

IMPLIKASI COVID-19 TERHADAP BANGUNAN DAN LINGKUNGAN

Mustamin Rahim

*Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia
mustamin@unkhair.ac.id; mustamin_rahim@yahoo.co.id*

Abstrak: COVID-19 mewabah sejak awal tahun 2020 keseluruh wilayah di dunia dan berdampak besar pada segala aspek dalam kehidupan manusia dan memberikan pengaruh terhadap lingkungan dan perubahan pola kehidupan masyarakat. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak COVID-19 terhadap bangunan dan lingkungan melalui studi literatur; informasi dari tim penanggulangan COVID-19, informasi organisasi pemerintah dan non pemerintah dari situs web resmi. Hasil studi menunjukkan bahwa aktivitas dalam bangunan berkaitan erat dengan resiko penyebaran virus sehingga strategi desain yang respon terhadap pandemi sangat dibutuhkan untuk mengurangi resiko infeksi. Lockdown selama pandemi COVID-19 menimbulkan dampak positif terhadap peningkatan kualitas udara, mengurangi kebisingan, serta mengurangi tekanan pada destinasi wisata yang dapat membantu pemulihan sistem ekologi. Namun juga menimbulkan implikasi negatif terhadap peningkatan sampah medis dan rumah tangga, menghambat daur ulang sampah, menghambat pemeliharaan taman publik dan lingkungan binaan. Dampak lingkungan tersebut kemungkinan hanya bersifat sementara namun dapat menjadi inspirasi dalam perubahan perilaku dan strategi berkelanjutan di masa depan khususnya dalam perancangan bangunan dan penataan lingkungan yang respon terhadap pandemi.

Kata kunci: Pandemi, COVID-19, Lockdown, Bangunan, Lingkungan, Pencemaran

I. PENDAHULUAN

Wabah COVID-19 telah menyebar hampir seluruh penjuru dunia dan berimplikasi pada berbagai sektor. COVID-19 merupakan virus baru yang menyebabkan pneumonia tidak umum, menyebar pertama kali di Wuhan, Cina pada bulan Desember 2019 [1-3]. Sejak itu, penyebaran penyakit secara nasional dan internasional telah mengancam kehidupan masyarakat di seluruh dunia [2-3] dan dinyatakan sebagai darurat kesehatan masyarakat internasional oleh WHO [4]. Pada 7 April 2020, World Economic Forum melaporkan, hampir 3 miliar orang dihadapkan pada beberapa bentuk lockdown secara global dan pergerakan dibatasi oleh pemerintah masing-masing negara untuk mengendalikan infeksi COVID-19 [5]. Penyebaran COVID-19 yang terus menerus sehingga beberapa negara atau wilayah di dunia terpaksa mengambil tindakan darurat seperti penutupan kota, penghentian industri produksi, sekolah online, pembatasan pergerakan penduduk sehingga menyebabkan dampak terhadap pembangunan ekonomi dan kehidupan masyarakat [6].

Indonesia mengkonfirmasi kasus pertama pada tanggal 2 Maret 2020 [7] yang berasal dari Depok Jawa Barat kemudian pemerintah menetapkan pandemi COVID-19 sebagai bencana nasional pada tanggal 14 Maret 2020. Sejak itu, kasus terkonfirmasi positif terus meningkat dan menyebar ke daerah lain sehingga pemerintah Indonesia menerbitkan PP No.21 Tahun 2020 pada tanggal 31 Maret 2020 tentang Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) untuk Percepatan Penanganan COVID-19. Kebijakan PSBB atau karantina wilayah diharapkan dapat mencegah meluasnya COVID-19 dengan melakukan pembatasan kegiatan khususnya yang melibatkan orang banyak seperti sekolah, rumah ibadah, tempat olahraga, konser, wisata, dan fasilitas umum lainnya.

Hingga saat ini, COVID-19 terus menjadi tantangan bagi kesehatan masyarakat global. David [8] membandingkan COVID-19 dengan virus lain, mengklaim bahwa epidemi yang berkelanjutan akan menimbulkan ancaman serius bagi kesehatan global dan mengusulkan bahwa tujuan pembangunan berkelanjutan dapat dicapai dengan membangun aliansi kesehatan manusia-lingkungan-hewan [9]. Pandemi ini telah menyebabkan gangguan sosial-ekonomi global yang sangat besar, yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi

lingkungan seperti perbaikan kualitas udara dan air, pengurangan kebisingan dan pemulihan ekologi [10-12]. COVID-19 menyebabkan keadaan darurat kesehatan global pertama dan utama dengan konsekuensi parah bagi kesehatan dan ekonomi, namun disisi lain dapat meningkatkan kesehatan lingkungan [13]. Oleh karena itu, paper ini akan membahas dampak COVID-19 terhadap bangunan dan lingkungan untuk menjadi pelajaran dalam mengambil langkah-langkah strategis dan berkelanjutan di masa depan khususnya dalam perancangan bangunan dan penataan lingkungan yang berkelanjutan.

II. METODOLOGI

Penelitian ini mengkaji dampak COVID-19 terhadap bangunan dan lingkungan menggunakan metode studi literatur melalui review jurnal yang dapat diakses secara online dari berbagai publisher nasional dan internasional, serta informasi dari tim penanggulangan COVID-19, informasi organisasi pemerintah dan non pemerintah dari situs web resmi. Pandemi COVID-19 merupakan tantangan kesehatan global abad ini yang akan menginspirasi perubahan perilaku di masa depan dengan efek lingkungan yang positif [14]. Menurut Takewaki (2020) [15] desainer dan insinyur arsitektur memiliki mandat penting untuk memikirkan peran bangunan dalam menghambat penyebaran virus dan meningkatkan kenyamanan pengguna bangunan pada masa pandemi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini juga akan menganalisis resiko penularan COVID-19 dalam bangunan untuk mendapatkan informasi kemungkinan penyesuaian konsep desain bangunan dalam merespon pandemi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

COVID-19 dan Bangunan

Aktivitas dalam gedung merupakan salah satu potensi penyebaran COVID-19. Tempat yang rawan terinfeksi virus pada dasarnya terjadi dalam bangunan dan transportasi [15]. Terdapat tiga faktor yang dianggap sebagai risiko utama infeksi yang sering terjadi dalam gedung: ruang tertutup tanpa ventilasi, pertemuan padat, interaksi dekat. Ini mengindikasikan bahwa aktivitas dalam bangunan berkaitan erat dengan risiko penyebaran virus sehingga bidang arsitektur dapat berperan dalam mengurangi risiko infeksi dengan mengembangkan desain bangunan dan perencanaan lingkungan binaan yang respon terhadap pandemi. Tempat yang rawan terinfeksi virus pada dasarnya terjadi dalam bangunan dan transportasi. Dietz [16] menganalisis beberapa aspek yang dapat mengurangi kemungkinan penularan COVID-19 di dalam gedung dengan fokus pada aspek-aspek seperti ventilasi dan kualitas udara dalam ruangan, pencahayaan dan pengendapan pada permukaan material. Beberapa konsensus tentang kondisi kualitas udara dalam ruangan tertentu, terutama fitur spesifik dari sistem HVAC (Heating, ventilation, and air conditioning) [17] atau kelembaban relatif [18,19] dapat mempengaruhi aktivitas virus. Penelitian lain menghubungkan tingkat cahaya alami dalam gedung dengan aktivitas virus [20] serta pengaruh air limbah dan sistem pengumpulan limbah pada penularan COVID-19 [21].

Kepadatan penghuni dalam bangunan, dipengaruhi oleh jenis dan program bangunan, jadwal hunian, dan aktivitas dalam ruangan, memfasilitasi akumulasi mikroorganisme yang berhubungan dengan manusia [22]. Kepadatan penghuni yang lebih tinggi dan peningkatan aktivitas dalam ruangan dapat meningkatkan interaksi sosial dan konektivitas melalui kontak langsung antara individu [23] serta kontak yang dimediasi oleh lingkungan dengan permukaan abiotik (transmisi fomite atau vektor pasif). Peningkatan risiko paparan terkait dengan kepadatan penghuni yang tinggi dan kontak yang konsisten ditunjukkan dengan wabah COVID-19 yang terjadi di kapal pesiar Diamond Princess pada Januari 2020 [24]. Sebuah studi tentang kontaminasi lingkungan dari COVID-19 menunjukkan bahwa hampir setiap permukaan yang dapat disentuh di rumah sakit yang menampung pasien COVID-19 telah terkontaminasi virus [25], dan survei di ruang rumah sakit dengan pasien COVID-19 yang dikarantina menunjukkan kontaminasi lingkungan yang lebih luas [26,27]. Virus corona berpotensi dapat bertahan pada benda beberapa jam sampai 5 hari tergantung pada jenis bahan [28-30].

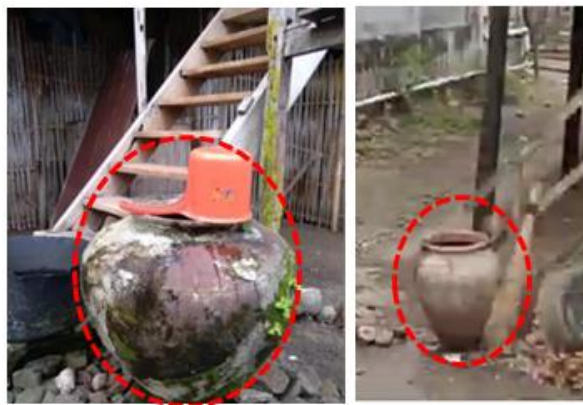
Aspek kesehatan harus menjadi salah satu bagian dari dasar pertimbangan bangunan sebagai respon terhadap pandemi (lihat gambar 1). Selama ini konsep desain bangunan fokus mempertimbangkan aspek ketahanan bangunan dari bencana alam khususnya ketahanan terhadap gempa, aspek kenyamanan penghuni yang meliputi kenyamanan termal, visual, kebisingan dan aksesibilitas, serta aspek inovasi bangunan berkelanjutan. Namun dengan pandemi COVID-19 memberikan pelajaran pentingnya pertimbangan kesehatan dalam desain bangunan yang dapat berimplikasi terhadap pola sirkulasi, pola tata ruang, sistem ventilasi, dan pemilihan material bangunan untuk mengurangi resiko penularan virus. Beberapa penelitian menunjukkan keefektifan bahan tertentu dalam mengurangi masa hidup virus pada permukaannya [30,31]. Virus dapat bertahan paling lama pada kelembaban relatif 40% pada permukaan plastik sekitar 15.9 jam dan terpendek dalam bentuk aerosol sekitar 2.74 jam, namun, kelangsungan hidup di aerosol ditentukan pada kelembaban relatif 65%. Kelangsungan hidup virus corona pada kelembaban relatif 40% pada tembaga sekitar 3,4 jam, karton sekitar 8,45, dan baja sekitar 13,1 jam [30]. Ini menunjukkan bahwa virus dapat hidup pada permukaan material dengan variasi waktu yang berbeda-beda tergantung jenis materialnya sehingga dalam pemilihan material bangunan sangat penting mempertimbangkan ketahanan dari virus. Ruangan dengan tingkat aktivitas yang tinggi harus menggunakan material yang tidak mudah terkontaminasi virus atau waktu hidup virus lebih pendek. Oleh karena itu, pertimbangan aspek kesehatan sangat penting dalam perancangan bangunan ke depan.



Gambar 1. Konsep Dasar Bangunan.
(Sumber: Penulis)

Pandemi COVID-19 menimbulkan berbagai implikasi terhadap bangunan diantaranya: (1) Aktifitas dalam bangunan dibatasi bahkan dihentikan sementara seperti pada perkantoran, sekolah, gedung olahraga, rumah ibadah, dan sebagian perusahaan. (2) Perubahan tata ruang secara sederhana untuk mengatur jarak dan sirkulasi. (3) Pemasangan pembatas transparan seperti plastik dan kaca untuk membatasi kontak langsung khususnya pada bangunan perdagangan dan pelayanan umum. (4) Pengaturan jam kerja (sistem shift kerja) untuk mengurangi kepadatan pengguna ruang. (5) Pengaturan antrian pengunjung dengan pembagian waktu atau pengaturan jarak, serta pembatasan jumlah pengunjung. (6) Pengaturan akses ke bangunan dengan pemisahan pintu masuk dan pintu keluar, pengecekan suhu tubuh, penyediaan area cuci tangan. Hal tersebut penting menjadi pertimbangan dalam

perancangan bangunan yang akan datang khususnya terkait dengan pola tata ruang dan sirkulasi, serta kemungkinan kebutuhan ruang khusus (ruang sterilisasi) di setiap bangunan yang berfungsi sebagai ruang antara (peralihan) outdoor dan indoor untuk sensor kondisi kesehatan, cuci tangan, sterilisasi pakaian sebelum memasuki ruang kerja atau ruang utama. Filosofi *Bempa* air depan rumah masyarakat Bugis-Makassar (lihat gambar 2) dan konsep ruang *Genkan* pada rumah Jepang (lihat gambar 3) dapat menjadi inspirasi dalam penyediaan ruang sterilisasi pada bangunan. Pada masa lalu, dahulu *Bempa* atau gentong air selalu ditempatkan di dekat tangga rumah orang bugis dan setiap orang yang akan naik ke rumah (rumah panggung) harus terlebih dahulu mencuci kaki dan tangan agar bersih dari segala kotoran dan sumber penyakit. Ini merupakan inovasi masyarakat Bugis-Makassar sesuai dengan tingkat pemahaman mereka pada waktu itu dalam menjaga kebersihan agar terhindar dari penyakit. *Genkan* merupakan ruang peralihan antara outdoor dan indoor yang terletak pada area entrance rumah Jepang yang berfungsi sebagai tempat melepas alas kaki dan menerima tamu sementara. Didalam *Genkan* terdapat *Getabako* (lemari atau rak) untuk menyimpan alas kaki. Kebiasaan orang Jepang setiap memasuki ruangan seperti di kantor, kampus, laboratorium, hotel, sekolah, dan bangunan lainnya selalu mengganti alas kaki outdoor dengan sandal indoor pada area *Genkan* karena alas kaki yang digunakan diluar ruangan pada dasarnya kotor dan tidak higienis sehingga tidak boleh dipakai ke dalam ruangan harus diganti dengan sandal indoor yang selalu tersedia di *Getabako*, kemudian alas kaki outdoor disimpan dalam *Getabako* atau dilantai yang tersusun rapi dan teratur menghadap keluar [32-34].



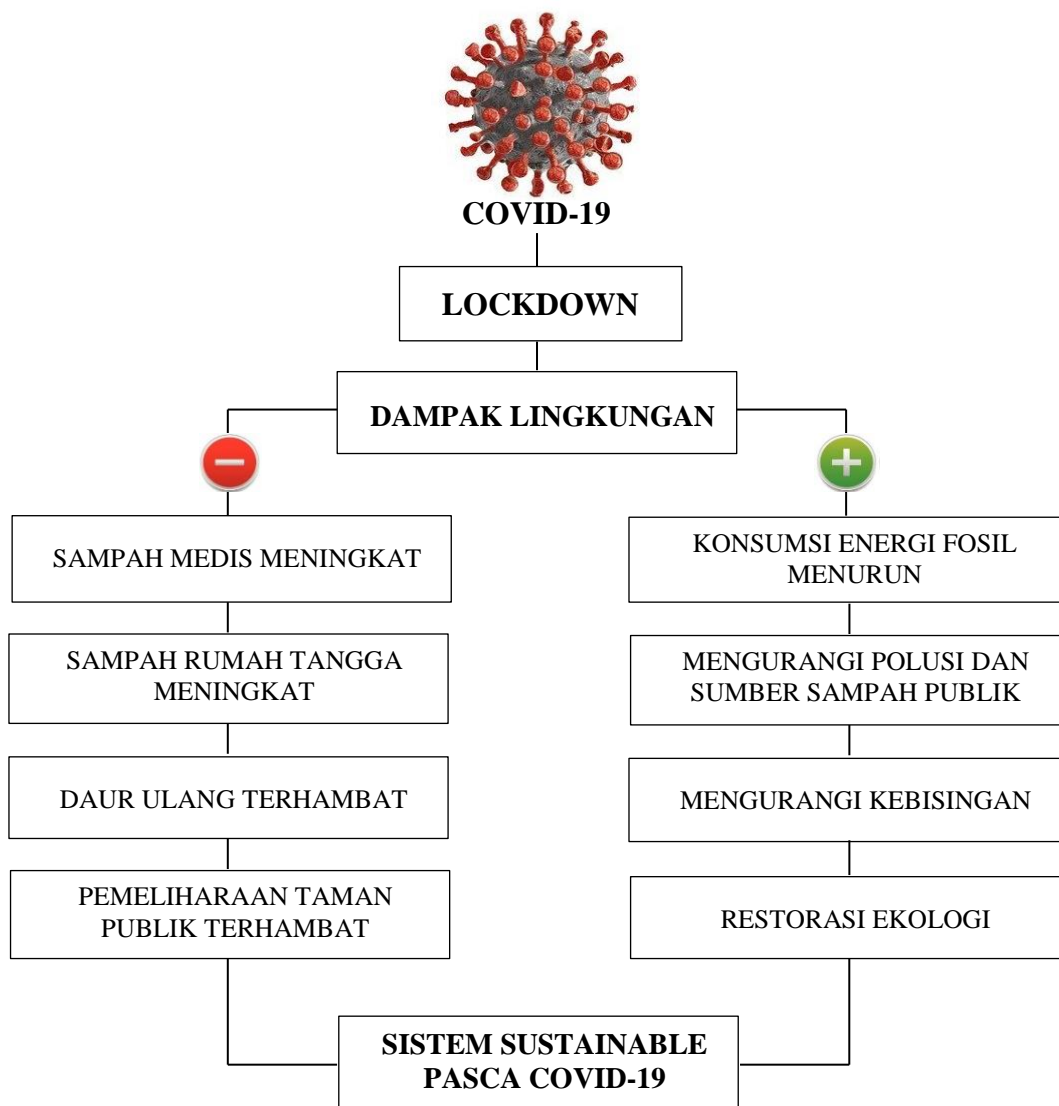
Gambar 2. *Bempa* Cuci Tangan pada Rumah Bugis-Makassar.
(Sumber: Modifikasi Penulis)



Gambar 3. Model *Genkan* (a) Rumah, (b) Sekolah, (c) Kantor.
(Sumber: Modifikasi Penulis)

COVID-19 dan Lingkungan

Lockdown membatasi pergerakan transportasi umum dan menghentikan aktivitas industri sehingga menimbulkan berbagai dampak lingkungan (lihat gambar 4). Pembatasan pergerakan telah membantu negara-negara dalam mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan kualitas udara [10]. Banyak peneliti menyebutkan bahwa dengan kebijakan lockdown berpengaruh terhadap penurunan pencemaran atau bumi sedang di “istirahatkan” dari berbagai pencemaran sebelumnya. Kondisi di Amerika dilaporkan bahwa kualitas udara di Los Angeles pada awal April 2020 menjadi salah satu yang terbaik di dunia [35]. Pencitraan satelit di Eropa juga menunjukkan penurunan konsentrasi nitrogen dioksida sekitar 25% [36]. Emisi karbon di Cina turun sebesar 25% selama lockdown berlangsung [37]. Badan Antariksa Eropa dan Amerika Serikat melaporkan bahwa polusi udara nitrogen dioksida telah berkurang secara signifikan sehubungan dengan karantina dan lockdown komunitas di Wuhan dan kota-kota lain di China [38].



Gambar 4. Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Lingkungan.
(Sumber: Penulis)

Tingkat polusi udara di Barcelona Spanyol turun hingga 50% selama periode lockdown, khususnya pencemaran nitrogen dioksida (NO₂) dan karbon hitam (BC) menurun sebesar 45–51%, namun, tingkat ozon (O₃) di Barcelona meningkat antara 33% dan 57% selama periode lockdown [39]. Kondisi ini juga terkonfirmasi di Asia: materi partikulat (PM_{2.5}) di Malaysia turun sekitar 58,4% selama lockdown [40]. Konsentrasi CO₂ di Indonesia mengalami penurunan sekitar 10% selama lockdown dibandingkan dengan tahun 2019 [41]. Emisi CO₂ tahunan mengalami penurunan selama pandemi COVID-19. Menurut tim Global Carbon Project, emisi karbon tahun 2020 turun 2,4 miliar ton. Seluruh Eropa dan Amerika serikat mengalami penurunan sekitar 12%; bahkan di Prancis turun 15% dan Inggris turun 13% [42]. Penurunan pencemaran selama pandemi terjadi karena sebagian besar industri dan transportasi berhenti selama lockdown. Sekitar 23% emisi global berasal sektor transportasi yang dominan di produksi dari transportasi darat atau sekitar 72% dari total emisi sektor transportasi sedangkan sektor industri menyumbang emisi global sekitar 18% dari gabungan industri processing, manufaktur, dan konstruksi bangunan.

Lockdown menimbulkan dampak positif terhadap penurunan konsumsi energi dan air dalam bangunan serta penurunan produksi sampah pada bangunan kantor, sekolah/kampus, hotel, restoran, gedung olahraga/stadion. Pembatasan pergerakan telah membantu negara-negara mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan kualitas udara [10]. Lockdown membatasi pergerakan transportasi umum dan menghentikan aktivitas industri mengakibatkan pengurangan polusi udara dan kebisingan. Penurunan kebisingan selama Lockdown di Madrid Spanyol sangat signifikan khususnya di sore hari [43]. Demikian juga, polusi di pantai berkurang drastis sehingga air menjadi jernih karena jumlah wisatawan yang rendah [44]. Saadat [12] melaporkan bahwa terjadi penurunan polusi air di Venesia Italia kualitas air lebih transparan dibandingkan sebelum lockdown. Demikian pula di India, Yunus [45] melaporkan bahwa kualitas air permukaan di Danau Vembanad India meningkat secara signifikan selama periode lockdown karena materi partikulat tersuspensi (SPM) turun sebesar 15,9% dibandingkan dengan fase sebelum lockdown. Ini menunjukkan bahwa lockdown berimplikasi positif terhadap penurunan pencemaran lingkungan dan restorasi ekologi. Penerapan PSBB di beberapa wilayah di Indonesia berimplikasi terhadap penutupan tempat wisata sehingga terjadi penurunan timbulan sampah khususnya sampah publik dan berkurangnya tekanan terhadap wilayah pesisir (lihat gambar 5). Namun penerapan PSBB ini sangat mengkhawatirkan bagi pengelola kebun binatang karena tidak mampu memenuhi kebutuhan makanan sehari-hari penghuni kebun binatang tersebut akibat tidak ada sumber penghasilan dari pengunjung.



Gambar 5. Kondisi Wisata Pantai saat Lockdown
(a) Pantai Kuta Bali, (b) Pantai Ancol Jakarta.
(Sumber: Modifikasi Penulis)

Selain dampak positif, pandemi COVID-19 juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (lihat gambar 4). Pandemi COVID-19 menyebabkan peningkatan jumlah sampah medis; rumah sakit di Wuhan menghasilkan 240 metrik ton limbah medis per hari dibandingkan dengan 50 ton per hari pada periode pra-COVID-19. Begitu pula sampah rumah tangga yang semakin meningkat karena ketergantungan pada belanja online dan pengiriman langsung ke rumah [44]. Penerapan Lockdown juga menghambat pemeliharaan taman-taman publik dan lingkungan binaan lainnya. Ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara tindakan lockdown dengan peningkatan kualitas udara, pantai yang bersih, dan pengurangan kebisingan lingkungan. Namun disisi lain, terdapat pula aspek negatif seperti peningkatan sampah dan penurunan proses daur ulang yang selanjutnya dapat menimbulkan pencemaran air dan tanah jika tidak dikelola dengan baik. Penanganan sampah berkelanjutan dapat meningkatkan kualitas lingkungan dan menghambat timbulnya berbagai penyakit [46,47]. Oleh karena itu, penanganan sampah secara berkelanjutan di masa pandemi harus dipikirkan dan dikaji lebih lanjut.

Penurunan pencemaran selama pandemi COVID-19 kemungkinan hanya akan berlangsung sesaat dan akan mengalami peningkatan kembali setelah pandemi berlalu bahkan diperkirakan akan lebih parah karena semua negara “berlomba” mengejar pertumbuhan ekonomi yang telah porak-poranda akibat pandemi COVID-19 sehingga mengabaikan sistem berkelanjutan. Situasi ini kemungkinan mirip saat terjadi krisis ekonomi tahun 2008-2009 emisi global mengalami penurunan sekitar 1,3% karena banyak industri berhenti beroperasi, namun peningkatan emisi kembali terjadi pada tahun 2010 bahkan mencapai level tertinggi. Meskipun ini hanya berlangsung sesaat namun paling tidak memberikan kesempatan bagi bumi untuk “beristirahat” dari gempuran pencemaran dan ini juga memberikan pelajaran bahwa penerapan sistem berkelanjutan saat ini adalah suatu keharusan demi kehidupan yang lebih baik di masa depan. Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri [48] termasuk kebutuhan dasar manusia seperti air, listrik, makanan dan tempat tinggal. Penerapan transportasi berkelanjutan melalui efisiensi konsumsi energi, inovasi kendaraan ramah lingkungan, serta pengembangan transportasi umum yang lebih murah dan sustainable untuk menekan penggunaan kendaraan pribadi. Transportasi perkotaan memiliki pengaruh yang luas pada pembangunan kota yang berkelanjutan, terutama untuk kota-kota baru yang perekonomiannya berkembang pesat bersamaan dengan perluasan kota yang masif [49-51]. Sistem transportasi yang tepat dapat mendukung kegiatan ekonomi dan sosial, serta berkontribusi terhadap perlindungan lingkungan dan pemanfaatan sumber daya yang efektif [52,53]. Pengembangan industri berkelanjutan tidak hanya berdampak besar pada faktor lingkungan tetapi juga ekonomi dan kehidupan masyarakat [54].

IV. KESIMPULAN

Penyebaran COVID-19 terus menjadi tantangan bagi kesehatan masyarakat global. Aktivitas dalam bangunan berkaitan erat dengan resiko penyebaran virus sehingga pertimbangan aspek kesehatan dalam perancangan bangunan sangat penting untuk mengurangi risiko infeksi. Diperlukan pengembangan sistem ventilasi udara yang dapat menghambat transmisi virus, perubahan pola tata ruang dan sirkulasi untuk mengurangi resiko penularan, pemilihan material bangunan yang dapat menghambat proses penularan, serta kebutuhan ruang khusus (ruang sterilisasi) pada setiap bangunan sebagai ruang peralihan outdoor dan indoor untuk sensor kondisi kesehatan, cuci tangan, sterilisasi pakaian sebelum memasuki ruang kerja atau ruang utama. Peran para arsitek dan perancang bangunan sangat penting dalam mewujudkan bangunan yang respon terhadap pandemi di masa yang akan datang.

Lockdown selama pandemi COVID-19 menimbulkan dampak positif terhadap penurunan konsumsi energi dan air dalam bangunan serta penurunan produksi sampah pada bangunan kantor, sekolah/kampus, hotel, restoran, gedung olahraga/stadion, dan bangunan lainnya.

Lockdown secara signifikan mengurangi konsumsi energi fosil dari kendaraan dan industri, mengurangi kebisingan dan polusi; CO₂ tahunan global menurun sekitar 12% selama tahun 2020, dan mengurangi tekanan pada destinasi wisata yang dapat membantu pemulihan sistem ekologi. Namun juga menimbulkan dampak negatif terhadap peningkatan sampah medis dan sampah rumah tangga, menghambat proses daur ulang sampah, dan menghambat pemeliharaan taman publik dan lingkungan binaan. Oleh karena itu, pasca lockdown sangat penting untuk mempertahankan tingkat pencemaran lingkungan yang rendah dan menerapkan strategi berkelanjutan dalam mengurangi dampak negatif khususnya sistem pembuangan sampah medis yang sustainable.

REFERENSI

- [1] Li, Q. et al. *Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia*. N. Engl. J. Med. 2020, 382, 1199–1207.
- [2] Wu, F. et al. *A New Coronavirus Associated with Human Respiratory Disease in China*. Nature, 2020, 579(7798), 265–269.
- [3] Zhu, N. et al. *A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019*. N. Engl. J. Med. 2020, 382, 727–733.
- [4] WHO, 2020. *Coronavirus Disease (COVID-19) Pandemic*. World Health Organization, Geneva. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> (diakses 10 Oktober 2020).
- [5] WEF, 2020. *High Noon during Coronavirus Lockdown*. World Economic Forum, Geneva. <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/high-noon-lockdown-around-the-world/> (diakses 10 Oktober 2020).
- [6] An, G., Jia, F. *Analysis of the Economic Impact of the NCP and Countermeasure Study*. Financ. Theor. Pract. 2020, 3, 45–51.
- [7] <https://www.theguardian.com/world/2020/mar/02/first-coronavirus-cases-confirmed-in-indonesia-amid-fears-nation-is-ill-prepared-for-outbreak> (diakses 10 Oktober 2020).
- [8] David, S.H., et al. *The Continuing 2019-Ncov Epidemic Threat of Novel Coronaviruses to Global Health—The Latest 2019 Novel Coronavirus Outbreak in Wuhan, China*. Int. J. Infect. Dis. 2020, 91, 264–266.
- [9] Xie, Z. et al. *Spatial and Temporal Differentiation of COVID-19 Epidemic Spread in Mainland China and its Influencing Factors*. Sci. Total Environ. 2020, 744, 140929.
- [10] Chakraborty, I., Maity, P., *COVID-19 Outbreak: Migration, Effects on Society, Global Environment and Prevention*. Sci. Total Environ. 2020, 728, 138882.
- [11] Somani, M., Srivastava, A.N., Gummadivalli, S.K., Sharma, A. *Indirect Implications of COVID-19 Towards Sustainable Environment: an Investigation in Indian Context*. Biores. Technol. Rep. 2020, 11, 100491.
- [12] Saadat, S., Rawtani, D., Mustansar, C. *Hussain Environmental Perspective of COVID-19*. Sci. Total Environ. 2020, 728, 138870.
- [13] Sharifi, A., Khavarian-Garmsir, A.R. *The COVID-19 Pandemic: Impacts on Cities and Major Lessons for Urban planning, Design, and Management*. Sci. Total Environ. 2020, 749, 142391.
- [14] El-Zowalaty, M.E., Young, S.G., Jarhult, J.D. *Environmental Impact of the COVID-19 Pandemic—A Lesson for the Future*. Infection Ecology & Epidemiology, 2020, 10(1), 1768023.
- [15] Takewaki, I. *New Architectural Viewpoint for Enhancing Society's Resilience for Multiple Risks Including Emerging COVID-19*. Front. Built Environ. 2020, 6, 143.
- [16] Dietz, L., et al. *2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations to Reduce Transmission*. MSystems, 2020, 5, e00245-20.
- [17] Kurnitski, J. et al. 2020. *REHVA COVID-19 Guidance Document*. Available online: https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_ver2_20200403_1.pdf. (diakses 12 Oktober 2020)
- [18] Marr, L.C., Tang, J.W., Van-Mullekom, J., Lakdawala, S.S. *Mechanistic Insights into the Effect of Humidity on Airborne Influenza Virus Survival, Transmission and Incidence*. J. R. Soc. Interface, 2019, 16, 20180298.
- [19] Moriyama, M., Hugentobler, W.J., Iwasaki, A. *Seasonality of Respiratory Viral Infections*. Annu. Rev. Virol. 2020, 7, 1–19.
- [20] Schuit, M., et al. *The Influence of Simulated Sunlight on the Inactivation of Influenza Virus in Aerosols*. J. Infect. Dis. 2020, 221, 372–378.

- [21] Nghiem, L.D., Morgan, B., Donner, E., Short, M.D. *The COVID-19 Pandemic: Considerations for the Waste and Wastewater Services Sector*. Case Stud. Chem. Environ. Eng. 2020, 1, 100006.
- [22] Horve PF, et al. *Building Upon Current Knowledge and Techniques of Indoor Microbiology to Construct the Next Era of Theory into Microorganisms, Health, and The Built Environment*. J Expo Sci Environ Epidemiol, 2020, 30:219–217.
- [23] Andrews, J.R, Morrow. C., Walensky, R.P, Wood, R. *Integrating Social Contact and Environmental Data in Evaluating Tuberculosis Transmission in A South African Township*. J Infect Dis. 2014, 210, 597– 603.
- [24] Mizumoto K, Chowell G. *Transmission Potential of the Novel Coronavirus (COVID-19) Onboard the Diamond Princess Cruises Ship*, 2020. Infect Dis Model, 2020, 5:264–270.
- [25] Bin, S.Y., et al. *Environmental Contamination and Viral Shedding in MERS Patients during MERS-CoV Outbreak in South Korea*. Clin Infect Dis. 2016, 62:755–760.
- [26] Perlman S. *Another Decade, Another Coronavirus*. N. Engl. J. Med. 2020, 382, 760 –762.
- [27] Ong, S. W. X., et al. *Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-Cov-2) from A Symptomatic Patient*. Jama, 2020, 323(16), 1610-1612.
- [28] CDC, 2020. *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA.
- [30] Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S., Steinmann E. *Persistence of Coronaviruses on Inanimate Surfaces and its Inactivation with Biocidal Agents*. J. Hosp. Infect. 2020, 104, 246 –251.
- [31] Van-Doremalen, N., et al. *Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1*. N. Engl. J. Medic., 2020, 382(16), 1564-1567.
- [32] <https://japanesestyle.com/genkan-and-getabako/> (diakses 15 Oktober 2020).
- [33] Rahim, M. *Bentuk dan Karakteristik Rumah Tradisional Jepang*. Proc. Senarigti LPPM Unkhair, 2015, 1(1), 49-56.
- [34] <https://www.accessible-japan.com/japanese-genkan-accessibility/> (diakses 15 Oktober 2020).
- [35] IQ Air, 2020. <https://www.iqair.com/blog/air-quality/report-impact-of-covid-19-on-global-air-quality-earth-day> (diakses 15 Oktober 2020).
- [36] <https://www.independent.co.uk/environment/satellite-images-emissions-climate-crisis-coronavirus-europe-map-a9426436.html> (diakses 15 Oktober 2020).
- [37] Wang, Q., Su, M., *A Preliminary Assessment of the Impact of COVID-19 on Environment—A Case Study of China*. Sci. Total Environ. 2020, 728.
- [38] NASA. *Airborne Nitrogen Dioxide Plummets Over China*. NASA's Earth Observing System (EOS), NASA Goddard Space Flight Center. National Aeronautics and Space Administration, USA. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/146362/airborne-nitrogen-dioxide-plummets-over-china> (diakses 16 oktober 2020).
- [39] Tobias, A. *Evaluation of the lockdowns for the SARS-CoV-2 epidemic in Italy and Spain after one Month Follow Up*. Sci. Total Environ. 2020, 725.
- [40] Abdullah, S., et al. *Air Quality Status during 2020 Malaysia Movement Control Order (MCO) Due to 2019 Novel Coronavirus (2019-Ncov) Pandemic*. Sci. Total Environ. 2020, 729.
- [41] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Indonesia, www.bmkg.go.id.
- [42] <https://www.wartaekonomi.co.id/read318334/kabar-gembira-covid-19-rupanya-tekan-emisi-co2-sebanyak-24-miliar-ton>.
- [43] Asensio, C., Pavón, I., De-Arcas, G. *Changes in Noise Levels in the City of Madrid during COVID-19 Lockdown in 2020*. J. Acoustical Society of America, 2020, 148(3), 1748-1755.
- [44] Zambrano-Monserrate, M. A., Ruano, M. A., Sanchez-Alcalde, L. *Indirect effects of COVID-19 on the Environment*. Sci. Total Environ. 2020, 138813.
- [45] Yunus, A.P., Masago, Y., Hijioka, Y. *COVID-19 and Surface Water Quality: Improved Lake Water Quality during the Lockdown*. Sci. Total Environ. 2020, 731, 139012.
- [46] Rahim, M. *Strategi Pengelolaan Sampah Berkelanjutan*. Jurnal Sipil Sains, 2020, 10(1). 31-40.
- [47] Abdurrahman, S.E., Rahim, M., Harisun, E. *Strategi Penerapan Sustainable Landfill di Ternate*. Jurnal Sipil Sains, 2020, 10(1).63-72.
- [48] Brundtland, G. H. 1987. *Address at the Closing Ceremony of the Eighth and Final Meeting of the World Commission on Environment and Development*, Tokyo.
- [49] Kenworthy, J.R. *Is Automobile Dependence in Emerging Cities an Irresistible Force? Perspectives from Sao Paulo, Taipei, Prague, Mumbai, Shanghai, Beijing, and Guangzhou*. Sustainability, 2017, 9, 1953.
- [50] Legates, R.T. *Visions, Scale, Tempo, and Form in China's Emerging City-Regions*. Cities 2014, 41, 171–178.

- [51] Salama, A.M., Wiedmann, F. *The Production of Urban Qualities in The Emerging City of Doha: Urban Space Diversity as a Case for Investigating the 'Lived Space'*. Environ. Mol. Mutagen. 2013, 21, 180.
- [52] Marsden, G. *Defining and Measuring Progress Towards a Sustainable Transport System*. TRB Sustainable Transportation Indicators (STI) Discussion Paper. Available online: <http://www.ncppp.org/wp-content/uploads/2013/03/PS-051012ValueForMoney-paper.pdf> .
- [53] Litman, T., Burwell, D. *Issues in Sustainable Transportation*. International Journal of Global Environmental Issues, 2006, 6(4), 331-347.
- [54] Lankoski, L. *Determinants of Environmental Profit. An Analysis of the Firm-Level Relationship Between Environmental Performance and Economic Performance*. Doctoral Dissertation, 2005. Helsinki University of Technology, Helsinki. Institute of Strategy and International Business.