



MONOGRAF ANALISA PENYEBARAN VIRUS COVID-19 DI KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
MENGUNAKAN UJI KORELASI DAN PERMODELAN BERBASIS GIS



MONOGRAF

ANALISA PENYEBARAN VIRUS COVID-19 DI KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA

MENGUNAKAN UJI KORELASI DAN PERMODELAN BERBASIS GIS

Dr. Bambang Irawan, M.Si



Alamat:
Graha Pandawa, Blok F2, Lemahdadi,
Bangunjiwo, Kasihan, Bantul,
Yogyakarta 55184
Email : thejournalpublishing@gmail.com
Website : thejournalish.com



MONOGRAF

Analisa penyebaran virus Covid-19 di Kalimantan Timur, Indonesia menggunakan uji korelasi dan permodelan berbasis GIS

Dr. Bambang Irawan, M.Si



Sanksi pelanggaran Pasal 72:

Undang-undang No 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

MONOGRAF

Analisa penyebaran virus Covid-19 di Kalimantan Timur, Indonesia menggunakan uji korelasi dan permodelan berbasis GIS

Penulis:

Dr. Bambang Irawan, M.Si

Editor:

Ilham Mufandi

Desain Sampul dan Layout:

Paisal Akbar, SIP., MIP

Penerbit:

CV The Journal Publishing (Anggota IKAPI)

Alamat Redaksi:

Lemahdadi, Bangunjiwo, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55184

Cetakan I, Desember 2021

Ukuran 15 x 23 cm, vii + 57 halaman

ISBN:



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis diberikan kemudahan dalam penyusunan buku monograf ini.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas kerja samanya mulai dari awal sampai selesainya monograf ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan buku Monograf ini masih jauh dari sempurna sehingga segala masukan dan kritikan yang bersifat membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan.

Samarinda, Nopember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
Kondisi wilayah Kalimantan Timur	6
Virus Covid-19	10
Uji korelasi kepadatan penduduk menggunakan SPSS (<i>Statistical Package for The Social Sciences</i>)	13
Permodelan sistem informasi geografis (SIG)/ Geographical Information System (GIS)	16
BAB III METODE PENELITIAN	23
Area Penelitian	23
Pengumpulan Data	25
Analisis data	25
BAB IV HASIL DAN DISKUSI	29
Hubungan antara kepadatan penduduk dengan kasus mingguan COVID-19 di Kalimantan Timur	29
Pemetaan tingkat infeksi Covid-19 oleh GIS	33
BAB V PENUTUP	42
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Implementasi teknologi SIG	18
Gambar 2. Sistem pendukung SIG	19
Gambar 3. konsep/gambaran umum sistem informasi	22
Gambar 4. Peta Kalimantan Timur dari a) google earth dan b) GIS	24
Gambar 5. Pemetaan wilayah penyebaran Covid-19 dengan menggunakan GIS.....	36
Gambar 6. pemetaan wilayah penyebaran Covid-19 di Kaltim.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kepadatan penduduk dan kasus mingguan Covid-19 di Kalimantan Timur.....	30
Tabel 2. Rangkuman model analisis SPSS untuk menentukan uji korelasi	31
Tabel 3. Hubungan kepadatan penduduk dengan penyebaran Covid-19 dari penelitian sebelumnya	32
Tabel 4. Tingkat kejadian kasus mingguan Covid-19 di Kaltim	34

BAB I

PENDAHULUAN

Penyakit Coronavirus (Covid-19) merupakan masalah kesehatan dunia akibat pesatnya penyakit yang pertama kali dilaporkan di Wuhan, Provinsi Hubei, China pada Desember 2019 (Wu & McGoogan, 2020). Tahun 2020 dipastikan Covid-19 menyebar dengan cepat ke seluruh dunia yang pada 11 Maret 2020 Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan Covid-19 sebagai pandemi global. Pandemi ini telah menggoyahkan beberapa sektor: fasilitas kesehatan [2-3]. Selain itu, banyak dampak yang ditimbulkan dari pandemi ini seperti: kesehatan mental [4-5], pekerjaan [6-7], pendidikan (Ceesay, 2021; Chang et al., 2021; Mukuka et al., 2021) sektor energi (Hartono et al., 2021; Hoang et al., 2021; Si et al., 2021) dan agama [14-15]. Hingga 17 Juni 2021, Indonesia khususnya Kalimantan Timur telah mengkonfirmasi 73.218 infeksi dan 1758 kematian.

Untuk memahami dinamika infeksi, penyebaran kasus Covid-19 sangat bervariasi sehingga perlu dilakukan pemodelan transmisi untuk membaca pola penyebaran kasus Covid-19. Beberapa peneliti telah mempelajari faktor-faktor penyebaran Covid-19 pada kepadatan penduduk di beberapa dunia: Menurut (Ciupa & Suligowski, 2021) kepadatan penduduk berkorelasi kuat dengan meningkatnya penyebaran Covid-19 di Polandia dimana model logaritma dan homografi menggambarkan hubungan antara kepadatan penduduk dengan Covid-19 adalah 0,943 dari R^2 . Generalized Linear Mixed Model (GLMM) digunakan untuk mengidentifikasi korelasi kepadatan penduduk dan Covid-19 oleh (Pequeno et al., 2020) di Brazil dengan hasil yang lebih kuat efek penyebaran Covid-19 di Brazil. Korelasi yang digunakan, analisis klaster, dan regresi linier berganda digunakan oleh (Alam, 2021) untuk mengetahui pengaruh kepadatan penduduk terhadap penyebaran Covid-19 dengan nilai R sebesar 0,802 dan nilai P sebesar 0,001 dimana permukiman perkotaan memiliki risiko penyebaran penyakit yang lebih tinggi karena kepadatan penduduk yang sangat besar. Di Jepang tingkat infeksi dipengaruhi oleh kepadatan penduduk dengan korelasi

yang kuat (Kokubun & Yamakawa, 2021). (Aabed & Lashin, 2021) membahas korelasi antara kepadatan penduduk dengan kasus Covid-19 di 20 negara dengan menggunakan Fuzzy dengan hasil nilai R sebesar 0,609 sebagai korelasi positif.

Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi penyebaran covid-19 di beberapa negara sebagai berikut: Di Indonesia, (Tosepu et al., 2020) membahas hubungan komponen cuaca meliputi suhu, kelembaban, dan jumlah curah hujan dengan hasil nilai r sebesar 0,392 dan $p < 0,01$. Di Tiongkok, (Zhu et al., 2020) membahas korelasi antara polusi udara dan infeksi Covid-19. Di Tiongkok, (Sarkar et al., 2021) membahas dampak faktor meteorologi terhadap Covid-19 meliputi suhu lingkungan, kisaran suhu diurnal, kelembaban absolut, dan indeks skala migrasi sehingga faktor meteorologi berperan independen dalam penularan Covid-19. Di Eropa, (Coccia, 2021) membahas korelasi antara mobilitas manusia dan infeksi Covid-19. Dampak kondisi meteorologi dan polusi udara terhadap penyebaran Covid-19 di Italia (Kotsiou et al., 2021; Lolli et al., 2020). Pengaruh polusi udara dan faktor meteorologi di Bangkok (Sangkhom et al., 2020).

Kalimantan Timur merupakan salah satu provinsi besar di Indonesia yang memiliki luas lahan 127.346,92 ha dan kepadatan penduduk 3.708 juta jiwa dimana kondisi wilayah seperti ini menyulitkan pemerintah untuk mengidentifikasi penyakit menular seperti Covid-19. SIG merupakan alat yang digunakan untuk mengkaji/menganalisis sebaran spasial penyakit menular yang dapat membantu dalam pencegahan dan pendistribusian alat kesehatan seperti masker, ventilator, PCR test kit, antigen test kit, dan oksigen. SIG dapat memproyeksikan lokasi penyebaran Covid-19 berdasarkan kategori: Sangat Tinggi, Tinggi, Sedang, Rendah dan Sangat Rendah (Quan & Bansal, 2021). Beberapa peneliti mempelajari GIS untuk memprediksi penyebaran Covid-19 dengan lokasi tertentu (Ahasan & Hossain, 2021), pengelompokan spasial (Zhou et al., 2020), pelacakan kasus (Khan et al., 2021), dan memetakan kasus (Kamel Boulos & Geraghty, 2020). (Rahman et al., 2021) membahas pendekatan pemodelan spasial dengan menggunakan GIS untuk mengidentifikasi faktor risiko yang berkontribusi terhadap tingkat kejadian Covid-19 di Bangladesh. (Gangwar & Ray, 2021) melaporkan bahwa GIS diimplementasikan untuk menganalisis penyebaran

Covid-19 selama fase pra-lockdown, lockdown, dan pembukaan fase lockdown di India. Model spasial dengan menggunakan GIS berbasis dapat membantu untuk memahami berbagai faktor dalam penyebaran Covid-19 dan GIS adalah perangkat lunak yang sangat baik untuk menggambarkan spasial pandemi dan pemetaan area (Dutta et al., 2021).

Selanjutnya, penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara kepadatan penduduk dengan angka kejadian penyebaran Covid-19 di Kalimantan Timur. Korelasi ditentukan dengan analisis statistik (SPSS) untuk menghitung nilai R^2 sebagai parameter korelasi dalam penelitian ini. Kemudian berbasis GIS digunakan dalam penelitian ini untuk pemetaan wilayah penyebaran Covid-19 berdasarkan tingkat kejadian mingguan penyebaran Covid-19 dengan 3 tingkatan: tinggi, sedang, dan rendah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Kondisi wilayah Kalimantan Timur

Letak provinsi Kalimantan Timur berada di Pulau Kalimantan yang merupakan provinsi terluas kedua di Indonesia dengan wilayah seluas luas daratan 127.267,52 km² dan luas lautan 25.565 km² atau sekitar satu setengah kali Pulau Jawa dan Madura atau 11% dari total luas wilayah Indonesia. Ibu Kota provinsi Kalimantan Timur terletak di Kota Samarinda (Pemprov Kaltim, 2015). Selain itu, provinsi Kalimantan Timur merupakan provinsi yang menjadi bagian tidak terpisahkan dari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Secara geografis provinsi Kalimantan Timur terletak pada posisi antara 113°44' Bujur Timur dan 119°00' Bujur Timur serta antara 2°33' Lintang Utara dan 2°25' Lintang Selatan. Adapun batas wilayah Provinsi Kalimantan Timur sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Malaysia yaitu Negara Bagian Sabah.
- b. Sebelah Selatan berbatasan dengan Provinsi Kalimantan Selatan.
- c. Sebelah Timur berbatasan dengan Selat Makassar dan Laut Sulawesi.
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Provinsi Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, dan Malaysia yaitu Negara Bagian Serawak.

Kalimantan Timur memiliki sumber kekayaan yang cukup besar, baik berupa sumberdaya alam, pariwisata, dan kelautan, dalam RPJP Kalimantan Timur 2005-2025 dijelaskan antara lain:

- a. Potensi sumberdaya mineral dan energi berupa minyak dengan produksi rata-rata per tahun sebesar 1,17ton MMSTB, gas bumi dengan produksi sebesar 48.680 BSCF per tahun, batubara dengan produksi sebesar 21,00 milyar ton per tahun dan emas/perak dengan cadangan 60,50 juta ton.
- b. Potensi hutan seluas kurang lebih 14,67 juta ha. yang meliputi kawasan hutan lindung, hutan produksi dan hutan konservasi.

- c. Potensi lahan yang ditetapkan untuk kawasan budidaya non kehutanan seluas 5,24 juta ha. lahan perkebunan seluas 4,7 ha. yang terbagi untuk kelapa sawit 4,09 juta ha. dan 0,61 juta ha. untuk perkebunan lainnya, serta lahan pertanian 0,6 juta ha.
- d. Potensi pariwisata yang meliputi pariwisata alam, seni dan budaya, sejarah dan kehidupan masyarakat pedalaman/perbatasan.
- e. Potensi perairan meliputi perairan laut 98.000 km² dan perairan umum 2,28 juta ha, termasuk wilayah budidaya tambak, sungai dan danau. Potensi hasil perikanan tambak rata-rata 350 ribu ton per tahun.
- f. Potensi komoditas unggulan tersebar di kabupaten/kota, yaitu: (1) Kabupaten Pasir dengan komoditas unggulan kelapa sawit, karet, padi, pisang, perikanan, batubara dan Hutan Tanaman Industri (HTI); (2) Kabupaten Kutai Barat dengan komoditas unggulan kelapa sawit, karet, durian, rambutan, perikanan darat, batubara dan emas; (3) Kabupaten Kutai Kartanegara dengan komoditas unggulan kelapa sawit, karet, padi, lada, pisang, nanas,

perikanan, pariwisata, batubara, HTI dan gas; (4) 52 Kabupaten Kutai Timur dengan komoditas unggulan kelapa sawit, pisang, jagung, karet, batubara dan HTI; (5) Kabupaten Berau dengan komoditas unggulan kelapa sawit, karet, padi, kedelai, perikanan, kelapa, pariwisata, dan batubara; (6) Kabupaten Malinau dengan komoditas unggulan kakao, kelapa sawit, nanas, cempedak, HTI, dan batubara; (7) Kabupaten Bulungan dengan komoditas unggulan kelapa sawit, durian, kakao, perikanan, cempedak, metanol, dan HTI; (8) Kabupaten Nunukan dengan komoditas unggulan kakao, kelapa sawit, perikanan, padi dan (Bario), jagung, ayam Nunukan, minyak bumi, HTI dan garam gunung; (9) Kabupaten Penajam Paser Utara dengan komoditas unggulan perikanan, kelapa sawit, durian, karet dan HTI; (10) Kabupaten Tana Tidung dengan komoditas unggulan kakao, kelapa sawit, cempedak dan durian; (11) Kota Balikpapan dengan komoditas unggulan perikanan, pariwisata, dan pengilangan minyak bumi; (12) Kota Samarinda dengan komoditas unggulan

perikanan, pariwisata, lada dan batubara; (13) Kota Tarakan dengan komoditas unggulan udang, ayam ras, dan minyak bumi; dan (14) Kota Bontang dengan komoditas unggulan perikanan, pupuk dan gas.

Virus Covid-19

Pada awal Desember epidemi Covid-19 mulai meluas dari kota Wuhan ke negara lain. Wuhan merupakan kota terpadat ke-7 di Tiongkok. Kasus Covid-19 mulai masuk ke Asia pertama kali diagnosis pada 13 Januari 2020 di Bangkok (8). Selain itu, wilayah diluar daratan China telah dilaporkan 8565 kasus terkonfirmasi COVID-19 dengan 132 kematian pada 2 Maret 2020. Serta penularan komunitas yang signifikan terjadi di beberapa negara di seluruh dunia, termasuk Iran dan Italia dan dinyatakan sebagai pandemi global oleh pemerintah. WHO pada 11 Maret 2020 [9]. Jumlah kasus yang dikonfirmasi terus meningkat di seluruh dunia dan setelah kawasan Asia dan Eropa, peningkatan tajam dalam kasus saat itu diamati di negara-negara berpenghasilan rendah [10]. Sulit untuk mengukur ukuran yang tepat dari pandemi ini karena perlu untuk menghitung semua kasus

termasuk tidak hanya kasus yang parah dan bergejala tetapi juga yang ringan [11]. Sayangnya, hingga saat ini, tidak ada respons global dan standar terhadap pandemi dan setiap negara menghadapi krisis berdasarkan kemungkinan, keahlian, dan hipotesis mereka sendiri. Dengan demikian, ada perbedaan kriteria untuk pengujian, rawat inap, dan perkiraan kasus sehingga sulit untuk menghitung jumlah orang yang terkena epidemi.

Di Indonesia sendiri, saat ini (17 Juli 2021) untuk total tes yang dilakukan sebanyak 162.382, tambahan kasus terkonfirmasi sebanyak 51.952, dengan sebaran penambahan kasus terkonfirmasi: DKI Jakarta: 10.168; Jawa Barat: 9.398; Jawa Timur: 6.920; Jawa Tengah: 5.655; Banten: 3.424; DI Yogyakarta: 2.523; Kalimantan Timur: 1.667; Bali: 1.019; Sumatera Utara: 1.004; Riau: 999; Kepulauan Riau: 892; Sulawesi Selatan: 771; Sumatera Selatan: 770. Sehingga sejak munculnya kasus terkonfirmasi yang pertama sampai dengan saat ini (17 Juli 2021) total pasien covid-19 di Tanah Air berjumlah 2.832.755, dimana total kasus aktif Covid-19 sebanyak 527.872 dan untuk wilayah Kalimantan Timur telah terkonfirmasi 73.218 infeksi dan 1758 kematian.

Bagi Indonesia, pandemi Covid-19 ini memberikan dampak yang cukup besar. Pada aspek kesehatan, semakin meningkatnya kasus Covid-19 yang terkonfirmasi menyebabkan akses terhadap layanan Kesehatan semakin menurun. Pandemi COVID-19 yang terjadi secara cepat dan mendadak memunculkan ketidaksiapan berbagai pihak untuk melakukan adaptasi (Rinaldi & Yuniasanti, 2020). Ketidaksiapan tersebut membuat sebagian fasilitas kesehatan menghentikan layanannya sementara waktu. Sementara itu, sebagian lainnya, mengalokasikan sebagian besar sumber daya untuk penanganan COVID-19, sehingga layanan kesehatan selain COVID-19 menjadi tidak maksimal (Moynihan et al., 2021; Purnamasari & Ali, 2021). Penyebab lain penurunan akses layanan kesehatan adalah keengganan masyarakat untuk melakukan pemeriksaan kesehatan secara langsung di fasilitas kesehatan. Beberapa penelitian menunjukkan hasil bahwa pandemi COVID-19 meningkatkan kecemasan dan stress (Agung, 2020; Hyland et al., 2020; Praghlapati, 2020). Kecemasan tersebut membuat sebagian masyarakat, khususnya yang termasuk dalam

kelompok rentan untuk tidak mendatangi fasilitas Kesehatan.

Pada aspek ekonomi, pandemi Covid-19 di Kalimantan Timur memberikan dampak salah satunya adalah adanya penurunan pada beberapa sektor usaha terutama pada bidang transportasi dan perdagangan serta di bidang usaha penyediaan akomodasi dan makan minum.

Uji korelasi kepadatan penduduk menggunakan SPSS (*Statistical Package for The Social Sciences*)

Software pengolah data statistik yang familiar digunakan oleh masyarakat atau peneliti adalah SPSS yang mana software ini dapat memprestasikan data, mengolah data, dan menganalisa data yang kedalam bentuk perhitungan statistik. Secara umum, uji korelasi terbagi menjadi tiga yaitu korelasi sederhana, korelasi partial, dan korelasi ganda. Dalam artikel ini, perhitungan SPSS yang digunakan adalah uji korelasi untuk mengetahui hubungan antara kepadatan penduduk dengan angka kejadian penyebaran Covid-19 di Kalimantan Timur. Korelasi ditentukan dengan analisis statistik (SPSS) untuk menghitung nilai R^2

sebagai parameter korelasi dalam penelitian ini. Uji korelasi adalah teknik perhitungan statistik yang digunakan untuk menguji/menentukan suatu hubungan serta arah hubungan dari dua variabel.

Korelasi sederhana merupakan suatu teknik perhitungan statistik untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel dan untuk mengetahui nilai hubungan dari variabel tersebut dengan hasil yang sifatnya kualitatif. Parameter hubungan yang dimaksud dapat berupa hubungan yang kuat, lemah ataupun tidak kedua-duanya. Bentuk nilai korelasi yang dimunculkan dapat berupa korelasi linear positif (+) atau linear negatif (-). Simbol yang digunakan dalam korelasi sederhana adalah “r” yang mana nilai koefisien “r” akan selalu berada diantara -1 sampai +1. Perlu diperhatikan bahwa koefisien korelasi akan selalu berada dalam range $-1 \leq r \leq +1$. Jika diperoleh perhitungan diluar range tersebut maka dipasikan bahwa telah terjadi kesalahan dalam perhitungan. Koefisien Korelasi Sederhana disebut juga dengan Koefisien Korelasi Pearson karena rumus perhitungan Koefisien korelasi sederhana ini dikemukakan oleh Karl Pearson yaitu seorang ahli Matematika yang berasal dari Inggris. Rumus yang dipergunakan untuk

menghitung Koefisien Korelasi Sederhana adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Dimana:

N = Banyaknya pasangan data x dan y

$\sum x$ = Total jumlah dari variabel x

$\sum y$ = Total Jumlah dari variabel y

$\sum x^2$ = Kuadrat dari total jumlah variabel x

$\sum y^2$ = Kuadrat dari total jumlah variabel y

$\sum xy$ = Hasil perkalian dari total jumlah variabel x dan variabel y

Nilai koefisien 'r' yang mendekati nilai 1 atau -1 berarti memiliki hubungan antara dua variabel yang semakin kuat sedangkan nilai yang mendekati 0 berarti memiliki hubungan antara dua variabel semakin lemah. Nilai positif menunjukkan hubungan searah (x naik maka y naik) sedangkan nilai negatif menunjukkan hubungan terbalik (x naik maka y turun).

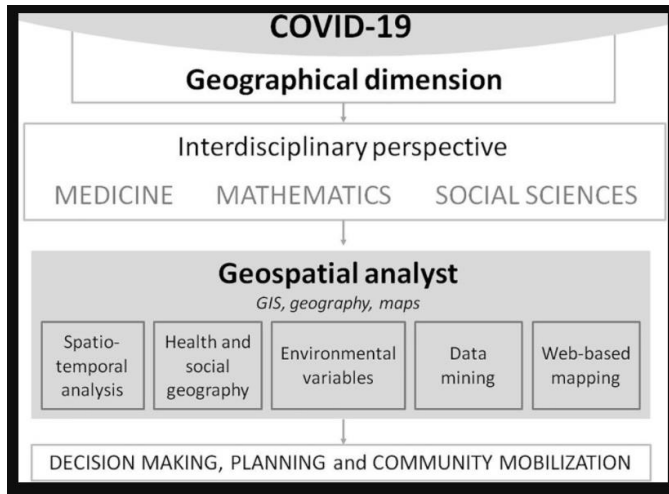
Permodelan sistem informasi geografis (SIG)/ Geographical Information System (GIS)

a. Pengertian SIG

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk membuat, mengelola, menganalisa, dan memetakan semua jenis data yang diintegrasikan dalam bentuk peta atau data lokasi untuk mendeskripsikan informasi geografis yang menghasilkan visualisasi (2D atau 3D). Aplikasi atau penggunaan GIS pada dasarnya dapat digunakan diseluruh disiplin ilmu, termasuk didunia industri maupun didunia kesehatan masyarakat. Dalam dunia industri biasanya GIS digunakan untuk memprediksi penilaian dampak lingkungan pada perusahaan tambang baik pra maupun pasca eksplorasi, sehingga memberikan dasar untuk pemetaan dan Analisa yang digunakan dalam dunia industry. Selain itu juga, GIS mampu memberikan komunikasi dan efisiensi dalam pengambilan keputusan yang baik (ESRI, 2007; Kim et al., 2012; Legg, 1990).

Didalam dunia kesehatan GIS telah dikembangkan sejak tahun 2014 untuk pemetaan penyakit menular dilaporkan oleh (Lyseen et al., 2014).

Secara umum, GIS mampu memerankan pola pemetaan klusterisasi, tracking, dan penularaan covid-19 (Dong et al., 2020). Implementasi teknologi GIS dapat memberikan kemudahan bagi peneliti maupun praktisi dalam melawan wabah covid-19. Review yang dilakukan oleh (Franch-Pardo et al., 2020) memberikan penjelasan bahwa menggunakan GIS dapat membantu menjelaskan tingkat dan dampak pandemic. Selain itu juga, GIS mampu membantu menjelaskan pengambilan keputusan, perencanaan, dan tindakan masyarakat dengan mengkorelasikan dengan interdisipliner bidang medice, matematik, dan social science. Katagori pemetaan penyakit dapat berupa Analisa spatiotemporal, geografi kesehatan dan sosial, variabel lingkungan, data mining, dan pemetaan berbasis web. Sistem seperti ini dapat digunakan juga untuk penentuan layanan dan kontrol kesehatan bagi masyarakat, pemetaan/pelacakan pergerakan manusia, perumusan tanggapan ilmiah dan politik. Secara detail, implementasi teknologi GIS dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

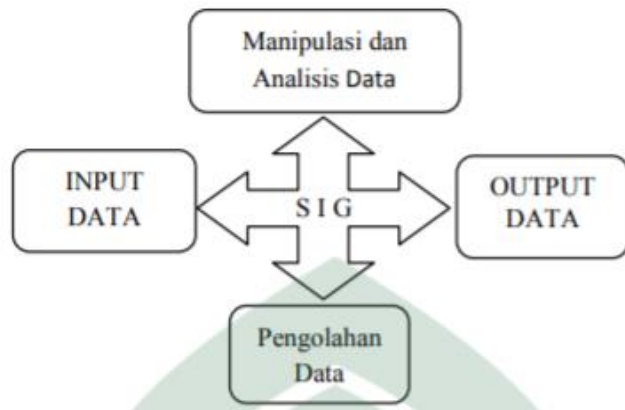


Gambar 1. Implementasi teknologi SIG

b. Sistem pendukung SIG

Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki beberapa sistem pendukung untuk dapat dioperasikan sesuai fungsinya. Sistem pendukung dalam SIG terdiri dari sistem masukan data (input data), manipulasi dan Analisa data, penyajian data (output data), dan pengolahan data. cara kerja SIG dapat memproyeksikan atau mempretasikan data lokasi kedalam bentuk monitor komputer yang berupa lembara peta. Objek yang ditampilkan dalam peta dapat berupa objek sungai, jalan, lautan, hutan, kebun, jembatan, dan lain-lain. Secara basis data, Sistem SIG

semua informasi deskriptif disimpan dalam bentuk atribut-atribut data, kemudian data tersebut dirubah dan disimpan dalam tabel-tabel. SIG dapat membaca atribut-atribut tersebut dan diakses melalui lokasi-lokasi unsur peta. Sistem pendukung pada SIG dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Sistem pendukung SIG

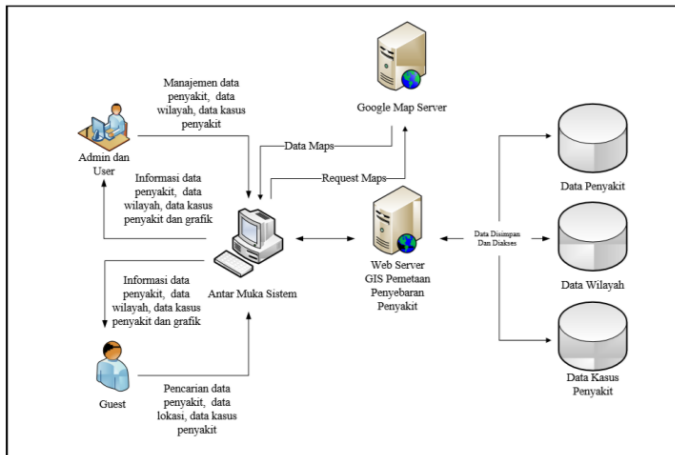
Dari gambar 2, sistem masukan data (input data) digunakan untuk memasukkan data dan mengubah data asli ke bentuk yang dipakai oleh SIG sesuai dengan perintah yang dimasukkan. Sebelum dimasukkan ke dalam komputer, semua input data dasar diubah menjadi data digital. Jenis data dasar geografi terdiri dari data spasial dan data non spasial. Data spasial

merupakan data yang menggambarkan ruang, lokasi, tempat-tempat dipermukaan bumi. Selain itu, data spasial ini diambil dari peta analog, foto udara, dan penginderaan jarak jauh. Data spasial didalam SIG terdiri dari data raster dan data vector. Bentuk data raster menggambarkan struktur matriks atau pixel-pixel yang membentuk grid. Sedangkan, bentuk data vektor menggambarkan titik-titik, garis-garis atau kurva dalam polygon beserta atributnya. Data non spasial menunjukan suatu informasi dari data statistik, catatan lapangan, dan data referensi lainnya. Sistem manipulasi dan Analisa data mengambar pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan. Output data berfungsi untuk memberikan informasi geografis sebagai hasil Analisa data dalam proses SIG. Sistem pengolahan data ini digunakan untuk memudahkan dalam pengupdatean dan pengeditan data.

c. Implementasi SIG untuk pemetaan penyakit

Ketersediaan informasi menjadi faktor penting bagi tenaga medis, untuk penyedia fasilitas kesehatan, dan tenaga pemerintah lainnya dalam menanggulangi atau melakukan aksi pencegahan terhadap penyakit. Adanya SIG menjadi solusi alternatif untuk

menyediakan informasi tentang titik dan tingkat penyebaran penyakit yang terjadi pada suatu daerah. Konsep SIG dalam menggambarkan pemetaan penyebaran penyakit dapat diintegrasikan menggunakan Google Map API berbasis web (Putu Krisna et al., 2014). Program API (*Application Programming Interface*) disediakan oleh aplikasi dan bisa diintegrasikan dengan aplikasi yang dibuat oleh user untuk pemetaan penyakit. Berdasarkan laporan dari (Krisna, 2020) (Diyah krisna Yuliana) Konsep umum yang digunakan pada sistem informasi berbasis web dapat digambarkan bahwa administrator dan user serta guest yang berhubungan dengan *design interface* mampu mengambil citra dari peta melalui google map server dan dimasukkan kedalam web server. Selanjutnya sistem ini akan dihubungkan ke dalam *database* yang telah menyimpan data penyakit, data wilayah, dan data kasus penyakit. Output sistem mampu menampilkan informasi penyebaran penyakit yang sesuai dengan perintah dari user. Secara detail konsep/gambaran umum sistem informasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. konsep/gambaran umum sistem informasi

BAB III

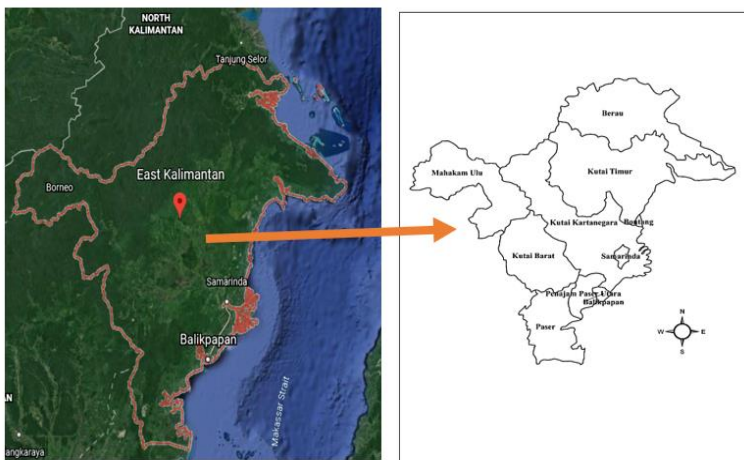
METODE PENELITIAN

Area Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kalimantan Timur, Indonesia. Secara administratif Kalimantan Timur berbatasan dengan Kalimantan Utara, di sebelah timur dengan Selat Makassar dan Selat Sulawesi, di sebelah selatan dengan provinsi Kalimantan Selatan, dan di sebelah barat dengan provinsi Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, dan negara bagian Sarawak, Malaysia Timur. Selain itu, Kalimantan Timur memiliki luas daratan 127.267,52 km² dan luas lautan 25.565 km² yang mana provinsi ini terletak antara 113^o44' Bujur Timur dan 119^o00' Bujur Timur serta antara 2^o33' Lintang Utara dan 2^o25' Lintang Selatan. Jumlah penduduk Kalimantan Timur sekitar 3,77 juta jiwa yang tersebar di 10 kabupaten yang terdiri dari: Berau, Kutai barat, Kutai Kartanegara, Kutai Timur, Mahakam Ulu, Paser, Penajam Paser Utara, Balikpapan, Bontang, dan Samarinda. Peta Kalimantan Timur dengan menggunakan google earth dan GIS dapat

diilustrasikan pada Gambar 5 Gambar dibuat dari google earth untuk menentukan peta Kalimantan Timur sehubungan dengan situasi saat ini. Lebih lanjut, peta ini digunakan untuk mengetahui penyebaran Covid-19 dengan menggunakan GIS (Geographic Information System) yang terbagi menjadi 3 level: rendah, sedang, dan tinggi. Kaltim menjadi salah satu provinsi di Indonesia yang mengalami peningkatan kasus mingguan penyebaran Covid-19 pada 17 Juni 2021 terkonfirmasi sekitar 73.218 kasus.

- a) Peta Kalimantan Timur oleh google earth
- b) Peta Kalimantan Timur oleh GIS



Gambar 4. Peta Kalimantan Timur dari a) google earth dan b) GIS

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, kumpulan data merupakan gabungan data kepadatan penduduk dan kasus mingguan penyebaran Covid-19 di Kalimantan Timur, Indonesia. Dataset diperoleh dari website Pemda Kaltim (<https://covid19.kaltimprov.go.id/>) diakses pada tanggal 1 Juni 2021. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 17 Juni sampai dengan 18 Juli 2021. Kumpulan data kepadatan penduduk dalam penelitian ini disarikan dari website pemerintah daerah (<https://kaltim.bps.go.id/>) sebagai sensus penduduk terbaru tahun 2020. Untuk mengetahui hubungan kepadatan penduduk dengan kasus mingguan Covid-19 dijelaskan oleh SPSS dan GIS sebagai pemetaan wilayah penyebaran Covid-19.

Analisis data

Dua tujuan dalam penelitian ini adalah: 1) untuk mengetahui hubungan kepadatan penduduk dengan kasus mingguan penyebaran Covid-19 di Kalimantan Timur, dan 2) untuk menunjukkan pemetaan wilayah kasus mingguan Covid-19 dengan menggunakan GIS berdasarkan tingkat insidensi jangkauan di Kalimantan Timur.

Di sini kepadatan penduduk sebagai variabel bebas sedangkan angka kejadian Covid-19 sebagai variabel terikat. Kuatnya korelasi antara kepadatan penduduk dengan angka kejadian penyebaran Covid-19 diwakili oleh analisis korelasi. Analisis statistik untuk menentukan korelasi dilakukan dengan SPSS (Statistical Product and Service Solution). Selanjutnya, penelitian tersebut menggunakan korelasi kovarians (Cov) untuk menunjukkan arah hubungan linier antara tingkat kejadian penyebaran Covid-19 dengan kepadatan penduduk. Untuk pengamatan x_i dan y_i (i mulai dari 1 sampai n) dimana sebuah himpunan dari n pasangan dari x_i dan y_i . Persamaan korelasi didefinisikan sebagai:

$$r = \frac{\text{Cov}(x,y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

- 1) Persamaan ini dikembangkan dari (Bhadra et al., 2021) dimana $\text{Cov}(x,y)$

$\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})\right)$ menunjukkan

kovarians silang dari dua variabel dan $\sigma_x(i = x, y)$ adalah standar deviasi. Kemudian, koefisien determinasi (R^2) mengkuantifikasi jumlah variabilitas dalam variabel terikat yang dijelaskan oleh model sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{SST}{SSE} - 1$$

- 2) Dimana SSE mewakili jumlah kesalahan kuadrat (residual kuadrat). SST merupakan jumlah variasi kuadrat pada variabel terikat. Kasus mingguan penyebaran Covid-19 dikaitkan dengan kepadatan penduduk di Kalimantan Timur. Koefisien Pearson diterapkan pada data interpretasi. Sebagai parameter, tingkat korelasi kuat jika nilai R berada antara $\pm 0,50$ dan ± 1 ; tingkat korelasi sedang jika berada di antara $\pm 0,30$ dan $\pm 0,49$, dan tingkat korelasi rendah jika berada di bawah $\pm 0,29$. Model regresi disempurnakan analisisnya melalui nilai koefisien determinasi R-kuadrat (R^2) dimana rentang R-kuadrat antara 0% dan 100%. Semakin tinggi R-kuadrat (R^2) menunjukkan tingginya hubungan antar variabel yang diteliti.

Selain itu, tingkat kejadian penyebaran covid-19 di Kaltim telah dikembangkan pemetaan wilayah penyebaran covid-19 dengan menggunakan SIG menjadi 3 tingkatan sebagai berikut: rendah, sedang, dan tinggi. GIS digunakan untuk menggambarkan pemetaan wilayah penyebaran Covid-19 berdasarkan rentang angka kejadian kasus mingguan di Kalimantan Timur. Rentang tingkat infeksi sebagai data skoring.

BAB IV

HASIL DAN DISKUSI

Hubungan antara kepadatan penduduk dengan kasus mingguan COVID-19 di Kalimantan Timur

Kasus Covid-19 terkonfirmasi di Kaltim bertambah setiap harinya yang mana telah dikonfirmasi setiap minggunya kasus Covid-19 bertambah sekitar 5.880 kasus dari 10 kabupaten. Pengamatan dalam penelitian ini dilakukan dengan SPSS (Statistical Product and Service Solution) untuk menggambarkan hubungan antara kepadatan penduduk dengan penyebaran Covid-19. SPSS merupakan salah satu software statistik yang digunakan untuk menganalisis data dan analisis statistik yang cukup populer. SPSS dapat melakukan analisis data menggunakan uji regresi, uji korelasi, dan uji ANOVA, uji linieritas, dll di mana 10 langkah tutorial SPSS untuk pemula dilaporkan oleh (McDonald et al., 2020). Dalam penelitian ini, uji korelasi digunakan

untuk mengetahui keeratan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Data kepadatan penduduk dan kasus mingguan Covid-19 di Kalimantan Timur yang diambil dari tanggal 18-18 Juli dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Kepadatan penduduk dan kasus mingguan Covid-19 di Kalimantan Timur

Kabupaten/ Kota	Kepadatan Penduduk	Minggu 1, 17 Juni - 24 Juni 2021	Minggu 2, 2 Juni - 2 Juli 2021	Minggu 3, 3 Juli- 10 Juli 2021	Minggu 4, 11 Juli-18 Juli 2021
Berau	232,519	123	346	457	866
Kutai Barat	153,976	56	113	386	696
Kutai Kartanegara	781,897	105	416	988	1878
Kutai Timur	387,581	122	305	623	1241
Mahakam Ulu	27,027	3	12	73	130
Paser	28,3673	39	70	131	395
Penajam Paser Utara	158,579	57	104	220	393
Balikpapan	641,817	565	1402	1645	3681
Bontang	182,617	342	524	773	1054
Samarinda	859,250	179	568	1026	1415

Berdasarkan Tabel 1 kasus Covid-19 dari 10 kabupaten meningkat signifikan dengan total kepadatan penduduk di Kaltim sebanyak 370.893,6 jiwa. Kabupaten Mahakam memiliki kepadatan penduduk 270,27 jiwa dan kasus mingguan penyebaran Covid-19 sebanyak 218 kasus. Namun kepadatan penduduk di atas 100 ribu telah mengalami

peningkatan jumlah kasus Covid-19 di atas 1.000 kasus terkonfirmasi. Hasil analisis dengan menggunakan SPSS dapat dijelaskan dalam ringkasan model yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkuman model analisis SPSS untuk menentukan uji korelasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the estimate
Uji Korelasi	0.682	0.465	0.398	1589.901

Berdasarkan Tabel 2 hasil percobaan didapatkan bahwa Nilai R pada penelitian ini adalah 0,682. Sebaliknya nilai R_{tabel} untuk $N=10$ adalah 0,576. Oleh karena itu $R_{hitung} > R_{tabel}$. Dengan kata lain, kepadatan penduduk mempengaruhi penyebaran kasus Covid-19 di Provinsi Kalimantan Timur. Nilai R ini juga menunjukkan bahwa kepadatan penduduk berkorelasi sedang terhadap angka kejadian kasus mingguan Covid-19 di Kalimantan Timur. Hal ini diperkuat dengan t_{score} yang diperoleh yaitu $2,639 > t_{tabel} 2,306$ dan diperoleh nilai signifikansi 0,030 yaitu $< 0,05$. Sedangkan nilai R^2 yang diperoleh yaitu 0,465 menunjukkan kepadatan penduduk mampu

menggambarkan lebih dari 46,5% penyebaran Covid-19 di Kaltim. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya di dunia yang dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan kepadatan penduduk dengan penyebaran Covid-19 dari penelitian sebelumnya

No	Author	Countries	R^2 value	Note
1	(Aw et al., 2021)	Malaysia	0.644	Korelasi kuat
2	(Kadi & Khelfaoui, 2020)	Algeria	0.531	Korelasi kuat
3	(Bhadra et al., 2021)	India	0.490	Korelasi sedang
4	(Kodera et al., 2020)	Jepang	0.394	Korelasi sedang
5	(Alfonso Ilardi, Sergio Chieffi, Alessandro Lavarone, 2021)	Itali	0.670	Korelasi kuat
6	Penelitian ini	Indonesia, Kaltim	0.465	Korelasi kuat

Hasil korelasi kepadatan penduduk dengan kasus mingguan Covid-19 di Kalimantan Timur dapat dimanfaatkan untuk membantu pemerintah daerah dalam menjalankan strategi pencegahan dan pengurangan kasus mingguan Covid-19 berupa prioritas kesehatan, distribusi bantuan kebutuhan, vaksinasi prioritas dan tempat isolasi prioritas. Menurut penelitian sebelumnya, kepadatan penduduk berpengaruh signifikan terhadap penyebaran Covid-

19. Penelitian sebelumnya dari (Coşkun et al., 2021) telah melaporkan bahwa kepadatan penduduk adalah faktor utama penyebaran covid-19 di kota-kota Turki dengan 94% varian dalam penyebaran virus. Kepadatan penduduk memiliki tingkat penularan SARS-CoV-1 yang lebih besar di Amerika Serikat yang 95% berpengaruh pada penyebaran covid-19 (Sy et al., 2021). Menurut (Federico Paez Osuna, Gladys Valencia Castaneda, 2020) kepadatan penduduk yang tinggi memiliki tingkat kematian Covid-19 yang lebih tinggi. Tingkat kontribusi kepadatan penduduk adalah 30-50% (Diao et al., 2021).

Pemetaan tingkat infeksi Covid-19 oleh GIS

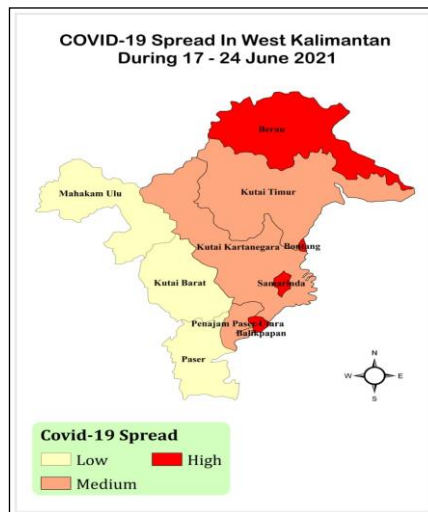
GIS (*Geographic Information System*) diterapkan dalam penelitian ini untuk pemetaan wilayah berdasarkan data geografis yang terkait dengan objek penelitian dengan menggunakan perangkat komputer. GIS dapat menggambarkan suatu model pada layar monitor dalam bentuk lembar peta yang disajikan secara nyata. Fitur GIS dapat direpresentasikan sebagai item peta yang meliputi: sungai, jalan, gunung, bangunan, kepadatan penduduk, dll. Dalam penelitian

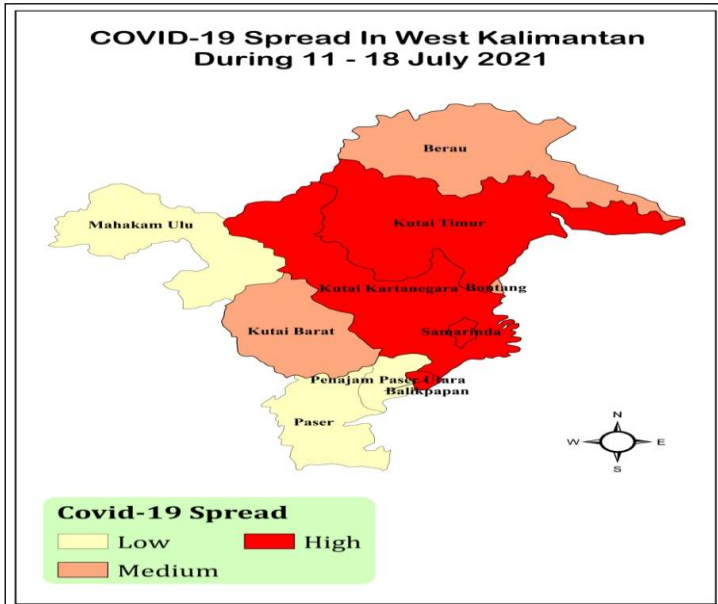
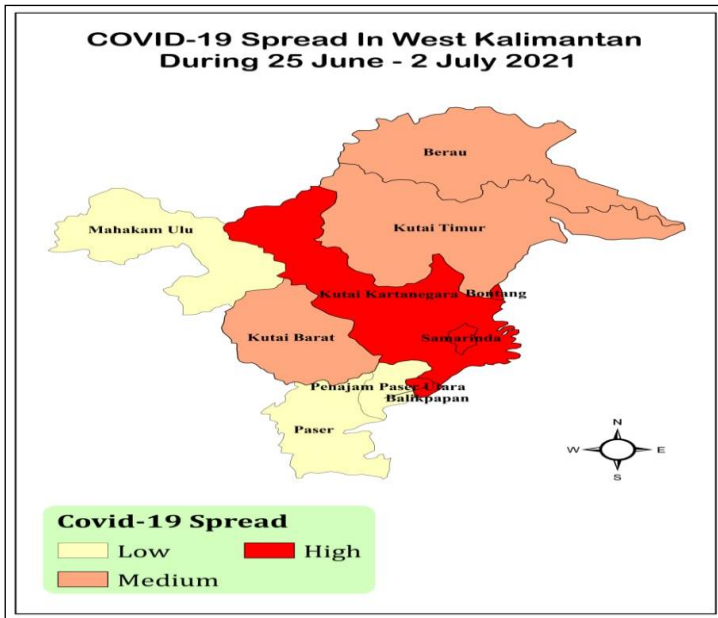
ini, GIS diterapkan untuk area pemetaan pada tingkat kejadian kasus mingguan di Kalimantan Timur di bawah 10 kabupaten. Tujuan pemetaan wilayah dengan menggunakan GIS adalah untuk memberikan informasi persebaran kasus mingguan Covid-19 di Kalimantan Timur. Konsep ini dapat digunakan untuk membantu pemerintah daerah dalam pencegahan kasus Covid-19 dan perlakuan secara intensif. GIS yang digunakan dalam penelitian ini dengan rentang angka kejadian mingguan di Kalimantan Timur yang terbagi menjadi 10 kabupaten: Berau, Kutai barat, Kutai Kartanegara, Kutai Timur, Mahakam Ulu, Paser, Penajam Paser Utara, Balikpapan, Bontang, dan Samarinda. Hasil penentuan rentang kejadian kasus mingguan COVID-19 dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat kejadian kasus mingguan Covid-19 di Kaltim

Date	Incidence Rate	Case Range
17 Juni-24 Juni 2021	Tinggi	123 - 565
	Sedang	57 - 122
	Rendah	3 - 56
25 Juni-2 Juli 2021	Tinggi	416 - 1402
	Sedang	113 - 346
	Rendah	12 - 104
3 Juli-10 Juli 2021	Tinggi	773 - 1645
	Sedang	386 - 623
	Rendah	73 - 220
11 Juli - 18 Juli 2021	Tinggi	1241 - 3681
	Sedang	696 - 1054
	Rendah	130 - 395

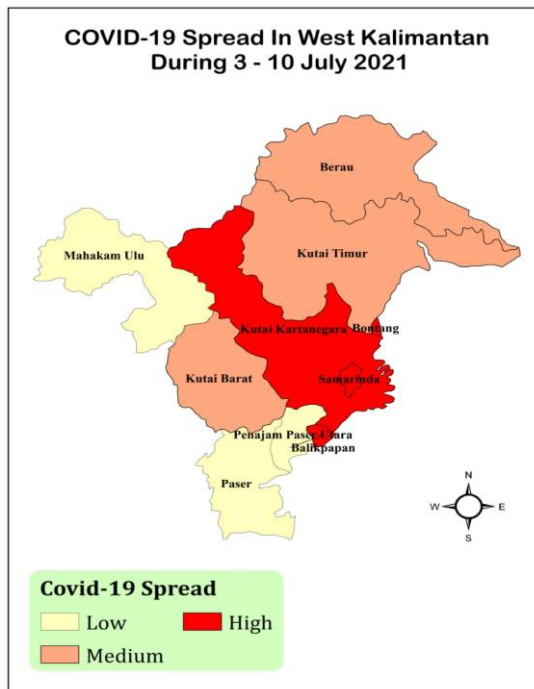
Berdasarkan Tabel 4, angka kejadian kasus mingguan Covid-19 dijelaskan bahwa setiap daerah mengalami peningkatan kasus Covid-19 dan penurunan kasus Covid-19. Kasus Covid-19 terendah terjadi pada minggu pertama 17 Juni hingga 24 Juni sekitar 3-56 kasus. Namun, kasus bulanan Covid-19 di Kaltim mencapai sekitar 3681 kasus yang merupakan kasus tertinggi sejak 11 Juli hingga 18 Juli 2021. Dari analisis tersebut, angka kejadian kasus mingguan Covid-19 dapat dijadikan acuan untuk pemetaan wilayah dengan menggunakan GIS yang terbagi menjadi 3 tingkatan yaitu: rendah, sedang, dan tinggi.





Gambar 5. Pemetaan wilayah penyebaran Covid-19 dengan menggunakan GIS

Tujuan pemetaan wilayah dengan GIS adalah untuk menggambarkan penyebaran Covid-19 berdasarkan peta yang terdiri dari 3 warna sebagai berikut: merah untuk mengidentifikasi kasus tinggi, merah muda untuk mengidentifikasi kasus sedang, dan kuning untuk mengidentifikasi kasus rendah. Hasil pemetaan wilayah penyebaran Covid-19 di Kaltim dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. pemetaan wilayah penyebaran Covid-19 di Kaltim

Berdasarkan Gambar 6, analisis yang dimulai pada minggu pertama dari tanggal 17 Juni hingga 24 Juni

2021 diketahui bahwa penyebaran Covid-19 tertinggi di Kalimantan Timur menempati Kabupaten Berau, Bontang, Samarinda, dan Balikpapan yang ditandai dengan warna merah. Sedangkan warna merah muda sebagai tingkat sedang menempati Kabupaten Kutai Timur, Kutai Kertanegara, dan Penajam Paser Utara. Kuning sebagai tingkat penyebaran Covid-19 yang rendah menempati kecamatan Mahakam Ulu, Kutai Barat, dan Paser.

Pada minggu kedua tanggal 25 Juni hingga 2 Juli 2021, kasus mingguan penyebaran Covid-19 mengalami perubahan signifikan yaitu Kabupaten Berau mengalami penurunan dan menempati tingkat sedang dengan indikasi light pink. Penurunan kasus Covid-19 di Kabupaten Berau dipengaruhi oleh pemerintah daerah yang menyediakan alat deteksi virus kepada masyarakat dan gugus tugas covid-19 di Berau sangat aktif melakukan uji antigen secara acak di klub malam, kafe, dan restoran. Namun, Kabupaten Kutai Barat mengalami peningkatan penyebaran Covid-19 yang menempati level sedang sehingga diindikasikan dengan warna merah muda. Peningkatan penyebaran Covid-19 di Kutai Barat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain penyebaran Covid-19 di

cluster keluarga, aktivitas publik di ruang publik seperti mall, tempat wisata, restoran, dll, mobilitas pekerja dari luar Kaltim masuk Kaltim, dan faktor varian baru covid-19. Untuk Kabupaten Kutai Timur belum mengalami perubahan kasus mingguan penyebaran Covid-19. Sedangkan Kabupaten Kutai Kertanegara mengalami peningkatan penyebaran Covid-19 dan menduduki peringkat tertinggi yang terlihat memiliki warna merah. Meningkatnya penyebaran Covid-19 di Kabupaten Kutai Kertanegara dipengaruhi oleh varian baru delta Covid-19 yang dibawa oleh pekerja masuk ke Kutai Kertanegara dimana Kutai Kertanegara merupakan pusat industri Kalimantan Timur yang didominasi oleh minyak dan gas bumi, sektor pertanian dan pertambangan.

Untuk analisis pada minggu ketiga dari 3 Juli hingga 10 Juli 2021 menunjukkan bahwa kasus mingguan penyebaran Covid-19 tidak mengalami perubahan yang signifikan. Namun, penyebaran Covid-19 pada minggu keempat dari 11 Juli hingga 18 Juli 2021 menunjukkan bahwa kasus mingguan penyebaran Covid-19 meningkat signifikan dengan kasus tertinggi ditempati oleh Kutai Timur, Kutai Kertanegara, Bontang, Samarinda, dan Balikpapan.

Tingkat sedang seperti warna merah muda ditempati oleh Kabupaten Berau dan Kutai Barat dimana kedua kabupaten ini menempati posisi yang sama dari minggu kedua sampai minggu keempat. Tingkat rendah yang ditunjukkan oleh warna kuning ditempati oleh Kecamatan Mahakam Ulu dan Paser pada minggu keempat dimana kedua kecamatan tersebut tidak pernah mengalami peningkatan penyebaran Covid-19. Kasus tersebut berimbang dengan kepadatan penduduk dimana Kabupaten Mahakam Ulu dan Kabupaten Paser memiliki kepadatan penduduk yang rendah dibandingkan dengan kabupaten lain di Kalimantan Timur.

Secara umum hasil percobaan dengan menggunakan GIS adalah untuk melihat penyebaran Covid-19 di Kaltim selama satu bulan dimana Kabupaten Berau mengalami penurunan penyebaran Covid-19 dari tingkat tinggi pada awal minggu pertama menjadi tingkat sedang pada minggu keempat. Mahakam Ulu dan Paser selalu menempati tingkat terendah penyebaran Covid-19. Namun, kabupaten lain di Kutai Timur, Kutai Kertanegara, Bontang, dan Samarinda secara signifikan meningkatkan penyebaran Covid-19 di Kalimantan Timur. Hasil ini

relevan dengan penelitian sebelumnya; (Mollalo et al., 2020) melaporkan bahwa pemodelan berbasis GIS untuk tingkat kasus covid-19 di Amerika Serikat selama 90 Hari terhadap lima variabel yang berbeda seperti ekonomi, lingkungan, perilaku, topografi, dan demografis menunjukkan basis GIS menggunakan variabel spasial tingkat kasus covid-19 memberikan manfaat bagi pembuat kebijakan. Penelitian dari (Franch-Pardo et al., 2020) melaporkan bahwa geospasial dan geografis dengan GIS dapat bermanfaat untuk pemetaan penyakit, analisis spatiotemporal, kesehatan, dan sosial geografis, variabel lingkungan, data mining, dan pemetaan berbasis web. Penelitian dari (Shadeed & Alawna, 2021) menunjukkan bahwa kelompok kerentanan di 5 kategori: sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi pada peta ini dapat membantu para pengambil keputusan dalam prediksi covid-19.

BAB V

PENUTUP

Penelitian ini dilakukan di Kalimantan Timur, Indonesia yang dimulai pada tanggal 17 Juni sampai dengan 18 Juli 2021. Hubungan antara kepadatan penduduk dengan kasus mingguan penyebaran Covid-19 di Kalimantan Timur dijelaskan dengan menggunakan Statistical Product and Service Solution (SPSS) dengan hasil Nilai R dalam penelitian ini adalah 0,682. Sedangkan nilai R^2 yang diperoleh 0,465 menunjukkan kepadatan penduduk mampu menggambarkan lebih dari 46,5% penyebaran Covid-19 di Kaltim. Selanjutnya hasil uji korelasi menunjukkan bahwa kepadatan penduduk berdampak korelasi sedang terhadap angka kejadian kasus mingguan Covid-19 di Kalimantan Timur. Area pemetaan tingkat kejadian dengan GIS yang dalam artikel ini menggunakan 3 tingkatan: tinggi, sedang, dan rendah. Selama satu bulan, analisis GIS diidentifikasi bahwa tingkat tinggi ditempati oleh Kutai Timur, Kutai Kertanegara, Bontang, Samarinda, dan

Balikpapan, tingkat sedang ditempati oleh Kutai Barat dan Berau, dan tingkat rendah ditempati oleh Mahakam Ulu, Paser, dan Penajam, Paser Utara. Hasil ini dapat membantu pemerintah daerah untuk mencegah dan menekan penyebaran covid-19 di Kalimantan Timur, Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aabed, K., & Lashin, M. M. A. (2021). An analytical study of the factors that influence COVID-19 spread. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(2), 1177–1195. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.067>
- Ahasan, R., & Hossain, M. M. (2021). Leveraging GIS and spatial analysis for informed decision-making in COVID-19 pandemic. *Health Policy and Technology*, 10(1), 7–9. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2020.11.009>
- Ahmed, Q. A., & Memish, Z. A. (2020). The cancellation of mass gatherings (MGs)? Decision making in the time of COVID-19. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 34(March), 101631. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101631>
- Alam, M. Z. (2021). Is Population Density a Risk Factor for Communicable Diseases Like COVID-19? A Case of Bangladesh. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 4046, 3–5. <https://doi.org/10.1177/1010539521998858>
- Alfonso Ilardi, Sergio Chieffi, Alessandro Lavarone, and

- C. R. I. (2021). SARS-CoC-2 in Italy: Population Density Correlates with Morbidity and Mortality. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 74(1), 61–64.
- Aw, S. B., Teh, B. T., Ling, G. H. T., Leng, P. C., Chan, W. H., & Ahmad, M. H. (2021). The covid-19 pandemic situation in malaysia: Lessons learned from the perspective of population density. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12).
<https://doi.org/10.3390/ijerph18126566>
- Bhadra, A., Mukherjee, A., & Sarkar, K. (2021). Impact of population density on Covid-19 infected and mortality rate in India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 7(1), 623–629.
<https://doi.org/10.1007/s40808-020-00984-7>
- Ceesay, E. K. (2021). Potential impact of COVID-19 outbreak on education, staff development and training in Africa. *Research in Globalization*, 3(November 2020), 100049.
<https://doi.org/10.1016/j.resglo.2021.100049>
- Chang, T. Y., Hsu, M. L., Kwon, J. S., Kusdhany, M. L. S., & Hong, G. (2021). Effect of online learning for dental education in asia during the pandemic of

- COVID-19. *Journal of Dental Sciences*, *xxxx*.
<https://doi.org/10.1016/j.jds.2021.06.006>
- Ciupa, T., & Suligowski, R. (2021). Green-blue spaces and population density versus covid-19 cases and deaths in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(12).
<https://doi.org/10.3390/ijerph18126636>
- Coccia, M. (2021). How do low wind speeds and high levels of air pollution support the spread of COVID-19? *Atmospheric Pollution Research*, *12*(1), 437–445.
<https://doi.org/10.1016/j.apr.2020.10.002>
- Coşkun, H., Yıldırım, N., & Gündüz, S. (2021). The spread of COVID-19 virus through population density and wind in Turkey cities. *Science of the Total Environment*, *751*.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141663>
- Diao, Y., Kodera, S., Anzai, D., Gomez-Tames, J., Rashed, E. A., & Hirata, A. (2021). Influence of population density, temperature, and absolute humidity on spread and decay durations of COVID-19: A comparative study of scenarios in China, England, Germany, and Japan. *One Health*, *12*(September 2020), 100203.

<https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2020.100203>

Dong, E., Du, H., & Gardner, L. (2020). An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *The Lancet Infectious Diseases*, 20(5), 533–534. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30120-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30120-1)

Dutta, I., Basu, T., & Das, A. (2021). Spatial analysis of COVID-19 incidence and its determinants using spatial modeling: A study on India. *Environmental Challenges*, 4(March), 100096. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100096>

ESRI. (2007). *The Geographic Advantage: GIS Solutions for Mining* (pp. 1–8). <http://www.esri.com/industries/mining/business/~media/Files/Pdfs/library/brochures/pdfs/gis-sols-for-mining.pdf>

Federico Paez Osuna, Gladys Valencia Castaneda, and U. A. R. (2020). The link between COVID-19 mortality and PM2.5 emissions in rural and medium-size municipalities considering population density, dust events, and wind speed. *Chemosphere*, 286(January).

Franch-Pardo, I., Napoletano, B. M., Rosete-Verges, F., & Billa, L. (2020). Spatial analysis and GIS in the

- study of COVID-19. A review. *Science of the Total Environment*, 739, 140033.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140033>
- Gangwar, H. S., & Ray, P. K. C. (2021). Geographic information system-based analysis of COVID-19 cases in India during pre-lockdown, lockdown, and unlock phases. *International Journal of Infectious Diseases*, 105, 424–435.
<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.02.070>
- Habtewold, T. M. (2021). Impacts of COVID-19 on food security, employment and education: An empirical assessment during the early phase of the pandemic. *Clinical Nutrition Open Science*, 38, 59–72. <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2021.06.002>
- Haldane, V., De Foo, C., Abdalla, S. M., Jung, A. S., Tan, M., Wu, S., Chua, A., Verma, M., Shrestha, P., Singh, S., Perez, T., Tan, S. M., Bartos, M., Mabuchi, S., Bonk, M., McNab, C., Werner, G. K., Panjabi, R., Nordström, A., & Legido-Quigley, H. (2021). Health systems resilience in managing the COVID-19 pandemic: lessons from 28 countries. *Nature Medicine*, 27(6), 964–980.
<https://doi.org/10.1038/s41591-021-01381-y>
- Hartono, D., Yusuf, A. A., Hastuti, S. H., Saputri, N. K., &

- Syaifudin, N. (2021). Effect of COVID-19 on energy consumption and carbon dioxide emissions in Indonesia. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 391–404. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.003>
- Hoang, A. T., Sandro Nižetić, Olcer, A. I., Ong, H. C., Chen, W. H., Chong, C. T., Thomas, S., Bandh, S. A., & Nguyen, X. P. (2021). Impacts of COVID-19 pandemic on the global energy system and the shift progress to renewable energy: Opportunities, challenges, and policy implications. *Energy Policy*, 154(April). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112322>
- Hossain, M. (2021). The effect of the Covid-19 on sharing economy activities. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124782. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124782>
- Kadi, N., & Khelfaoui, M. (2020). Population density, a factor in the spread of COVID-19 in Algeria: statistic study. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1). <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00393-x>
- Kamel Boulos, M. N., & Geraghty, E. M. (2020). Geographical tracking and mapping of coronavirus

disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: How 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbr. *International Journal of Health Geographics*, 19(1).

<https://doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>

Kaye, A. D., Okeagu, C. N., Pham, A. D., Silva, R. A., Hurley, J. J., Arron, B. L., Sarfraz, N., Lee, H. N., Ghali, G. E., Gamble, J. W., Liu, H., Urman, R. D., & Cornett, E. M. (2020). Economic impact of COVID-19 pandemic on healthcare facilities and systems: International perspectives. *Best Practice and Research: Clinical Anaesthesiology*, January. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2020.11.009>

Khan, F. M., Kumar, A., Puppala, H., Kumar, G., & Gupta, R. (2021). Projecting the criticality of COVID-19 transmission in India using GIS and machine learning methods. *Journal of Safety Science and Resilience*, 2(2), 50–62. <https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2021.05.001>

Kim, S. M., Choi, Y., Suh, J., Oh, S., Park, H. D., Yoon, S. H., & Go, W. R. (2012). ArcMine: A GIS extension to support mine reclamation planning. *Computers*

and Geosciences, 46, 84–95.
<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2012.04.007>

Kodera, S., Rashed, E. A., & Hirata, A. (2020). Correlation between COVID-19 morbidity and mortality rates in Japan and local population density, temperature, and absolute humidity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 1–14.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17155477>

Kokubun, K., & Yamakawa, Y. (2021). Social Capital Mediates the Relationship between Social Distancing and COVID-19 Prevalence in Japan. *The Journal of Health Care*, 58(1), 3–5.
<https://doi.org/10.1177/00469580211005189>

Kotsiou, O. S., Kotsios, V. S., Lampropoulos, I., Zidros, T., Zarogiannis, S. G., & Gourgoulialis, K. I. (2021). Pm2.5 pollution strongly predicted covid-19 incidence in four high-polluted urbanized italian cities during the pre-lockdown and lockdown periods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10).
<https://doi.org/10.3390/ijerph18105088>

Krisna, D. (2020). Sistem Informasi Geografis Sebagai Pemanfaatan Teknologi Geospasial Untuk

Pemetaan Penyebaran Penyakit Infeksi Emerging (Eid) Dan Zoonosis: Sebuah Penelaahan Literatur. *Jurnal Sains Dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 14(2), 77–88. <https://doi.org/10.29122/jstmb.v14i2.3815>

Legg, C. A. (1990). Applications of remote sensing to environmental aspects of surface mining operations in the United Kingdom. *Remote Sensing: An Operational Technology for the Mining and Petroleum Industries. Conference, IMM, London*, 1990, 159–164. https://doi.org/10.1007/978-94-010-9744-4_17

Lolli, S., Chen, Y. C., Wang, S. H., & Vivone, G. (2020). Impact of meteorological conditions and air pollution on COVID-19 pandemic transmission in Italy. *Scientific Reports*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73197-8>

Lyseen, A. K., Nøhr, C., Sørensen, E. M., Gudes, O., Geraghty, E. M., Shaw, N. T., & Bivona-Tellez, C. (2014). A Review and Framework for Categorizing Current Research and Development in Health Related Geographical Information Systems (GIS) Studies. *Yearbook of Medical Informatics*, 9, 110–124. <https://doi.org/10.15265/IY-2014-0008>

- McDonald, S., Vieira, R., & Johnston, D. W. (2020). Analysing N-of-1 observational data in health psychology and behavioural medicine: a 10-step SPSS tutorial for beginners. *Health Psychology and Behavioral Medicine*, 8(1), 32–54. <https://doi.org/10.1080/21642850.2019.1711096>
- Mollalo, A., Vahedi, B., & Rivera, K. M. (2020). GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. *Science of the Total Environment*, 728, 138884. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138884>
- Mukuka, A., Shumba, O., & Mulenga, H. M. (2021). Students' experiences with remote learning during the COVID-19 school closure: implications for mathematics education. *Heliyon*, 7(7), e07523. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07523>
- Pequeno, P., Mendel, B., Rosa, C., Bosholn, M., Souza, J. L., Baccaro, F., Barbosa, R., & Magnusson, W. (2020). Air transportation, population density and temperature predict the spread of COVID-19 in Brazil. *Journal for Life and Environment Research*, 2020(6), 1–15. <https://doi.org/10.7717/peerj.9322>

- Putu Krisna, A., Piarsa, N., & Buana, W. (2014). Informasi, Sistem Pemetaan, Geografis Penyakit, Penyebaran Web, Berbasis Kurniawan,. *Merpati*, 2(3), 271–279.
- Quan, S. J., & Bansal, P. (2021). A systematic review of GIS-based local climate zone mapping studies. *Building and Environment*, 196(March), 107791. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107791>
- Rahman, M. H., Zafri, N. M., Ashik, F. R., Waliullah, M., & Khan, A. (2021). Identification of risk factors contributing to COVID-19 incidence rates in Bangladesh: A GIS-based spatial modeling approach. *Heliyon*, 7(2), e06260. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06260>
- Sangkham, S., Thongtip, S., & Vongruang, P. (2020). Influence of air pollution and meteorological factors on the spread of COVID-19 in the Bangkok Metropolitan Region and air quality during the outbreak. *Environmental Research*, 197(January), 111.
- Sarkar, P., Debnath, N., & Reang, D. (2021). Coupled human-environment system amid COVID-19 crisis: A conceptual model to understand the nexus. *Science of the Total Environment*, 753.

- <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141757>
- Sarkodie, S. A., & Owusu, P. A. (2021). Global effect of city-to-city air pollution, health conditions, climatic & socio-economic factors on COVID-19 pandemic. *Science of the Total Environment*, 778(July 2020), 146394. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146394>
- Shadeed, S., & Alawna, S. (2021). GIS-based COVID-19 vulnerability mapping in the West Bank, Palestine. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 64(July), 102483. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102483>
- Si, D.-K., Li, X.-L., Xu, X., & Fang, Y. (2021). The risk spillover effect of the COVID-19 pandemic on energy sector: Evidence from China. *Energy Economics*, 102(August), 105498. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105498>
- Suárez-González, A., Rajagopalan, J., Livingston, G., & Alladi, S. (2021). The effect of COVID-19 isolation measures on the cognition and mental health of people living with dementia: A rapid systematic review of one year of quantitative evidence. *EClinicalMedicine*, 39, 101047. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.101047>

- Sy, K. T. L., White, L. F., & Nichols, B. E. (2021). Population density and basic reproductive number of COVID-19 across United States counties. *PLoS ONE*, 16(4 April), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249271>
- Tosepu, R., Gunawan, J., Effendy, D. S., Ahmad, L. O. A. I., Lestari, H., Bahar, H., & Asfian, P. (2020). Correlation between weather and Covid-19 pandemic in Jakarta, Indonesia. *Science of the Total Environment*, 725. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138436>
- Wu, Z., & McGoogan, J. M. (2020). Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72314 Cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 323(13), 1239–1242. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648>
- Yezli, S., & Khan, A. (2020). COVID-19 social distancing in the Kingdom of Saudi Arabia: Bold measures in the face of political, economic, social and religious challenges. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 37(April), 101692.

<https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101692>

Zhou, C., Su, F., Pei, T., Zhang, A., Du, Y., Luo, B., Cao, Z., Wang, J., Yuan, W., Zhu, Y., Song, C., Chen, J., Xu, J., Li, F., Ma, T., Jiang, L., Yan, F., Yi, J., Hu, Y., ... Xiao, H. (2020). COVID-19: Challenges to GIS with Big Data. *Geography and Sustainability*, 1(1), 77–87.

<https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.03.005>

Zhu, Y., Xie, J., Huang, F., & Cao, L. (2020). Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China. *Science of the Total Environment*, 727(January), 138.