



Tersedia secara online di <https://journal.iteba.ac.id/index.php/jmrib>

**JMRIB**

Jurnal Manajemen Rekayasa dan Inovasi Bisnis



## PERAN SIMULASI SEBAGAI SOLUSI DALAM PENANGANAN WABAH COVID-19: TINJAUAN LITERATUR

Rizkha Rida<sup>\*1</sup>, Muhammad Fiza Lubis<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> rizkharida26@gmail.com

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Al-Azhar Medan

### Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 01 – Februari – 2023

Revised : 02 – Februari – 2023

Accepted : 10 – Februari – 2023

Kata kunci :

Tinjauan-Literatur

COVID-19;

Supply Chain;

### Abstract

*The COVID-19 pandemic is an unexpected and disruptive outbreak that has significantly impacted the performance of manufacturing and supply chain systems in various sectors. In this paper, a literature review investigates the role of Industry 4.0 technology and simulation methods in overcoming the impact of the pandemic crisis. In particular, the bibliometric analysis provides an overview of the most influential technologies through the study of the most used keywords. While the analysis of past journals concerns real case studies of the use of simulations, it shows that simulations provide support so far in four key areas: energy consumption, health supply chain & contact tracing, food supply chain, and supply chain management in general. The main result of this research is Industry 4.0*

### Abstrak

Pandemi COVID-19 merupakan wabah yang tak terduga dan dirupsi yang secara signifikan memengaruhi kinerja sistem manufaktur dan rantai pasokan di berbagai sektor. Dalam makalah ini, tinjauan literatur menyelidiki peran teknologi Industri 4.0 dan metode simulasi dalam mengatasi dampak krisis pandemi. Secara khusus, analisis bibliometrik memberikan gambaran tentang teknologi yang paling berpengaruh melalui studi tentang kata kunci yang paling banyak digunakan. Sementara dalam analisis jurnal terdahulu menyangkut studi kasus nyata penggunaan simulasi, menunjukkan bahwa sejauh ini simulasi memberikan dukungan di empat bidang utama: konsumsi energi, rantai pasokan kesehatan & pelacakan kontak, rantai pasokan makanan, dan manajemen rantai pasokan secara umum. Hasil utama dari penelitian ini adalah Industri 4.0

**Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format :**  
Nama, P., (tahun). Judul Penelitian. JMRIB : Jurnal Manajemen Rekayasa dan Inovasi Bisnis ITEBA, volume x (n), Halaman awal – Halaman akhir.

## 1. Pendahuluan

Covid-19 adalah salah satu peristiwa paling berdampak di seluruh dunia sehingga menemukan cara untuk tanggap di setiap bidang menjadi tugas prioritas; masing-masing sektor terkena dampak karena pembatasan dan perlambatan pertumbuhan ekonomi yang signifikan seiring dengan meningkatnya jumlah karyawan yang sakit dan pasien yang dirawat di rumah sakit. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) [1] selama tahun 2022 tercatat sekitar 600 juta kasus Covid, terutama di Eropa dengan sekitar 256 juta kasus dan Amerika dengan sekitar 179 kasus. Tidak hanya dampak manusia yang terjadi, tetapi juga terjadi krisis ekonomi yang besar, terutama tentang gangguan rantai pasokan, dan lemahnya ketahanan industri di setiap sektor, mulai dari energi hingga pangan. Pada tahun 2020, 60% usaha kecil dan menengah (UKM) melaporkan penurunan omzet. Pada tahun yang sama, ada 4 juta penurunan pekerjaan di UKM.[2]

Awalnya pemerintah, untuk membatasi penularan, telah membuat keputusan untuk memberlakukan *lockdown*; pilihan ini, di satu sisi, membantu menahan tren luar biasa dari orang yang terinfeksi, tetapi di sisi lain, berkontribusi pada peningkatan gangguan logistik. Salah satu contoh dampak terkait Covid-19 adalah pembatasan mobilitas masyarakat menyebabkan berkurangnya jumlah tenaga kerja penanaman dan pemanenan di bidang pangan [3] yang berkontribusi terhadap pemborosan pangan. Selain itu, berbagai tantangan telah ditimbulkan pada fasilitas rumah sakit yang harus merencanakan dan melakukan prosedur baru untuk melayani pasien. Selama keadaan darurat kesehatan global, rumah sakit adalah struktur penting, yang harus tanggap terhadap situasi darurat secara efektif dan efisien [4]. Terakhir juga sektor otomotif terkena imbas dari Wuhan, inti dari wabah COVID-19. Wuhan adalah pusat perusahaan manufaktur besar di mana perusahaan komponen dan semikonduktor otomatis memasok suku cadang penting ke produsen mobil global seperti General Motors, Hyundai, Toyota, Volkswagen, Honda. Mereka terpaksa menghentikan produksinya karena peraturan keselamatan, kekurangan bahan baku/suku cadang/barang jadi, tidak tersedianya transportasi dan staf [5].

Industri 4.0 memainkan peran penting untuk menggagalkan masalah penyakit karena teknologinya yang berbeda, misalnya Internet of Things (IoT) dan robot digunakan untuk mengotomatisasi sterilisasi rumah sakit dan ruangan, mengukur suhu dan detak jantung pasien, dan mengangkut obat ke pasien. [6]. Data Envelopment Analysis (DEA) digunakan untuk mengevaluasi efisiensi internal entitas dan khususnya sistem kesehatan nasional [7],

sedangkan jaringan saraf LogNNet, yang juga dapat digabungkan dengan perangkat seluler IoT, untuk diagnosis dan prognosis Covid-19. 19 menggunakan nilai darah rutin (RBV) yang diukur pada saat masuk ke rumah sakit [8]. Selain itu, simulasi adalah cara penting lainnya yang sering digunakan untuk mengatur parameter kritis dari proses dan untuk meningkatkan kinerja, misalnya menyediakan alat yang ideal untuk menentukan dan mengalokasikan kapasitas yang dibutuhkan untuk menanggapi permintaan secara tepat waktu dan meminimalkan keterlambatan sistem kesehatan [4].

## **2. Metode Penelitian**

Tinjauan literatur tentang penggunaan perangkat terkait industri 4.0 sebagai respons terhadap wabah COVID-19, telah dilakukan melalui analisis khusus, berdasarkan serangkaian fase, yang dirinci dalam Gambar 1. Metodologi tersebut pada dasarnya terdiri dari tujuh langkah dipilih oleh penulis, yang cukup umum dalam literatur, disesuaikan dengan kasus yang sedang dipertimbangkan.

### **Gambar 1. Prosedur Tinjauan Literatur**

#### **2.1 Basis data**

Basis data yang dipilih untuk analisis adalah Scopus, basis data abstrak dan kutipan terbesar dari literatur. Ini mencakup lebih dari 25.000 judul aktif dan 7.000 penerbit, semuanya diperiksa dengan ketat dan dipilih, Yang memberikan tinjauan komprehensif hasil penelitian di seluruh dunia di berbagai bidang, seperti ilmu kehidupan, sosial, fisik dan kesehatan. Scopus juga menawarkan serangkaian detail tambahan, seperti profil

penulis dengan afiliasi, jumlah publikasi, referensi, dan jumlah kutipan yang diterima setiap dokumen yang diterbitkan.

## 2.2 Kata kunci

Untuk melakukan tinjauan mendalam tentang kontribusi yang telah diberikan oleh teknologi Industri 4.0 untuk bereaksi terhadap keadaan darurat yang disebabkan oleh wabah virus, penulis mengidentifikasi sejumlah kata kunci untuk digabungkan dengan istilah “COVID-19”. Faktanya, menggunakan Scopus konektor AND dan OR, istilah khusus telah disisipkan sebagai berikut: (Simulasi COVID-19 DAN) ATAU (COVID-19 DAN IoT) ATAU (COVID-19 DAN Industri 4.0). Pencarian juga dibatasi berdasarkan beberapa kriteria inklusi/eksklusi, seperti tahun publikasi, dari 2020 hingga 2022, jenis publikasi, yang hanya mencakup artikel jurnal, bidang aplikasi, hanya merujuk pada lingkungan teknik, dan hanya artikel yang diterbitkan dalam bahasa Inggris.

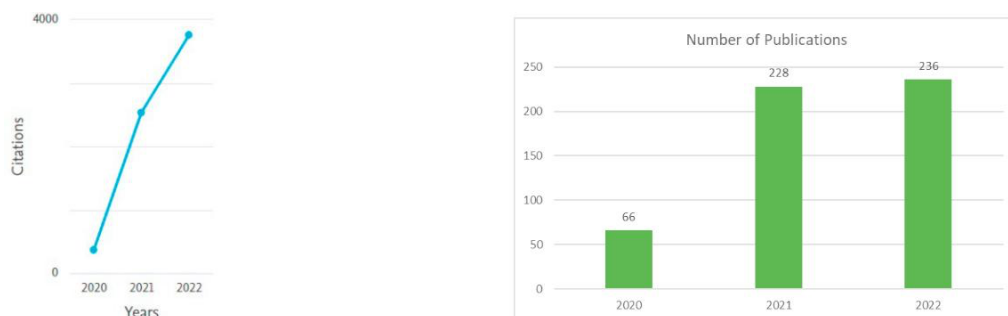
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisa Bibliometrik

Dengan tujuan untuk melakukan analisis bibliometrik, perangkat lunak VOS viewer (versi 1.6.18) digunakan sebagian. Adapun tahapan dari bibliometrik adalah sebagai berikut:

#### 1. *Publikasi dan kutipan selama bertahun-tahun*

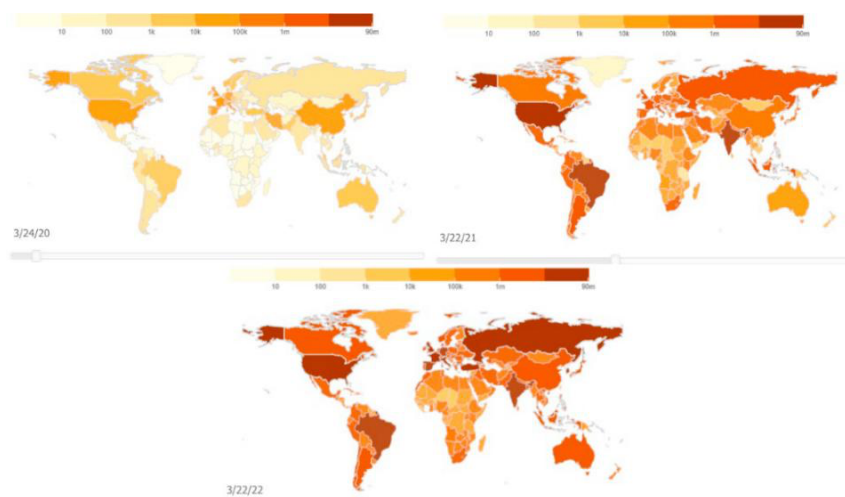
Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 seperti yang diharapkan, tren kutipan dan dokumen semakin meningkat, sehingga menarik bagi komunitas ilmiah untuk mengamati fenomena tersebut. Memang demonstrasinya di tahun 2022 lebih banyak artikel dan sitasi dari tahun-tahun sebelumnya, meski belum selesai. Pada dasarnya, berkat penelitian dan teknologi baru, dimungkinkan untuk menghadapi keadaan darurat di tingkat global, mengaktifkan kembali dalam waktu yang cukup singkat banyak aktivitas yang, mengingat keterbatasan terkait dengan risiko kesehatan, harus terputus atau didefinisikan ulang. Jelas bahwa studi-studi ini telah dilakukan baik terkait dengan situasi pandemi yang sedang berlangsung, maupun sebagai aplikasi yang memungkinkan untuk situasi darurat di masa mendatang.



**Gambar 2. Jumlah Publikasi terkait Covid**

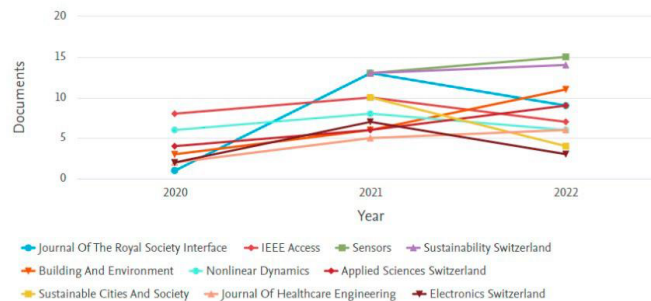
*2. Dokumen menurut lapangan, negara dan per tahun menurut sumber*

Dalam subbagian ini, bidang studi dari dokumen yang dipilih dan distribusi geografis penulis diselidiki. Bidang studi utama adalah teknik, diikuti oleh ilmu komputer. Hasil ini juga menarik untuk dicermati, karena meskipun bidang utama mengacu pada bidang teknik, distribusi yang cukup homogen juga terlihat pada berbagai disiplin ilmu lainnya. Ini lebih jauh menyoroti dampak dari penelitian semacam itu juga pada bidang yang jauh dari yang diharapkan, seperti dalam kasus lingkungan dan konsumsi energi. Selanjutnya juga diamati jumlah dokumen per negara, dan ternyata Amerika Serikat menduduki peringkat pertama, disusul oleh China dan Inggris. Temuan ini masuk akal dengan melihat virus ' statistik penularan dari waktu ke waktu. Faktanya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, negara-negara dengan persentase penelitian dan studi yang lebih tinggi juga termasuk yang paling terpengaruh oleh ketidaknyamanan Covid sejak difusi pertama.



**Gambar 3. Peta Sebaran Kasus Covid-19**

Gambar 4 membandingkan 10 jurnal paling produktif, dengan mempertimbangkan jumlah artikel yang diterbitkan pada topik tinjauan pustaka pada tahun 2020-2022. Jelas, hasil yang diperoleh, sesuai dengan kata kunci yang digunakan untuk pencarian, hanya mengacu pada artikel jurnal. *Journal Of The Royal Society Interface*, *IEEE Access* and *Sensors* adalah tiga jurnal pertama, tetapi juga *Sustainability Switzerland* dan *Building And Environment* telah mengumpulkan sejumlah besar kontribusi.



**Gambar 4. Dokumen per tahun hingga 10 sumber.**

### 3. Statistik kata kunci

Seperti disebutkan di atas, tautan antara topik utama telah diekstraksi dengan bantuan perangkat lunak VOSviewer, yang tidak membedakan pengulangan, sehingga beberapa di antaranya telah dihapus secara manual oleh penulis. Hasil akhir menunjukkan spektrum yang menarik dari kemungkinan pertimbangan. Padahal, selain kata-kata yang terkait erat dengan pandemi, yang terlihat jelas dalam analisis, istilah terkait simulasi dan *internet of things* menonjol. Ini adalah indikator kuat dari fakta bahwa teknologi ini telah memainkan peran yang menentukan dalam situasi global. Dengan tujuan untuk menyoroti hubungan antara berbagai kata kunci yang digunakan dalam 530 dokumen terpilih, analisis kejadian bersama dilakukan. Hanya kata kunci dengan jumlah kemunculan lebih dari 15 yang diperhitungkan, memperoleh nilai total 65, sekalipun juga dalam hal ini penulis perlu menghapus hasil dari duplikasi.

#### 3.2. Analisa Dokumen

Dengan tujuan untuk mendeteksi tren penelitian utama saat ini, penulis memutuskan untuk memusatkan perhatian mereka pada penelitian berbasis simulasi, dan lebih khusus lagi pada studi kasus nyata. Oleh karena itu, 20 makalah dipilih dari 530 makalah yang telah dibahas sebelumnya.

**Tabel 1. Analisa dokumen terpilih**

Referensi	Tema	Mulai Masalah	Kontribusi
[11]	Energi Konsumsi	Dampak pembatasan yang disebabkan oleh penyebaran Covid-19 terhadap konsumsi energy	Simulasi sebagai cara untuk memahami dampak sepenuhnya tinggal di rumah akibat karantina terhadap permintaan alat pemanas dan pendingin
[12]	<i>Supply Chain</i> Bidang Kesehatan	Dampak pandemi terhadap ekonomi, pendidikan dan bisnis	Simulasi epidemi pada jaringan kontak yang berbeda untuk menunjukkan bagaimana skenario dapat menguunci penularan infeksi
[13]	<i>Supply Chain</i> Bidang Kesehatan	Pencegahan penyebaran covid-19 di sekolah	Data berbasis simulasi digunakan untuk mengembangkan model kecerdasan buatan penerapan kebijakan cepat di sekolah
[14]	<i>Supply Chain</i> Bidang Kesehatan	Distribusi vaksin covid tepat waktu, hemat biaya melalui perancangan rantai logistik	Analisis optimasi dengan simulasi 2 tahap
[15]	Energi dan konsumsi	Dampak covid 19 terhadap konsumsi minyak di AS	Penilaian dampak pandemi terhadap industri energy mikro dan makro
[16]	<i>Supply Chain</i>	Prediksi dampak jangka panjang dari wabah epidemi dan pengembangan strategi yang diadaptasi untuk mencegahnya	Perangkat lunak simulasi dengan kejadian diskrit dengan dua skenario berbeda
[17]	<i>Supply Chain</i>	Pengembangan metode pengukuran untuk menilai strategi ketangguhan rantai pasokan selama situasi pandemi	Dengan menggunakan simulasi anylogic dengan 3 skenario berbeda
[18]	<i>Supply Chain</i> Bidang Kesehatan	Rumah perawatan pencegahan terhadap infeksi	Menggunakan simulasi berbasis agen

**Tabel 1. Analisa dokumen terpilih**

[19]	<i>Supply Chain</i> persediaan pangan	Perlu mendeteksi dan menyelesaikan masalah rantai pasok pangan dalam kondisi pandemi	Menggunakan Agent based simulation yang dipadukan dengan robust optimization
[20]	<i>Supply Chain</i> bidang kesehatan	Perlu mengidentifikasi dampak lingkungan sosial terhadap penularan covid	Simulasi menggunakan VirSim Model dilakukan dengan empat skenario berbeda
[21]	<i>Supply Chain</i>	Peristiwa bencana, seperti covid 19 pada pengoperasian rantai pasokan loop tertutup	Hasil simulasi memberikan wawasan pembuat kebijakan, tergantung pada pengurangan produksi perbaikan
[22]	<i>Supply Chain</i>	Penyakit industri akibat wabah virus	Mengembangkan model awal dan indikator penyebaran covid 19 di industri konstruksi
[23]	<i>Supply Chain</i> bidang kesehatan	Biaya untuk mendeteksi penyebaran virus	Simulasi berbasis agen
[24]	<i>Supply Chain</i> dan sistem manufaktur	Rapuhnya rantai pasokan sistem industri dan akibatnya di dalam sistem manufaktur	Kerangka kerja berbasis simulasi yang mendukung kinerja sistem manufaktur
[25]	<i>Supply Chain</i> bidang kesehatan	Memprediksi dan memodelkan data waktu ke peristiwa	Model statistik baru untuk meramalkan kematian akibat covid di wilayah Kanada
[26]	Sektor Transportasi	Mengurangi resiko penularan covid di sektor transportasi	Menggunakan open studio dan energy plus untuk mensimulasikan dari beberapa pilihan skenario
[27]	<i>Supply Chain</i> persediaan pangan	Meningkatkan ketahanan rantai pasok ritel makanan	Menggunakan simulasi anylogic



**Tabel 1. Analisa dokumen terpilih**

[28]	<i>Supply Chain</i> bidang kesehatan	Bagaimana rantai pasokan makanan dipengaruhi dari sektor transportasi	Simulasi menggunakan anylogic untuk menjamin tingkat layanan dan memperbaikinya
[29]	<i>Supply Chain</i> bidang kesehatan	Penentuan jumlah unit vaksinasi yang tepat di beberapa daerah	Simulasi diskrit dengan anylogic

Ringkasnya, sejumlah artikel sangat terfokus pada penggunaan simulasi yang diterapkan pada studi kasus nyata, dengan tujuan meningkatkan pengetahuan, menemukan solusi situasi pandemi bahkan dalam keadaan darurat, yang berguna untuk menerapkan teknologi baru yang mampu mensimulasikan perilaku nyata dalam lingkungan bebas risiko. Selain itu, hasil lain yang sangat penting untuk dicermati tentunya adalah berkurangnya ketidaknyamanan akibat pandemi, juga di bidang sosial, ekonomi dan lingkungan. Misalnya, di sektor transportasi perhatian difokuskan pada simulasi bagaimana meningkatkan Kualitas Udara Dalam Ruangan untuk mengurangi risiko penularan selama berkendara, juga memperhatikan lingkungan dan pemborosan energi, tetapi pendekatan ini sangat sering digunakan bahkan di rantai pasokan makanan atau layanan kesehatan. Juga perangkat lunak simulasi acara sangat sering digunakan untuk sebagian besar rantai pasokan makanan, khususnya yang paling banyak digunakan adalah anyLogistix. Sebagian besar simulasi *food supply chain* berada di Asia, sebaliknya simulasi supply chain pada umumnya berlokasi di Asia, Amerika, dan Eropa. Dari analisis dokumen, terlihat jelas bahwa simulasi diterapkan di empat bidang utama: konsumsi energi, rantai pasokan kesehatan & pelacakan kontak, rantai pasokan makanan, dan rantai pasokan (secara umum).

#### 4. Kesimpulan

Dalam karya penelitian ini, teknologi Industri 4.0 yang paling berdampak terhadap situasi pandemi COVID-19, menyisakan ruang untuk studi kasus nyata, diselidiki. Pertama-tama, penulis mengidentifikasi serangkaian artikel dari Scopus menggunakan kriteria inklusi/eksklusi spesifik dan melakukan analisis bibliometrik, sebagian menggunakan perangkat lunak VOSviewer (versi 1.6.18). Kemudian, mereka melakukan

analisis dokumen, di mana setiap makalah yang diminati diklasifikasikan menurut tiga dimensi utama: topik, isu awal, kontribusi. Pendekatan ini memungkinkan untuk mengidentifikasi tantangan utama yang disebabkan oleh Covid-19 dan kontribusi yang diberikan oleh Industri 4.0 untuk mengatasinya. Dalam hal ini, perhatian difokuskan pada model simulasi dan empat area diidentifikasi, di mana mereka sangat signifikan: konsumsi energi dan rantai pasokan kesehatan

Keterbatasan utama dari penelitian ini menyangkut terbatasnya jumlah kata kunci yang digunakan untuk pengumpulan dokumen. Dalam kaitan ini, salah satu kemungkinan pengembangan ke depan adalah perpanjangan dari kajian pustaka ini, guna menganalisis secara lebih luas dan mendetail teknologi terkait Industri 4.0, yang berguna untuk menghadapi krisis Covid-19. Perkembangan masa depan lainnya adalah kombinasi dari dua atau lebih metode berbasis simulasi yang diidentifikasi untuk membangun kerangka kerja holistik yang mampu mendukung pembuat keputusan dalam menghadapi peristiwa yang tidak terduga dan mengganggu, melalui evaluasi berbagai skenario.

#### Daftar Pustaka

- [1] Dasbor COVID-19 WHO. Jenewa: Organisasi Kesehatan Dunia, 2020. Tersedia online: <https://covid19.who.int/>. Diakses pada: 5 September 2022
- [2] Michna, A., & Kruszewska, J. (2022). Menentukan tingkat pemanfaatan solusi industri 4.0 di era pandemi COVID-19: Hasil penelitian empiris. *Keberlanjutan (Swiss)*, 14(14) doi:10.3390/su14148844.
- [3] Burgos, D., & Ivanov, D. (2021). Ketahanan rantai pasokan ritel makanan dan pandemi COVID-19: Analisis dampak dan arah perbaikan berbasis kembar digital. *Riset Transportasi Bagian E: Tinjauan Logistik dan Transportasi*, 152 doi:10.1016/j.tre.2021.102412
- [4] Tavakoli, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Mesbahi, R., Ghanavati-Nejad, M., & Tajally, A. (2022). Simulasi aliran pasien COVID-19 dan investigasi kedatangan pasien di masa depan menggunakan model prediksi deret waktu: Studi kasus nyata. *Teknik Medis dan Biologi dan Komputasi*, 60(4), 969-990. doi:10.1007/s11517-022-02525-z
- [5] Eldem, B., Kluczek, A., & Bagiński, J. (2022). Dampak COVID-19 pada operasi rantai pasokan industri otomotif: Studi kasus keberlanjutan 4.0 berdasarkan kerangka kerja Sense-Adapt-Transform. *Keberlanjutan (Swiss)*, 14(10) doi:10.3390/su14105855
- [6] Al-Issa, HA, & Trrad, I. (2022). Robot berbasis internet untuk merawat pasien virus corona dan mensterilkan ruang karantina. *Jurnal Teknik Elektro dan Ilmu Komputer Indonesia*, 26(3), 1328-1337. doi:10.11591/ijeecs.v26.i3.pp1328-1337
- [7] Pereira, MA, Dinis, DC, Ferreira, DC, Figueira, JR, & Marques, RC (2022). Analisis envelopment data jaringan untuk memperkirakan efisiensi negara dalam perang melawan SARS-CoV-2. *Sistem Pakar dengan Aplikasi*, 210 doi:10.1016/j.eswa.2022.118362

- [8] Huyut, MT, & Velichko, A. (2022). Diagnosis dan prognosis penyakit COVID-19 menggunakan nilai darah rutin dan jaringan saraf LogNNet.Sensor, 22(13) doi:10.3390/s22134820
- [9] Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). Kembar rantai pasokan digital untuk mengelola risiko gangguan dan ketahanan di era industri 4.0. Perencanaan dan Pengendalian Produksi, 32(9), 775-788. doi:10.1080/09537287.2020.1768450
- [10] KASUS KUMULATIF DARI WAKTU - Di mana kasus COVID-19 telah dilaporkan di seluruh dunia. Universitas & Kedokteran Johns Hopkins, 2022. Tersedia Online: <https://coronavirus.jhu.edu/data/animated-world-map>. Diakses pada: 6 September 2022
- [11] Gounni, A., Ouhaibi, S., Belouaggadia, N., & El Alami, M. (2022). Dampak pembatasan COVID-19 pada konsumsi energi bangunan menggunakan bahan perubahan fasa (PCM) dan insulasi: Studi kasus di enam zona iklim Maroko.Jurnal Penyimpanan Energi, 55 doi:10.1016/j.est.2022.105374
- [12] Afshar-Nadjafi, B., & Niaki, STA (2021). Skenario jungkat-jungkit penguncian untuk pandemi COVID-19: Simulasi dan analisis kegagalan. Kota dan Masyarakat Berkelanjutan, 73 doi:10.1016/j.scs.2021.103108
- [13] Valtchev, SZ, Asgary, A., Chen, M., Cronemberger, FA, Najafabadi, MM, Cojocar, MG, & Wu, J. (2021). Mengelola pengujian sars-cov-2 di sekolah dengan model dan aplikasi kecerdasan buatan yang dikembangkan oleh data simulasi.Elektronik (Swiss), 10(14) doi:10.3390/electronics10141626
- [14] Sun, X., Andoh, EA, & Yu, H. (2021). Analisis berbasis simulasi untuk distribusi efektif vaksin COVID-19: Studi kasus di norwegia.Perspektif Interdisipliner Penelitian Transportasi, 11 doi:10.1016/j.trip.2021.100453
- [15] Wang, Q., Li, S., Zhang, M., & Li, R. (2022). Dampak pandemi COVID-19 terhadap konsumsi minyak di Amerika Serikat: Pendekatan estimasi baru.Energi, 239 doi:10.1016/j.energy.2021.122280
- [16] Katsoras, E., & Georgiadis, P. (2022). Model dinamika sistem terintegrasi untuk rantai pasokan loop tertutup di bawah dampak bencana: Kasus COVID-19.Jurnal Internasional Ekonomi Produksi, 253 doi:10.1016/j.ijpe.2022.108593
- [17] Afkhamiaghda, M., & Elwakil, E. (2020). Pemodelan awal penyebaran coronavirus (COVID-19) di industri konstruksi.Jurnal Manajemen Darurat, 18(7), 9-17. doi:10.5055/JEM.2020.0481
- [18] Alsaeed, NI, Alqaissi, EY, & Siddiqui, MA (2020). Simulasi berbasis agen dari model SIRD penyebaran COVID-19. Jurnal Internasional Biologi dan Teknik Biomedis, 14, 210-217. doi:10.46300/91011.2020.14.28
- [19] Longo, F., Mirabelli, G., Solina, V., Alberto, U., De Paola, G., Giordano, L., & Ziparo, M. (2022). Kerangka kerja berbasis simulasi untuk desain manufaktur dan penilaian ketahanan: Studi kasus di sektor kayu.Illmu Terapan (Swiss), 12(15) doi:10.3390/app12157614
- [20] Ahmad, Z., Almaspoor, Z., Khan, F., & El-Morshedy, M. (2022). Pada pemodelan prediktif menggunakan distribusi weibull fleksibel baru dan pendekatan pembelajaran mesin: Menganalisis data COVID-19.Matematika, 10(11) doi:10.3390/math10111792
- [21] Karalis, V., Ismailos, G., & Karatza, E. (2020). Regimen dosis klorokuin pada pasien COVID-19: Risiko keamanan dan pengoptimalan menggunakan simulasi.Illmu Keselamatan, 129 doi:10.1016/j.ssci.2020.104842
- [22] Barone, G., Buonomano, A., Forzano, C., Giuzio, GF, & Palombo, A. (2022). Dampak energi, ekonomi, dan lingkungan dari peningkatan strategi ventilasi pada

- gerbong kereta api untuk mengurangi risiko penularan covid-19. *Energi*, 256  
doi:10.1016/j.energy.2022.124466
- [23] Singh, S., Kumar, R., Panchal, R., & Tiwari, MK (2021). Dampak COVID-19 terhadap sistem logistik dan gangguan rantai pasok pangan. *Jurnal Riset Produksi Internasional*, 59(7), 1993-2008. doi:10.1080/00207543.2020.1792000
- [24] Asgary, A., Najafabadi, MM, Wendel, SK, Resnick-Ault, D., Zane, RD, & Wu, J. (2021). Mengoptimalkan perencanaan dan desain klinik vaksinasi massal drive-through COVID-19 melalui simulasi. *Kesehatan dan Teknologi*, 11(6), 1359-1368. doi:10.1007/s12553-021-00594-y
- [25] Ivanov, D. (2020). Memprediksi dampak wabah epidemi pada rantai pasokan global: Analisis berbasis simulasi pada kasus wabah coronavirus (COVID-19/SARS-CoV-2). *Riset Transportasi Bagian E: Tinjauan Logistik dan Transportasi*, 136 doi:10.1016/j.tre.2020.101922
- [26] Moosavi, J., & Hosseini, S. (2021). Asesmen ketahanan rantai pasok berbasis simulasi dengan pertimbangan strategi pemulihan dalam konteks pandemi COVID-19. *Komputer dan Teknik Industri*, 160 doi:10.1016/j.cie.2021.107593
- [27] Lasser, J., Zuber, J., Sorger, J., Dervic, E., Ledebur, K., Lindner, SD, . . . Wochele-Thoma, T. (2021). Simulasi berbasis agen untuk melindungi panti jompo dengan strategi pencegahan dan vaksinasi. *Jurnal Antarmuka Royal Society*, 18(185) doi:10.1098/rsif.2021.0608
- [28] Achmad, ALH, Chaerani, D., & Perdana, T. (2021). Merancang strategi rantai pasokan makanan selama pandemi COVID-19 menggunakan pemodelan berbasis agen terintegrasi dan optimalisasi yang kuat. *Heliyon*, 7(11) doi:10.1016/j.heliyon.2021.e08448
- [29] Baniasad, M., Mofrad, MG, Bahmanabadi, B., & Jamshidi, S. (2021). COVID-19 di asia: Faktor penularan, kebijakan pembukaan kembali, dan simulasi vaksinasi. *Penelitian Lingkungan*, 202 doi:10.1016/j.envres.2021.111657