

**ANALISIS PERUBAHAN LAHAN UNTUK MELIHAT ARAH  
PERKEMBANGAN WILAYAH MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI  
GEOGRAFIS (STUDI KASUS : KOTA MEDAN)**

Michel Christiansen Sipayung\*), Bambang Sudarsono, Moehammad Awaluddin

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email: [michelsipayung@gmail.com](mailto:michelsipayung@gmail.com)\*)

**ABSTRAK**

Kota Medan adalah sebuah ibukota dari Provinsi Sumatera Utara. Sebagai kota terbesar ke tiga di Indonesia, Kota Medan merupakan kota dengan pertumbuhan dan perkembangan wilayah yang cukup pesat. Hal ini disebabkan karena cepat nya pertumbuhan penduduk di Kota Medan. Dampak dari pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk di Kota Medan adalah terjadinya perubahan fisik khususnya penggunaan lahan sebagai daerah pemukiman. Selain itu, pemerintah setempat juga mengembangkan infrastruktur pendukung yang menyebabkan peningkatan penggunaan lahan kosong. Pada penelitian ini menggunakan data antara lain batas administrasi Kota Medan tahun 2017, citra landsat 7 tahun 2007, 2012 dan citra landsat 8 tahun 2018, citra SPOT 6 tahun 2018 dan data kependudukan Kota Medan tahun 2018. Analisis pola perkembangan wilayah Kota Medan dilakukan menggunakan metode *Global Moran's I*. Metode yang dilakukan untuk mengetahui arah perkembangan fisik wilayah adalah *overlay intersect* menggunakan data penggunaan lahan tahun 2007-2012 dan 2012-2018. Perubahan penggunaan lahan di Kota Medan pada tahun 2007 dan 2012 sebesar 1.665,07 hektar dan perubahan penggunaan lahan di Kota Medan pada tahun 2012 dan 2018 sebesar 1.115,62 hektar. Wilayah kecamatan di Kota Medan yang mengalami perkembangan adalah Kecamatan Medan Belawan, Kecamatan Medan Labuhan dan Kecamatan Medan Marelان. Arah perkembangan fisik wilayah Kota Medan tahun 2007 hingga 2012 dan 2012 hingga 2018 adalah mengarah ke sebelah selatan Kota Medan. Hasil validasi menunjukkan bahwa terdapat delapan titik sampel yang tidak sesuai antara hasil digitasi dengan keadaan di lapangan. Delapan titik tersebut adalah klasifikasi Perdagangan Jasa sebanyak dua penggunaan lahan, Kawasan Industri sebanyak satu penggunaan lahan, Permukiman sebanyak empat penggunaan lahan dan Penggunaan Lain sebanyak satu penggunaan lahan.

**Kunci :** Arah perkembangan, Citra Landsat, *Global Moran's I*, Kota Medan, Penggunaan Lahan

**ABSTRACT**

*Medan is the capital city of the Indonesian province of North Sumatra. As the third largest city in Indonesia, Medan City has a rapid regional growth and development. This is due to rapid population growth in the city of Medan. It causes physical changes in the region, especially on its land use as a residential area. In addition, the local government is also developing supporting infrastructure that causes an increase of land use. The data used in this study are based on The Administrative Boundaries of Medan City in 2017, Landsat 7 in 2007, 2012, and Landsat 8 in 2018, SPOT 6 in 2018, and Medan City Population Data in 2018. Analysis of the development pattern of the Medan City area was carried out using The Global Moran's I method. The method used to determine the direction of the region's physical development was an intersect overlay using land use data for 2007-2012 and 2012-2018. Changes in land use in Medan City in 2007 and 2012 amounted to 1,665.07 hectares and Medan City land use change in 2012 and 2018 amounted to 1,115.62 hectares. The developing districts in Medan City are Medan Belawan District, Medan Labuhan District, and Medan Marelان District. The direction of the physical development of Medan City in 2007 to 2012 and 2012 to 2018 is lead to the south of Medan City. The validation results shows that there are eight sample points that do not match the digitization results with the conditions in the field. The eight points are commercial for two land uses, Industrial Estate for one land use, Settlement for four land uses and Other Use for one land use.*

**Keyword:** Development Direction, *Global Moran's I*, Landsat, Land Use, Medan City

\*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

## I. Pendahuluan

### I.1 Latar Belakang

Perkembangan suatu wilayah di desa maupun di kota harus diikuti dengan perluasan lahan terbangun. Penggunaan lahan harus disesuaikan dengan daya dukungnya, karena lahan memiliki keterbatasan. Pertimbangan lain karena lahan sebagai bagian dari ruang mempunyai sifat terbatas dalam kuantitas, memiliki sifat unit dalam hal lokasi, dan cenderung mengalami penurunan dalam melayani tuntutan pembangunan. Salah satu yang dapat dijadikan indikator perkembangan kota adalah dengan terjadi perubahan fungsi pemanfaatan lahan dari lahan yang bervegetasi menjadi lahan terbangun atau dari lahan pertanian menjadi lahan terbangun baik yang bersifat sebagai tempat bermukim maupun sarana prasarana seperti jalan, pusat industri dan lain sebagainya (Lumbantoruan, 2010).

Kota Medan adalah sebuah ibukota dari Provinsi Sumatera Utara. Sebagai kota terbesar ke tiga di Indonesia, Kota Medan merupakan kota dengan pertumbuhan dan perkembangan wilayah yang cukup pesat. Hal ini tentunya disebabkan karena cepat pertumbuhan penduduk di Kota Medan yang mengakibatkan kebutuhan lahan semakin tinggi. Perkembangan kota akan berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk, dimana setiap peningkatan pertumbuhan penduduk akan mempengaruhi perkembangan kota. Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk maka kebutuhan lahan untuk permukiman juga semakin meningkat yang mengakibatkan ketersediaan lahan menjadi sangat terbatas dan akan terus berkurang setiap tahun nya. Akibat terjadinya perubahan penggunaan lahan menjadi permukiman dapat menyebabkan terjadinya perubahan pola dan arah perkembangan wilayah. Sampai saat ini belum dilakukan analisis mengenai pola dan arah perkembangan wilayah di Kota Medan sehingga belum diketahui pola dan arah perkembangan wilayah yang ada.

Dengan menggunakan metode penginderaan jauh, perubahan penggunaan lahan dapat diamati melalui citra satelit atau foto udara. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis mengenai pola dan arah perkembangan wilayah Kota Medan pada tahun 2007, 2012, dan 2018 menggunakan metode sistem informasi geografis. Metode sistem informasi geografis yang digunakan adalah metode analisis tetangga terdekat atau *Global Moran's I* yang dikombinasikan dengan metode *Rank Size Rule*.

### I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana analisis hasil perubahan penggunaan lahan di Kota Medan pada tahun 2007, 2012 dan 2018?
2. Bagaimana pola dan arah perkembangan fisik wilayah di Kota Medan pada tahun 2007, 2012 dan 2018?

3. Bagaimana hasil validasi data tiap klasifikasi penggunaan lahan di Kota Medan pada tahun 2018?

### I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perubahan penggunaan lahan di Kota Medan pada tahun 2007, 2012 dan 2018.
2. Mengidentifikasi pola dan arah perkembangan fisik wilayah di Kota Medan pada tahun 2007, 2012, dan 2018.
3. Mengetahui kesesuaian antara hasil digitasi klasifikasi penggunaan lahan dengan kenyataan di lapangan di Kota Medan pada tahun 2018.

### I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian di Kota Medan
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:
  - a. *Digitasi on screen* digunakan untuk mengklasifikasi klasifikasi seperti permukiman, industri, perdagangan dan lahan penggunaan lain pada Citra tahun 2007, 2012 dan tahun 2018.
  - b. Setelah melakukan proses *digitasi on screen* tahap selanjutnya adalah *overlay Intersect* untuk mengetahui arah perkembangan fisik wilayah di Kota Medan.
  - c. *Global Moran's Indeks* digunakan untuk mengetahui pola perkembangan permukiman tiap kecamatan pada tahun 2007, 2012 dan 2018 di Kota Medan.
  - d. Analisis *Rank Size Rule* digunakan untuk meranking kecamatan sesuai dengan jumlah penduduk tiap kecamatan pada tahun 2018.
3. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Citra Landsat 7 tahun 2007, tahun 2012 dan citra Landsat 8 tahun 2018.
4. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Citra SPOT 6 tahun 2018 yang didapatkan dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. Peta Batas administrasi, Peta jaringan jalan dan sungai Kota Medan yang didapatkan dari *website* Inageoportal, dan Data Kependudukan Kota Medan tahun 2018 dari BPS Kota Medan.
5. Perkembangan fisik wilayah Kota Medan dalam penelitian ini mencakup penggunaan lahan permukiman, perdagangan dan industri saja.

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1 Penggunaan Lahan

Lahan merupakan bagian dari bentang alam yang mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, topografi, atau relief, hidrologi dan bahkan keadaan vegetasi alami yang secara potensial akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan. Lahan mempunyai sifat keruangan, unsur estetis dan merupakan lokasi aktivitas perekonomian. Keberadaan lahan sangat terbatas, oleh karena itu perlu dilakukan pertimbangan dalam

menentukan pemanfaatan lahan agar hasil yang didapatkan sesuai dengan kebutuhan ((FAO), 1976).

Menurut Malingreau (1979) dalam (Lestari dan Arsyad, 2018), penggunaan lahan merupakan campur tangan manusia baik secara permanen atau periodik terhadap lahan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan, baik kebutuhan kebendaan, spiritual maupun gabungan keduanya. Penggunaan Lahan merupakan unsur penting dalam perencanaan wilayah. Secara garis besar ada dua jenis penggunaan lahan, yaitu lahan terbangun dan lahan tak terbangun. Lahan Terbangun terdiri dari dari perumahan, industri, perdagangan, jasa dan perkantoran. Sedangkan Lahan tak terbangun terbagi menjadi lahan tak terbangun yang digunakan untuk aktivitas kota (makam, rekreasi, transportasi, ruang terbuka) dan lahan tak terbangun non aktivitas kota (pertanian, perkebunan, area perairan, produksi dan penambangan sumber daya alam) (Fadilla, 2017).

Perubahan penggunaan lahan merupakan fenomena global yang menjadi perhatian peneliti di berbagai negara di dunia. Kajian perubahan penggunaan lahan berkembang sangat cepat dan menghasilkan banyak pendekatan. Verburg dll. (2004) menyatakan bahwa dalam pemodelan perubahan penggunaan lahan ini paling tidak terdapat enam aspek yang harus diperhatikan, yaitu: cakupan analisis, dinamika silang-skala (*cross-scale*), faktor pemicu, interaksi spasial dan dampak kedekatan lokasi, dinamika antar waktu dan proses penggabungan. Keenam aspek tersebut merupakan topik utama dalam kajian perubahan penggunaan lahan. Dalam kajiannya tentang perubahan penggunaan lahan di Pulau Jawa, Verburg dll. (1999) menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk yang sangat cepat berakibat pada perluasan areal dan intensifikasi pertanian di Pulau Jawa.

## II.2 Faktor Perkembangan Wilayah

Menurut (Sujarto, 1989) faktor-faktor perkembangan dan pertumbuhan yang bekerja pada suatu kota dapat mengembangkan dan menumbuhkan kota pada suatu arah tertentu. Perkembangan yang terjadi disuatu wilayah tidak terlepas dari adanya pengaruh lokasi, harga tanah dan transportasi. Berikut ini adalah faktor yang mempengaruhi perkembangan wilayah yaitu:

### 1. Aksesibilitas

Menurut Black (1981) aksesibilitas adalah suatu ukuran kenyamanan atau kemudahan lokasi tata guna lahan untuk berinteraksi satu sama lain, dan mudah atau sulitnya lokasi tersebut dicapai melalui transportasi

### 2. Kekayaan Sumber Daya Alam

Suatu wilayah yang memiliki sumber daya melimpah dapat menjadi pusat pertumbuhan. Pemusatan itu akan diikuti oleh pembangunan sarana dan prasarana penunjang seperti rumah, pasar, terminal, industri, sekolah, dan lain sebagainya.

### 3. Daya Dukung Fisik

Kondisi fisik wilayah merupakan salah satu faktor penyebab berkembangnya suatu wilayah menjadi pusat pertumbuhan, misalnya kondisi fisik yang datar akan berkembang lebih cepat dibandingkan dengan kondisi wilayah yang berbukit-bukit atau lembah yang curam.

## II.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Menurut (Prahasta, 2002) SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisa informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi. Pada dasarnya, istilah sistem informasi geografi merupakan gabungan dari tiga unsur pokok yaitu sistem, informasi, dan geografi. Dengan demikian, pengertian terhadap ketiga unsur-unsur pokok ini akan sangat membantu dalam memahami SIG. Dengan melihat unsur-unsur pokoknya, maka jelas SIG merupakan salah satu sistem informasi.

SIG merupakan suatu sistem yang menekankan pada unsur informasi geografi. Istilah “geografis” merupakan bagian dari spasial (keruangan). Kedua istilah ini sering digunakan secara bergantian atau bertukar hingga timbul istilah yang ketiga, geospasial. Ketiga istilah ini mengandung pengertian yang sama di dalam konteks SIG. Penggunaan kata “geografis” mengandung pengertian suatu persoalan mengenai bumi: permukaan dua atau tiga dimensi. Istilah “informasi geografis” mengandung pengertian informasi mengenai tempat-tempat yang terletak di permukaan bumi, pengetahuan mengenai posisi dimana suatu objek terletak di permukaan bumi, dan informasi mengenai keterangan-keterangan (atribut) yang terdapat di permukaan bumi yang posisinya diberikan atau diketahui.

## II.4 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik diperlukan untuk mentransformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Koreksi geometrik harus dilakukan dengan mengacu ke data geospasial dasar seperti peta RBI dengan skala yang sama atau lebih besar dari data yang akan dibuat. Untuk menghasilkan peta penggunaan lahan skala 1:50.000, maka peta dasar untuk koreksi geometrik yang digunakan adalah peta RBI dengan skala 1:50.000 atau 1:25.000. Koreksi geometrik citra dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

- Image to map rectification* : untuk merektifikasi sebuah citra ke dalam sebuah datum dan proyeksi peta menggunakan GCP (titik kontrol) dari peta RBI atau titik kontrol geodesi nasional.
- Image to image rectification* : untuk merektifikasi satu citra ke citra yang lainnya menggunakan GCP

## II.5 Global Moran's Indeks

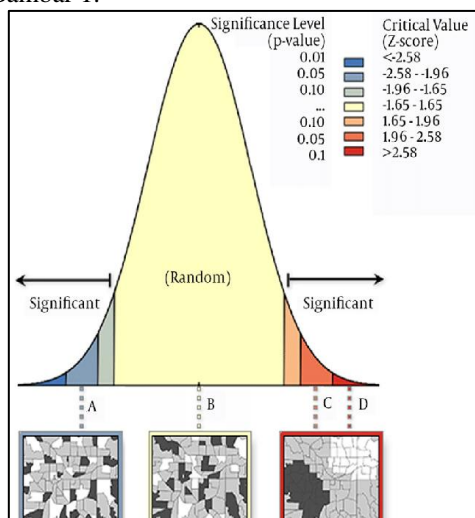
Autokorelasi Spasial (*Global Moran's I*) mengukur autokorelasi spasial berdasarkan kedua lokasi fitur dan nilai fitur secara bersamaan. Dengan seperangkat fitur dan atribut terkait, ia mengevaluasi

apakah pola yang diekspresikan berkerumun, terdispersi, atau acak. Autokorelasi Spasial (*Global Moran's I*) adalah statistik inferensial, yang berarti bahwa hasil analisis selalu ditafsirkan dalam konteks hipotesis nolnya. Untuk statistik *Global Moran's I*, hipotesis nol menyatakan bahwa atribut yang dianalisis didistribusikan secara acak diantara fitur di area studi. Autokorelasi Spasial (*Global Moran's I*) menghasilkan lima nilai: *Indeks Moran's*, *Expected Index*, *Varians*, *z-score* dan *p-value*.

Salah satu cara untuk mengetahui pola perkembangan permukiman dapat menggunakan pendekatan yang merujuk pada *Nearest Neighbor Analysis* pada ArcGIS. Menurut (Laili, 2017) Autokorelasi Spasial atau *Global Moran's Indeks* mengukur autokorelasi spasial berdasarkan kedua lokasi fitur dan nilai fitur bersamaan. Bentuk distribusi data pada hasil statistik ini antara lain:

1. *Random*, yaitu beberapa titik terletak secara acak di beberapa lokasi. Posisi suatu titik tidak dipengaruhi oleh posisi titik lainnya. Dikatakan *random* jika nilai *z-score* antara -1,65 – 1,65
2. *Dispersed*, yaitu setiap titik membentuk suatu kelompok yang saling berdekatan. Dikatakan *dispersed* jika nilai *z-score* antara 1,65 – >2,58.
3. *Clustered*, yaitu beberapa titik membentuk suatu kelompok dan saling berdekatan. Dikatakan *clustered* jika nilai *z-score* antara <-2,58 – -1,65.

Indeks kurva analisis *Global Moran's I* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 *Global Moran's Index Curve*

**II.6 Rank Size Rule**

*Rank Size Rule* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur besar suatu kota di dalam satu wilayah propinsi/negara. *Rank Size Rule* menyatakan bahwa besar suatu kota dapat diperhitungkan secara sederhana hanya dengan mengetahui besar jumlah penduduk suatu kota dibandingkan dengan jumlah penduduk yang terbesar. Dengan rumus sederhana bisa dengan mudah diketahui penduduk kota nomor berapa yang diinginkan.

Dalam menetapkan orde perkotaan, *Rank Size Rule* menggunakan rumus (1).

$$P_n = P_1 \times R_n^{-1} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- $P_n$  = Jumlah penduduk kota orde ke-n
- $P_1$  =Jumlah penduduk kota terbesar (orde I)
- $R_n^{-1}$  = Orde kota dengan pangkat -1/Rn

*Rank Size Rule* merupakan salah satu metode untuk menentukan hirarki perkotaan. Pengetahuan akan hirarki perkotaan ialah untuk delinasi wilayah menjadi satuan-satuan wilayah pengembangan (SWP), karena satuan wilayah pengembangan adalah terdiri dari kota-kota dengan hirarki tertinggi dan terendah

**II.7 Matriks Konfusi**

Tingkat akurasi dalam penginderaan jauh yaitu mengukur derajat kepercayaan antara titik referensi dengan hasil klasifikasi. Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan dua peta yaitu antara peta bersumber dari analisis penginderaan jauh atau yang akan diuji dengan peta yang berasal dari sumber lainnya (Campbell, 1987). Matriks Konfusi adalah matriks yang mengindikasikan tingkat akurasi citra yang telah terklasifikasi terhadap data referensi. Matriks konfusi ini melakukan perhitungan dengan empat keluaran yaitu, *overall accuracy* yaitu untuk melihat keakuratan klasifikasi secara umum, *user accuracy* yaitu kemungkinan klasifikasi citra memiliki nilai berbeda di setiap kategori klasifikasinya, *producer accuracy* yaitu kemungkinan lahan dilapangan terklasifikasi tepat didalam citra dan *kappa accuracy* yaitu ukuran kebenaran antara kelas yang di interpretasikan di dalam citra. Rumus perhitungan matriks konfusi dapat dilihat pada rumus (2) –(5).

1. Hitungan *Overall accuracy*  

$$\frac{\text{total diagonal utama}}{\text{jumlah keseluruhan}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$
2. Hitungan *User Accuracy*  

$$\frac{\text{diagonal}}{\text{jumlah baris}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$
3. Hitungan *Producer Accuracy*  

$$\frac{\text{diagonal}}{\text{jumlah kolom}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$
4. Hitungan *Kappa Accuracy*  

$$\frac{\text{diagonal}}{\text{diagonal}} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Pengambilan titik sampel didasarkan pada (Gay dan Diehl,1992). Gay dan Diehl (1992) berpendapat bahwa sampel haruslah sebesar-besarnya. Pendapat Gay dan Diehl (1992) ini mengasumsikan bahwa semakin banyak sampel yang diambil maka akan semakin representatif dan hasilnya dapat digeneralisir. Namun ukuran sampel yang diterima akan sangat bergantung pada jenis penelitiannya.

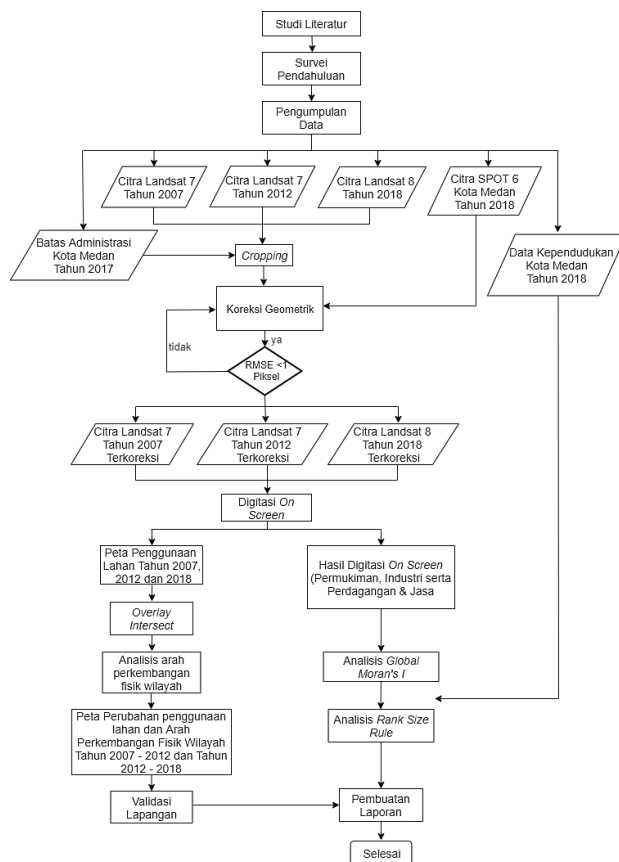
- a. Metode deskriptif, minimal 10% populasi. Untuk populasi relatif kecil, minimal 20%;
- b. Metode deskriptif korelasional, minimal 30 subjek
- c. Metode *expost facto*, minimal 15 subjek per kelompok
- d. Metode *experimental* minimal 15 subjek per kelompok.



**III. Metodologi Penelitian**

**III.1 Diagram Alir**

Diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Diagram Alir Penelitian

**III.2 Alat dan Software**

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu:

1. Perangkat Keras
  - a. Perangkat laptop dengan spesifikasi:  
Merk : Lenovo ideapad 300  
Sistem Operasi : Windows 10  
Processor : Intel(R) Core (TM) i5-6200U
2. Perangkat Lunak
  - a. Software ENVI 5.3 digunakan untuk pengolahan citra mulai dari memotong dan mengkoreksi citra.
  - b. Software ArcGIS 10.4 digunakan untuk pengolahan citra digitasi *on screen* dan analisis spasial.
  - c. Microsoft Office 2016 digunakan untuk pembuatan laporan tugas akhir.

**III.3 Bahan**

Adapun data yang perlukan pada penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Citra satelit Landsat 7 tahun 2007, 2012 dan Landsat 8 tahun 2018 Kota Medan
2. Citra SPOT 6 tahun 2018 dari Pustekdata LAPAN
3. Peta RTRW Kota Medan tahun Skala 1:25.000 tahun 2010-2030 dari Dinas TRTB Kota Medan

4. Batas Administrasi Kota Medan tahun 2017 dari InaGeoportal
5. Data Kependudukan Kota Medan tahun 2018 dari BPS Kota Medan.

**IV. Hasil dan Pembahasan**

**IV.1 Koreksi Geometrik**

Koreksi geometrik pada penelitian ini menggunakan metode *registration image to image* dengan *base image* adalah Citra SPOT 6 Tahun 2018 dan *warp image* adalah Citra Landsat 7 dan 8 masing masing sesuai Tahun yang akan diteliti. Koreksi geometrik dilakukan menggunakan 20 titik GCP dan ditempatkan tersebar. Pada penelitian ini, koreksi geometrik menggunakan 20 titik GCP yang tersebar pada area penelitian.

**Tabel 1** Koreksi Geometrik

Tahun Citra	RMSE GCP	Pergeseran (meter)
2007	0,514	15,422
2012	0,621	18,638
2018	0,596	17,893

Nilai *RMS Error* hasil koreksi geometrik telah memenuhi toleransi karena kurang dari 1 piksel dan pergeseran dari citra Landsat yang cukup kecil yaitu dibawah 30 meter.

**IV.2 Hasil dan Analisis Penggunaan Lahan tiap Kecamatan Tahun 2007, 2012 dan 2018**

Hasil digitasi penggunaan lahan dilakukan *calculate geometry* sehingga diperoleh luas penggunaan lahan pada tiap kecamatan dan masing masing tahun. Berikut ini adalah penggunaan lahan tiap kecamatan pada tahun 2007, 2012 dan 2018.

**Tabel 2** PL Kecamatan Medan Labuhan

Klasifikasi	Kecamatan Medan Labuhan					
	2007		2012		2018	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Perdagangan Jasa	2,31	0,07	2,31	0,07	5,14	0,15
Kawasan Industri	64,35	1,89	70,25	2,06	91,46	2,68
Perumahan	523,6	15,4	702,8	20,6	807,6	23,7
Penggunaan Lain	2.817,5	82,7	2.632,4	77,3	2.503,6	73,5

**Tabel 3** PL Kecamatan Medan Marelan

Klasifikasi	Kecamatan Medan Marelan					
	2007		2012		2018	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Perdagangan Jasa	4,44	0,17	3,46	0,13	6,33	0,24
Kawasan Industri	41,84	1,56	46,12	1,72	50,45	1,88
Perumahan	944,4	35,2	1.214,5	45,2	1.435,5	53,5
Penggunaan Lain	1.694,1	63,1	1.420,7	52,9	1.192,5	44,4

**Tabel 4** PL Kecamatan Medan Selayang

Klasifikasi	Kecamatan Medan Selayang					
	2007		2012		2018	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Perdagangan Jasa	0,39	0,03	0,39	0,03	0,39	0,03
Kawasan Industri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Permukiman	850,6	57,3	1.020,1	68,7	1.094,5	73,8
Penggunaan Lain	632,3	42,6	462,8	31,2	388,4	26,2

**Tabel 5** PL Kecamatan Medan Tuntungan

Klasifikasi	Kecamatan Medan Tuntungan					
	2007		2012		2018	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Perdagangan Jasa	8,22	0,31	10,46	0,39	18,88	0,70
Kawasan Industri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Permukiman	642,6	23,9	927,1	34,5	1.072,5	39,9
Penggunaan Lain	2.036,4	75,7	1.749,6	65,1	1.595,8	59,4

Berikut ini adalah hasil analisis penggunaan lahan di beberapa kecamatan di Kota Medan yang mengalami perkembangan cukup pesat yaitu Kecamatan Medan Labuhan, Kecamatan Medan Marelan, Kecamatan Medan Selayang dan Kecamatan Medan Tuntungan. Pemanfaatan ruang atau pola ruang di Kota Medan mengikuti keadaan fisik dasar atau geografis secara alami dengan mengarah ke titik lokasi atau wilayah yang memiliki sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan guna menunjang kehidupan. Penggunaan lain yang dimaksud adalah penggunaan lahan selain klasifikasi perdagangan jasa, kawasan industri dan permukiman.

**IV.3 Hasil dan Analisis Perubahan Penggunaan Lahan**

Hasil analisis perubahan penggunaan lahan diperoleh dari proses analisis *overlay intersect* menggunakan peta penggunaan lahan tahun 2007 – 2012 dan peta penggunaan lahan tahun 2012 – 2018. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bertambah atau berkurangnya luas penggunaan lahan tiap kecamatan di Kota Medan.

Analisa perubahan penggunaan lahan Kota Medan tahun 2007 dan 2012 dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung perubahan luas lahan dari hasil *overlay intersect* menggunakan *software* ArcGIS.

**Tabel 6** Perubahan PL tahun 2007 dan 2012

No	Perubahan Penggunaan Lahan		Luas Perubahan	
	2007	2012	Ha	%
1	Kawasan Industri	Penggunaan Lain	11,54	0,69
2	Penggunaan Lain	Kawasan Industri	105,46	6,24
3	Penggunaan Lain	Perdagangan Jasa	22,81	1,35

No	Perubahan Penggunaan Lahan		Luas Perubahan	
	2007	2012	Ha	%
4	Penggunaan Lain	Permukiman	1.521,39	90,09
5	Perdagangan Jasa	Penggunaan Lain	2,34	0,14
6	Permukiman	Penggunaan Lain	1,53	0,09
Jumlah			1.665,07	100 %

Berdasarkan keterangan perubahan penggunaan lahan pada tabel di atas, menunjukkan bahwa dalam kurun waktu lima tahun yakni 2007 hingga 2012 Kota Medan telah mengalami perubahan luas penggunaan lahan sebesar 1.665,07 hektar. Perubahan luas penggunaan lahan paling besar adalah lahan Permukiman sebesar 90,09% atau 1.521,39 hektar.

Analisa perubahan penggunaan lahan Kota Medan tahun 2012 dan 2018 dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung perubahan luas lahan dari hasil *overlay intersect* menggunakan *software* ArcGIS.

**Tabel 7** Perubahan PL Tahun 2012 dan 2018

No	Perubahan Penggunaan Lahan		Luas Perubahan	
	2012	2018	Ha	%
1	Kawasan Industri	Penggunaan Lain	9,78	0,88
2	Penggunaan Lain	Kawasan Industri	124,16	11,13
3	Penggunaan Lain	Perdagangan Jasa	24,78	2,22
4	Penggunaan Lain	Permukiman	954,20	85,53
5	Permukiman	Perdagangan Jasa	2,70	0,24
Jumlah			1.115,62	100

Berdasarkan keterangan perubahan penggunaan lahan pada tabel di atas, menunjukkan bahwa dalam kurun waktu enam tahun yakni 2012 hingga 2018 Kota Medan telah mengalami perubahan luas penggunaan lahan sebesar 1.115,62 hektar. Perubahan luas penggunaan lahan paling besar adalah lahan Permukiman sebesar 85,53% atau 954,20 hektar.

Pertumbuhan luas penggunaan lahan pada lahan permukiman yang cukup besar disebabkan karena Kota Medan memiliki aksesibilitas yang baik dan terletak pada lokasi yang sangat strategis bagi pengembangan wilayah kota. Sebagai kota yang terletak pada lokasi yang strategis, maka penambahan jumlah penduduk menjadi salah satu faktor meningkatnya kebutuhan lahan untuk tempat tinggal.

**IV.4 Hasil dan Analisis Pola Perkembangan Wilayah**

Analisa pola pertumbuhan wilayah dilakukan untuk mengetahui pola perkembangan permukiman tiap kecamatan pada tahun 2007, 2012 dan 2018 di Kota Medan. Analisa pola perkembangan pada penelitian ini

menggunakan metode analisis tetangga terdekat atau *Global Moran's Indeks* pada *software* ArcGIS.

**Tabel 8** Pola Perkembangan Wilayah 2007-2018

Kecamatan	Tahun			Keterangan
	2007	2012	2018	
Medan Amplas	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Area	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Barat	<i>Random</i>	<i>Random</i>	<i>Random</i>	TB
Medan Baru	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Belawan	<i>Clustered</i>	<i>Clustered</i>	<i>Random</i>	B
Medan Deli	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Denai	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Helvetia	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Johor	<i>Random</i>	<i>Random</i>	<i>Random</i>	TB
Medan Kota	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Labuhan	<i>Clustered</i>	<i>Random</i>	<i>Random</i>	B
Medan Maimun	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Marelان	<i>Random</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	B
Medan Perjuangan	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Petisah	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Polonia	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Selayang	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Sunggal	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Tembung	<i>Random</i>	<i>Random</i>	<i>Random</i>	TB
Medan Timur	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	<i>Dispersed</i>	TB
Medan Tuntungan	<i>Random</i>	<i>Random</i>	<i>Random</i>	TB

Berdasarkan Tabel 8 di atas, Keterangan TB adalah Tidak Berkembang dan keterangan B adalah Berkembang. Kecamatan yang mengalami perubahan pola pertumbuhan wilayah adalah Kecamatan Medan Belawan, Kecamatan Medan Labuhan dan Kecamatan Medan Marelان. Ketiga kecamatan ini terletak di sebelah utara Kota Medan dan jauh dari pusat kota. Pada ketiga kecamatan ini penggunaan lahan tidak terbangun lebih mendominasi pada tahun 2007.

**IV.5 Hasil dan Analisis Perkembangan Luas**

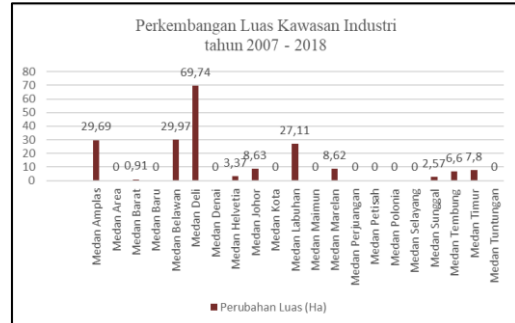
Analisa Perkembangan luas dilakukan untuk mengetahui besar perkembangan perubahan luas penggunaan lahan dari lahan permukiman, kawasan industri dan perdagangan dan jasa. Analisa perubahan luas dilakukan pada tiap tiap kecamatan di Kota Medan pada tahun 2007, 2012 dan 2018.



**Gambar 3** Perkembangan Luas Perdagangan dan Jasa

Pada **Gambar 3** dapat dilihat bahwa penggunaan lahan untuk perdagangan jasa di Kota

Medan tahun 2007, 2012 dan 2018 yang mengalami perkembangan cukup besar terdapat pada Kecamatan Medan Tuntungan yaitu sebesar 10,66 Hektar. Hal ini dapat disebabkan karena kebutuhan akan perdagangan jasa meningkat dari tahun 2007 hingga 2018 dan juga Kecamatan Medan Tuntungan terletak di selatan jauh dari pusat kota.



**Gambar 4** Perkembangan Luas Kawasan Industri

Pada **Gambar 4** dapat dilihat bahwa penggunaan lahan untuk kawasan industri di Kota Medan tahun 2007, 2012 dan 2018 yang mengalami perkembangan cukup besar terdapat pada Kecamatan Medan Deli yaitu sebesar 69,74. Hal ini disebabkan karena Kawasan Industri Medan terletak di Kecamatan Medan Deli. Kawasan Industri Medan telah berdiri sejak tahun 1988 dan sedang memasuki pengembangan luasan tahap III.



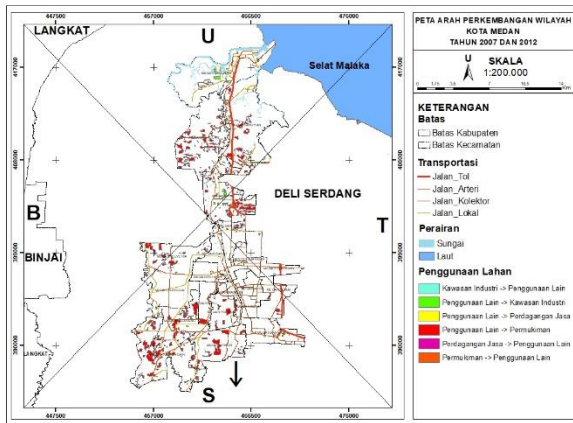
**Gambar 5** Perkembangan Luas Permukiman

Pada **Gambar 5** dapat dilihat bahwa penggunaan lahan untuk Permukiman di Kota Medan tahun 2007, 2012 dan 2018 yang mengalami perkembangan cukup besar terdapat pada Kecamatan Medan Marelان yaitu sebesar 491,06 Hektar. Hal ini dapat dilihat dari pola pertumbuhan Kecamatan Medan Marelان dari tahun 2007 hingga 2018 mengalami perkembangan yaitu dari pola *random* menjadi *dispersed*. Perkembangan ini mungkin dikarenakan lahan non terbangun masih sangat tersedia dan pembangunan infrastruktur juga sudah merata.

**IV.6 Hasil dan Analisis Penentuan Arah Perkembangan Fisik Wilayah**

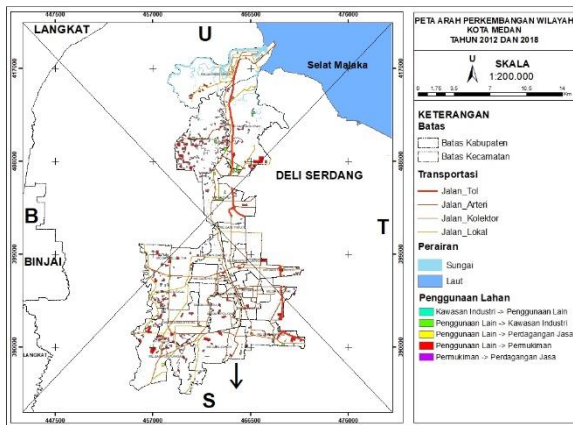
Analisis penentuan arah perkembangan fisik wilayah Kota Medan dilakukan dengan cara *overlay Intersect* peta penggunaan lahan tahun 2007 dengan

2012 dan peta penggunaan lahan tahun 2012 dengan 2018.



**Gambar 6** Arah Perkembangan Fisik Wilayah tahun 2007 dan 2012

Gambar peta arah perkembangan fisik wilayah di atas menunjukkan bahwa perkembangan fisik wilayah Kota Medan dari hasil *overlay intersect* penggunaan lahan tahun 2007 dan 2012 adalah mengarah ke Selatan Kota Medan. Hal ini dapat disebabkan karena terjadinya urbanisasi ke Kota Medan dan mengakibatkan meningkatnya jumlah penduduk. Perkembangan fisik wilayah mengarah ke selatan karena Pusat Kota Medan terletak di sebelah selatan dan perkembangannya cenderung mendekati ke pusat kota.



**Gambar 7** Arah Perkembangan Fisik Wilayah tahun 2012 dan 2018

Gambar peta arah perkembangan fisik wilayah di atas menunjukkan bahwa arah perkembangan fisik wilayah Kota Medan dari hasil *overlay intersect* penggunaan lahan tahun 2012 dan 2018 adalah mengarah ke Selatan Kota Medan. Hal ini dapat disebabkan karena terjadinya urbanisasi ke Kota Medan dan mengakibatkan meningkatnya jumlah penduduk. Perkembangan fisik wilayah mengarah ke selatan karena Pusat Kota Medan terletak di sebelah selatan dan perkembangannya cenderung mendekati ke pusat kota.

**IV.7 Hasil dan Analisis Rank Size Rule**

*Rank size rule* dilakukan dengan proses perhitungan secara sederhana hanya dengan mengetahui jumlah penduduk pada tiap wilayah.

Manfaat metode ini dari penelitian sebelumnya adalah untuk menyusun program dalam pembangunan fasilitas dan meramalkan bagian wilayah yang akan mengalami perkembangan yang cepat. Pada penelitian ini menggunakan data kependudukan di Kota Medan tiap kecamatan pada tahun 2018.

**Tabel 9** Hasil Analisis *Rank Size Rule*

Kecamatan	Penduduk 2018 (Jiwa)	Ranking
Medan Deli	183.920	1
Medan Denai	171.695	2
Medan Marelان	169.395	2
Medan Helvetia	167.908	2
Medan Tembung	155.938	2
Medan Johor	150.659	2
Medan Amplas	133.659	2
Medan Sunggal	132.668	2
Medan Labuhan	131.153	2
Medan Timur	127.414	2
Medan Area	123.326	2
Medan Perjuangan	116.582	2
Medan Belawan	112.716	2
Medan Selayang	107.441	2
Medan Barat	94.407	2
Medan Kota	93.321	2
Medan Tuntungan	92.765	2
Medan Petisah	78.947	3
Medan Polonia	61.777	3
Medan Maimun	54.297	4
Medan Baru	39.850	5

Berdasarkan hasil analisis *rank size rule* dari data kependudukan tiap kecamatan di Kota Medan di atas, dapat diketahui bahwa kecamatan dengan *ranking* 1 adalah Kecamatan Medan Deli dengan jumlah penduduk 183.920 Jiwa. *Ranking* 2 adalah Kecamatan Medan Denai hingga Kecamatan Medan Tuntungan dengan interval jumlah penduduk sebesar 171.695 – 92.765 Jiwa. *Ranking* 3 adalah Kecamatan Medan Petisah dan Kecamatan Medan polonia dengan interval jumlah penduduk sebesar 78.947 – 61.777 Jiwa. *Ranking* 4 adalah Kecamatan Medan Maimun dengan jumlah penduduk sebesar 54.297 Jiwa. *Ranking* 5 adalah Kecamatan Medan Baru dengan jumlah penduduk sebesar 39.850.

**IV.8 Hasil dan Analisis Validasi Lapangan**

Analisis validasi lapangan pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil digitasi dengan keadaan yang ada di lapangan. Validasi Lapangan dilakukan dengan metode *random sampling* dengan mengambil 150 titik sampel penggunaan lahan tahun 2018 dan pengambilan sampel dilakukan secara merata pada 21 kecamatan di Kota Medan.



Pengambilan titik sampel didasarkan pada (Gay & Diehl, 1992). Teknik sampling yaitu teknik yang digunakan untuk mengambil sampel agar terjamin representasinya terhadap populasi. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *probability sampling* dengan teknik *simple random sampling*, dimana pengambilan sampel masing-masing elemen populasi mempunyai kemungkinan pemilihan yang sama.

**Tabel 10** Titik Sampel Validasi

Klasifikasi	Titik
Perdagangan Jasa	40
Kawasan Industri	30
Permukiman	40
Penggunaan Lain	40
<b>Total</b>	<b>150</b>

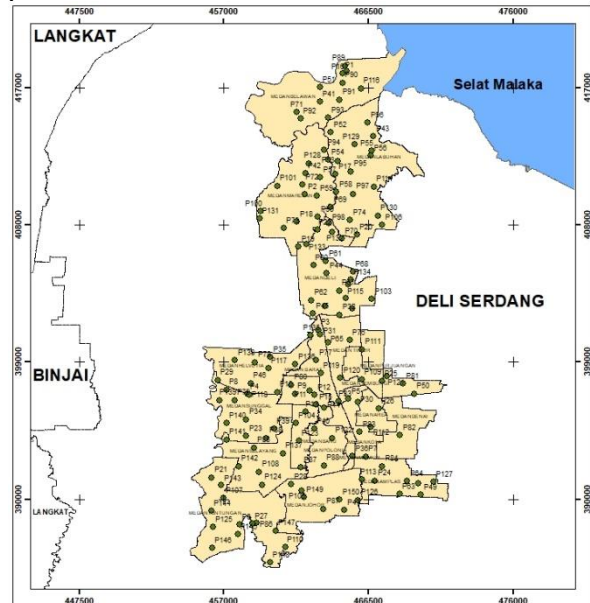
Hasil matriks konfusi merupakan perbandingan antara data hasil digitasi pada citra landsat dengan keadaan sebenarnya di lapangan berdasarkan titik validasi. Menurut Gallego (1995) menambahkan, tingkat ketelitian analisis citra satelit diatas 70% dianggap sudah cukup baik (*acceptable result*). Hasil matriks konfusi dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11** Hasil Matriks Konfusi

Klasifikasi		Digitasi				
		Perdagangan Jasa	Kawasan Industri	Permukiman	Penggunaan Lain	Jumlah
Survei	Perdagangan Jasa	38	0	2	0	40
	Kawasan Industri	0	29	0	1	30
	Permukiman	0	0	36	2	40
	Penggunaan Lain	1	0	0	39	40
Jumlah		41	29	38	42	150

Dari hasil validasi di atas dapat diketahui bahwa terdapat delapan titik sampel yang tidak sesuai antara hasil digitasi dengan keadaan di lapangan. Delapan titik tersebut adalah klasifikasi Perdagangan Jasa sebanyak dua penggunaan lahan, Kawasan Industri sebanyak satu penggunaan lahan, Permukiman sebanyak empat penggunaan lahan dan Penggunaan Lain sebanyak satu penggunaan lahan.

Persebaran titik sampel validasi dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8** Persebaran Titik Sampel Validasi

## V. Penutup

### V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kota Medan pada tahun 2007 hingga tahun 2012 mengalami perubahan penggunaan lahan seluas 1.665,07 Hektar. Penggunaan lahan kawasan industri beralih fungsi menjadi lahan penggunaan lain sebesar 0,69%, lahan perdagangan dan jasa beralih fungsi menjadi lahan penggunaan lain sebesar 0,14% dan lahan permukiman beralih fungsi menjadi lahan penggunaan lain sebesar 0,09%. Penggunaan lahan penggunaan lain beralih fungsi menjadi lahan kawasan industri sebesar 6,33%, lahan penggunaan lain beralih fungsi menjadi lahan perdagangan dan jasa sebesar 1,37% dan lahan penggunaan lain beralih fungsi menjadi lahan permukiman sebesar 91,37%. Sedangkan pada tahun 2012 hingga tahun 2018 Kota Medan mengalami perubahan penggunaan lahan seluas 1.115,62 Hektar. Penggunaan lahan kawasan industri beralih fungsi menjadi lahan penggunaan lain sebesar 0,88%. Penggunaan lahan permukiman beralih fungsi menjadi lahan perdagangan dan jasa sebesar 0,24%. Penggunaan lahan penggunaan lain beralih fungsi menjadi lahan kawasan industri sebesar 11,13%, lahan penggunaan lain beralih fungsi menjadi lahan perdagangan dan jasa sebesar 2,22% dan lahan penggunaan lain beralih fungsi menjadi lahan permukiman sebesar 85,53%.
2. Pola dan Arah perkembangan fisik wilayah di Kota Medan adalah sebagai berikut:
  - a. Pola pertumbuhan wilayah di Kota Medan dianalisis berdasarkan persebaran permukiman pada tahun 2007, 2012 dan 2018. Pola yang

dihasilkan berdasarkan analisis adalah pola *Clustered*, *Random* dan *Dispersed*. Kecamatan yang mengalami perkembangan adalah Kecamatan Medan Belawan, Kecamatan Medan Labuhan dan Kecamatan Medan Marelan karena mengalami perubahan pola pertumbuhan wilayah pada tahun nya.

- b. Arah perkembangan fisik wilayah di Kota Medan ditentukan berdasarkan perkembangan luas dan perubahan penggunaan lahan. Arah perkembangan fisik wilayah Kota Medan tahun 2007 hingga 2012 adalah mengarah ke sebelah selatan Kota Medan yaitu Kecamatan Medan Barat, Kecamatan Medan Amplas, Kecamatan Medan Area, Kecamatan Medan Baru, Kecamatan Medan Deli, Kecamatan Medan Denai, Kecamatan Medan Johor, Kecamatan Medan Maimun, Kecamatan Medan Petisah, Kecamatan Medan Polonia, Kecamatan Medan Selayang, Kecamatan Medan Sunggal, Kecamatan Medan Tuntungan. Arah perkembangan fisik wilayah Kota Medan tahun 2012 hingga 2018 adalah mengarah ke sebelah selatan Kota Medan yaitu Kecamatan Medan Barat, Kecamatan Medan Timur, Kecamatan Medan Amplas, Kecamatan Medan Area, Kecamatan Medan Baru, Kecamatan Medan Denai, Kecamatan Helvetia, Kecamatan Medan Johor, Kecamatan Medan Kota, Kecamatan Medan Maimun, Kecamatan Medan Perjuangan, Kecamatan Medan Polonia, Kecamatan Medan Selayang, Kecamatan Medan Sunggal, Kecamatan Medan Tuntungan.
3. Dari hasil validasi diketahui bahwa terdapat delapan titik sampel yang tidak sesuai antara hasil digitasi dengan keadaan di lapangan. Delapan titik tersebut adalah klasifikasi Perdagangan Jasa sebanyak dua penggunaan lahan dengan nilai *user accuracy* sebesar 95% dan nilai *producer accuracy* sebesar 93%, Kawasan Industri sebanyak satu penggunaan lahan dengan nilai *user accuracy* sebesar 97% dan nilai *producer accuracy* sebesar 100%, Permukiman sebanyak empat penggunaan lahan dengan nilai *user accuracy* 90% dan nilai *producer accuracy* sebesar 95% dan Penggunaan Lain sebanyak satu penggunaan lahan dengan nilai *user accuracy* sebesar 98% dan nilai *producer accuracy* sebesar 93%.

## V.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian berikutnya lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya menggunakan citra satelit yang resolusi spasialnya lebih baik dari Landsat 7 dan Landsat 8, karena dengan resolusi spasial yang sangat rendah menyebabkan kesulitan pada saat proses digitasi klasifikasi lahan.
2. Interval penggunaan data citra yang lebih lama, agar perubahan dari penggunaan dan pemanfaatan lahan Kota Medan dapat terlihat lebih jelas.

3. Perlu adanya kajian tentang ketersediaan ruang terbuka hijau di Kota Medan sebab kondisi penggunaan lahan untuk pemukiman sudah cukup melebihi kondisi yang dipersyaratkan dalam peraturan perundangan tata ruang.

## DAFTAR PUSTAKA

- (FAO), F. a. (1976). *A Framework for Land Evaluation*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Campbell. (1987). *Introduction to Remote Sensing*. New York: The Guilford Press.
- Fadilla, L. (2017). Analisis Arah Dan Prediksi Persebaran Persebaran Fisik Wilayah Kota Semarang Tahun 2029 Menggunakan Sistem Informasi Geografis Dan CA Markov Model. *Jurnal Geodesi Undip*.
- Gay, L., & Diehl, P. (1992). *Research Methods for Business and Management*, MacMillan Publishing Company. New York.
- Laili, A. (2017). Model Cellular Automata Markov untuk Prediksi Perkembangan Fisik Wilayah Permukiman Kota Surakarta Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*.
- Lestari, S. C., & Arsyad, M. (2018). Studi Penggunaan Lahan Berbasis Data Citra Satelit Dengan Metode Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*.
- Lumbantoruan, W. (2010). Studi Perkembangan Kota Medan Menggunakan Data Penginderaan Jauh Dan SIG. *Jurnal Geografi*.
- Prahasta, E. (2002). *Sistem Informasi Geografis : Konsep-Konsep Dasar Informasi Geografis*. Bandung: Informatika Bandung.
- Sujarto, D. (1989). *Faktor Sejarah Perkembangan Kota Dalam Perencanaan Perkembangan Kota*. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB.
- Verburg, P. P. (2004). Land use change modelling: current practice and research priorities. *GeoJournal*.
- Verburg, P. T. (1999). Land use change under the conditions of high population pressure. *Global Environmental Change*.

## Peraturan Perundangan :

Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 1997 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.