

**PENGGUNAAN ANALISIS RUANG DALAM PENYELIDIKAN  
PANDEMIK COVID-19: SATU TINJAUAN**  
***THE USE OF SPACE ANALYSIS IN COVID-19 PANDEMIC  
RESEARCH: AN OVERVIEW***

LIZALIN KALANG  
OLIVER VALENTINE EBOY

*Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan,  
Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS, 88400 Kota Kinabalu, Sabah*  
*Corresponding author: lizalinkalang94@gmail.com*  
*Tarikh dihantar: 6/2/2021 / Tarikh diterima: 29/6/2021*

**ABSTRAK** *Geographic Information System (GIS)* merupakan antara teknologi yang boleh digunakan dalam sektor kesihatan awam untuk mengkaji penyakit dan membantu mengenal pasti sebaran penyakit semasa pandemik. Walau bagaimanapun, penggunaan analisis ruang dalam kajian COVID-19 masih kurang dilakukan terutamanya di Malaysia setakat ini. Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk melakukan tinjauan literatur terhadap penggunaan analisis ruang dalam kajian berkaitan COVID-19. Kertas kerja ini akan mengkaji semula kesusasteraan tentang penggunaan analisis ruang yang digunakan untuk membuat analisis dalam kajian COVID-19 daripada beberapa kajian lepas. Sebanyak empat model regresi ruang yang didapati paling kerap digunakan dalam analisis kajian COVID-19 seperti *Geographically weighted regression (GWR)*, *Ordinary Least Square (OLS)*, *Spatial Error Model (SEM)*, dan *Spatial Lag Model (SLM)*. Akhir sekali, kertas kerja ini akan menyarankan penggunaan analisis ruang dalam kajian berkaitan COVID-19 pada masa akan datang terutamanya di Malaysia.

**Kata kunci:** GIS, analisis ruang, pemodelan, GWR, OLS, SEM, SLM, COVID-19.

**ABSTRACT** *Geographic Information System (GIS)* is one of the technologies that can be used in the public health sector to study diseases and help to identify the spread of diseases during pandemic. However, so far, the use of spatial analysis in COVID-19 study is still lacking, especially in Malaysia. Therefore, the objective of this study is to conduct a literature review on the use of spatial analysis in COVID-19 related studies. This paper will review the literature of spatial analysis that used to make the analysis in the COVID-19 study from previous studies. A total of four spatial regression models were

*found to be most frequently used in the COVID-19 study analysis such as Geographically weighted regression (GWR), Ordinary Least Square (OLS), Spatial Error Model (SEM), and Spatial Lag Model (SLM). Finally, this paper will suggest the use of spatial analysis in a COVID-19 related study especially in Malaysia in future.*

**Keywords:** GIS, Spatial Analysis, Spatial Modeling, GWR, OLS, SEM, SLM, COVID-19.

## PENGENALAN

Umum mengetahui bahawa Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) merupakan wabak yang telah merebak dengan cepat ke pelbagai negara dan sudah tersebar secara meluas di peringkat dunia. Wabak COVID-19 telah dilaporkan bermula di Pasar Makanan Laut China Selatan Huanan di Wuhan, Provinsi Hubei, China pada bulan Disember 2019 (Zaheer, 2020; Guangbo Qu *et al.*, 2020; Liu T *et al.*, 2020; Luo W *et al.*, 2020; Oliver *et al.*, 2020). Pada 9 Mac 2020, jumlah kes positif yang disahkan di seluruh dunia telah meningkat kepada 109,577 dan kematian berjumlah 3,809 dan akhirnya COVID-19 telah diisytiharkan sebagai wabak pandemik oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) pada 11 Mac 2020 (Zaheer, 2020; Qasim & Yusuf, 2020; Nor Ina *et al.*, 2020).

Semasa pandemik, terdapat beberapa teknologi yang boleh digunakan bagi mengenal pasti sebaran penyakit di sesuatu kawasan. Antara teknologi yang diguna pakai bagi menangani masalah pandemik adalah dengan menggunakan *Geographic Information System (GIS)* (Oliver *et al.*, 2020; Molallo *et al.*, 2020). GIS merupakan sebuah sistem yang berasaskan kepada penggunaan komputer untuk tujuan mendapatkan, menyimpan, menganalisis dan mempersembahkan data ruang atau data yang berbentuk ruangan (Rosmadi Fauzi, 2015; Lizalin & Oliver, 2019). Kebanyakan definisi GIS lebih memfokus kepada himpunan atau koleksi perkakasan, perisian, data dan organisasi yang bersangkutan dengan teknikal dan teknologi (Ruslan *et al.*, 1998; Aziz Shafie, 2011; Zamri Ismail & Mohamad Nor, 2007).

Penggunaan GIS dalam kajian berkenaan COVID-19 ini memang sudah dilakukan semenjak pandemik ini bermula. GIS merupakan antara teknologi yang boleh digunakan untuk menjimatkan kos, masa dan tenaga kerja bagi memantau tahap pematuhan penduduk terhadap arahan dari kerajaan semasa wabak COVID-19 dan menjadi alat penting dalam menganalisis dan memvisualisasikan penyebaran COVID-19 (Oliver *et al.*, 2020; Mollalo *et al.*, 2019; Tarmiji *et al.*, 2020; Mohd Sahrul Syukri Yahya *et al.*, 2020; Ivan *et al.*, 2020; Franciel Eduardo Rex *et al.*, 2020; Mohsen Shariati *et al.*, 2020).

Berdasarkan kajian-kajian lepas, analisis statistik pemodelan ruang merupakan antara analisis yang agak popular digunakan untuk membuat kajian berkaitan COVID-19. Antara model yang digunakan ialah *Geographically weighted regression* (GWR), *Ordinary Least Square* (OLS), *Spatial Error Model* (SEM), dan *Spatial Lag Model* (SLM). Kebanyakan hasil daripada kajian lepas menunjukkan model GWR kerap menghasilkan nilai yang paling tinggi di antara kesemua model yang digunakan. Hasil daripada kajian lepas membuktikan bahawa analisis ruang mempunyai potensi untuk digunakan dalam kajian wabak COVID-19 namun secara praktikalnya, penggunaan GIS dan teknik analisis ruang dalam kajian berkaitan COVID-19 di Malaysia masih kurang diterapkan.

Oleh itu, tujuan utama kajian ini adalah untuk melakukan kajian literatur bagaimana aplikasi GIS dan analisis ruang dapat digunakan dalam kajian berkaitan COVID-19. Hasil daripada kajian literatur ini juga boleh digunakan untuk panduan pengkaji pada masa akan datang.

## **PENDEFINISIAN KONSEP**

### **Definisi COVID-19**

Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) adalah virus RNA, dengan penampilan seperti mahkota khas di bawah mikroskop elektron (Asif Iqbal Middy & Sarbani Roy, 2020; Dalton *et al.*, 2020; Mollalo *et al.*, 2020; Perlman, 2020; Wang *et al.*, 2020). COVID-19 telah bermula di Pasar Makanan Laut China Selatan Huanan di Wuhan, Provinsi Hubei, China pada bulan Disember 2019 dan terdapat empat kes pertama sindrom pernafasan

akut etiologi yang tidak diketahui telah dilaporkan di Bandar Wuhan, Provinsi Hubei, China di antara orang-orang yang mempunyai kaitan dengan pasar makanan laut tempatan (Sasmitha *et al.*, 2020; Francesco *et al.*, 2020; Guo *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020). COVID-19 didapati mempunyai tahap penularan dan risiko pandemik yang lebih tinggi daripada SARS-CoV kerana bilangan pembiakan COVID-19 dianggarkan lebih tinggi daripada bilangan pembiakan SARS pada peringkat awal (Sasmitha *et al.*, 2020; Qu *et al.*, 2020; Francesco *et al.*, 2020). COVID-19 telah merebak dengan cepat ke pelbagai negara dan telah diisytiharkan sebagai wabak pandemik oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (Qasim Bukhari & Yusuf Jameel, 2020; Guo *et al.*, 2020; Stanley, 2020; Dalton *et al.*, 2020).

## **Definisi Pandemik**

Perkataan “pandemik” berasal daripada teori Yunani iaitu ‘pan’ bermaksud semua dan ‘demo’ bermaksud ‘orang-orang’ (Bala & Kumar, 2020; Chandra *et al.*, 2012). Pandemik adalah wabak yang berlaku di kawasan yang sangat luas yang melibatkan beberapa negara atau benua yang mempengaruhi sebilangan besar orang dan sering dikaitkan dengan morbiditi dan beban kematian yang tinggi (Fatan Hamamah, 2005; Haugen & Musser, 2007; Holland *et al.*, 2007; Sara *et al.*, 2013). Terdapat beberapa wabak yang pernah diiktiraf sebagai pandemik seperti selesema Sepanyol (1918-1919), selesema Asia (1957-1958), selesema Hong Kong (1968-1969), taun, cacar, influenza H1N1, campak, tuberkulosis, kusta, malaria, demam kuning, HIV dan yang terkini ialah COVID-19 (Chandra, 2013; Upadhyay *et al.*, 2020; Kostova *et al.*, 2019; Rothan & Byrareddy, 2020; Sara *et al.*, 2013; Taylor, 2019).

## **Geographic Information System (GIS)**

*Geographic Information System* (GIS) merupakan suatu sistem yang berasaskan kepada penggunaan komputer untuk tujuan mendapatkan, menyimpan, menganalisis dan mempersembahkan data ruang atau data yang berbentuk ruangan (Rosmadi Fauzi, 2015; Lizalin & Oliver, 2019). Selain itu, GIS juga boleh menyediakan satu rangka kerja untuk mengintegrasikan data daripada berbagai-bagai sumber dan masa sebagai alat analisis

ruangan di mana fenomena dunia diwakilkan dalam bentuk simbol dengan menggunakan komputer melalui kaedah pengabstrakan sifat-sifat permukaan bumi (Ang Kean Hua, 2015; Aziz Shafie, 2011).

Di samping itu, GIS bukan sahaja berfungsi untuk membuat peta, tetapi membangunkan pangkalan data yang kemudiannya dijalankan analisis ruangan dan pemodelan yang lebih mendalam (Mohd Faris Dziauddin, 2006; Aziz Shafie, 2011, Lizalin & Oliver, 2020). Setiap item dalam pangkalan data GIS diwakilkan dengan pelbagai bentuk seperti titik, garis dan poligon yang mewakili suatu kawasan atau zon (Oliver, 2006; Debats & Gregory, 2011, Lizalin & Oliver, 2020).

### **Analisis Statistik Pemodelan Ruang**

Statistik ruangan terdiri daripada satu set teknik untuk menggambarkan dan memodelkan data ruangan, iaitu mempunyai keupayaan untuk menilai corak atau pola ruangan, taburan, trend, proses dan hubungan (Oliver & Ramzah, 2011; Taher Buyong, 2006). Terdapat beberapa analisis statistik pemodelan ruang yang selalu digunakan seperti yang diterangkan di subtopik seterusnya;

#### **a. *Ordinary Least Squares (OLS)***

Analisis OLS merupakan analisis teknik regresi yang mempunyai fungsi untuk meramal satu pemboleh ubah bersandar daripada satu set pemboleh ubah tidak bersandar (Scott & Janikas, 2010; Tabachnick & Fidell, 1989). OLS merupakan satu model global yang membentuk persamaan tunggal bagi mewakili hubungan antara objek yang ingin dimodelkan dan setiap pemboleh ubah dijelaskan (Oliver & Edmund, 2010).

#### **b. *Geographical Weighted Regression (GWR)***

*Geographical Weighted Regression (GWR)* merupakan satu model tempatan bagi mewujudkan persamaan untuk setiap ciri dalam set data, mengukur setiap satu menggunakan ciri sasaran dan kejirannya (Scott & Janikas, 2010; Brunson *et al.*, 1996; Oliver, 2015). GWR menghasilkan model regresi untuk setiap titik (lokasi) dalam setiap set data ruangan (Oliver & Edmund, 2010; Hernandez *et al.*, 2003).

**c. *Spatial Lag Model (SLM)***

*Spatial Lag Model (SLM)* merupakan model ruang yang dihasilkan dari *Spatial Regression Model (SRM)* (Oliver, 2015). SLM sesuai digunakan apabila fokus adalah penilaian kewujudan dan kekuatan interaksi ruang (Oliver, 2015; Suriatini Ismail, 2005).

**d. *Spatial Error Model (SEM)***

*Spatial Error Model (SEM)* digunakan untuk autokorelasi ruang yang berlaku dalam model dan mampu membetulkan potensi pengaruh *bias* autokorelasi ruang kerana penggunaan data ruang dengan mencari anggaran pekali yang paling sesuai dalam model dan memastikan bahawa inferensi yang betul diterima pakai (Suriatini Ismail, 2005; Taher Buyong, 2011; Oliver, 2015).

## HASIL KAJIAN

### Penggunaan Model Statistik Ruangan dalam Kajian COVID-19

Penggunaan model statistik ruangan agak popular digunakan dalam menentukan wabak penyakit (Taher Buyong, 2006). Pemodelan statistik ruang menggunakan GIS berpotensi digunakan dalam kajian berkenaan wabak COVID-19. Hal ini dapat dibuktikan dengan beberapa kajian berkenaan pemodelan ruang yang berkaitan dengan wabak COVID-19 yang sudah dibuat oleh pengkaji lepas. Kajian terbaharu oleh beberapa orang pengkaji menunjukkan bahawa analisis regresi berpotensi digunakan untuk membuat kajian berkaitan dengan wabak COVID-19.

Antaranya ialah kajian Md. Hamidur Rahman *et al.* (2020) telah menggunakan analisis regresi seperti *Ordinary Least Squares (OLS)*, *Spatial Lag Model (SLM)*, *Spatial Error Model (SEM)* dan *Geographically Weighted Regression (GWR)* untuk mengkaji faktor fizikal yang boleh mempengaruhi penularan COVID-19 seperti cuaca, tahap kesihatan penduduk, tahap ekonomi penduduk, kemudahan prasarana dan umur. Hasil menunjukkan model GWR adalah model yang terbaik dengan nilai  $R^2$  0.78 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Walau bagaimanapun, nilai tersebut tidak sesuai digunakan sebagai hasil kerana nilai tersebut bukan nilai *adjusted R^2*.

Criterion	OLS	SLM	SEM	WGR
$R^2$	0.673	0.717	0.722	0.786
$AICc$	363.94	355.18	353.63	340.49

**Rajah 1** Jadual hasil perbandingan Model OLS, SLM, SEM, WGR  
 Sumber: Md. Hamidur Rahman *et al.* (2020)

Seterusnya, kajian oleh Asif Iqbal dan Sarbani Roy (2020) turut menggunakan analisis regresi OLS dan GWR untuk mengenal pasti faktor yang mempengaruhi kes kematian akibat COVID-19 di India. Antara faktor yang terlibat ialah info faktor kesihatan yang mempengaruhi kes kematian seperti umur, tahap pendidikan dan populasi di sesebuah kawasan di India. Rajah 2 menunjukkan jadual perbandingan model OLS dan GWR yang digunakan. Hasil menunjukkan perbandingan model OLS ialah Adj R<sup>2</sup>: 0.65, manakala GWR ialah Adj R<sup>2</sup>: 0.96. Hasil perbandingan menunjukkan model GWR adalah yang terbaik.

Performance metrics	OLS	GWR
$AICc$	605.494	-77.936
$R^2$	0.658	0.973
$Adj R^2$	0.653	0.966

**Rajah 2** Jadual hasil perbandingan Model OLS dan GWR  
 Sumber: Asif Iqbal dan Sarbani Roy (2020)

Kajian oleh Mahmoud *et al.* (2020) juga menggunakan OLS dan GWR untuk mengkaji faktor-faktor yang berpotensi mempengaruhi kadar kematian akibat COVID-19 di Afrika. Faktor-faktor yang dikaji melibatkan faktor pencemaran udara, populasi warga emas, penerimaan suntikan BCG dan HIV, tahap kemiskinan, kepadatan penduduk, tahap kesihatan, golongan perokok dan pesakit asma. Perbandingan kedua-dua model menunjukkan GWR mencatatkan nilai yang tertinggi iaitu Adj R<sup>2</sup> 0.54.

Shawky Mansour *et al.* (2020) turut membuat kajian menggunakan analisis regresi untuk membuat pemodelan ruang antara hubungan sosiodemografi dengan kadar peningkatan kes COVID-19 di Oman. Kajian ini membuat perbandingan lima model iaitu OLS, SLM, SEM, GWR dan *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR). Kajian ini

memfokus kepada faktor sosiodemografi yang terdiri daripada populasi, populasi penduduk yang berumur 65 tahun ke atas, bilangan kemudahan yang disediakan di hospital dan kadar pesakit diabetes. Hasil perbandingan lima model tersebut seperti dalam Rajah 3 menunjukkan model GWR mencatatkan skor yang tertinggi iaitu AdjR2 0.71.

Kajian oleh Yanwen Liu *et al.* (2020) pula menggunakan tiga model iaitu OLS, GTWR dan MGWR untuk mengkaji bagaimana migrasi berlaku semasa tempoh COVID-19 di Hubei. Perbandingan nilai model yang digunakan adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4. Hasil menunjukkan model GTWR mencatatkan nilai yang tertinggi iaitu dengan nilai Adj R2 0.96.

Criterion	OLS	SLM	SEM	GWR	MGWR
Adj.R <sup>2</sup>	0.581	0.621	0.651	0.697	0.711
AICc	307.261	304.162	303.612	122.556	120.142

**Rajah 3** Jadual hasil perbandingan Model OLS, SLM, SEM, GWR dan MGWR

Sumber: Shawky Mansour *et al.* (2020)

Name	R <sup>2</sup>				Adjusted R <sup>2</sup>				AICc			
	Max	Min	Median	Mean	Max	Min	Median	Mean	Max	Min	Median	Mean
OLS	0.596	0.588	0.592	0.592	0.595	0.587	0.591	0.592	6448.611	6387.235	6417.994	6413.252
GTWR	0.966	0.954	0.963	0.962	0.966	0.954	0.963	0.962	45,206.100	44,229.000	44,487.700	44,603.466
MGWR	0.920	0.681	0.793	0.804	0.916	0.671	0.781	0.795	5788.579	1384.443	4536.313	3986.196

**Rajah 4** Jadual hasil perbandingan Model OLS, GTWR dan MGWR

Sumber: Yanwen Liu *et al.* (2020)

Antara kajian lain pula ialah kajian oleh Yefu Chen dan Junfeng Jiao (2020) yang mengkaji tentang hubungan antara sosiodemografi dan COVID-19 di tiga wilayah di Texas iaitu Travis/Austin, Bexar/San Antonio dan Harris/Fort Bend menggunakan model OLS dan GWR. Hasil menunjukkan nilai yang sangat rendah di ketiga-tiga daerah iaitu Travis/Austin (Adjusted R2 = 0.494), Bexar/San Antonio (Adjusted R2 = 0.302), Harris/Fort Bend (Adjusted R2 = 0.361).



Criterion	OLS	SEM	SLM	GWR	MGWR
Adj. R <sup>2</sup>	0.127	0.238	0.242	0.674	0.681
AICc	8304.98	8063.52	8045.70	6134.19	5796.53

**Rajah 5** Jadual hasil perbandingan Model OLS, GTWR dan MGWR  
 Sumber: Mollalo *et al.* (2020)

Yang terakhir, Mollalo *et al.* (2020) telah membuat pemodelan ruang menggunakan GIS berkaitan kadar kejadian COVID-19 di Benua Amerika Syarikat. Pelbagai 35 faktor sosioekonomi, tingkah laku, persekitaran, topografi, dan demografi dijadikan sebagai pemboleh ubah yang dapat menjelaskan ruang kejadian penyakit. Kajian ini telah menggunakan lima model yang berbeza iaitu OLS, SLM, SEM, GWR dan *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR). Model OLS mencatatkan nilai skor adjusted R<sup>2</sup> yang sangat rendah iaitu 0.12 sahaja. Oleh itu, model SLM dan SEM telah digunakan dan berjaya meningkatkan prestasi OLS dalam memodelkan kadar kejadian COVID-19 di Amerika Syarikat. Walaupun kedua-dua SEM dan SLM mengatasi OLS secara signifikan, tetapi nilai skor masih rendah iaitu 0.23 (SEM) dan 0.24 (SLM). Seterusnya, nilai skor adjusted R<sup>2</sup> meningkat dengan ketara daripada 0.24 dalam model SLM kepada 0.67 apabila model GWR digunakan. Untuk menguji perbezaan ruang tempatan yang berpotensi, model MGWR turut digunakan dalam kajian ini. Rajah 5 merupakan perbandingan lima model yang telah digunakan dalam kajian ini. Hasil daripada perbandingan lima model tersebut menunjukkan model MGWR mampu menghasilkan model yang lebih baik, iaitu mencatatkan nilai skor adjusted r<sup>2</sup> (0.681), iaitu menunjukkan bahawa model dapat menjelaskan 68.1 peratus daripada jumlah variasi kadar kejadian COVID-19.

## PERBINCANGAN

Daripada keseluruhan kajian tersebut, didapati model yang paling kerap digunakan ialah GWR, OLS, SEM dan SLM. Antara model lain yang turut digunakan ialah MGWR dan GTWR. Berdasarkan hasil-hasil dalam kajian tersebut, didapati model GWR kerap mencapai nilai ketepatan yang tinggi berbanding dengan model-model lain.

Seterusnya, penggunaan pemodelan statistik ruang untuk kajian COVID-19 yang mencapai nilai ketepatan model dengan  $\text{adj } r^2$  melebihi 0.7 atau 70 peratus boleh dilihat melalui kajian oleh Md. Hamidur Rahman *et al.* (2020), Asif Iqbal dan Sarbani Roy (2020) dan Shawky Mansour *et al.* (2020). Kajian mereka ini mengkaji faktor pencemaran, umur, populasi penduduk dan faktor kesihatan yang mempengaruhi kadar jangkitan di kawasan kajian. Faktor yang lebih kurang sama juga digunakan oleh Mahmoud *et al.* (2020) dan Yefu Chen dan Junfeng Jiao (2020) namun hanya mencapai ketepatan  $\text{adj } r^2$  kurang daripada 0.5 atau 50 peratus. Sementara itu, kajian Yanwen Liu *et al.* (2020) juga turut mencapai nilai  $\text{adj } r^2$  melebihi 0.7 atau 70 peratus namun kajian tersebut lebih kepada migrasi masuk dan keluar penduduk semasa wabak COVID-19.

Kajian yang melibatkan faktor perlakuan penduduk semasa wabak COVID-19 menggunakan pemodelan statistik ruang pula telah dibuat oleh Mollalo *et al.* (2020) di Amerika Syarikat namun hanya mencapai ketepatan nilai  $\text{adj } r^2$  kurang dari 0.7 atau 70 peratus. Hasil daripada perbandingan lima model menunjukkan model GWR mampu menghasilkan model yang lebih baik iaitu mencatatkan nilai skor adjusted R<sup>2</sup> (0.681), iaitu menunjukkan bahawa model dapat menjelaskan 68.1 peratus sahaja daripada jumlah variasi kadar kejadian COVID-19 di Amerika Syarikat.

## LIMITASI DAN CADANGAN

Tinjauan literatur ini mempunyai beberapa limitasi dan perlu ditangani dalam penyelidikan masa depan. Antaranya ialah pemilihan pangkalan data dan kata kunci mungkin telah mengecualikan beberapa kajian yang diindeks di pangkalan data lain atau menggunakan kata kunci berlainan yang berada di luar ruang lingkup tinjauan ini.

Seterusnya, tinjauan literatur ini hanya memfokus kepada penggunaan analisis ruang dalam penyelidikan COVID-19 dan tidak menyentuh penggunaan analisis lain yang terdapat dalam aplikasi GIS. Oleh itu, tinjauan literatur yang akan dilakukan oleh pengkaji akan datang perlulah

menggunakan kata kunci yang pelbagai dan menggunakan pangkalan data yang banyak. Selain itu, pengkaji akan datang juga perlu meninjau literatur berkenaan dengan penggunaan analisis-analisis lain yang terdapat dalam GIS.

Berdasarkan tinjauan terhadap kajian-kajian lepas ini, didapati hanya empat model sahaja yang paling kerap digunakan. Sebenarnya, terdapat banyak lagi model lain dalam GIS yang boleh digunakan antaranya ialah *Spatial Regression Modelling* (SRM), *Exploratory Regression* (ER), *Geographically Weighted Regression Principal Component Analysis* (GWRPCA) dan sebagainya. Seterusnya, faktor-faktor yang dikaji untuk pembangunan model berkaitan COVID-19 perlulah dipelbagaikan dari semua aspek seperti ekonomi, sosial, budaya dan alam semula jadi.

## **PENUTUP**

Kertas kerja ini merupakan satu tinjauan terhadap literatur terkini berkenaan penggunaan analisis ruang dalam konteks pandemik COVID-19. Penggunaan GIS dan teknologi yang berkaitan dalam kajian pandemik COVID-19 dapat memberikan perspektif ilmiah tentang bagaimana permasalahan masyarakat dan global yang kompleks seperti pandemik ini dapat difahami dengan menggunakan teknologi yang ada. Melalui kertas kerja ini juga, penggunaan analisis ruang GIS dilihat dapat membantu dan memudahkan pemprosesan dan menganalisis data-data yang berkaitan COVID-19 dengan lebih cepat dan senang difahami. Di samping itu, tinjauan ini juga akan membuka mata pelbagai pihak bahawa pengintegrasian GIS dalam kajian COVID-19 boleh menjimatkan kos, tenaga dan masa untuk membendung penyebaran wabak COVID-19 ini di sesuatu kawasan. Selain itu, tinjauan literatur ini juga memberi implikasi yang mendalam terhadap penyelidikan di mana penggunaan GIS dapat meningkatkan langkah-langkah metodologi lain dan meningkatkan skop penerokaan ilmiah tentang topik COVID-19. Kertas kerja ini juga boleh dijadikan panduan untuk pengkaji akan datang berkenaan isu COVID-19 dan penggunaan analisis ruang.

## RUJUKAN

- Asif Iqbal Middy & Sarbani Roy. (2020). Geographically varying relationships of COVID-19 mortality with different factors in India.
- Aziz Shafie. (2011). Evaluation of the spatial risk factors for high incidence of dengue fever and dengue hemorrhagic fever using GIS application. *Sains Malaysiana*, 40(8), 937-943.
- Bala, V.C. & Kumar, P. (2020). Review on COVID-19: Rise of SARS-CoV-2 pandemic outbreak. *Borneo J. Pharm*, 3 (Special-1), 103-20. doi:10.33084/bjop.v3iSpecial-1.1412
- Brunsdon, C., Fotheringham, S., & Charlton, M. (2008). Geographically weighted regression: A method for exploring spatial nonstationarity. *Encycl. Geogr. Inf. Sci.*, 558.
- Chandra, S., G. Kuljanin & J. Wray. (2012). Mortality from the influenza pandemic of 1918-19: The case of India, *Demography*, 49(3), 857-865. doi: 10.1007/S13524-012-0116-X.
- Cuiyan Wang *et al.* (2020). Immediate psychological responses and associated factors during the initial stage of the 2019 coronavirus disease (Covid-19) epidemic among the general population in China.
- Dalton C., Corbett S., & Katelaris A. (2020). Pre-emptive low-cost social distancing and enhanced hygiene implemented before local Covid-19 transmission could decrease the number and severity of cases. *SSRN Electronic Journal*. doi:10.2139/ssrn.3549276.
- Del Valle, S.Y., Mniszewski, S.M., & M. Hyman, J.M. (2013). Modeling the impact of behavior changes on the spread of pandemic influenza.
- Fatan Hamamah. (2005). Kemunculan penyakit berjangkit dan kesannya terhadap manusia di Malaysia. *Laporan Penyelidikan, Sari*.
- Franch-Pardo, I. *et al.* (2020). Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. *Science of the Total Environment*, 739, 140033.
- Gennaro F.D. *et al.* (2020). Coronavirus diseases (Covid-19) current status and future perspectives: A narrative review.
- Guangbo Qu *et al.* (2020). An imperative need for research on the role of environmental factors in transmission of novel coronavirus (Covid-19). *Environmental Science & Technology*, 54(7), 3730-3732.
- Haugen, D., & Musser, S. (2007). *At issue: Pandemics*. USA: Greenhaven Press.
- Holland, W.W., Olsen, J., & Florey, C.D.V. (2007). *The development of modern epidemiology: Personal reports from those who were there*. Oxford: Oxford University Press.
- Kostova, D. *et al.* (2019). Long distance effects of epidemics: Assessing the link between the 2014 West Africa Ebola outbreak and U.S. exports and employment. *Health Economics*.

- Liu, T., Hu, J., & Kang, M. (2020). Transmission dynamics of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV). doi:10.1101/2020.01.25.919787.
- Lizalin Kalang & Oliver Valentine Ebo. (2020). Determination of crime density patterns in high schools in Kota Kinabalu city using GIS applications. *Journal: Elementary Education Online*. doi: 10.17051/ilkonline.2021.04.75.
- Lizalin Kalang & Oliver Valentine Ebo. (2019). Application of crime risk mapping within the school focus area in Kota Kinabalu Using GIS. *Malaysian Journal of Remote Sensing & GIS*, 8(2), 1-11.
- Lizalin Kalang & Oliver Valentine Ebo. (2020). Penentuan corak densiti jenayah di kawasan tumpuan sekolah-sekolah menengah dalam bandar Kota Kinabalu menggunakan aplikasi GIS, *Jurnal Kinabalu*, 26(1).
- Luo, W. *et al.* (2020). The role of absolute humidity on transmission rates of the COVID-19 outbreak. *MedRx*, xiv. doi:10.1101/2020.02.12.20022467.
- Mahmoud A. Hassan *et al.* (2020). GIS based analysis framework for identifying COVID-19 incidence and fatality determinants at national level case study. Africa.
- Md. Hamidur Rahman *et al.* (2020). GIS-based spatial modeling to identify factors affecting COVID-19 incidence rates in Bangladesh.
- Mohd Sahrul Syukri Yahya, Edie Ezwan Mohd Safian & Burhaida Burhan. (2020). The trend distribution and temporal pattern analysis of COVID-19 pandemic using GIS framework in Malaysia. *AIJR Preprints*, 17 (1).
- Mohsen Shariati *et al.* (2020). Spatiotemporal analysis and hotspots detection of COVID-19 using Geographic Information System. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. (March and April). <https://doi.org/10.1007/s40201-020-00565-x>.
- Mollalo, B.V. & Rivera, K.M. (2020). GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. *Science of the Total Environment*, 728, 13888.
- Nor-Ina Kanyo *et al.* (2020). Tinjauan strategi pelaksanaan perintah kawalan pergerakan (PKP) dalam menghadapi pandemik COVID-19 di Malaysia. *Journal of Islamic, Social, Economics and Development (JISED)*, 5(32), 1-13.
- Oliver & Edmund. (2010). Spatial statistics modelling in property valuation. *ICT & Geospatial Technology Conference for Local Authority 2010: Delivering Quality Services Through Innovation. (Green & Smart Technology. Geospatial Technology. eValuation)*. November 23-24. Promenade Hotel, Kota Kinabalu.
- Oliver & Ramzah. (2011). Viewing preferences of TVRO users in Sabah: Identification of distribution patterns using spatial statistics. *Geografya*, 7(4), 30-37.
- Oliver Valentine Ebo, Lizalin Kalang & Kong Teck Sieng. (2020). Pemetaan corak potensi risiko penyakit COVID-19 dengan menggunakan analisis spatial di Kota Kinabalu, Sabah.
- Oliver. (2015). Development of Spatial Model in Property Rating Valuation. Universiti Sains Malaysia (USM).

- Perlman, S. (2020). Coronavirus: Novel coronavirus (Covid-19) infection. Dipetik daripada [http.elsevier.com](http://elsevier.com) pada 16 April 2020.
- Qasim Bukhari & Yusuf Jameel. (2020). Will Coronavirus Pandemic Diminish by Summer? Dipetik daripada <https://Ssrn.Com/Abstract=3556998>. Diakses pada 16 April 2020.
- Rex, F.E., Augusto, C. & Kafer, P.S. (2020). Spatial analysis of the COVID-19 distribution pattern in Sao Paulo State, Brazil. DOI: 10.1590/1413-81232020259.17082020.
- Rosmadi Fauzi. (2015). Isu, cabaran dan prospek aplikasi dan pelaksanaan Sistem Maklumat Geografi di Malaysia. *Geografia*, 11(2), 118–127.
- Rothan, H. A., & Byrareddy, S. N. (2020). The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *Journal of Autoimmunity*. doi: 10.1016/j.jaut. 2020.102433. PMID 32113704.
- Ruslan *et al.* (1998). *Sistem maklumat geografi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Sasmita Poudel Adhikari *et al.* (2020). Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (Covid-19) during the early outbreak period: *A Scoping Review Infectious Diseases of Poverty*, 9(29).
- Scott & Janikas. (2010). Spatial statistics in ArcGIS: Software tools, methods and applications. In M. M. Fischer & A. Getis (Eds.), *Handbook of Applied Spatial Analysis*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Shawky Mansour *et al.* (2020). Sociodemographic determinants of Covid-19 incidence rates in Oman: Geospatial modelling using multiscale geographically weighted regression (MGWR).
- Siddharth Chandra. (2013). Mortality from the influenza pandemic of 1918-1919 in Indonesia. *Population Studies*, 67(2), 185-193.
- Singh N. K. Upadhyay *et al.* (2020). Covid-19-A dreaded pandemic disease. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 15(2), 37-42.
- Suriatini Ismail. (2005). *Hedonic Modelling of Housing Markets using Geographic Information System (GIS) and Spatial Statistics: A Case Study of Glasgow, Scotland*. Aberdeen: University of Aberdeen.
- Tabachnick & Fidell. (1989). *Using multivariate statistics*. New York: Harper Collins.
- Taher Buyong. (2006). *Spatial statistics for geographical information science*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Tarmiji Masron *et al.* (2020). Coronavirus (COVID-19) Post Control Study of University Students: Case Study of Spatial Distribution of Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS) Students and National COVID-19 Cases.
- Taylor, S. (2019). *The psychology of pandemics: Preparing for the next global outbreak of infectious disease*. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing.

- Yan-Rong Guo *et al.* (2020). The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (Covid-19): Outbreak – an update on the status. *Military Medical Research*, 7(11).
- Yanwen Liu, Zongyi He, & Xia Zhou. (2020). Space-time variation and spatial differentiation of COVID 19 confirmed cases in Hubei Province based on extended GWR.
- Yefu Chen & Junfeng Jiao. (2020). Relationship between socio-demographics and COVID-19: A case study in three Texas regions.
- Zaheer Allam. (2020). *Surveying the Covid-19 pandemic and its implications*. Elsevier.
- Zamri Ismail & Mohamad Nor. (2007). Aplikasi GIS untuk sistem maklumat dan pengurusan sekolah. Universiti Teknologi Malaysia (UTM). VOT 71967.

