



Perubahan *Land Surface Temperature* Kota Malang Terhadap Pemberlakuan Kebijakan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi Covid-19

Ana Ziyadatul Husna¹, Tarranita Kusumadewi², Muhammad Imam Faqihuddin³, Elok Mutiara⁴, Prima Kurniawaty⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

| Diterima 11 April 2023 | Disetujui 8 Mei 2023 | Diterbitkan 29 September 2023|

| DOI <http://doi.org/10.32315/jlbi.v12i3.130>

Abstrak

Pandemi Covid-19 berpengaruh pada tatanan hidup masyarakat di kawasan perkotaan, salah satunya di Kota Malang. Pembatasan aktivitas, pemberlakuan jam aktivitas, serta pengaturan jarak/ *physical distancing* dilakukan sebagai usaha dalam membatasi persebaran virus Covid-19. Hal tersebut menyebabkan mobilitas masyarakat perkotaan dan aktivitas di luar rumah menurun. Penurunan aktivitas di luar rumah dan mobilitas berdampak pada suhu permukaan di kawasan perkotaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan suhu permukaan selama pembatasan aktivitas. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan penginderaan jarak jauh Sentinel 2, yang mana pemetaan *land surface temperature* dilakukan secara time series dari tahun 2018-2021. Pemetaan yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi sebelum dan selama pandemi. Berdasarkan hasil pengukuran *land surface temperature* diketahui bahwa pada tahun 2020 dan tahun 2021 terjadi penurunan suhu permukaan tanah yaitu 0.712°C dan 2.50°C dengan suhu permukaan tanah rata-rata dari tahun 2018 sebesar 34.331°C; tahun 2019 sebesar 34.402°C; tahun 2020 sebesar 33.532°C; dan tahun 2021 sebesar 30.637°C. Dengan demikian, pembatasan aktivitas selama Covid-19 berpengaruh pada perubahan *land surface temperature*, yakni: semakin tinggi mobilitas masyarakat, maka semakin tinggi *land surface temperature* dan semakin rendah mobilitas masyarakat, maka semakin rendah *land surface temperature*.

Kata-kunci: *land surface temperature*, mobilitas masyarakat, kebijakan pemerintah, sentinel 2

The Impact of Activities Restrictions to Land Surface Temperature Changes In Kota Malang During Covid-19

Abstract

The COVID-19 pandemic has disrupted people's lives in urban areas, including Malang City. To limit the spread of the COVID-19 virus, activity restrictions, activity hours, and physical separation are implemented. This reduces urban people's mobility and their ability to engage in activities outside the home. Surface temperatures in urban areas are affected by decreased outdoor activity and mobility. As a result, the purpose of this research is to determine the changes in surface temperature during activity restrictions. The mapping of land surface temperature in a time series from 2018 to 2021 was carried out using Sentinel 2 remote sensing. The mapping project's goal is to compare changes that occurred prior to and during the pandemic. Based on Land Surface Temperature measurements, it is known that soil surface temperature decreased by 0.712°C and 2.50°C in 2020 and 2021, respectively, with an average ground surface temperature of 34,331°C in 2018; 34,402°C in 2019; 33,532°C in 2020; and 30,637°C in 2021. Thus, restrictions on activities during Covid-19 affect changes in Land Surface Temperature, namely, the higher the community's mobility, the higher the Land Surface Temperature, and the lower the community's mobility, the lower the Land Surface Temperature.

Keywords: *land surface temperature*, community mobility, government policy, sentinel 2

Kontak Penulis

Ana Ziyadatul Husna

Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Jl. Gajayana No. 50 Kota Malang Kode Pos 65144

E-mail: anazyadatulhusna@arch.uin-malang.ac.id



Pendahuluan

Covid-19 dinyatakan sebagai pandemi global oleh WHO sejak tanggal 11 Maret 2020. Penetapan Covid-19 sebagai *pandemic global* dilakukan setelah berbagai laporan peningkatan kasus di berbagai negara. Selain itu, sejak penetapan sebagai *pandemic global*, berbagai negara juga melaporkan terjadi gelombang pertama selama April dan Mei 2020 [1].

Laporan kasus Covid-19 di Indonesia dilaporkan pertama kali pada 02 Maret 2020 di Jakarta dan semakin meningkat dan menyebar ke berbagai wilayah lainnya. Peningkatan kasus Covid-19 dapat diidentifikasi berdasarkan munculnya beberapa kluster besar yang berasal dari kegiatan seperti: kegiatan seminar, musyawarah, keagamaan, dan lain sebagainya. Peningkatan kasus Covid-19 di Indonesia berdampak pada penetapan status darurat Covid-19 di beberapa wilayah, khususnya di Pulau Jawa (DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Banten) [2].

Adanya Covid-19 di Indonesia menyebabkan perubahan yang signifikan pada struktur ekonomi, kebijakan, sosial budaya masyarakat, teknologi, hingga tatanan kehidupan masyarakat. Masyarakat dipaksa untuk beradaptasi dengan kondisi yang ada secara cepat, misalnya bekerja dari rumah, sekolah dari rumah, dan mengurangi mobilisasi di luar rumah. Hal tersebut dimaksudkan sebagai upaya pencegahan dan pengendalian persebaran virus Covid-19 [3]. Upaya pencegahan dan pengendalian persebaran virus Covid-19 dilakukan oleh pemerintah dengan menetapkan berbagai kebijakan dan aturan yang membatasi pergerakan dan mobilisasi masyarakat, khususnya di wilayah dengan tingkat persebaran tinggi. Pembatasan pergerakan ini yang selanjutnya dikenal dengan istilah Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) [4]; Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) Jawa-Bali [5]; PPKM Mikro [6], Penebalan PPKM Mikro [7], dan PPKM Level 4, 3, dan 2 [8]. Perbedaan tahap pembatasan aktivitas ini terletak pada fokus pembatasan, yang mana pada PSBB hampir semua kegiatan tidak diperbolehkan, sedangkan pada PPKM beberapa kegiatan diperbolehkan dengan syarat tertentu dan diatur oleh pemerintah daerah [9].

Kota Malang merupakan salah satu kota pertama di Jawa Timur yang melaporkan adanya kasus infeksi virus Covid-19. Kasus pertama di Kota Malang terkonfirmasi 2 pasien dan semakin meningkat dari hari ke hari. Peningkatan kasus virus ini terlihat dari penambahan atau munculnya kluster-kluster baru seperti HM Sampoerna [10]. Peningkatan kasus yang signifikan khususnya mulai bulan Juni 2020 menjadi perhatian utama bagi pemerintah Kota Malang dalam mengantisipasi persebaran virus ini. Hal ini dilakukan dengan diberlakukan *social distancing* hingga *physical distancing* selama PSBB hingga PPKM.

Pembatasan kegiatan dan mobilisasi masyarakat Kota Malang antara lain dengan bekerja dari rumah, sekolah

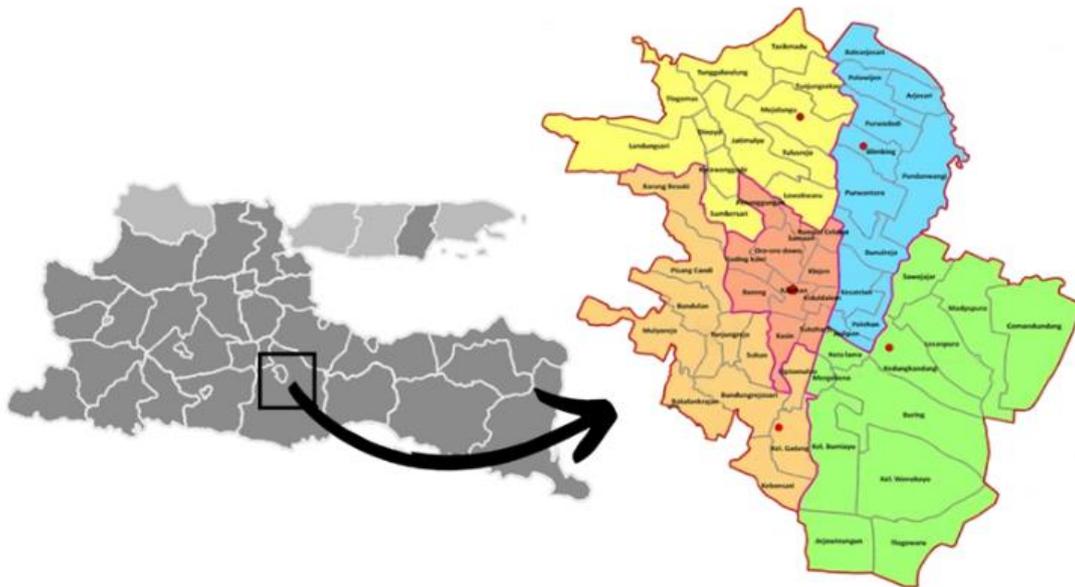
dari rumah, pemberlakuan jam kegiatan masyarakat, pembatasan kegiatan keagamaan, sosial, dan budaya, pembatasan kegiatan perdagangan dan jasa, pembatasan kegiatan pada fasilitas umum kota, pembatasan mobilitas antar daerah, dan pembatasan pergerakan moda transportasi [11]. Oleh karena itu, adanya pembatasan kegiatan masyarakat ini sangat berdampak pada tata kehidupan dan gaya hidup masyarakat.

Perubahan gaya hidup dan tata kehidupan masyarakat selama *pandemic* berpengaruh pada konsumsi energi. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat yang banyak dilakukan di rumah sehingga mobilitas masyarakat di luar rumah yang berkurang drastis [12]. Penurunan mobilitas masyarakat juga berpengaruh pada: penurunan emisi karbondioksida [13], [14]; peningkatan kualitas udara luar perkotaan [15]-[17]; konsumsi energi listrik [18]; sosial, ekonomi dan transportasi [19]; perubahan perilaku manusia dan iklim perkotaan [20]; penurunan suhu udara [21]; dan kesehatan mental [22], [23].

Perubahan iklim perkotaan sebagai dampak pembatasan aktivitas masyarakat selama Covid-19 mendapatkan perhatian khusus dari berbagai pihak setelah perubahan yang terjadi akibat pemanasan global. Berdasarkan beberapa kajian yang telah dilakukan di Indonesia, terjadi peningkatan kualitas udara perkotaan dan penurunan suhu perkotaan selama pembatasan aktivitas masyarakat. Kajian terhadap perubahan suhu permukaan selama Covid-19 di Yogyakarta diketahui bahwa selama pembatasan aktivitas suhu turun, sedangkan ketika adaptasi new normal suhu meningkat lagi [24]. Selain itu, kajian juga dilakukan di Jakarta dan Surabaya menunjukkan penurunan suhu yang sangat signifikan di Jakarta dibandingkan dengan di Surabaya karena pengaruh jumlah penduduk dan pembatasan aktivitas yang dilakukan [25]. Dengan demikian, kajian terhadap perubahan suhu permukaan di Kota Malang perlu dilakukan untuk mengetahui perubahan suhu permukaan mengingat Kota Malang mempunyai fungsi kawasan dan penduduk yang heterogen salah satunya sebagai pusat pendidikan sehingga mobilisasi penduduk cukup tinggi dibandingkan dengan kota lainnya di Jawa Timur.

Metode

Penelitian ini dilakukan di Kota Malang, yang mana secara administratif terdiri dari Kecamatan Blimbing, Kecamatan Lowokwaru, Kecamatan Klojen, Kecamatan Kedungkandang, dan Kecamatan Sukun dengan luas wilayah 110.06 Km². Secara letak geografis, Kota Malang terletak di 112.06 – 12.07 Bujur Timur dan 7.060 – 8.020 Lintang Selatan. Kota Malang sebagai salah satu kota yang di dataran tinggi mempunyai iklim tropis lembab dengan suhu rata-rata 18-22°C. Untuk mengetahui letak Kota Malang di Provinsi Jawa Timur dan Pembagian Administratif Kota Malang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kota Malang

Penelitian ini berfokus pada pengaruh pemberlakuan kebijakan pembatasan aktivitas terhadap perubahan suhu permukaan di Kota Malang. Pengumpulan data perubahan kebijakan pembatasan aktivitas selama pandemi dilakukan dengan mengumpulkan dan menyusun kebijakan-kebijakan pembatasan aktivitas yang dikeluarkan oleh Pemerintah Kota Malang. Berdasarkan data tersebut dapat diperoleh periodisasi penetapan kebijakan dan aktivitas yang dibatasi.

Selanjutnya pengukuran suhu permukaan di Kota Malang dilakukan dengan menggunakan pemetaan jarak jauh Sentinel-2. Sentinel-2 merupakan nama sebuah satelit yang diluncurkan dari hasil kerjasama antara *European Space Agency* dan *The European Commission*. Tujuan peluncuran satelit ini adalah untuk menunjukkan citra permukaan bumi terkini dengan resolusi lebih tinggi yang dapat dimanfaatkan dalam bidang lingkungan dan keamanan [26].

Pemetaan *land surface temperature* bertujuan untuk mengetahui klasifikasi suhu permukaan yang dihasilkan oleh citra penginderaan jauh. Klasifikasi suhu ini disimbolkan dengan skema warna yang menginterpretasikan suhu permukaan [27]. Misalnya untuk warna merah menunjukkan suhu permukaan yang tinggi dan biru untuk suhu permukaan yang rendah.

Data pemetaan *land surface temperature* yang dipetakan yaitu mulai tahun 2018 sampai dengan tahun 2021. Hal ini bertujuan untuk melihat kondisi suhu permukaan di Kota Malang sebelum dan selama pemberlakuan kebijakan pembatasan aktivitas karena Covid-19. Selanjutnya berdasarkan data pemetaan tersebut diklasifikasikan suhu permukaan rata-rata di Kota Malang.

Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dengan teknik superimpose dengan membandingkan data

pemberlakuan kebijakan pembatasan aktivitas dengan data pengukuran suhu permukaan rata-rata di Kota Malang. Hal tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan korelasi hubungan antara pemberlakuan kebijakan dengan perubahan suhu permukaan di Kota Malang.

Hasil dan Pembahasan

Kebijakan Pembatasan Kegiatan Masyarakat di Kota Malang

Kota Malang merupakan salah satu kota yang memiliki daya tarik urban yang cukup tinggi di Jawa Timur. Hal ini disebabkan oleh fungsi kawasan yang heterogen. Fungsi kawasan tersebut meliputi: pendidikan, pariwisata, perdagangan dan jasa, industri, permukiman, kesehatan, dan sarana penunjang lainnya. Kondisi fungsi kawasan yang heterogen ini menjadi faktor pertambahan jumlah penduduk dan mobilitas di kawasan perkotaan.

Pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan mobilitas berpengaruh pada pertambahan jumlah moda transportasi baik kendaraan pribadi dan publik untuk menunjang aktivitas masyarakatnya. Selain itu, juga berpengaruh pada perubahan kualitas udara dan perubahan suhu di kawasan perkotaan. Oleh karena itu, diperlukan perhatian khusus untuk mencapai keberlanjutan kota [28].

Selama *pandemic* Covid-19, mobilisasi masyarakat di Kota Malang mengalami penurunan yang drastis. Pemberlakuan kebijakan pembatasan aktivitas masyarakat menjadi faktor penting yang mempengaruhi kondisi tersebut. Kebijakan pembatasan aktivitas yang diberlakukan di Kota Malang selama tahun 2020 sampai dengan 2021 meliputi: PSBB, PPKM Jawa-Bali, dan PPKM Mikro. Berikut adalah peraturan dalam

pembatasan aktivitas yang diberlakukan di Kota Malang:

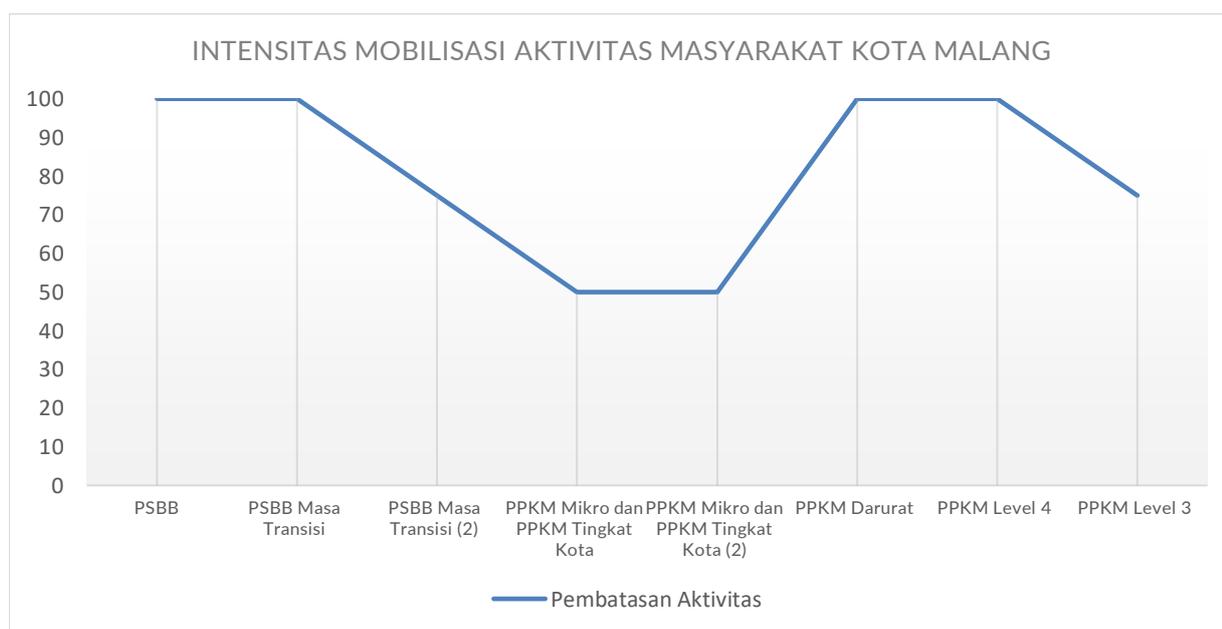
Tabel 1. Kebijakan Pembatasan Aktivitas di Kota Malang

No.	Jenis Pembatasan Aktivitas Masyarakat	Jenis Aktivitas	Peraturan	Masa Berlaku mulai tanggal
1.	PSBB [29]	Pendidikan	100% daring/virtual dari rumah	17 Mei 2020
		Bekerja	100% dari rumah kecuali pada sektor kesehatan, energi, logistik, perhotelan, konstruksi, industri strategis, BUMN/BUMD yang turut dalam penangan Covid-19, pemadam kebakaran, unit pengelolaan pati asuhan dan lainnya, toko kebutuhan pokok, bank, kantor asuransi,	
		Perdagangan dan Jasa	100% tutup untuk kegiatan tempat hiburan, bioskop, <i>fitness center</i> , tempat rekreasi, dan lain sebagainya Kegiatan di Pusat Perbelanjaan 100% tutup kecuali toko swalayan yang ada di dalam dengan jam operasional mulai jam 07.00-21.00 WIB Kegiatan penyediaan makanan dan minuman beroperasi dari jam 07.00-21.00; membatasi layanan untuk dibawa pulang; Jam Operasional mulai jam 07.00-21.00 kecuali Apotek, SPBU, Usaha Fasilitas Kesehatan	
		Kegiatan Keagamaan di tempat ibadah	Dilakukan di rumah, kecuali untuk pengurus tempat ibadah dan masyarakat sekitar	
		Kegiatan di Tempat/ Fasilitas Umum	100% tutup kecuali supermarket, minimarket, pasar, fasilitas pelayanan kesehatan	
		Sosial Budaya	100% tutup untuk kegiatan yang berhubungan dengan politik, olahraga, hiburan, akademik, dan budaya. Kegiatan khitanan, pernikahan, pemakaman/takziah kematian non Covid-19 dilakukan secara terbatas	
		Transportasi	100% berhenti sementara untuk kendaraan pribadi dan umum kecuali untuk pemenuhan kebutuhan pokok, pertahanan dan keamanan, dan kegiatan yang diperbolehkan selama PSBB Jam operasional mulai jam 07.00-21.00	
		2.	PSBB Masa Transisi [30]	
Bekerja	100% dilakukan dari rumah			
Keagamaan di Tempat Ibadah	Dilakukan secara terbatas berdasarkan jumlah pengguna dan diutamakan untuk masyarakat di sekitar tempat ibadah			
Taman dan tempat olahraga	Seluruh kegiatan di taman 100% ditutup, fasilitas olahraga dilakukannya secara terbatas			
Toko swalayan dan Mall	Jam operasional 07.00-21.00 WIB, Pelayanan diutamakan secara daring, jumlah pengunjung 40% dari jumlah pengunjung normal,			
Pasar	Buka secara terbatas dan diutamakan menggunakan layanan online			
Sosial Budaya	Dilakukan secara terbatas dengan jumlah maksimal 50% dari kapasitas normal			
Transportasi	Kendaraan pribadi dan umum dapat beroperasi dengan terbatas dan mematuhi protokol kesehatan			
Restoran	Jam operasional mulai jam 07.00-21.00 WIB, diutamakan layanan take away, kapasitas pengunjung 50% dari kapasitas normal			
Pariwisata, Rekreasi, dan Hiburan	100% tutup untuk panti pijat, diskotik, tempat karaoke, permainan boling, Bioskop dan permainan ketangkasan beroperasi secara terbatas dengan jam operasional mulai jam 07.00-21.00 WIB, kapasitas maksimal 50% dari kapasitas pengunjung normal, menerapkan protokol kesehatan			
Fasilitas Kesehatan	Termasuk apotek dapat beroperasi secara terbatas dengan kapasitas maksimal 40% dari pengunjung normal, menerapkan protokol kesehatan			
3.	PSBB Masa Transisi (2) [31]	Bekerja	75% WFH dan 25% WFO dengan menerapkan protokol kesehatan	11 Januari 2021
		Belajar Mengajar	100% Daring/Online	
		Sektor Esensial yang berkaitan dengan kebutuhan pokok	100% buka dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Restoran/ tempat makan	Jam operasional mulai jam 07.00-20.00 WIB, kapasitas maksimal 25% dari jumlah pengunjung normal, dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Mall	Jam operasional mulai jam 07.00-20.00 WIB dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Konstruksi	100% buka dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Tempat Ibadah	Kapasitas maksimal 50% dengan menerapkan protokol kesehatan	
		4.	PPKM Mikro dan PPKM Tingkat Kota [32], [33]	
Belajar Mengajar	100% Daring/Online			
Sektor Esensial	100% buka dengan menerapkan protokol kesehatan			

		Restoran dan rumah makan	Jam operasional 07.00-22.00 WIB, kapasitas maksimal 50% dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Pedagang Kaki Lima	Jam operasional mulai jam 04.00- 24.00 WIB dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Mall	Jam Operasional 07.00-21.00 WIB dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Konstruksi	100% buka dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Keagamaan di Tempat Ibadah	Kapasitas 50% dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Fasilitas umum dan sosial budaya	Ditutup sementara	
		Transportasi Umum	Jam operasional 04.00-20.00 WIB dengan kapasitas maksimal 50% dan menerapkan protokol kesehatan	
5.	PPKM Mikro dan PPKM Tingkat Kota (2) [34], [35]	Bekerja	50% WFH, 50% WFO	23 Maret 2021
		Belajar Mengajar	100% Daring/Online (SD, SMP, SMA dan sederajat) Bertahap secara Luring/ Offline (Perguruan Tinggi)	
		Sektor Esensial	100% buka dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Restoran dan rumah makan	Jam operasional 07.00-22.00 WIB, kapasitas maksimal 50% dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Pedagang Kaki Lima	Jam operasional mulai jam 04.00- 24.00 WIB dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Mall	Jam Operasional 07.00-21.00 WIB dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Konstruksi	100% buka dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Keagamaan di Tempat Ibadah	Kapasitas 50% dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Fasilitas umum	Kapasitas 50% dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Seni, Sosial, budaya	Kapasitas maksimal 25% dengan menerapkan protokol kesehatan	
		Transportasi Umum	Jam operasional 04.00-20.00 WIB dengan kapasitas maksimal 50% dan menerapkan protokol kesehatan	
6	PPKM Darurat [36], [37]	Bekerja	Kegiatan non esensial 100% WFH Kegiatan Esensial (perbankan, keuangan, pasar modal, perhotelan non karantina COVID-19, industry ekspor 50% WFO, 50% WFH Kegiatan Esensial pemerintahan 25% WFO Kritikal (energi, kesehatan, keamanan, logistic dan transportasi, industry minuman dan makanan, petrokimia, semen, objek vital nasional, penanganan bencana, proyek strategis nasional, konstruksi, utilitas dasar 100% WFO	03 Juli 2021
		Belajar mengajar	100% Online	
		Mall	Ditutup sementara kecuali akses ke supermarket maksimal jam operasional sampai jam 20.00 WIB	
		Pasar dan toko Kelontong	Kapasitas pengunjung 50% dan maksimal jam operasional sampai jam 20.00 WIB	
		Rumah makan, kafe, restoran, warung	100% take away/delivery order	
		Konstruksi	100% WFO	
		Tempat ibadah	Ditutup sementara	
		Fasilitas umum	Ditutup sementara	
		Seni, Budaya, olahraga, dan sosial kemasyarakatan	Ditutup sementara	
		Transportasi Umum	Kapasitas maksimal 70%	
		Pernikahan	Ditidakan sementara	
7	PPKM Level 4 [38]-[40]	Bekerja	Kegiatan non esensial 100% WFH Kegiatan Esensial (perbankan, keuangan, pasar modal, perhotelan non karantina COVID-19, industry ekspor 50% WFO, 50% WFH Kegiatan esensial pemerintahan yang tidak dapat ditunda pelaksanaannya 25% WFO, 75% WFH Kritikal (energi, kesehatan, keamanan, logistic dan transportasi, industry minuman dan makanan, petrokimia, semen, objek vital nasional, penanganan bencana, proyek strategis nasional, konstruksi, utilitas dasar 100% WFO	26 Juli 2021
		Supermarket, pasar, toko kelontong, swalayan	Kapasitas pengunjung 50% dan maksimal jam operasional sampai jam 20.00 WIB	
		Restoran, kafe, rumah makan	100% take away/delivery order	
		Warung makan, pedagang kaki lima	Maksimal pengunjung 3 orang dan maksimal jam operasional 06.00 sampai jam 20.00 WIB	
		Mall	Ditutup sementara kecuali akses untuk pegawai toko yang melayani penjualan online maksimal 3 orang dan akses untuk supermarket/swalayan dengan maksimal jam operasional sampai jam 20.00 WIB	
		Konstruksi	100% WFO	

		1Tempat Ibadah	50% kapasitas maksimal dan mengoptimalkan pelaksanaan ibadah di rumah	
		Fasilitas Umum	Ditutup sementara	
		Seni, Budaya, olahraga, dan sosial kemasyarakatan	Ditutup sementara	
		Transportasi Umum	Kapasitas maksimal 50%	
		Pernikahan	Ditiadakan sementara	
8	PPKM Level 3 [41]	Bekerja	Kegiatan non esensial 100% WFH Kegiatan Esensial (perbankan, keuangan, pasar modal, perhotelan non karantina Covid-19, industry ekspor 50% WFO, 50% WFH Kegiatan Esensial pemerintahan 25% WFO Kritikal (energi, kesehatan, keamanan, logistic dan transportasi, industry minuman dan makanan, petrokimia, semen, objek vital nasional, penanganan bencana, proyek strategis nasional, konstruksi, utilitas dasar 100% WFO	07 September 2021
		Belajar Mengajar	50% Online 50% Offline kecuali SDLB, MILB, SMPLB, dan MALB maksimal 62% dan PAUD maksimal 33%	
		Restoran, kafe, rumah makan	Ruang tertutup 100% take away/delivery order Ruang terbuka kapasitas maksimal 50% dan maksimal jam operasional sampai jam 21.00 WIB	
		Warung makan, pedagang kaki lima	Maksimal pengunjung 50% kapasitas atau 6 orang dan maksimal jam operasional 06.00 sampai jam 21.00 WIB	
		Mall	Dibuka dengan kapasitas pengunjung 50% dan maksimal jam operasional sampai jam 21.00 WIB. Kecuali Bioskop, tempat bermain anak-anak, dan tempat hiburan di dalam mall ditutup sementara	
		Konstruksi	100% WFO	
		Tempat ibadah	Maksimal 50% kapasitas atau 50 Orang	
		Fasilitas Umum	Ditutup sementara	
		Seni, Budaya, olahraga, dan sosial kemasyarakatan	Ditutup sementara kecuali kegiatan olahraga outdoor maksimal 4 orang dan 50% kapasistas maksimal untuk indoor	
		Transportasi Umum	70% kapasitas maksimal	
		Resepsi Pernikahan	Maksimal 40 Orang	

Berdasarkan pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa terjadi pada masa pemberlakuan kebijakan PSBB, pembatasan kegiatan masyarakat secara signifikan PPKM darurat, dan PPKM level 4. Pada masa



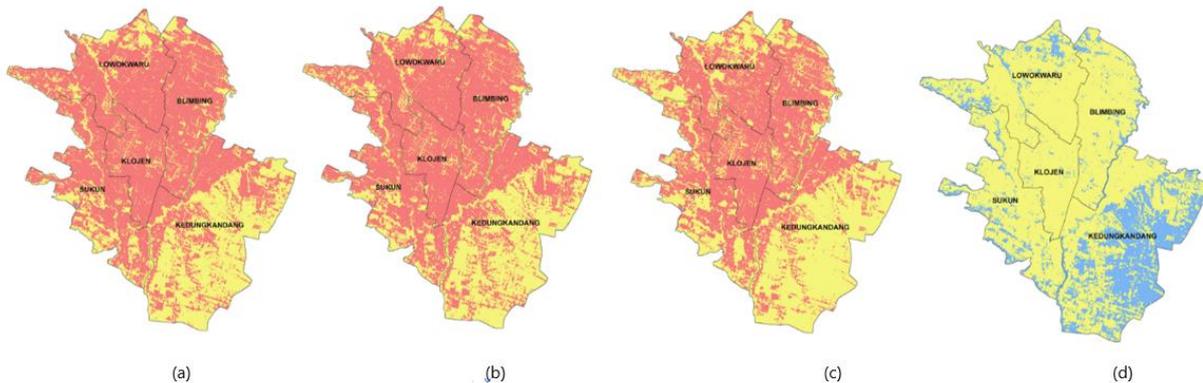
Gambar 2. Grafik intensitas mobilisasi aktivitas masyarakat Kota Malang selama pemberlakuan kebijakan pembatasan aktivitas.

pemberlakukan kebijakan PSBB, dan PPKM darurat level 4 hampir semua kegiatan dan aktivitas masyarakat dilakukan secara *online* atau ditutup sementara. Sedangkan pada pemberlakuan kebijakan PSBB Transisi, PPKM Mikro dan PPKM tingkat kota, dan PPKM level 3, aktivitas dan kegiatan masyarakat dilakukan secara terbatas baik secara kapasitas pengguna maupun jam operasionalnya. Dengan demikian, juga dapat disimpulkan bahwa adanya

pembatasan kegiatan di Kota Malang berdampak pada penurunan mobilisasi masyarakat dan optimalisasi kegiatan di dalam rumah. Kesimpulan pemberlakuan kebijakan pembatasan aktivitas terhadap mobilitas masyarakat Kota Malang dapat dilihat pada Gambar 2, yang mana *range* 0-45 menunjukkan *range* rendah, 46-75 menunjukkan *range* sedang, dan *range* 76-100 menunjukkan *range* tinggi.

Pemetaan *Land Surface Temperature* di Kota Malang
 Pemetaan *land surface temperature* dilakukan dengan menggunakan penginderaan Sentinel-2 mulai tahun 2018 sampai tahun 2021. Berdasarkan pada hasil pemetaan, diketahui bahwa luas area dengan suhu

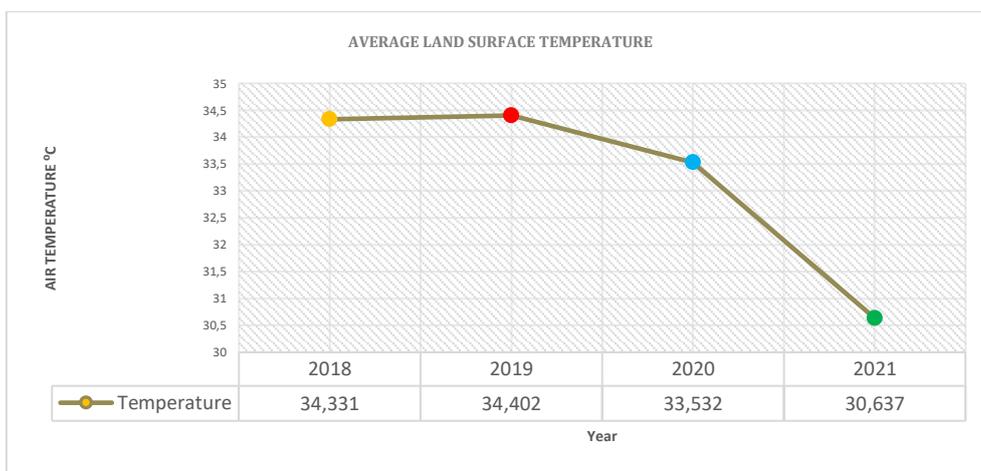
rata-rata tinggi semakin berkurang dari tahun 2018 ke tahun 2021. Gambar 3 merupakan hasil pemetaan *land surface temperature* di Kota Malang dari tahun 2018 sampai tahun 2021.



Gambar 3. (a) Peta *land surface temperature* tahun 2018 (b) Peta *land surface temperature* tahun 2019 (c) Peta *land surface temperature* tahun 2020 (d) Peta *land surface temperature* tahun 2021.

Berdasarkan hasil pemetaan *land surface temperature* Kota Malang dari tahun 2018 sampai dengan 2021 menunjukkan bahwa pada tahun 2019 terdapat pertambahan luas area dengan suhu permukaan tanah di Kota Malang cenderung tinggi. Selanjutnya tahun 2020 terdapat pengurangan luas area dengan suhu

permukaan tanah tinggi yang cukup signifikan dan tahun 2021 suhu permukaan tanah cenderung didominasi oleh suhu sedang. Gambar 4 adalah hasil pengukuran *land surface temperature* di Kota Malang dari tahun 2018-2021 dengan menggunakan penginderaan Sentinel-2.



Gambar 4. Grafik suhu rata-rata permukaan tanah Kota Malang tahun 2018-2021

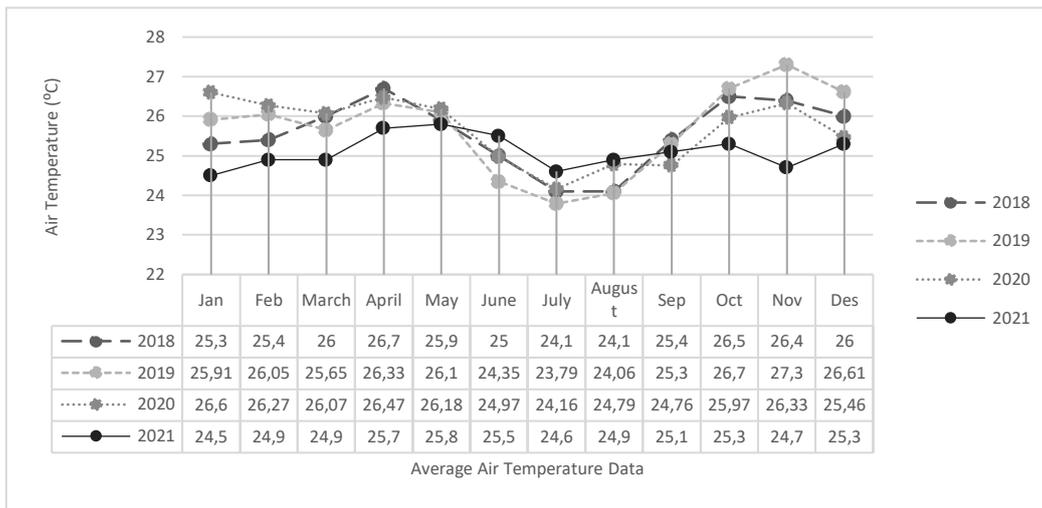
Pada tahun 2018 ke tahun 2019 terjadi kenaikan LST Kota Malang sebesar 0.071°C, sedangkan tahun 2020 terjadi penurunan *Land Surface Temperature* yang

cukup signifikan yaitu 0.87 °C dan tahun 2021 terjadi penurunan *Land Surface Temperature* yang sangat signifikan hingga 2.895 °C.

Hubungan Pembatasan Aktivitas dengan perubahan *Land Surface Temperature* di Kota Malang

Pembatasan kegiatan masyarakat selama masa *pandemic* juga berpengaruh pada perubahan perilaku manusia dan pola mobilitasnya menjadi lebih baik untuk menghindari resiko penularan [42]. Penggunaan transportasi aktif seperti sepeda atau berjalan kaki menjadi salah satu alternatif yang digunakan oleh masyarakat di kawasan perkotaan. Hal ini juga dilatarbelakangi oleh manfaat penggunaan transportasi aktif untuk kesehatan [43], [44].

Pembatasan kegiatan masyarakat selama masa *pandemic* secara tidak langsung juga berpengaruh pada perilaku berkendara dan penggunaan transportasi umum. Kecenderungan masyarakat yang membatasi aktivitas dan mobilitas di luar rumah berdampak pada perubahan kualitas udara perkotaan [45]. Hal serupa juga terjadi di Kota Malang, yang mana terjadi penurunan suhu yang signifikan selama masa pembatasan kegiatan masyarakat. Gambar 5 merupakan data suhu rata-rata Kota Malang dari tahun 2018-2021.



Gambar 5. Grafik suhu Kota Malang tahun 2018-2021 (Sumber: BPS Kota Malang)

Selain perubahan suhu rata-rata di Kota Malang, berdasarkan pada pengukuran *land surface temperature* menunjukkan adanya perbedaan dan penurunan suhu permukaan tanah yang sangat signifikan dari tahun 2018 sampai dengan 2021. Tabel 2 adalah perbedaan *land surface temperature* sebelum dan selama Covid-19 di Kota Malang.

Tabel 2. Perbandingan *Land Surface Temperature* Kota Malang sebelum dan selama pemberlakuan pembatasan aktivitas covid-19

	2018	2019	2020	2021
Tmax	36.709	36.616	36.165	33.603
Tave	34.331	34.402	33.532	30.637
Tmin	29.540	29.276	28.564	26.064

Tahun 2018 mempunyai selisih suhu maksimal sebesar 0.093°C dengan tahun 2019; tahun 2019 mempunyai selisih suhu maksimal sebesar 0.451°C dengan tahun 2020, dan tahun 2020 mempunyai selisih 2.562°C dengan tahun 2021. Sedangkan untuk suhu minimal pada tahun 2018 mempunyai selisih 0.264°C dengan tahun 2019; tahun 2019 mempunyai selisih 0.712°C dengan tahun 2020, dan tahun 2020 mempunyai selisih 2.50°C dengan tahun 2021. Dengan demikian, berdasarkan pada hasil pengukuran LST dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2021 terjadi penurunan suhu permukaan tanah secara signifikan, khususnya di tahun 2021. Dengan demikian, berdasarkan pada data-data di atas dapat diketahui bahwa perubahan

aktivitas, mobilitas, dan perilaku masyarakat perkotaan sangat berpengaruh pada kondisi suhu permukaan di Kota Malang, yang mana selama tahun 2018 dan 2019 aktivitas dan mobilitas masyarakat *relative* cukup tinggi dibandingkan dengan tahun 2020 dan 2021. Perubahan pola aktivitas, mobilitas, dan perilaku masyarakat perkotaan selama *pandemic* berperan aktif dalam perbaikan kualitas udara dan iklim mikro di perkotaan.

Kesimpulan

Peningkatan kasus Covid-19 yang sangat signifikan dalam beberapa waktu berpengaruh pada pembatasan aktivitas masyarakat. Pemberlakuan pembatasan aktivitas dan kegiatan masyarakat berdampak pada penurunan mobilitas masyarakat khususnya di Kota Malang. Intensitas mobilitas masyarakat yang berkurang berpengaruh pada perbaikan kualitas udara dan suhu perkotaan, baik suhu rata-rata bulanan maupun suhu permukaan tanah di Kota Malang. Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pemberlakuan pembatasan aktivitas masyarakat berpengaruh pada penurunan suhu rata-rata bulan dan suhu permukaan tanah.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada LP2M UIN Malang yang telah memberikan dana penelitian melalui program Litapdimas 2021 kluster penelitian interdisipliner.

Daftar Pustaka

- [1] A. de Palma, S. Vosough, and F. Liao, "An overview of effects of COVID-19 on mobility and lifestyle: 18 months since the outbreak," *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 159, pp. 372–397, May 2022, doi: 10.1016/j.tra.2022.03.024.
- [2] P. Vermonte and T. Y. Wicaksono, "Karakteristik dan persebaran covid-19 di Indonesia: Temuan awal," *CSIS Comment.*, vol. 1, pp. 1–20, 2020.
- [3] L. P. Sakti, T. Sulistyarningsih, and T. Sulistyowati, "COVID-19 Perubahan sosial masyarakat pasca pandemi Covid-19 di Kota Malang," *J. Adm. dan Kebijakan Publik*, vol. 6, no. 2, pp. 217–230, Oct. 2021, doi: 10.25077/jakp.6.2.217-230.2021.
- [4] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2020 Tentang Pembatasan Sosial Berskala Besar dalam Rangka Percepatan Penangan Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)," Nomor 21 Tahun 2020, 2019
- [5] Menteri Dalam Negeri Indonesia, "Instruksi Menteri Dalam Negeri Nomor 15 Tahun 2021 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Darurat Corona Virus Disease 2019 di Wilayah Jawa dan Bali," 15, 2021
- [6] Menteri Dalam Negeri, *Instruksi Menteri Dalam Negeri Nomor 3 Tahun 2021 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Berbasis Mikro dan Pembentukan Posko Penangan Corona Virus Disease 2019 di Tingkat Desa dan Kelurahan untuk Pengendalian Penyebaran Corona Virus Disease 19*. Indonesia, 2021.
- [7] Menteri Dalam Negeri, *Instruksi Menteri Dalam Negeri Nomor 13 Tahun 2021 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Berbasis Mikro dan Mengoptimalkan Posko Penangan Corona Virus Disease 2019 di Tingkat Desa dan Kelurahan untuk Pengendalian Penyebaran Corona Virus Disease 19*. Indonesia, 2021.
- [8] Menteri Dalam Negeri, *Instruksi Menteri Dalam Negeri Nomor 15 Tahun 2022 tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Level 4, Level 3, dan Level 2 Corona Virus Disease 2019 di Wilayah Jawa dan Bali*. Indonesia, 2022.
- [9] R. W. Tuti, A. Nurmandi, and A. A. Zahra, "Handling COVID-19 in the capital city of Jakarta with innovation policy: the scale of social restrictions policy," *Heliyon*, vol. 8, no. 5, p. e09467, May 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09467.
- [10] H. A. Yanuarita and S. Haryati, "Pengaruh Covid-19 Terhadap Kondisi Sosial Budaya di Kota Malang dan Konsep Strategis Dalam Penanganannya," *J. Ilm. Widya Sosiopolitika*, vol. 2, no. 2, p. 58, Jan. 2021, doi: 10.24843/JIWSWP.2020.v02.i02.p01.
- [11] Walikota Malang, *Peraturan Walikota Malang No. 17 Tahun 2020 Tentang Pedoman Pembatasan Sosial Berskala Besar dalam Rangka Percepatan Penangan Corona Virus Disease 2019*. Indonesia, 2020.
- [12] D. Novianto, M. D. Koerniawan, M. Munawir, and D. Sekartaji, "Impact of lifestyle changes on home energy consumption during pandemic COVID-19 in Indonesia," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 83, p. 103930, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.scs.2022.103930.
- [13] D. Hartono, A. A. Yusuf, S. H. Hastuti, N. K. Saputri, and N. Syaifudin, "Effect of COVID-19 on energy consumption and carbon dioxide emissions in Indonesia," *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 28, pp. 391–404, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.spc.2021.06.003.
- [14] M. Yang, L. Chen, G. Msigwa, K. H. D. Tang, and P.-S. Yap, "Implications of COVID-19 on global environmental pollution and carbon emissions with strategies for sustainability in the COVID-19 era," *Sci. Total Environ.*, vol. 809, p. 151657, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.151657.
- [15] A. R. Anugerah, P. S. Muttaqin, and D. A. Purnama, "Effect of large-scale social restriction (PSBB) during COVID-19 on outdoor air quality: Evidence from five cities in DKI Jakarta Province, Indonesia," *Environ. Res.*, vol. 197, p. 111164, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.envres.2021.111164.
- [16] X. Dong, X. Zheng, C. Wang, J. Zeng, and L. Zhang, "Air pollution rebound and different recovery modes during the period of easing COVID-19 restrictions," *Sci. Total Environ.*, vol. 843, p. 156942, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.156942.
- [17] A. P. Rudke et al., "How mobility restrictions policy and atmospheric conditions impacted air quality in the State of São Paulo during the COVID-19 outbreak," *Environ. Res.*, vol. 198, p. 111255, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.envres.2021.111255.
- [18] Z. Huang and Z. Gou, "Electricity consumption variation of public buildings in response to COVID-19 restriction and easing policies: A case study in Scotland, U.K.," *Energy Build.*, vol. 267, p. 112149, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.enbuild.2022.112149.
- [19] S. Nundy, A. Ghosh, A. Mesloub, G. A. Albaqawy, and M. M. Alnaim, "Impact of COVID-19 pandemic on socio-economic, energy-environment and transport sector globally and sustainable development goal (SDG)," *J. Clean. Prod.*, vol. 312, p. 127705, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127705.
- [20] K. Nakajima, Y. Takane, Y. Kikegawa, Y. Furuta, and H. Takamatsu, "Human behaviour change and its impact on urban climate: Restrictions with the G20 Osaka Summit and COVID-19 outbreak," *Urban Clim.*, vol. 35, p. 100728, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.uclim.2020.100728.
- [21] G. Roshan, R. Sarli, and J. M. Fitchett, "Urban heat island and thermal comfort of Esfahan City (Iran) during COVID-19 lockdown," *J. Clean. Prod.*, vol. 352, p. 131498, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.131498.

- [22] I. Tsouros, A. Tsimpa, I. Pagoni, and A. Polydoropoulou, "Activities, time-use and mental health during the first COVID-19 pandemic wave: Insight from Greece," *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.*, vol. 11, p. 100442, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.trip.2021.100442.
- [23] W. Setyaningrum and H. A. Yanuarita, "Pengaruh Covid-19 Terhadap Kesehatan Mental Masyarakat Di Kota Malang," *JISIP (Jurnal Ilmu Sos. dan Pendidikan)*, vol. 4, no. 4, Nov. 2020, doi: 10.36312/jisip.v4i4.1580.
- [24] E. N. Arrofiqoh and D. A. Setyaningrum, "The Impact of Covid-19 Pandemic on Land Surface Temperature in Yogyakarta Urban Agglomeration," *J. Appl. Geospatial Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 480–485, Jul. 2021, doi: 10.30871/jagi.v5i1.2784.
- [25] A. K. Wijayanto, S. B. Rushayati, R. Hermawan, Y. Setiawan, and L. B. Prasetyo, "Jakarta and Surabaya Land Surface Temperature Before And During The Covid-19 Pandemic," *Adv. Environ. Sci. (AES Bioflux)*, vol. 12, no. 3, pp. 213–221, 2020.
- [26] J. Verrelst et al., "Machine learning regression algorithms for biophysical parameter retrieval: Opportunities for Sentinel-2 and -3," *Remote Sens. Environ.*, vol. 118, pp. 127–139, Mar. 2012, doi: 10.1016/j.rse.2011.11.002.
- [27] F. Riyadi and S. Rahayu, "Hubungan Kerapatan Vegetasi dan Bangunan terhadap UHI (Urban Heat Island) di Kota Magelang," *Ruang*, vol. 5, no. 2, p. 83, Nov. 2019, doi: 10.14710/ruang.5.2.83-93.
- [28] M. Freudendal-Pedersen, "Sustainable urban futures from transportation and planning to networked urban mobilities," *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 82, p. 102310, May 2020, doi: 10.1016/j.trd.2020.102310.
- [29] Peraturan Walikota Malang, *Peraturan Walikota Malang Nomor 17 Tahun 2020 Tentang Pedoman Pembatasan Sosial Berskala Besar dalam Rangka Percepatan Penanganan Corona Virus Dllases 2019*. Indonesia, 2020.
- [30] Walikota Malang, *Peraturan Walikota Malang Nomor 19 Tahun 2020 tentang Pedoman Penerapan Masyarakat Produktif dan Aman Corona Virus Disease 2019*. Indonesia, 2020.
- [31] Pemerintah Malang, *Surat Edaran No. 1 Tahun 2021 tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Untuk Pengendalian Penyebaran Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) di Kota Malang*. Indonesia, 2021.
- [32] *Surat Edaran No.6 Tahun 2021 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Berbasis Mikro dan Pembentukan Posko Penangan Corona Virus Disease 2019 di Tingkat Kelurahan untuk Pengendalian Penyebaran Corona Virus Disease 2019*. Indonesia, 2019.
- [33] *Surat Edaran No.10 Tahun 2021 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Berbasis Mikro dan Pembentukan Posko Penangan Corona Virus Disease 2019 di Tingkat Kelurahan untuk Pengendalian Penyebaran Corona Virus Disease 2019*. Indonesia,
- [34] *Surat Edaran No.12 Tahun 2021 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Berbasis Mikro dan Mengoptimalkan Posko Penangan Corona Virus Disease 2019 di Tingkat Kelurahan untuk Pengendalian Penyebaran Corona Virus Disease 2019*. Indonesia, 2021.
- [35] *Surat Edaran No.19 Tahun 2021 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Berbasis Mikro dan Mengoptimalkan Posko Penangan Corona Virus Disease 2019 di Tingkat Kelurahan untuk Pengendalian Penyebaran Corona Virus Disease 2019*. Indonesia, 2021.
- [36] *Surat Edaran No. 35 Tahun 2021 tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Darurat Corona Virus Disease 2019*. Indonesia, 2021.
- [37] *Surat Edaran No. 40 Tahun 2021 Tentang Perubahan Keempat Surat Edaran Walikota Malang Nomor 35 Tahun 2021 tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Darurat Corona Virus Disease 2019*. Indonesia, 2021.
- [38] *Surat Edaran No. 43 Tahun 2021 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Level 4 Corona Virus Disease 2019*. Indonesia.
- [39] *Surat Edaran No. 49 Tahun 49 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Level 4 Corona Virus Disease 2019 dan Penguatan Posko PPKM Mikro Tingkat RW/RT*. Indonesia, 2021.
- [40] *Surat Edaran No. 51 Tahun 49 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Level 4 Corona Virus Disease 2019 dan Penguatan Posko PPKM Mikro Tingkat RW/RT*. Indonesia, 2021.
- [41] *Surat Edaran No. 55 Tahun 2021 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Level 3 Corona Virus Disease 2019 dan Penguatan Posko PPKM Mikro Tingkat RW/RT*. Indonesia, 2021.
- [42] L. Liu, "Emerging study on the transmission of the Novel Coronavirus (COVID-19) from urban perspective: Evidence from China," *Cities*, vol. 103, p. 102759, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.cities.2020.102759.
- [43] X. Li et al., "COVID-19 impacts on mobility, environment, and health of active transportation users," *Cities*, vol. 131, p. 103886, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.cities.2022.103886.
- [44] R. Xin, T. Ai, L. Ding, R. Zhu, and L. Meng, "Impact of the COVID-19 pandemic on urban human mobility - A multiscale geospatial network analysis using New York bike-sharing data," *Cities*, vol. 126, p. 103677, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.cities.2022.103677.
- [45] S. Faridi et al., "The effect of COVID-19 pandemic on human mobility and ambient air quality around the world: A systematic review," *Urban Clim.*, vol. 38, p. 100888, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.uclim.2021.100888.