Kota Medan sangat pesat. Kota Medan terdiri dari 21 kecamatan dengan potensi yang berbeda untuk setiap kecamatannya, kecamatan tersebut saling terhubung, hubungan antar kecamatan ini akan mempengaruhi perkembangannya. Setiap kecamatan di Kota Medan memiliki pusat, kecamatan dengan derajat terbanyak dianggap sebagai kecamatan yang paling strategis. Pembangunan Kota Medan dilaksanakan pada kecamatan yang letaknya strategis agar mudah diakses oleh kecamatan sekitarnya. Dengan menggunakan algoritma Welch-Powell pada pewarnaan graf, jumlah simpul, sisi, serta keterhubungan setiap kecamatan di Kota Medan diketahui. Pada penelitian ini ingin diketahui kecamatan manakah yang paling strategis serta potensi dari kecamatan tersebut. Potensi dari setiap kecamatan dapat diketahui dengan menggunakan analisis Location Quotient. Setelah dilakukan uji coba menggunakan algoritma Welch-Powell dan analisis LQ, kecamatan yang strategis adalah kecamatan Medan Kota dengan potensi wilayah listrik, gas dan air bersih, serta perdagangan, hotel dan restoran.

Kata Kunci: Sisi, Derajat, Welch-Powell, Pemetaan, LQ

ABSTRACT

The development of Medan is very rapid. Medan City consists of 21 districts with different potentials for each sub-district, the sub-districts are interconnected, the relationship between these districts will affect its development. Each sub-district in Medan City has a center, the district with the highest degree is considered the most strategic sub-district. Medan City Development is carried out in a sub-district strategically located to be easily accessed by the surrounding sub-districts. By using the Welch-Powell algorithm on graph coloring, the number of vertices, sides, and connections of each sub-district in Medan City is known. In this study wanted to know which district is the most strategic and potential of the district. The potential of each sub-district can be determined using Location Quotient analysis. After trials using the Welch-Powell algorithm and LQ analysis, the strategic sub-district is Medan Kota with potential areas of electricity, gas and water supply, as well as trade, hotels and restaurants.

Keywords : edge, degree, Welch-Powell, mapping, LQ

PENDAHULUAN

Teori graf merupakan salah satu dari sekian banyak bidang ilmu matematika yang tergolong rumit,

namun cukup banyak penerapannya dalam kehidupan sehari-hari [1]. Teori graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit

dan hubungan antara objek-objek tersebut.

Salah satu topik yang menarik pada teori graf ialah masalah pewarnaan graf (*Graph Coloring Problem*). Bidang ini memiliki sejarah yang sangat menarik dan teori-teorinya telah menimbulkan banyak perdebatan pada kalangan matematikawan.

Ada tiga macam persoalan pewarnaan graf (*graph coloring*), yaitu pewarnaan simpul (*vertex*), pewarnaan sisi (*edge*), dan pewarnaan wilayah (*region*) [2]. Pada penelitian ini yang dijadikan simpul yaitu kecamatan yang ada di kota Medan. Setiap kecamatan di Kota Medan saling berbatasan dengan kecamatan lain. Pada penelitian ini yang menjadi dasar pembentukan sisi yaitu jalan utama yang bisa dilalui transportasi darat yang menghubungkan antar kecamatan.

Dalam pewarnaan graf terdapat beberapa algoritma yang dapat digunakan seperti algoritma *Welch-Powell*, algoritma *Backtraking*, algoritma *Greedy*, dan algoritma *Sequential Coloring*. Dalam masalah pewarnaan wilayah ini akan digunakan Algoritma *Welch-Powell*. Algoritma *Welch-Powell* ialah algoritma yang digunakan untuk mewarnai sebuah graf G secara mangkus,

dan tidak selalu memberikan warna minimum untuk sebuah graf, namun keuntungan dari algoritma ini ialah penggunaannya yang lebih sederhana dan lebih mudah.

Kota Medan memiliki kecamatan yang relatif luas yaitu sebanyak 21 kecamatan dan 151 kelurahan dengan potensi yang berbeda-beda untuk setiap kecamatan. Setiap kecamatan di Kota Medan memiliki *central*, kecamatan yang memiliki derajat terbanyak dianggap sebagai kecamatan yang paling strategis, derajat merupakan jumlah sisi yang menghubungkan suatu simpul dengan simpul lain. *Central* adalah dimana kecamatan tersebut dapat terhubung dengan banyak kecamatan lainnya.

Pada kasus ini pewarnaan graf akan digunakan untuk mengetahui letak kecamatan yang saling terhubung. Kecamatan yang memiliki jaringan banyak atau derajat yang banyak adalah kecamatan yang memiliki letak yang strategis. Kecamatan yang maju saling bergantung ke kecamatan yang lain, kecamatan yang memiliki derajat (*degree*) sedikit untuk pengembangannya pasti sulit. Harapan yang membangun kecamatan yang memiliki derajat banyak pemerintah dapat memusatkan pembangunan pusat ekonomi, pendidikan, kesehatan pada

kecamatan tersebut dan kecamatan disekitarnya mudah mengakses, selain itu kemajuan kecamatan yang memiliki derajat (*degree*) banyak akan berimbas pada kecamatan disekitarnya [3].

Analisis LQ (*Location Quotien*) digunakan untuk mengetahui sektor-sektor unggulan di masing-masing Kecamatan [4]. Analisis LQ digunakan untuk mengetahui atau menentukan sektor potensi di suatu daerah di bandingkan dengan daerah lain. Dengan menggunakan LQ maka dapat dilihat ciri khas dari potensi daerah yang di tinjau dari 9 sektor basis (Pertanian, Pertambangan dan penggalian, Listrik, gas dan air bersih, Bangunan, Perdagangan, hotel dan restoran, Pengangkutan dan komunikasi, Industri pengolahan, Keuangan, persewaan dan jasa perusahaan, Jasa-jasa), dengan mengetahui kriteria daerah maka diharapkan dapat menjadi salah satu masukan dalam perencanaan suatu wilayah sehingga dapat berjalan baik sesuai dengan potensi-potensi yang ada di daerah tersebut. Kriteria pengukuran LQ sebagai berikut :

- a. Bila $LQ > 1$, artinya sektor ini adalah sektor unggulan, maka wilayah tersebut dikatakan berpotensi dan dapat di kembangkan

- b. Bila $LQ = 1$, artinya sektor ini bukan sektor unggulan, maka wilayah kurang berpotensi serta kurang bagus untuk di kembangkan.
- c. Bila $LQ < 1$, artinya sektor ini adalah bukan sektor unggulan, maka wilayah tersebut dikatakan tidak berpotensi dan kurang baik untuk di kembangkan.

LANDASAN TEORI

Definisi Graf

Graf $G = (V, E)$ yang terdiri dari V , sebuah himpunan tidak kosong dari simpul dan E , himpunan dari sisi. Setiap sisi memiliki satu atau dua simpul yang terkait dengannya [5].

Terminologi Dasar Graf

1. Derajat

Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

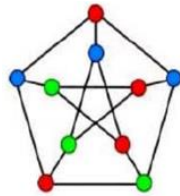
2. Terhubung

G disebut graf terhubung (*connected graph*) jika untuk setiap pasang simpul v_i dan v_j dalam himpunan V terdapat lintasan dari v_i ke v_j . Jika tidak, maka G disebut graf tak-terhubung (*disconnected graph*) [6].

Pewarnaan Graf

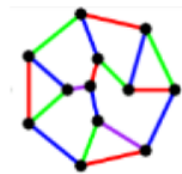
1. Pewarnaan Simpul

Pewarnan simpul (*vertex coloring*) adalah pemberian warna pada setiap simpul (*vertex*) dimana warna yang tidak sama akan diberikan pada simpul (*vertex*) yang saling bertetangga.



2. Pewarnaan Sisi

Pewarnaan sisi (*edge coloring*) merupakan pemberian warna pada setiap sisi pada graf sampai sisi-sisi yang saling berhubungan tidak memiliki warna yang sama.



3. Pewarnaan Wilayah

Pewarnaan wilayah (*region coloring*) adalah pemberian warna pada setiap wilayah di graf sehingga tidak ada wilayah yang bersebelahan memiliki warna yang sama [2].



Pewarnaan Peta

Ada beberapa prinsip dalam mewarnai peta, yaitu :

- Banyak warna yang digunakan harus seminimum mungkin
- Dua buah simpul yang terhubung oleh satu atau lebih sisi tidak boleh diberi warna yang sama (pewarnaan simpul)
- Dua buah sisi atau lebih yang bertemu pada sebuah simpul tidak boleh diberi warna sama (pewarnaan sisi)
- Dalam mewarnai peta, pakailah sebuah warna secara optimum, artinya warna baru digunakan setelah warna lama tidak dapat digunakan lagi.

Algoritma Welch-Powell

Algoritma *Welch-Powell* dapat digunakan untuk mewarnai sebuah graf G . Algoritma ini hanya memberikan batas atas untuk $\chi(G)$, yaitu bahwa algoritma tidak selalu memberikan jumlah warna minimum yang diperlukan untuk mewarnai G . Algoritma *Welch-Powell* adalah sebagai berikut :

- Urutkan simpul-simpul dari G dalam derajat yang menurun(urutan seperti ini mungkin tidak unik karena beberapa simpul mungkin berderajat sama)
- Gunakan satu warna untuk mewarnai simpul pertama (yang mempunyai derajat tertinggi) dan

- simpul-simpul lain (dalam urutan yang berurut) yang tidak bertetangga dengan simpul pertama ini.
- c. Mulai lagi dengan simpul berderajat tinggi berikutnya di dalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul dengan menggunakan warna yang kedua.
- d. Ulangi penambahan warna-warna sampai semua simpul telah diwarnai.

Penentuan Sektor Unggulan dan Potensi Daerah (Analisis LQ)

Analisis LQ digunakan untuk mengetahui sektor-sektor unggulan di masing-masing Kecamatan [4], secara umum metode analisis LQ dapat di formulasikan sebagai berikut :

$$LQ = \frac{\frac{V_{ik}}{V_k}}{\frac{V_{ip}}{V_p}}$$

Keterangan:

V_{ik} = Nilai Output sektor i daerah studi k

V_k = PDRB total sektor di daerah studi k

V_{ip} = Nilai Output sektor i daerah studi p

V_p =PDRB total sektor di daerah studi p

Berdasarkan hasil perhitungan LQ (*Location Quotient*) dapat diketahui

konsentrasi suatu kegiatan pada suatu wilayah dengan dengan kriteria sebagai berikut : (1) Nilai $LQ > 1$, ini berarti bahwa laju pertumbuhan sektor i di daerah studi k adalah lebih besar dibandingkan dengan laju pertumbuhan sektor yang sama pada daerah studi p. Dengan demikian, sektor i merupakan sektor unggulan daerah studi k dan baik untuk dikembangkan lebih lanjut, (2) Nilai $LQ < 1$, ini berarti bahwa laju pertumbuhan sektor i di daerah studi k adalah lebih kecil dibandingkan dengan laju pertumbuhan sektor yang sama pada daerah studi p. Dengan demikian sektor i bukan merupakan sektor unggulan serta tidak propektif untuk dikembangkan lebih lanjut [7].

Program Java

Java adalah sebuah bahasa pemrograman yang pertama kali dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan akan sebuah bahasa komputer yang ditulis satu kali dan dapat dijalankan dibanyak sistem komputer berbeda tanpa perubahan kode berarti. Untuk memenuhi kebutuhan tipe aplikasi yang beragam tersebut, Java di kategorikan menjadi 3 edisi, yaitu: J2SE (*Java 2 Platform Standart Edition*) untuk membuat aplikasi-aplikasi dekstop dan applet, J2EE (*Java 2 Platform Enterprise Edition*), untuk membuat aplikasi-aplikasi multitier berskala enterprise,

J2ME (*Java 2 Platform Micro Edition*) untuk membuat aplikasi-aplikasi yang dapat dijalankan dilingkungan perangkat-perangkat mikro seperti handphone, PDA dan Smartphone [8].

METODE PENELITIAN

Pada data diperoleh dari Badan Pusat Statistik Sumatera Utara. Penelitian ini dilakukan selama satu bulan. Penelitian ini adalah studi kasus dan bersifat penelitian dalam mengambil data-data wilayah kecamatan yang ada di kota medan yang dilakukan di kantor Badan Pusat Statistik Sumatera Utara di Jalan Asrama No.179

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Membaca dan memahami teori graf
2. Mengimplementasikan kecamatan sebagai simpul dan wilayah yang berbatasan langsung (bertetangga) sebagai sisi.
3. Membentuk peta Kota Medan menjadi sebuah graf.
4. Mengimplementasikan algoritma *Welch-Powell* pada graf dalam menentukan letak kecamatan yang saling terhubung.
5. Mengumpulkan data ke 9 sektor potensi daerah yang ada pada masing-masing

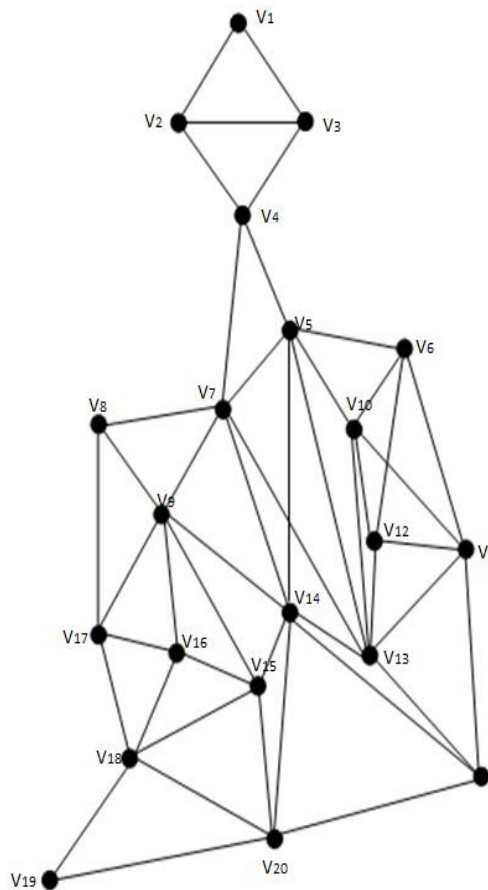
kecamatan yang ada di Kota Medan.

6. Menghitung analisis LQ, Analisis LQ digunakan untuk mengetahui sektor-sektor unggulan di masing-masing Kecamatan. LQ merupakan suatu perbandingan sektor unggulan di suatu daerah dengan daerah lain.

$$LQ = \frac{\frac{V_{ik}}{V_k}}{\frac{V_{ip}}{V_p}}$$

7. Membuat gambaran potensi setiap kecamatan yang ada di Kota Medan menggunakan program Java.
8. Menarik kesimpulan kecamatan mana yang paling unggul, sehingga hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan kecamatan di Kota Medan.

Tahap-tahap penelitian tersebut jika disajikan dalam bentuk bagan alur (*flowchart*) sebagai berikut :



Gambar 3 Graf ilustrasi peta kota Medan

Keterangan :

- v₁ : Kecamatan Medan Belawan
- v₂ : Kecamatan Medan Marelan
- v₃ : Kecamatan Medan Labuhan
- v₄ : Kecamatan Medan Deli
- v₅ : Kecamatan Medan Timur
- v₆ : Kecamatan Medan Tembung
- v₇ : Kecamatan Medan Barat
- v₈ : Kecamatan Medan Helvetia
- v₉ : Kecamatan Medan Petisah
- v₁₀ : Kecamatan Medan Perjuangan
- v₁₁ : Kecamatan Medan Denai
- v₁₂ : Kecamatan Medan Area
- v₁₃ : Kecamatan Medan Kota
- v₁₄ : Kecamatan Medan Maimun
- v₁₅ : Kecamatan Medan Polonia
- v₁₆ : Kecamatan Medan Baru
- v₁₇ : Kecamatan Medan Sunggal

- v₁₈ : Kecamatan Medan Selayang
- v₁₉ : Kecamatan Medan Tuntungan
- v₂₀ : Kecamatan Medan Johor
- v₂₁ : Kecamatan Medan Amplas

Derajat

Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut, setiap kecamatan memiliki derajat yang berbeda. Berikut ini daftar kecamatan dari derajat yang tertinggi

Tabel 1. Daftar Derajat Setiap Kecamatan di Kota medan

No	Nama Kecamatan	Derajat
1.	Medan Kota	7
2.	Medan Maimun	7
3.	Medan Timur	6
4.	Medan Barat	6
5	Medan Petisah	6
6	Medan Perjuangan	5
7	Medan Denai	5
8	Medan Polonia	5
9	Medan Selayang	5
10	Medan Johor	5
11	Medan Deli	4
12	Medan Tembung	4
13	Medan Area	4
14	Medan Baru	4
15	Medan Sunggal	4
16	Medan Amplas	4
17	Medan Marelan	3
18	Medan Labuhan	3
19	Medan Helvetia	3
20	Medan Belawan	2
21	Medan Tuntungan	2

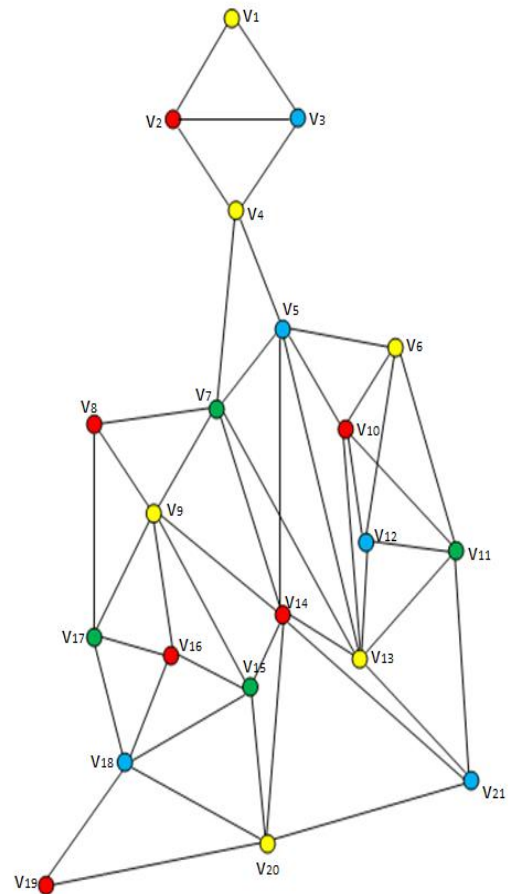
Mewarnai Graf Menggunakan Algoritma Welch-Powell

Pewarnaan graf adalah pemberian warna terhadap simpul-simpul graf dimana dua buah simpul yang saling berdampingan tidak

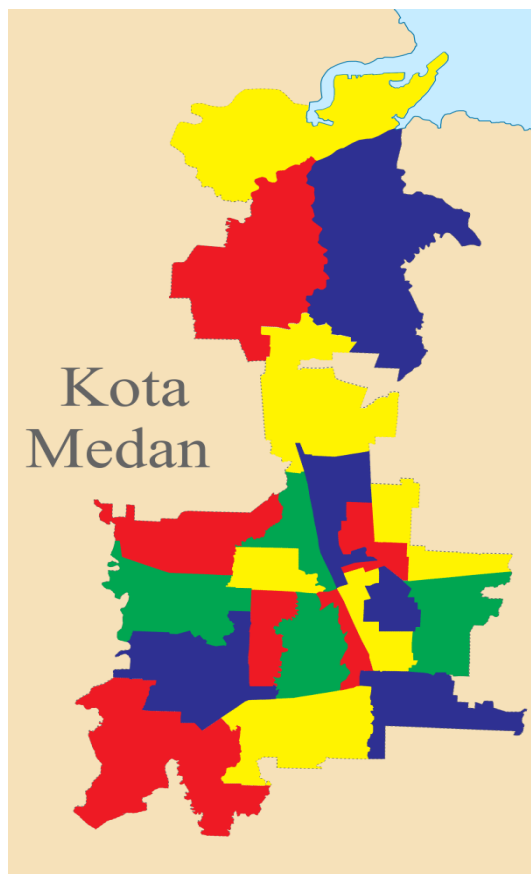
boleh mempunyai warna yang sama. Algoritma yang digunakan untuk mewarnai simpul-simpul tersebut adalah algoritma *Welch-Powell*, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Urutkan simpul-simpul dari G dalam derajat yang menurun(urutan seperti ini mungkin tidak unik karena beberapa simpul mungkin berderajat sama)
- b. Gunakan satu warna untuk mewarnai simpul pertama (yang mempunyai derajat tertinggi) dan simpul-simpul lain (dalam urutan yang berurutan) yang tidak bertetangga dengan simpul pertama ini.
- c. Mulai lagi dengan simpul berderajat tinggi berikutnya di dalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul dengan menggunakan warna yang kedua.
- d. Ulangi penambahan warna-warna sampai semua simpul telah diwarnai.

Berikut hasil pewarnaan graf menggunakan algoritma *Welch-Powell*



Gambar 4 Hasil Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Welch-Powell



Data Potensi Masing-masing Kecamatan di Kota Medan

Data PDRB Kota Medan dan Kecamatan Yang digunakan dalam penelitian ini ialah PDRB Kota Medan berdasarkan Lapangan Usaha. PDRB merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi.

Analisis LQ digunakan untuk mengetahui sekktor-sektor unggulan di masing-masing kecamatan. LQ merupakan suatu perbandingan sektor unggulan di suatu daerah dengan daerah lain [4].

Gambar 5 Ilustrasi Peta Menggunakan Algoritma Welch-Powell

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan LQ Medan Tuntungan

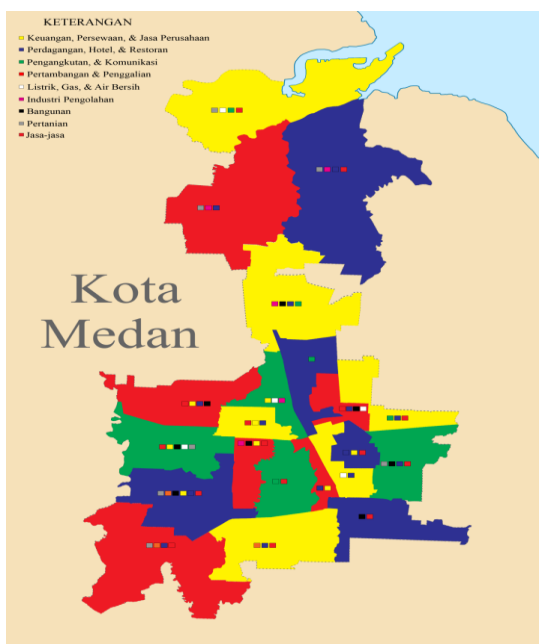
LAPANGAN USAHA	2007	2008	2009	Rata-rata
Pertanian	6,872	7,060	7,163	7,032
Pertambangan dan Penggalian	48,093	45,638	44,361	46,031
Industri Pengolahan	0,033	0,033	0,032	0,032
Listrik, Gas dan Air Bersih	-	-	-	-
Bangunan	0,500	0,491	0,490	0,493
Perdagangan, Hotel dan Restoran	2,009	1,997	1,963	1,989
Pengangkutan dan Komunikasi	0,055	0,056	0,054	0,055
Keuangan, Persewaan dan Jasa Perusahaan	0,553	0,480	0,464	0,499
Jasa-jasa	1,388	1,405	1,329	1,351

Hasil analisis LQ diatas menunjukkan bahwa ada empat sektor

dengan nilai LQ lebih besar dari 1, artinya ada empat sektor yang unggul di Kecamatan Medan Tuntungan, yang hasilnya tidak saja dapat memenuhi kebutuhan kebutuhan di Kecamatan Medan Tuntungan tetapi dapat juga memenuhi wilayah lain, empat sektor yang berpotensi itu ialah (a) Pertanian, (b) Pertambangan dan penggalian, (c) Perdagangan, hotel dan restoran, (d) Jasa-jasa

Selain dari empat sektor diatas, lima sektor lainnya merupakan sektor yang tidak berpotensi artinya produksinya hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan wilayahnya sendiri

Berdasarkan Analisis *Location Quotient* maka diperoleh masing masing Potensi pada setiap Kecamatan yang akan ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar 6 Ilustrasi Peta Kota Medan Dengan Potensi Setiap Kecamatan

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- (1) Dengan memanfaatkan algoritma *Welch-Powell* diperoleh derajat tertinggi yaitu kecamatan Medan Kota dengan derajat 7, maka berdasarkan derajat tersebut Kecamatan yang paling strategis ialah Kecamatan Medan Kota. Kecamatan yang memiliki derajat terbanyak maka kecamatan tersebut bisa dijadikan prioritas pengembangan Kota Medan. Pada dasarnya kecamatan yang memiliki derajat terbanyak pasti mudah diakses oleh kecamatan disekitarnya.
- (2) Gambaran informasi potensi daerah setiap Kecamatan dapat dilihat melalui peta kota Medan yang sudah terbentuk, berdasarkan analisis *Location Quotient*, Kecamatan yang memiliki potensi unggul adalah Kecamatan Medan Selayang dengan potensi sebagai berikut : (a) Pertanian, (b) Pertambangan dan Penggalian, (c) Bangunan, (d) Perdagangan, Hotel dan Restoran, (e) Keuangan, Persewaan dan Jasa Perusahaan, (f) Jasa-jasa

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rhohman, Fatkur. 2017. *Implementasi Graph Coloring pada Pewarnaan Wilayah di Kota Kediri.*
- [2] Saidatuz, Devi, dkk. 2016. *Aplikasi Graph Coloring pada Penjadwalan Perkuliahan di Fakultas Sains dan Teknologi Uin Sunan Ampel.* Vol. 2, No. 1
- [3] Ramadhani, dan Riski Aswi. 2016. *Implementasi Graf Coloring dalam Pemetaan Kecamatan di Kabupaten Kediri.* Vol. 7, No. 2.
- [4] Masniadi, Rudi. 2014. *Identifikasi Komoditas Unggulan Pertanian untuk Pengembangan Ekonomi Daerah Tertinggal di Kabupaten Sumbawa Barat.* Vol. 3, No. 7
- [5] Rosen, K.H. 2012. *Discrete Mathematics and its Application.* New York : McGraw-Hill.
- [6] Giovani, Achmad. 2003. *Aplikasi Graf dalam Bisnis Travel Bandung-Bogor.* Vol. 3, No. 2.
- [7] Mangilaleng, dkk. 2015. *Analisis Sektor Unggulan Kabupaten Minahasa Selatan.* Vol. 15, No. 4.
- [8] Wardhani, dkk. 2013. *Game Dasar-dasar Hukum Islam dan Kitab Mabadi'ul Fiqh Jilid 1.* Vol. 5, No. 2