

## **TANTANGAN PENATAAN BANGUNAN RUMAH SAKIT PASKA PANDEMI**

### *Post Pandemic Hospital Building Layouting Challenge*

| Received August 30th 2023 | Accepted November 18th 2023 | Available online January 30th 2024 |

| DOI 10.56444/sarga.v18i1.1046 | Page 73 - 83 |

**Ridha Wahyutomo<sup>1\*</sup>, L.M.F. Purwanto<sup>2</sup>**

drridhowahyutomo@gmail.com; Program Studi Doktor Arsitektur, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang<sup>1\*</sup>

lmpurwanto@gmail.com; Program Studi Doktor Arsitektur, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang<sup>2</sup>

#### **ABSTRAK**

SARS CoV-2 yang telah menyebabkan kematian jutaan jiwa di seluruh dunia melalui gelombang pandemi COVID-19, telah merubah kebijakan di bidang kesehatan termasuk perihal tatanan fasilitas pelayanan kesehatan, salah satunya rumah sakit. Pembinaan struktur dan konstruksi dalam yang tercantum di regulasi berangkat dari kewaspadaan berdasarkan transmisi penularan terutama melalui droplet dan udara. Secara keseluruhan, tujuan dari penulisan ini adalah untuk memaparkan tatanan rumah sakit paska pandemi yang tertuang dalam regulasi pemerintah dan pedoman internasional. Penulisan ini merupakan tinjauan literatur dengan menggunakan beberapa sumber pustaka serta hasil penelitian terkait COVID-19 dan tatanan bangunan rumah sakit. Semua sumber literatur akan disimpulkan dan disusun secara teoritis. Hasil yang akan diharapkan adalah penjelasan secara teoritis yang berurutan dan jelas terkait tatanan rumah sakit paska pandemi. Dalam studi ini disimpulkan bahwa pandemi merubah banyak aspek kehidupan termasuk bidang arsitektur khususnya terkait dengan tatanan bangunan rumah sakit. Perubahan ini tidak hanya meliputi bentuk fisik rumah sakit, akan tetapi meliputi proses awal pemilihan lokasi, orientasi bangunan agar selaras dengan masuknya sinar matahari, tata udara, penataan interior, pencahayaan, kelembaban, dan terkait alat tambahan untuk menciptakan ruang yang bersih (*clean room*).

Kata kunci: tatanan, rumah sakit, paska pandemi

#### **ABSTRACT**

*SARS CoV-2, which has caused the death of millions of people around the world through the wave of the COVID-19 pandemic, has changed policies in the health sector, including regarding the layout of health care facilities, one of which is a hospital. Revamping the structure and construction in the regulations set out from vigilance based on the transmission of transmission, especially through droplets and air. Overall, the purpose of this writing is to describe the post-pandemic hospital building layout contained in government regulations and international guidelines. This writing is a literature review using several literature sources and research results related to COVID-19 and hospital building layout. All sources of literature will be summed up and compiled theoretically. The results to be expected are successive and clear theoretical explanations related to the post-pandemic hospital building layout. In this study, it was concluded that the pandemic changed many aspects of life, including the field of architecture, especially related to the order of hospital buildings. This change not only covers the physical form of the hospital, but includes the initial process of site selection, building orientation to be in harmony with the entry of sunlight, air conditioning, interior arrangement, lighting, humidity, and related additional tools to create a clean space (clean room).*

*Keywords: building layout, hospital, post-pandemic*

## **PENDAHULUAN**

Pandemi yang disebabkan oleh SARS CoV 2 telah meningkatkan secara tajam angka kesakitan dan menyebabkan korban jiwa sebesar 6.956.900 di seluruh dunia berdasarkan data WHO pada akhir bulan Agustus 2023. Bercermin dari peristiwa tersebut, maka kemungkinan penyebaran penyakit infeksi di masa-masa selanjutnya, khususnya yang berasal dari binatang harus siap dihadapi dengan mempersiapkan fasilitas pelayanan kesehatan yang adaptif terhadap berbagai jenis infeksi baru (WHO, 2023). Transmisi COVID-19 terbukti melalui media udara, dalam bentuk transmisi droplet maupun airborne terbatas yang disebut aerosol. Probabilitas penularan akan semakin meningkat pada kondisi bangunan yang memiliki ventilasi dan pertukaran udara tidak sesuai standar. Perancangan bangunan menjadi salah satu aspek yang dituntut dalam mensikapi pandemi dengan penerapan teknologi bangunan yang memadukan ilmu arsitektur dan kesehatan. Pada tataran pencegahan dan pengendalian infeksi, penekanan terkait transmisi harus tampak. Adanya sirkulasi udara yang bersih dan segar, asupan sinar matahari, dan ventilasi yang baik merupakan hal-hal yang dipertimbangkan dalam merancang struktur dan konstruksi bangunan rumah sakit (Awada et.al., 2021; Megahed and Ghoneim, 2021).

Dengan adanya potensi infeksi yang dapat meluas sebagai pandemi selanjutnya, maka secara nasional, pemerintah Indonesia melalui Kementerian Kesehatan telah menekankan ulang terkait tatanan rumah sakit, melalui pemilihan lahan, pengaturan struktur, pengaturan tata udara dan hal-hal lain yang menata rumah sakit lebih siap menghadapi kemungkinan-kemungkinan infeksi yang akan datang. Hal ini penting ditekankan karena permasalahan dari pengalaman pandemi sebelumnya tidak terletak pada persoalan medis dan terapi saja, akan tetapi terkait dengan kondisi bangunan dan desain rumah sakit yang sudah ada, dengan konsep yang belum menyesuaikan tatanan paska pandemi (Kementerian Kesehatan, 2022). Penulisan ini memberikan dasar keilmuan dari beberapa literatur yang memperkuat regulasi-regulasi mengenai tatanan rumah sakit dengan konsep berkelanjutan mengantisipasi berbagai persoalan infeksi sehingga tidak mengulang ketidakmampuan rumah sakit di awal pandemi dalam menanggapi gelombang pasien dan transmisi COVID-19.

## **TATA BANGUNAN RUMAH SAKIT**

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 40 tahun 2022 turut diatur mengenai struktur bangunan rumah sakit. Meskipun tidak terkait secara langsung dengan proses pencegahan dan pengendalian infeksi, namun pengaturan mengenai struktur, penataan blok bangunan, penyesuaian layout atau desain dari setiap ruang yang ada dirumah sakit sudah harus menyesuaikan kebutuhan preventif. Upaya tersebut melekat mulai dari proses perencanaan, pemeliharaan hingga kepada pelaporan kasus yang terjadi pada rumah sakit. (Kementerian Kesehatan, 2022; Yuan and Xiaofei, 2021). Perhatian khusus pemerintah ini tak terlepas dari masa pandemi lalu. Di awal sampai pertengahan pandemi, fasilitas pelayanan kesehatan mendapat hantaman yang cukup menggoyahkan sistem pelayanan. Kasus yang melonjak dengan cepat tidak diimbangi dengan kesiapan fasilitas dan tenaga kesehatan. Justru terjadi penurunan jumlah tenaga kesehatan akibat terpapar COVID-19 dan turut dalam individu yang dirawat sebagai pasien. Berangkat dari pengalaman itu maka tatanan rumah sakit harus memiliki strategi (Makram and El-Ashmawy, 2022):

- Memungkinkan sistem menata lokasi, menjaga jarak, zonasi, dan pengaturan alur. Strategi ini dinilai efektif selama masa pandemi untuk menekan penyebaran infeksi, sehingga masih merupakan hal yang penting dilanjutkan.
- Fleksibilitas terkait tata ruang yang memungkinkan kemampuan pelayanan rumah sakit dapat diperluas dan disesuaikan.
- Pengendalian infeksi secara ilmu teknik bangunan yang memungkinkan rumah sakit merancang tata ruang dan tata udara yang menyediakan parameter-parameter udara yang sehat tercukupi.

Terdapat dua konsep tatanan bangunan rumah sakit pasca pandemi. *Mobile reserve architecture* dan *healing architecture* merupakan konsep-konsep yang dirumuskan sebagai desain dengan visi tatanan bangunan rumah sakit yang berkelanjutan dan tanggap terhadap kemungkinan terjadinya pandemi lainnya. Kedua konsep ini sekilas serupa akan tetapi memiliki perbedaan. *Mobile reserve architecture* mengacu pada tatanan yang mudah beradaptasi dengan kondisi dan keadaan yang sedang dihadapi. Pada konteks pencegahan dan pengendalian infeksi terutama antisipasi kejadian luar biasa ataupun pandemi, maka rumah sakit memiliki fleksibilitas dan portabilitas. Kemampuan *Mobile reserve architecture* misalnya pada ruang rawat inap dapat berubah menjadi ruang isolasi ataupun area parkir rumah sakit dapat menjadi ruang rawat saat terjadi bencana (Kizilova, 2022). Adapun *healing architecture* merupakan tatanan yang menggabungkan berbagai unsur desain bangunan seperti struktur, pencahayaan, wana dan akustik, sehingga mampu memberikan efek fisik dan psikis terutama bagi proses penyembuhan pasien melalui peningkatan mood afek yang terkait dengan sistem imunitas (Singh, 2021).

### **Lokasi Rumah Sakit**

Sebelum pandemi, mayoritas rumah sakit beralokasi di jantung kota yang dikitari kawasan penduduk yang lebih padat dibandingkan daerah urban ataupun batas kota. Sehingga saat terjadi ledakan kasus, akses dari perifer area lebih sulit, sedangkan di pusat kota akan terjadi penyebaran yang lebih cepat karena jumlah pasien terkonsentrasi di satu rumah sakit. Hal ini perlu dipertimbangkan dalam menentukan lokasi rumah sakit, selain mempertimbangkan keamanan dari faktor alam seperti area banjir, gempa, labilitas tanah dan sebagainya (Kementerian Kesehatan, 2022; Capolongo et.al, 2021).

### **Zonasi Rumah Sakit**

Bangunan di rumah sakit dibangun dengan pembangunan menurut zona, memfungsikan beberapa bangunan untuk pelayanan serupa, dan penyediaan pintu masuk dan keluar khusus pasien dengan dugaan infeksi. Tatanan dengan tiga kaidah tersebut bisa diterapkan untuk rumah sakit yang dibangun horisontal dan bertingkat, meskipun pada desain horisontal akan lebih mudah dalam penataan cahaya alami, ventilasi alami, sirkulasi, dan penataan ekologi pendukung yang menyokong aspek psikis pasien (Kementerian Kesehatan, 2022, Makram and El-Ashmawy, 2022; Capolongo et.al, 2021). Zonasi rumah sakit berkaitan dengan tata letak bangunan yang harus memenuhi syarat zonasi berdasarkan tingkat risiko penularan penyakit, zonasi berdasarkan privasi dan zonasi berdasarkan pelayanan atau kedekatan hubungan antar ruang. Dalam rangka meminimalisir risiko terjadinya penularan penyakit infeksi, pengaturan blok – blok berdasarkan zonasi sangat diperlukan.

## Penataan Ruang Tunggu Poli

Rawat jalan yang pada umumnya terdiri atas beberapa poliklinik, cukup sering ditemukan dalam kondisi pasien berjubel menunggu nomer antrian. Hal ini tentunya memperbesar proses transmisi infeksi, terlebih jika infeksi yang melalui kontak atau *droplet* dan *airborne* jika cukup padat sehingga fungsi tata udara tidak akan maksimal. Oleh karena itu penyediaan ruang tunggu yang lebih kecil untuk pasien yang sudah mendekati antrian pemanggilan, lebih dianggap baik dibandingkan ruang lebar yang akan memicu semua pasien menunggu di ruang tersebut. Sehingga konsepnya dapat merupakan ruang tunggu yang bersifat privat untuk setiap pasien (Shepley, et.al, 2021).

## Tanggap Perubahan

Peluang terjadinya kejadian pandemi COVID-19 sangat dimungkinkan terjadi di masa mendatang. Bukan persoalan akan timbul infeksi baru, namun dapat berupa bencana atau kecelakaan massal yang memaksa rumah sakit menyediakan fasilitas dan pelayanan dalam menghadapi lonjakan tersebut. Rumah sakit dapat dibangun dalam unit modular sehingga pergeseran terkait kebutuhan ruang dapat diselenggarakan dalam waktu singkat. Tentu saja unit modular ini harus diselaraskan dengan penerapan sistem MEP (*Mechanical, Electricity, Plumbing*) yang sesuai (Chen, et.al, 2022). Fleksibilitas ruang juga dapat melalui pemanfaatan ruang-ruang non perawatan menjadi ruang-ruang medis. Seperti pemanfaatan area parkir atau lapangan upacara sebagai lokasi rawat inap dengan fasilitas portabel dilengkapi jaringan listrik, air dan komunikasi (Babbu, 2016). Hal tersebut menjadi tantangan tersendiri bagi para perancang bangunan untuk mampu menciptakan satu ruang dengan fungsi ganda pada kondisi darurat untuk mengutamakan keselamatan pasien.

## Aliran Udara

Aliran udara yang tepat dalam fasilitas pelayanan kesehatan sangat penting untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan dan mencegah penyebaran infeksi. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam aliran udara di fasilitas pelayanan kesehatan adalah sebagai berikut (Guzzi and Stefanutti, 2020):

- Ventilasi dan peredaran udara  
Fasilitas pelayanan kesehatan harus dilengkapi dengan sistem ventilasi yang memadai. Sistem ventilasi yang baik akan membantu mengarahkan aliran udara bersih dari zona yang bersih ke zona yang berisiko tinggi (seperti ruang operasi atau ruang isolasi). Hal ini membantu mengurangi penyebaran partikel dan mikroorganisme di udara.
- Filtrasi udara  
Penggunaan filter udara yang efektif sangat penting dalam menyaring partikel-partikel berbahaya dari udara. Filter udara dengan efisiensi tinggi, seperti filter HEPA (High-Efficiency Particulate Air), sering digunakan dalam ruang operasi dan ruang isolasi untuk menghilangkan partikel berukuran kecil, termasuk mikroorganisme.
- Tekanan udara  
Pemeliharaan tekanan udara yang sesuai antara berbagai area dalam fasilitas pelayanan kesehatan penting untuk mengendalikan aliran udara. Misalnya, ruang isolasi biasanya memiliki tekanan negatif (udara mengalir masuk ke ruangan), yang membantu mencegah kontaminan keluar dari ruangan dan menyebar ke ruang lain.

- Pemisahan zona dan aliran laminar  
Fasilitas pelayanan kesehatan sering menggunakan pemisahan fisik antara zona-zona berbeda, seperti ruang bersih, ruang steril, ruang operasi, dan ruang tunggu. Aliran laminar, di mana udara mengalir secara sejajar dan teratur, digunakan dalam ruang operasi untuk mengurangi kontaminasi.
- Pembersihan udara  
Selain sistem ventilasi utama, pembersihan udara tambahan seperti pembersihan permukaan. Penggunaan perangkat UV (Ultraviolet) atau sistem pembersih udara portabel seperti HEPA portabel tidak direkomendasikan untuk mengurangi kontaminan udara dalam ruangan.

## **METODE**

Metode yang dipakai pada penulisan ini adalah studi literatur terutama terkait dengan tatanan atau desain yang mengikuti kaidah rumah sakit pasca pandemi, baik berkonsep *mobile reserve architecture* maupun *healing architecture*. Proses yang dijalankan dalam metode ini diawali dengan mengumpulkan dan membaca berbagai literatur mengenai struktur bangunan rumah sakit, kemudian literatur tentang bangunan rumah sakit pasca pandemi. Dari proses tersebut akan tersusun paparan teori.

## **PEMBAHASAN**

Bagian ini mengkompilasi serta menganalisa data yang dilakukan secara runtut guna membahas permasalahan penelitian menuju tujuan serta objektif yang telah dirumuskan di bagian Pendahuluan. Diskusi ini didukung oleh literatur review yang sudah dilaksanakan dan dipaparkan sebelumnya. Hasil pembahasan merupakan temuan-temuan yang mampu dikontribusikan oleh penelitian yang didokumentasikan di dalam artikel.

### *Strategi Pengembangan Konsep Tata Bangunan Rumah Sakit Pasca Pandemi*

Merumuskan strategi pengembangan konsep tata bangunan rumah sakit pasca pandemi adalah suatu langkah penting karena pandemi, seperti yang dialami dengan COVID-19, telah mengubah dinamika dan tuntutan dalam sektor Kesehatan. Pandemi telah menunjukkan bahwa penyebaran penyakit infeksi dapat terjadi dengan cepat dan melibatkan jumlah orang yang besar. Pandemi memunculkan kebutuhan untuk kapasitas yang lebih fleksibel, di mana rumah sakit dapat dengan cepat menyesuaikan diri terhadap lonjakan pasien. Berikut ini merupakan beberapa rumusan strategi pengembangan konsep tata bangunan rumah sakit pasca pandemi.

- Strategi pertama berdasarkan menjaga jarak kontak fisik yang sangat umum dilakukan di masa pandemi. Pasca pandemi hal ini masih diterapkan dengan pengertian pengurangan kepadatan manusia dalam suatu ruang dengan cara memfungsikan beberapa ruang dengan jenis pelayanan sama, membuat alur masuk dan keluar berdasarkan karakter individu yang masuk ke rumah sakit, serta zonasi dari lahan rumah sakit.
- Strategi kedua merupakan bentuk fleksibilitas bangunan rumah sakit dalam menanggapi kebutuhan pelayanan yang meningkat secara tiba-tiba. Dalam strategi kedua ini tidak hanya sistem modular yang disiapkan, namun perluasan ruang lain sebagai ruang darurat juga harus diselaraskan dengan ketersediaan daya pendukung seperti listrik, air, sistem komunikasi dan sistem-sistem terkait kebutuhan pelayanan kepada pasien.

- Strategi ketiga didasarkan pada indikator pengendalian teknik dalam desain untuk meningkatkan sistem teknologi udara. mengubah spesifikasi bangunan, menyediakan sistem ventilasi alami yang ideal dan lebih banyak cahaya alami, mengontrol kelembapan dan akumulasi bakteri, dan menggunakan unit pengendalian infeksi untuk membersihkan udara.

Konsep tata bangunan rumah sakit pasca pandemi dapat diuraikan dari beberapa sumber ilmiah berikut (Kizilova, 2022; Navaratnam et.al, 2022; Grag, 2021) dapat dijelaskan secara rinci dalam tabel dibawah ini.

**Tabel 1.** Rekomendasi untuk Setiap Komponen Bangunan

<b>Indikator</b>	<b>Dampak positif yang muncul saat pandemi COVID 19</b>	<b>Dampak pada konsep bangunan berkelanjutan</b>	<b>Rekomendasi</b>
<b>Struktur penataan ruang</b>			
Perubahan struktur penataan ruang pada masa pandemi	Selama pandemi, ruang dan area kosong diubah menjadi area perawatan, akan tetapi fasilitasnya belum memenuhi standar perawatan.	Penggunaan ruang yang ada tersebut dapat memenuhi konsep bangunan berkelanjutan. Kondisi tersebut membutuhkan fasilitas dan sumber daya yang aman dari limbah karbon.	Penyediaan area untuk ekspansi tempat pelayanan bila terjadi lonjakan kasus.
<b>Penataan Ulang</b>			
Program fungsional, akses dan alur manajemen.	Hindari membangun ruang koneksi vertikal pada unit-unit kerja yang memiliki fungsi kerja saling berkaitan. Direkomendasikan untuk memisahkan ruang perawatan.	Perlu pemilihan material yang tidak meninggalkan jejak karbon.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penataan ruang sesuai dimensi minimal sehingga dapat dirancang tata udaranya.</li> <li>• Bangunan ditata dengan paparan ke halaman atau tanaman atau sebuah atrium.</li> <li>• Pada pemakaian partisi, maka dibuat sistem yang mudah bergerak dan dipindahkan untuk membatasi area perawatan dengan area lain.</li> <li>• Telemedicine dapat diaktifkan bagi pasien dengan gangguan ringan, selain mengurangi kepadatan tata ruang, juga mengurangi kepadatan personal.</li> <li>• Pasien dengan gejala yang mengarah ke diagnosa respirasi, namun tanpa gejala dapat dirawat di ruang khusus sampai diagnosa</li> </ul>

Indikator	Dampak positif yang muncul saat pandemi COVID 19	Dampak pada konsep bangunan berkelanjutan	Rekomendasi
			ditegakkan maupun dirawat di ruang khusus.
Sirkulasi	Perluasan koridor sampai minimal 2,6 m	Material harus ditingkatkan secara kuantitas dan kualitas.	Untuk mempermudah dalam pergerakan, maka lebar koridor harus memenuhi persyaratan minimal.
Desain fleksibel	Merancang area yang dapat ekspansi, ditata ulang, atau menjadi desain ruang isolasi.	Bangunan akan berkonsep <i>double fasad</i> yang dapat dipergunakan di masa mendatang, serta ruangan yang mudah direlokasi dengan mudah dan murah.	Bangunan dan ruang ini meskipun menelan biaya yang lebih murah akan tetapi tetap berkualitas dalam penggunaan.
Desain berdasarkan pembuktian	Desain menggunakan konsep biofilik dengan memberikan ruang visual bagi pasien ke pemandangan alam. Selain itu juga mengacu pada Indoor Environmental Quality (IEQ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekurang-kurangnya 50% dari area vegetasi di dalam area bangunan akan dipelihara dan dijaga.</li> <li>• Penyediaan area minimal 5 m<sup>2</sup> pasien rawat inap setidaknya bagi 75%.</li> </ul>	Dapat merubah teras rumah sakit menjadi taman.
<b>Pemeliharaan Perangkat</b>			
Elevator	Memberikan penanda untuk memastikan ketentuan dalam pandemi tetap diterapkan seperti menjaga jarak dan mengurangi dampak transmisi infeksi melalui udara.	Pemanfaatan teknologi yang menghemat energi untuk elevator.	Menggunakan teknologi tanpa sentuh pada tombol-tombol di elevator.
Kelembaban	Kelembaban yang direkomendasikan untuk mengurangi aerosol yaitu 40-60%.	Menaikkan kualitas udara di dalam ruang.	Mengatasi masalah paska pandemi dengan melakukan pengawasan dan evaluasi terkait adanya kelembaban.
Tata udara	Tata udara rumah sakit diatur sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hindari resirkulasi udara. Ventilasi setiap ruang harus dipisah agar terhindar dari kontaminasi silang.</li> <li>• Hindari desain koridor yang memiliki pintu masuk dan pintu keluar satu saja (close ended corridors).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilasi menjadi prioritas dalam penggunaan untuk mengurangi ketergantungan energi dengan tetap menimbulkan kenyamanan bagi pasien.</li> <li>• Penggunaan wind cowl untuk menaikkan udara dari dalam ke luar ruangan, penggunaan wind</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perancangan tata udara termasuk di dalamnya adalah HVAC, harus menghitung iklim dan jumlah ruang.</li> <li>• Perlu penghitungan ventilasi yang diukur luasannya.</li> <li>• Dapat menggunakan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) sebagai piranti lunak untuk mensimulasikan tata udara.</li> </ul>

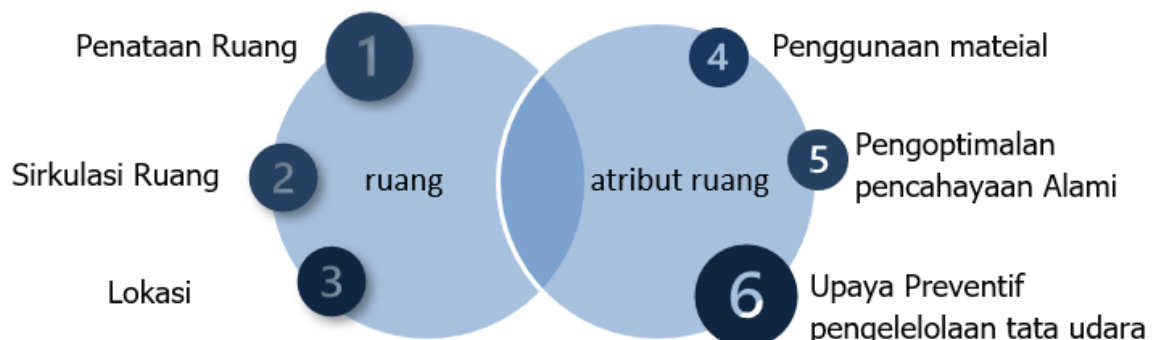
Indikator	Dampak positif yang muncul saat pandemi COVID 19	Dampak pada konsep bangunan berkelanjutan	Rekomendasi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penggunaan unit pengatur temperatur atau <i>Heat Recovery Unit</i> harus memastikan bahwa aliran udara luar terpisah dengan udara dalam.</li> </ul>	<p>catcher untuk memasukkan udara ke dalam ruang sehingga terjadi penggantian udara dan fasad ganda untuk meningkatkan aliran udara.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Polutan dan mikroorganisme akan tereleminasi sehingga kualitas udara di dalam ruangan akan meningkat dengan nilai PM 2,5 sebesar 50 µg/m sampai 15 µg/m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penggunaan ACH sebesar 24 ACH lebih banyak mereduksi mikroorganisme dalam 10 menit, dibandingkan 12 ACH yang berlangsung 20 menit.</li> </ul>
Filtrasi udara	Penggunaan HEPA filters dengan MERV 17.	HEPA akan mereduksi mikroorganisme dan polutan.	Penggunaan HEPA menuntut proses pemantauan dan pemeliharaan terutama terhadap filternya.
<i>Needlepoint Bipolar Ionization</i> (NPBI)	Merupakan teknologi pemurnian udara dengan mekanisme pelepasan ion yang menjadi kubah plasma sebagai perangkap kontaminan.	Secara biaya murah dan pemasangan mudah. Akan tetapi perlu diperhatikan saat pemasangan setringkali menyebabkan penurunan mendadak pada ruangan bertekanan eperti ruang isolasi.	
UVGI ( <i>Ultraviolet Germicidal Irradiation</i> )	Penggunaan UV secara umum masih menjadi perdebatan, akan tetapi UVGI dapat diimplementasi di saluran HVAC.	Perlu kewaspadaan terkait pemakaian UVGI terkait pemakaian energi yang cukup besar dan dampak paparan yang merusak indera penglihatan bila pemasangan tidak tepat. Di sisi lain, UVGI lebih terjangkau harganya dibandingkan ventilasi mekanik ataupun ionisasi bipolar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak pemasangan lampu UVGI dan panjang gelombang yang dihasilkan harus diperhatikan.</li> <li>Gelombang UV yang dipersyaratkan adalah gelombang UVC dengan panjang gelombang 260-265 mm.</li> </ul>
<b>Kualitas Lingkungan di Dalam Ruang</b>			
Pencahayaan alami	Meskipun masih ada perbedaan pendapat terkait efek sinar matahari dalam mengeradikasi virus, akan tetapi penambahan jendela	Pencahayaan alami memiliki persyaratan di rentang 110-5400 lux dalam kondisi langit cerah.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengimplementasikan sistem pemantauan untuk mengukur efektivitas pencahayaan alami dalam mengurangi risiko infeksi.</li> </ul>



Indikator	Dampak positif yang muncul saat pandemi COVID 19	Dampak pada konsep bangunan berkelanjutan	Rekomendasi
	pada bangsal dan lorong rumah sakit dapat mengendalikan dan menghentikan proses infeksi. Hal ini secara tidak langsung memperkuat peran sinar matahari pada penghentian infeksi.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyusun tata letak bangsal dan lorong rumah sakit secara strategis agar jendela dapat menjangkau seluruh area dengan efektif.</li> <li>Memastikan bahwa ruangan yang memerlukan pencahayaan alami ekstra, seperti area steril atau ruang tunggu, mendapatkan perhatian khusus.</li> </ul>
Perkakas Interior			
Memiliki material anti virus	Penggunaan zat yang memiliki efek anti mikroorganisme perlu ditelaah dengan permintaan bukti ilmiah dari setiap perusahaan yang memproduksi.	Penggunaan material yang umum adalah tembaga, akan tetapi perlu diingat bahwa harga dan biaya perawatan yang relative tinggi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perlu alternatif lain terkait material yang lebih ramah lingkungan dengan jejak karbon minimal.</li> </ul>
Lokasi			
Pengaturan lokasi rumah sakit	Bila sebuah kota sudah terdapat rumah sakit di pusat kota, maka letakkan rumah sakit lainnya di area perifer demi pelayanan merata dan menghindari kepadatan.	Penataan lokasi rumah sakit turut berdampak pada penurunan efek rumah kaca.	Tata rumah sakit yang mudah dijangkau warga kota dengan berjalan kaki ataupun moda transportasi yang meminimalisir karbon.

Sumber: Analisis Penyusun, 2023

Tantangan penataan bangunan rumah sakit berdasarkan literatur diatas, mengungkap aspek-aspek penataan desain rumah sakit dengan mengelaborasi dua pendekatan desain (*healing architecture* dan *mobile reserve architecture*) keduanya memiliki dua aspek yang saling bersinggungan digambarkan dalam diagram dibawah ini :



**Gambar 1.** Diagram Teoritis elaborasi konsep penataan desain rumah sakit.

Sumber: Analisis Penyusun, 2023

Pandemi telah memberikan dampak pada penataan ruang dengan melekatkan upaya preventif. Rumah sakit sebagai objek arsitektur tidak terlepas dari atribut – atribut ruang yang berada didalamnya. Ruang dengan keterkaitannya dengan penataan/programming, sirkulasi dan lokasi dari rumah sakit menjadi pertimbangan dasar perencanaan. unsur pengolahan atribut ruang seperti penataan furnitur, penggunaan material, serta pengoptimalan pencahayaan dan penghawaan melekat didalamnya.

## KESIMPULAN

Dalam studi literatur ini disimpulkan bahwa pandemi merubah banyak aspek kehidupan termasuk bidang arsitektur khususnya terkait dengan tatanan bangunan rumah sakit. Perubahan ini tidak hanya meliputi bentuk fisik rumah sakit, akan tetapi meliputi proses awal pemilihan lokasi, orientasi bangunan agar selaras dengan masuknya sinar matahari, tata udara, penataan interior, pencahayaan, kelembaban, dan terkait alat tambahan untuk menciptakan ruang yang bersih (*clean room*). Pemanfaatan alat dimulai dari proses pemilihan hingga proses pemeliharaan. Keseluruhan tata bangunan rumah sakit tersebut dapat menjadi landasan tatanan rumah sakit paska pandemi. Rekomendasi studi lanjut dapat berupa penelitian tentang dampak perubahan desain pada kesejahteraan pasien dan staf rumah sakit yang berupa evaluasi terhadap tingkat kepuasan, kenyamanan, dan produktivitas staf serta dampak positif terhadap proses penyembuhan pasien. Selain itu studi lanjut yang dapat dikembangkan pemodelan dan simulasi untuk memeriksa efisiensi energi, pencahayaan alami, dan sirkulasi udara di dalam rumah sakit yang melibatkan simulasi untuk memperkirakan kinerja bangunan dalam skenario yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Health Care Engineering. (2023, September 10). COVID-19 Recovery ASHE. [Online]. Available: <https://www.ashe.org/covid-19-recovery>
- Assadi, I., et al. (2022). Review on inactivation of airborne viruses using non-thermal plasma technologies: from MS2 to coronavirus. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(4), 4880–4892, doi: 10.1007/s11356-021-17486-3.
- Awada, M., et al. (2021). Ten questions concerning occupant health in buildings during normal operations and extreme events including the COVID-19 pandemic. *Build Environ*, 188, doi: 10.1016/j.buildenv.2020.107480.
- Babbu, A. H. (2016). 'Flexibility': A key concept in Hospital Design. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEEM)*, 5.
- Capolongo, S., et al. (2020). COVID-19 and healthcare facilities: A decalogue of design strategies for resilient hospitals. *Acta Biomedica*, 91, 50–60, doi: 10.23750/abm.v91i9-S.10117.
- Chen, L., et al. (2022). Modular Structure Construction Progress Scenario: A Case Study of an Emergency Hospital to Address the COVID-19 Pandemic. *Sustainability (Switzerland)*, 14(18), doi: 10.3390/su141811243.
- Eijkelenboom, A., Ortiz, M. A., & Bluysen, P. M. (2021). Preferences for indoor environmental and social comfort of outpatient staff during the COVID-19 pandemic, an explanatory study. *Int J Environ Res Public Health*, 18(14), doi: 10.3390/ijerph18147353.
- Elias, B., & Bar-Yam, Y. (2020). Could Air Filtration Reduce COVID-19 Severity and Spread? [Online]. Available: <https://www.airsystems-inc.com/air-purification-news/air-quality/the-use-of-hepa-filters-is-vital-in-medical-facilities/>
- Emmanuel, U., Osondu, D., & Kalu, K. C. (2020). Architectural design strategies for infection prevention and control (IPC) in health-care facilities: towards curbing the spread of Covid-19. *J Environ Health Sci Eng*, doi: 10.1007/s40201-020-00580-y/Published.

- Escombe, A. R., et al. (2009). Upper-Room Ultraviolet Light and Negative Air Ionization to Prevent Tuberculosis Transmission. *PLoS Medicine*, doi: 10.1371/journal.pmed.1000043.g001.
- Fennelly, K. P. (2020). Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. *Lancet Respir Med*, 8(9), 914–924, doi: 10.1016/S2213-2600(20)30323-4.
- Garg, A. (2021). Brief Review Preparedness of Hospitals Post COVID-19 Era.
- Gbadamosi, A. Q., Oyedele, L., Olawale, O., & Abioye, S. (2020). Offsite Construction for Emergencies: A focus on Isolation Space Creation (ISC) measures for the COVID-19 pandemic. *Progress in Disaster Science*, 8, doi: 10.1016/j.pdisas.2020.100130.
- Gola, M., et al. (2021). COVID-19 and healthcare facilities: A decalogue of design strategies for resilient hospitals. *Acta Biomedica*, 91, 50–60, doi: 10.23750/abm.v91i9-S.10117.
- Guzzi, R., & Stefanutti, L. (2020). The Role of Airflow in Airborne Transmission of COVID-19 Special Section: COVID-19 Pandemic Ape-polecat View project MOANA EC project View project. *Organisms*, 4, doi: 10.13133/2532-5876/17224.
- Kemendes (Kementerian Kesehatan). (2022). PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 40 TAHUN 2022 TENTANG PERSYARATAN TEKNIS BANGUNAN, PRASARANA, DAN PERALATAN KESEHATAN RUMAH SAKIT. NOMOR 40 TAHUN 2022.
- Kizilova, S. A. (2022). Mobile Reserve Architecture: Designing the Post-Pandemic Solutions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, doi: 10.1088/1755-1315/988/5/052029.
- Makram, A., & El-Ashmawy, R. A. (2022). Future Hospital Building Design Strategies Post COVID-19 Pandemic. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(4), 1169–1179, doi: 10.18280/ijstdp.170415.
- Megahed, N. A., & Ghoneim, E. M. (2021). Indoor Air Quality: Rethinking rules of building design strategies in post-pandemic architecture. *Environ Res*, 193, doi: 10.1016/j.envres.2020.110471.
- Memarzadeh, F., Olmsted, R. N., & Bartley, J. M. (2010). Applications of ultraviolet germicidal irradiation disinfection in health care facilities: Effective adjunct, but not stand-alone technology. *Am J Infect Control*, 38(5 SUPPL.), doi: 10.1016/j.ajic.2010.04.208.
- Morawska, L., et al. (2020). How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environ Int*, 142, doi: 10.1016/j.envint.2020.105832.
- Mousavi, E. S., Kananzadeh, N., Martinello, R. A., & Sherman, J. D. (2021). COVID-19 Outbreak and Hospital Air Quality: A Systematic Review of Evidence on Air Filtration and Recirculation. *Environ Sci Technol*, 55(7), 4134–4147, doi: 10.1021/acs.est.0c03247.
- Neducin, D., Krkljes, M., & Kurtovic-Folic, N. (2010). Hospital outdoor spaces: Therapeutic benefits and design considerations. *Facta universitatis - series: Architecture and Civil Engineering*, 8(3), 293–305, doi: 10.2298/fuace1003293n.
- Navaratnam, S., et al. (2022). Designing Post COVID-19 Buildings: Approaches for Achieving Healthy Buildings. *Buildings*, 12(1), doi: 10.3390/buildings12010074.
- N. A. Megahed and E. M. Ghoneim. (2021). Indoor Air Quality: Rethinking rules of building design strategies in post-pandemic architecture. *Environ Res*, 193, doi: 10.1016/j.envres.2020.110471.
- Singh, S. (2021). The Impact of Architecture in the Process of Healing & Well-Being. *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, 9(3), 202–222, doi: 10.22214/ijraset.2021.33196.
- Smolova, M., & Smolova, D. (2021). Emergency architecture. Modular construction of healthcare facilities as a response to pandemic outbreak. *\*E3S Web of Conferences*, \* doi: 10.1051/e3sconf/202127401013.
- Shepley, M. M., Kolakowski, H., Ziebarth, N., & Valenzuela-Mendoza, E. (2021). How COVID-19 Will Change Health, Hospitality and Senior Facility Design. *Frontiers in Built Environment*, 7, doi: 10.3389/fbuil.2021.740903.
- World Health Organization. (2023, September 10). WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. [Online]. Available: <https://covid19.who.int/>
- Yuan, L., & Xiaofei, Y. (2021). STUDY ON HOSPITAL DESIGN AND IT'S TRANSITION DURING PANDEMIC SITUATION. *Politecnico di Torino, Turin*.
- Zeng, Y., et al. (2021). Evaluating a commercially available in-duct bipolar ionization device for pollutant removal and potential byproduct formation. *Build Environ*, 195, doi: 10.1016/j.buildenv.2021.107750.