



Mensikapi Tata Kehidupan Baru Di Masa Pasca Pandemic Covid-19 Melalui Green Healthy Building

Tri Widjaja, Melania Suweni Muntini & Totok Suhartanto

PUSAT PENELITIAN ENERGI BERKELANJUTAN



Adalah suatu situasi "NORMAL" yang **berbeda** dengan situasi normal sebelumnya



masyarakat harus **hidup berdampingan dengan Covid-19** karena sampai saat ini **vaksin belum ditemukan** dan tak ada yang mengetahui pasti **kapan pandemi akan berakhir**

Kita harus **menyesuaikan diri** dengan **dunia baru, aturan** dan **standard baru**

- Social distance
- Mengenakan masker
- Mencuci tangan dengan sabun
- sterilisasi sebelum masuk ke suatu bangunan

Salah satunya adalah **standar kualitas udara pada bangunan**, dimana udara merupakan *vehicle* dari penyebaran bakteri dan **virus**



Standar kualitas udara pada bangunan (ASHRAE)

Mengapa kita perlu mempelajarinya ?

- ❖ Sebagian besar hidup manusia, 80-90%nya berada di dalam ruang/bangunan.
- ❖ Udara yang kita hirup di dalam semua jenis bangunan **sangat beresiko** terhadap kesehatan pernafasan kita.
- ❖ **Jumlah polutan** saat ini **semakin banyak**, berbentuk zat kimia, gas, partikel dan **organisme hidup** yang mudah berterbangan



DESTROY CONTAMINANTS YOU INHALE



BACTERIA



VIRUSES



MOLD



ALLERGIES



CHEMICALS



PET ODORS & DANDER



COOKING ODORS



DUST MITE FECAL MATTER

Apa yang perlu kita cermati ?



- Menurut US EPA: tingkat polutan di dalam ruang dapat mencapai 2-5 kali lebih tinggi atau ekstrimnya 100 kali lebih tinggi dari di luar ruang
- 5 Tingkat teratas penyebab resiko terhadap kesehatan publik

CAUSES	INDOOR ENVIRONMENT	EFFECT
Oversized Poor Airflow Monsoons Poor Drainage Bad Ventilation Non-VS Motors	 Too Moist	Mold & Mildew Stuffy Feeling Odors Home Damage Warmer Air Equip Fatigue
Never Oversized 2-Stage AC Heat VS Motors IAQ T-Stat Humidifiers Proper Design	 Just Perfect	Comfortable Healthy Home Effecient Equip Safe Home More Sleep Balance Temps
Undersized Dry Climate Cold Weather Uncontrolled VS Bad Installation Poor T-Stat	 Too Dry	Sneezing Dry Throat Dry Sinus Destroys Wood Dry Skin Respiratory

Standar kualitas udara pada bangunan (ASHRAE)



- ❖ Udara tidak boleh **STAGNANT** (Terperangkap), sehingga tidak ada pertukaran udara (**Air Change**)
- ❖ Udara yang berkualitas harus bebas dari **polutan**, **bakteri** dan **virus**.
- ❖ Kelembaban relative (Rh) pada suatu ruangan antara 35% - 60% guna **mengurangi paparan** partikel *infectious* dan mengurangi penularan penyakit yang disebarluaskan oleh virus

Apa yang perlu kita cermati?

Indoor Air Problems



Sick Building Syndrome & Building Related Illness

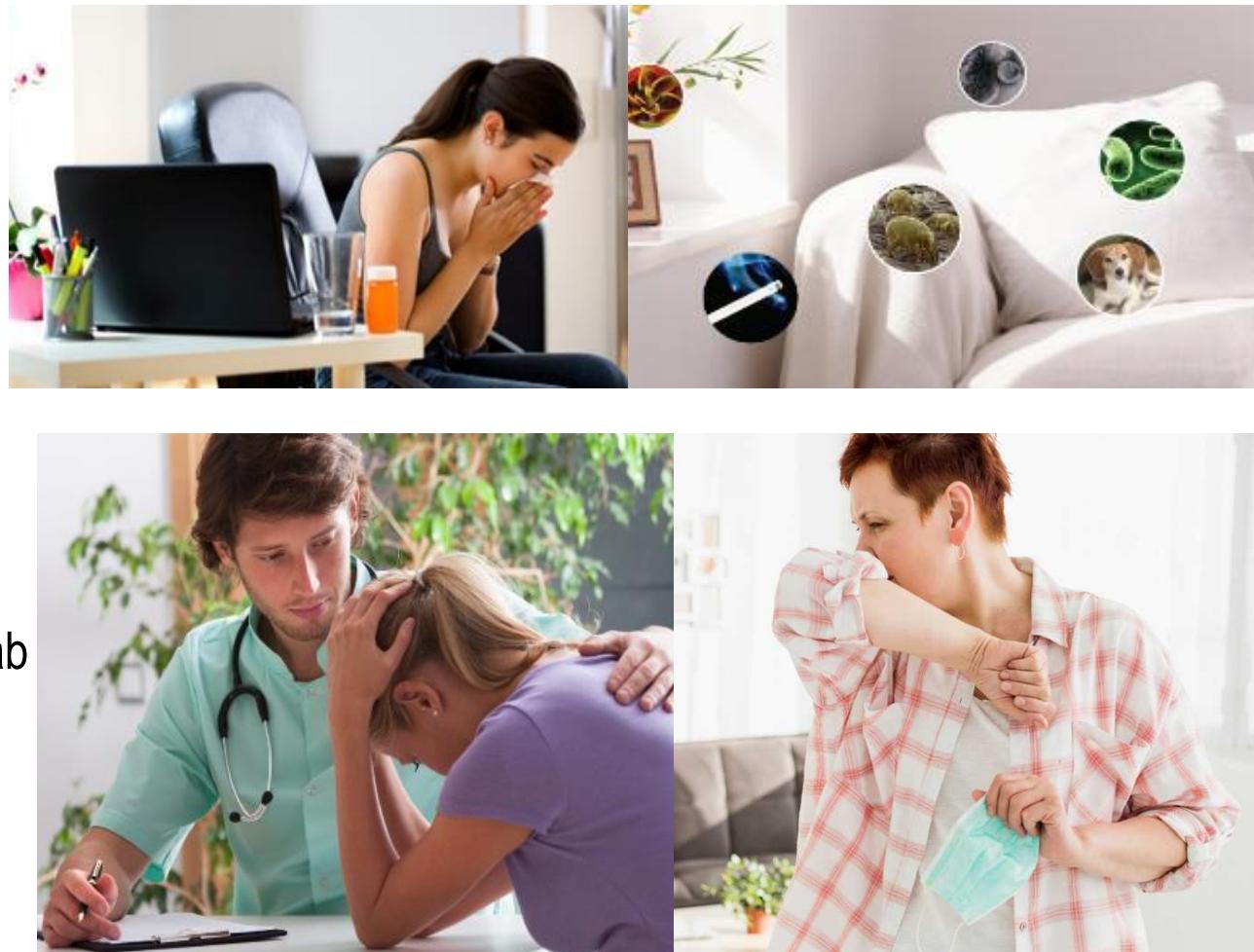


Indikatornya adalah :

- Sangat tidak nyaman saat penghuni berada di dalam gedung
- Penyebab timbulnya gejala tidak diketahui secara pasti.
- Sebagian besar keluhan akan berhenti, pada saat penghuni keluar dari gedung.
- Penghuni bangunan mengeluh tidak hanya ketika berada di dalam gedung. Gejala seperti batuk ; sesak dada ; demam, menggigil dan nyeri otot.
- Gejala klinis dapat didefinisikan dan memiliki penyebab yang jelas dapat teridentifikasi



Penghuni memerlukan waktu pemulihan yang lama setelah meninggalkan gedung



Apa yang sebenarnya kita hidup sehari-hari?



Ketika berada di **dalam ruangan**, banyak orang terkena **polusi udara** yang dihasilkan dari sumber yang berada di dalam ruangan **ditambah polusi udara luar** yang masuk ke dalam ruangan. **Polusi udara di Indoor lebih berbahaya daripada polusi udara di outdoor**

INDOOR ACTIVITY

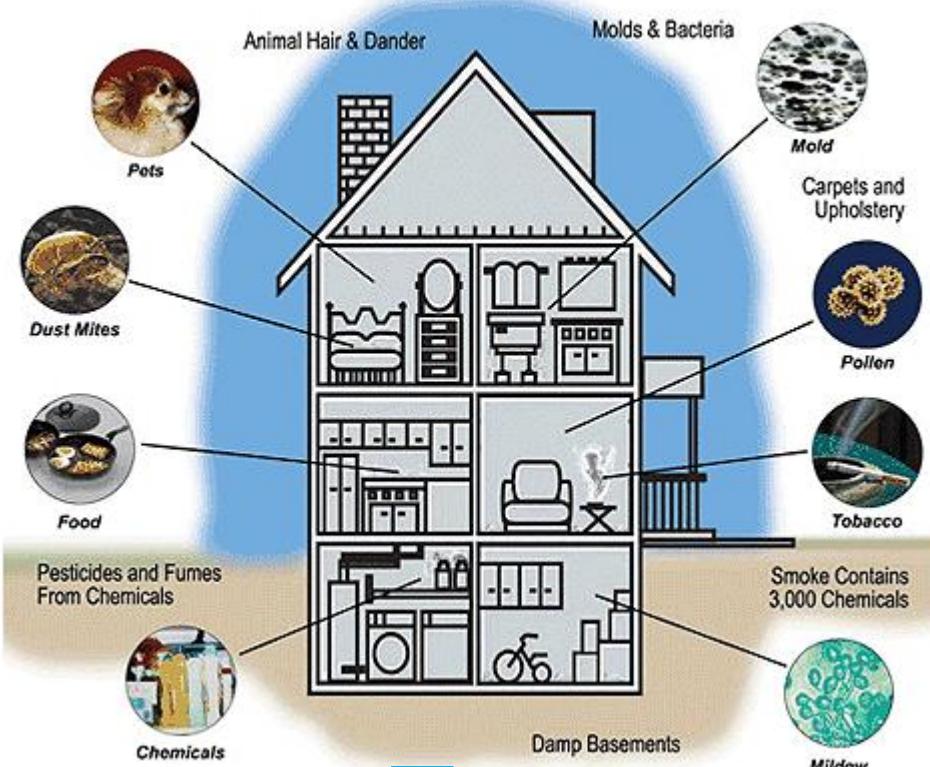


OUTDOOR ACTIVITY



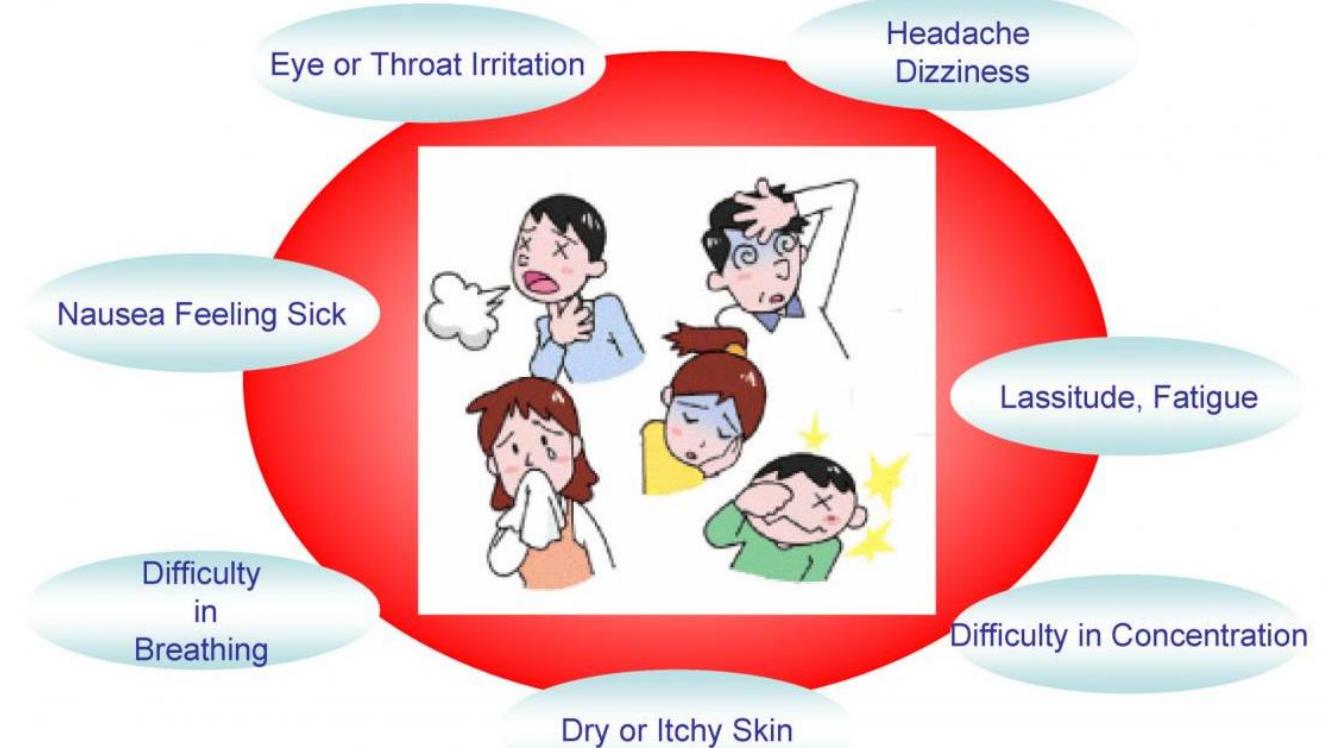


Indoor Air Quality



Menurut US EPA:

Tingkat polutan di dalam ruang dapat mencapai 2-5 kali lebih tinggi atau ekstrimnya 100 kali lebih tinggi dari di luar ruang



Indoor Air Quality

Isu seputar Kualitas Udara Dalam Ruang



Beberapa yang penting, adalah ;

- Ventilasi – Pergerakan Udara
- *Environmental Tobacco Smoke*,
- Pengaruh dari Penggunaan Materials,
- Polutan Biologi di Bangunan,
- Suhu di Bangunan,
- Sistem Penerangan,
- Akses Penglihatan ke Luar,
- Akustik Bangunan

Pentingnya sistem ventilasi agar ;

- Udara ruang berpenghuni terganti sehingga tidak stagnan, bau dan terjadi akumulasi kontaminan.
- Tidak memicu munculnya Bangunan Sakit dan Penyakit Lainnya yang berkaitan dengan Bangunan

Government Regulation

Zat Karbondioksida (CO₂)

- Potensi terjadi di ruangan yang berpenghuni tinggi
- Peningkatan kadar CO₂ yang terlalu tinggi mengindikasikan ventilasi ruangan tidak berfungsi dengan baik
- ASHRAE merekomendasikan **konsentrasi CO₂ harus tidak lebih dari 1000 ppm di ruangan** yang dihuni

EMISI GAS CO



CO Detectors for Car Parks



Signs of carbon monoxide poisoning



Headaches

Nausea

Dizziness

Breathlessness

Collapse

Loss of
consciousness

Zat Karbon Monoksida (CO)

Setiap area parkir tertutup yang berpotensi menerima akumulasi konsentrasi karbonmonoksida (CO) harus dilengkapi dengan alat monitor karbonmonoksida

(CO) yang dilengkapi dengan alarm dan sistem ventilasi mekanis yang akan beroperasi otomatis jika ambang batas karbonmonoksida (CO) telah melewati ambang batas aman.

Polutan Biologi juga disekitar kita....



Keberadaan polutan disekitar lingkungan & ruangan:

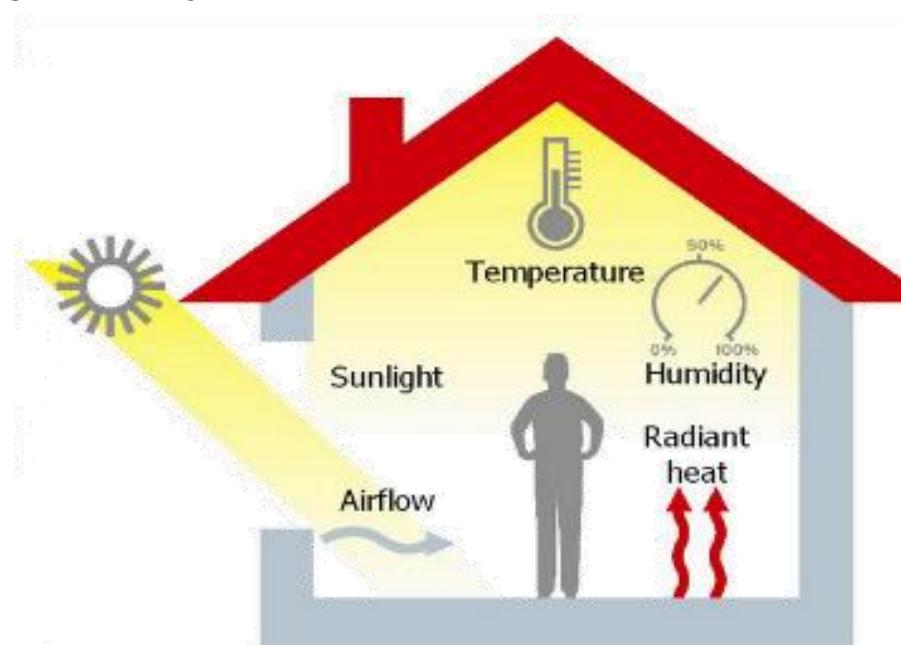
- Debu, bakteri , jamur , serbuk sari , dan virus adalah jenis kontaminan biologis
- Kontaminan ini dapat berterbangan bebas, berkembang biak dan menumpuk di pipa-pipa alat pendingin , humidifier, kipas, alat keluaran udara atau pada plafond akibat udara kotor dari bawah yang naik ke ruangan.
- Gejala fisik yang berhubungan dengan kontaminasi biologis seperti respon alergi, iritasi dan penyumbatan pernafasan bervariasi munculnya
- Bakteri Legionella tersebar bahkan melalui air dan peralatan yang digunakan



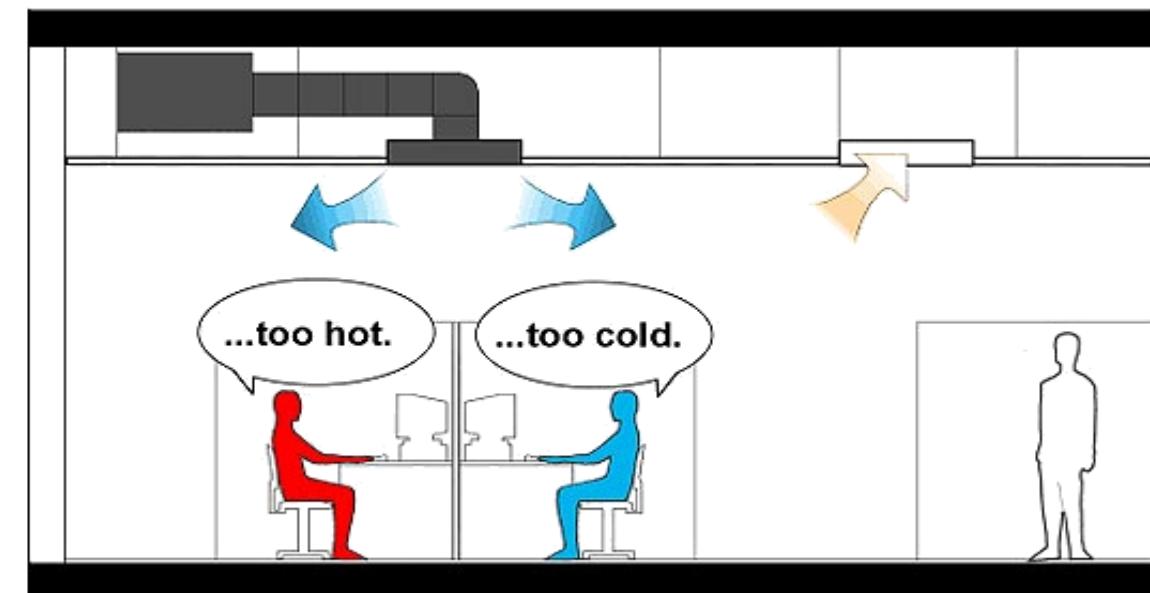
Kenyamanan Termal



Kondisi pikiran seseorang yang mengungkapkan kepuasan dengan lingkungan disekitarnya (terutama keadaan suhu setempat) dengan menilai dengan subjektif .



Menyediakan standar yang sesuai sehingga memungkinkan penghuni untuk memainkan peran dalam mengendalikan kondisi lingkungan mereka guna produktivitas yang lebih besar dan meningkatkan kepuasan





Perencanaan **temperatur udara** dalam ruang hunian ditetapkan serendah rendahnya 25 °Celcius (dua puluh lima derajat celcius) dan **kelembaban relatif** 60% (enam puluh persen) $\pm 10\%$ (kurang lebih sepuluh persen) dan untuk mempertahankan kondisi termal dimaksud ruangan diperlukan sensor temperatur.



Kualitas Udara Ruang sangat dibutuhkan....

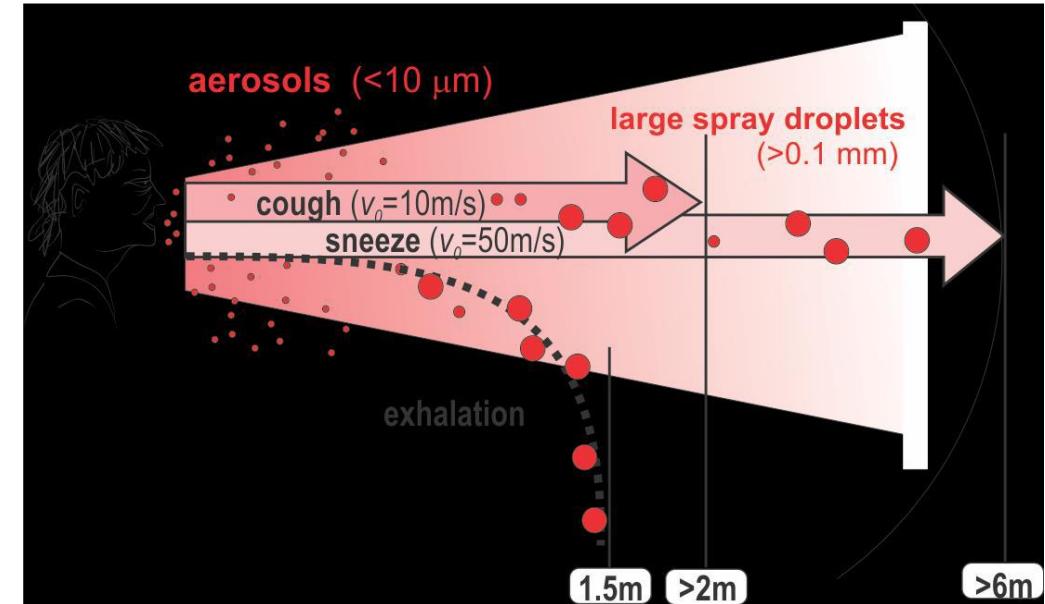
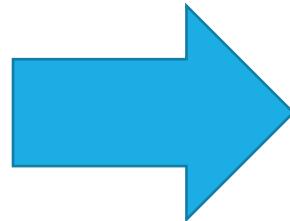
Bangunan sekolah dan bandara, lebih mendapat perhatian karena **berisiko tinggi untuk penyebaran kontaminan**, karena merupakan tempat bertemunya seluruh pengguna dari berbagai latar belakang

Kondisi diterima ketika; tidak ada kontaminan berbahaya pada saat pengukuran dan mayoritas 80 % atau lebih, tidak ada komplain dari penghuni (ASHRAE 62,1-2007) .





Ruangan ber AC tertutup tidak ada sirkulasi udara



WHO menyebutkan bahwa Virus Covid-19 menyebar dari manusia kemanusia melalui Droplets/Aerosol dari penderita (pembawa virus) masuk melalui hidung, mulut, mata dan menginfeksi paru2.

Droplets/Aerosol: dikeluarkan pada saat bersin, batuk dan **bernapas biasa**, ditemukan bukti dirumah sakit bahwa Covid-19 dalam bentuk aerosol dapat bertahan sampai 3 jam dan **menularkan ke orang disekitar pasien meskipun tidak ada kontak**.

The New England Journal of Medicine, tgl 17 Maret 2020

Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 (Covid-19)



- Memakai **Aerosol** generator 5 micron dengan konsentrasi virus SARS-CoV-2 (Covid-19) tertentu untuk melihat penurunan konsentrasi di ruangan dan permukaan didalam laboratorium dengan $T=21-23^{\circ}\text{C}$, $\text{RH}=40\%$ → Hasil Percobaan:
 - 1. Aerosol bisa bertahan sampai 3 jam.
 - 2. Di permukaan stainless steel konsentrasi turun menjadi $\frac{1}{2}$ → 5.6 jam, pada plastic 6.8 jam dan bisa bertahan sampai 48 dan 72 jam.
 - 3. Di permukaan tembaga dan cardboard bisa bertahan sampai 8 jam dan 24 jam.

HOW LONG IS CORONAVIRUS DETECTABLE ON SURFACES?		
	AIR	3 HOURS
	COPPER	4 HOURS
	CARDBOARD	24 HOURS
	STAINLESS STEEL	2-3 DAYS
	PLASTIC	3 DAYS

SOURCE: NIH, CDC, JAMA AND
PRINCETON UNIVERSITY SCIENTISTS

Tanggal 24 Maret 2020 ASHRAE mengeluarkan Guidance for Building Operations During The Covid-19 Pandemic



- Penularan Covid-19 selain bisa melalui kontak langsung antar manusia dan benda-benda yang sudah terkontaminasi melalui droplets, ditemukan bukti di rumah sakit bahwa Covid-19 dalam bentuk aerosol dapat bertahan sampai 3 jam dan **menularan ke orang disekitar pasien meskipun tidak ada kontak.**
- Melihat bukti diatas, ASHRAE merekomendasikan untuk gedung-gedung pertemuan, mall, museum, gedung-gedung olahraga tertutup, orang-orang tinggal dirumah ataupun rumah sakit, ASHRAE merekomendasikan sbb:
 1. Lebih sering membersihkan permukaan yang sering dipegang dengan disinfektan.
 2. Lebih banyak menyediakan hand sanitizer.
 3. Membawa minuman dari rumah sendiri.
- Untuk Gedung yang ber AC dianjurkan membuka jendela, memasukkan udara luar sebanyak-banyaknya → agar konsentrasi virus menurun dengan cara dilarutkan oleh udara luar, udara luar perlu **disaring** dengan medium **filter MERV 13** (effisiensi 90% untuk particle 0.5 micron) dan bila memungkinkan dijalankan terus menerus selama 24 jam, 7 hari seminggu.
- **Dan memasang portable air cleaner dilengkapi dengan HEPA filter (with Plasma air purifier).**
- **HVAC** (Heating, ventilation, and air conditioning) system **memegang peranan penting** didalam penyebaran Covid-19 ini dibandingkan dengan **social/physical distancing**.



Data2 dunia mengenai Covid-19

- Covid-19 disebarkan/ditularkan melalui Droplets/Aerosol dari manusia ke manusia melalui hidung, mata, saluran pernafasan dan mulut. Diperlukan Social/Physical distancing, pemakaian masker, Cuci tangan, pembersihan dan disinfectan benda/barang/permukaan/handel pintu, meja, dll.
- Tanggal 17 April 2020, ASHRAE TASK FORCE UNTUK COVID-19, menyebutkan Bahwa “ *Transmission of SARS-CoV-2 through the air is sufficiently likely that **airborne** exposure to the virus should be controlled.*” Peranan Tata Udara di bangunan sangat besar sekali atas penyebaran Covid-19 terutama bangunan-2 yang tertutup rapat dan udara ventilasi (fresh air/udara luar) yang dimasukkan sangat minim.
- Bahwa 50%-80% dari pembawa virus Covid-19 menunjukan Asymtomatic (tidak menujukan gejala). Penderita Carrier yang dapat menyebarkan dan menularkan virus Covid-19 ke orang lain.
- WHO mengatakan Vaksin Covid-19 diperkirakan baru akan tersedia diMid-2021 atau ahhir 2021 dan sampai bulan Mei 2020 belum ditemukan obat yang betul-2 dapat menyembuhkan Virus ini. Berarti selama ini kita akan hidup berdampingan dengan Virus Covid-19 sampai ditemukan Vaksin.

Antisipasi dan upaya untuk meminimalkan dan kalau memungkinkan mencegah penularan Covid-19 dalam gedung yang ber-AC pada tahap relaksasi



- Melihat bentuk bangunan dan selubung bangunan tersebut:
Apakah ada Jendela yang memungkinkan dibuka?
Apakah ada kemungkinan memasukan udara luar/Fresh Air kedalam ruangan untuk melarutkan konsentrasi Virus Covid-19 yang dibawa masuk oleh **penderita Carrier**, dll
- Sistem Tata udara yang terpasang : jenis dan typenya.

Rumah Tinggal di PerkotaanRumah



Rumah Tinggal di Apartment & Hotel



System Tata Udara yang terpasang



- Kita cek system AC yang terpasang digedung tersebut memakai system AC apa?
 1. System AC central dengan Chilled Water System, pakai AHU dan FCU atau
 2. Memakai System VRF dengan ducting system atau free blow (wall, Cassette, Ceiling sustained) atau
 3. Memakai DX duct split system, atau
 4. Residential units (split Wall, Cassette, Floor Standing, dll).
- Apakah system yang terpasang sudah ada saluran udara ventilasinya (fresh air/udara luar)? Kalau ada berapa jumlah udara luar yang dimasukkan (CFM/orang ? Udara Ventilasi berapa ACH yang dimasukkan).
- 3. Diukur konsentrasi CO₂ yang ada didalam ruangan pada saat jumlah orang paling banyak (> 1000 ppm; <= 1000 ppm; <= 800 ppm).

Apakah udara segar (Fresh Air) bisa dan sudah cukup dimasukkan kedalam ruangan?



- Bangunan: Apakah Jendela2 bisa dibuka dan udara luar bisa leluasa masuk ke dalam ruangan ? Apakah cukup dengan Natural Ventilation atau perlu bantuan Fan (Mechanical Ventilation). Untuk Natural Ventilation dan Mechanical Ventilation minimum air flow nya $>20 \times \text{ach}$ (**air change per hour**) untuk Adaptive Thermal Comfort.
- System AC: Apakah udara luar (Fresh air/udara Ventilation) sudah cukup dimasukkan kedalam ruangan? Untuk melarutkan Virus didalam ruangan diperlukan minimum udara luar $\geq 2 \times \text{ach}$, kebanyakan udara luar yang dimasukkan kedalam ruangan dihitung memakai ASHRAE Standard 62.1 (untuk Residensial) atau Standard 62.2 (untuk Commercial Building):
 - Rata2 untuk perkantoran berkisar 5%-7.5% dari udara supply,
 - Kalau diasumsi udara supply ini range nya $10-12 \times \text{ach}$, maka udara luar yang dimasukkan hanya sebesar $0.5 - 0.9 \times \text{ach}$, padahal kita tahu minimum kebutuhan udara luar untuk melarutkan Virus didalam ruangan adalah $2 \times \text{ach}$, **jadi kurang**, kita perlu menambahkannya memakai **DOAS** (Dedicated Outdoor Air System).

Faktor penyebab seseorang bisa sakit karena virus & Upaya mengurangi virus dalam ruangan



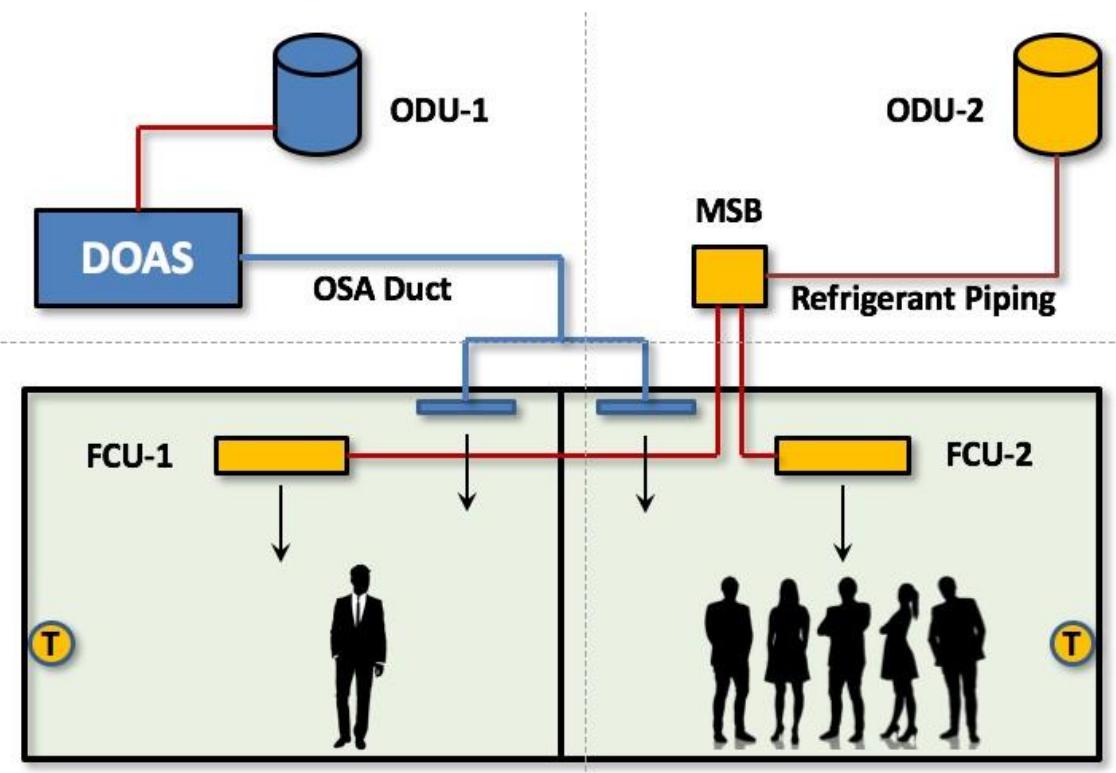
1. **Dose/Kandungan/konsentrasi bakteri/virus.**
 2. **Site/letak (lokasi) bakteri, virus masuk ke tubuh kita.**
 3. Virulence/keganasan, daya infectious bakteri, virus.
 4. **Time/waktu berhubungan dengan penderita.**
 5. Level of Host Defense/Kekuatan daya tahan orang tersebut. Asupan Makanan, minuman Vitamin dan Mineral (Vit C, D, E dan mineral Zn), Istirahat, tidur dan olah raga serta jemur mata hari.
- PLUS didalam **lingkungan udara yang sehat**. Upaya mengurangi konsentrasi Virus didalam ruangan:

- Membuang/menghisap udara disekitar sumber → memasang Exhaustfan didekat kepala pasien. Exhaust fan nya dipasang **Hepa filter** agar tidak mengkontaminasi lingkungan.
- Melarutkan konsentrasi virus didalam ruangan → memasukkan udara segar/luar yang sudah dikondisikan (filter, temperature dan kandungan uap airnya diturunkan) → Memakai DOAS
- Memfilter udara didalam ruangan → Memakai Air Purifier yang ada Hepa filternya dan lebih sempurna kalau ada Corona Plasma Air Purifier yang dapat membunuh dan menghancurkan bakteri dan Virus selain VOC, HVOC, dan menyaring partikel PM_{2.5} dan PM₁₀.

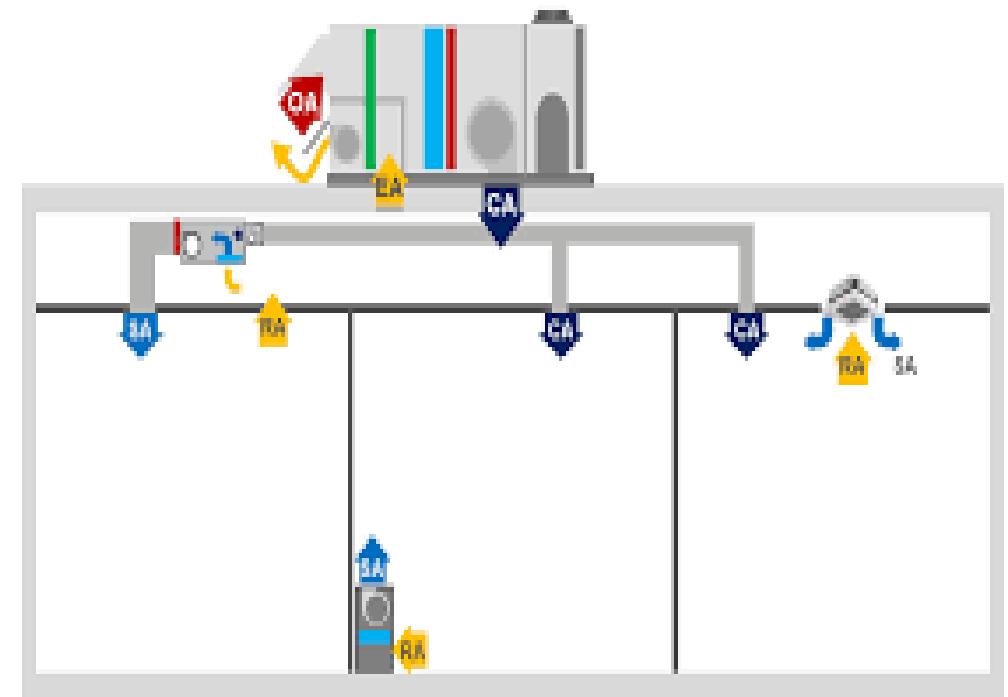
Pemasangan DOAS di Ruang existing



Rumah Tinggal



Perkantoran





Fungsi dari DOAS (Dedicated Outdoor Air System),

1. Memperbaiki IAQ (Indoor Air Quality)
2. Mengatur kelembaban udara didalam ruangan (RH ruangan terkendali).
3. Mengatur/menurunkan kadar konsentrasi CO₂ didalam ruangandan menaikkan kadar O₂ yang kita butuhkan didalam ruangan.
4. Mengatur/menurunkan kadar VOC dan HVOC didalam Ruangan.
5. Melarutkan gas/zat/bakteri/virus didalam ruangan.
6. Menghemat energy dalam pemakaian HVAC dibangunan.
7. Membuat tekanan ruangan menjadi lebih positif dibandingkan udara luar
Artinya: Mencegah infiltrasi udara luar.

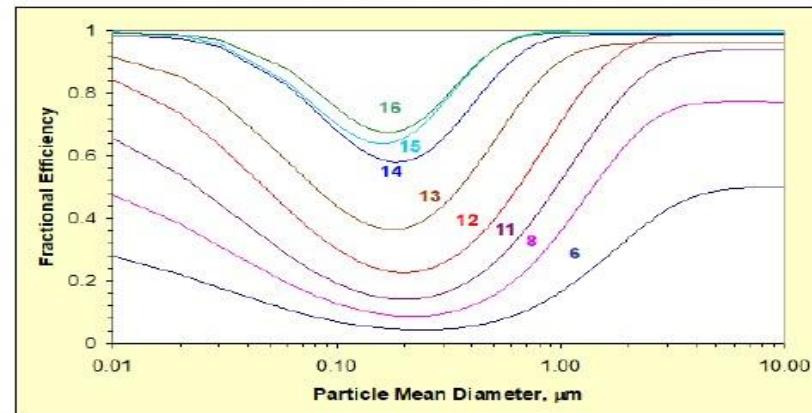
Cara lain untuk mengurangi Virus di dalam ruangan



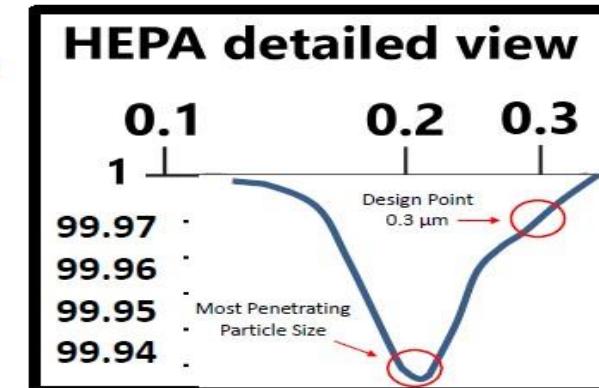
Dengan Filtration

High Efficiency Particulate Air (HEPA) Filters

- By definition, true HEPA filters are at least 99.97% efficient at filtering 0.3 μm mass median diameter (MMD) particles in standard tests.
- Most penetrating particle size may be smaller than 0.3 μm , so filtration efficiency of most penetrating particles can be slightly lower.



Note: Numbers in graph represent MERV values.



Corona Plasma Cleaning Technology



Memberikan High voltage diantara 2 lempengan konduktor, sehingga mampu menghancurkan VOC (Volatile Organic Compound), Bacteri dan Virus.

Household and Commercial Air Purifier



Small Corona Plasma air purifier: 20~25m²

Item Code	POWER	POWER RATING				NET WEIGHT	GROSS WEIGHT	SURFACE SIZE	PACKAGE SIZE	CLEAN AIR	STERILIZATION RATING (2hours)	Purification Class	Noise	Applicable area
		FIRST	SECOND	THIRD	FOURTH									
KJ300D-LM-02	220V~50Hz	23	33	40	60	17	21.5	500*330*665	580*400*770	300	99.94	High	<49	21~26

Big Corona Plasma air Purifier → 75~100m²

Household and Commercial



Item Code	POWER	POWER RATING				NOISE				NET WEIGHT	GROSS WEIGHT	SURFACE SIZE	PACKAGE SIZE	CLEA RAIR	Purificati on Class	Applica ble area
		1	2	3	4	1	2	3	4							
		W								kg	kg	mm	mm	m ³ /h	m ³ /(W·h)	m ²
KJ1000D-SG-01	220V~50Hz	20	34	58	80	34	43	49	53	59	74	570*350*1470	620*400*1520	1000	High	70-120



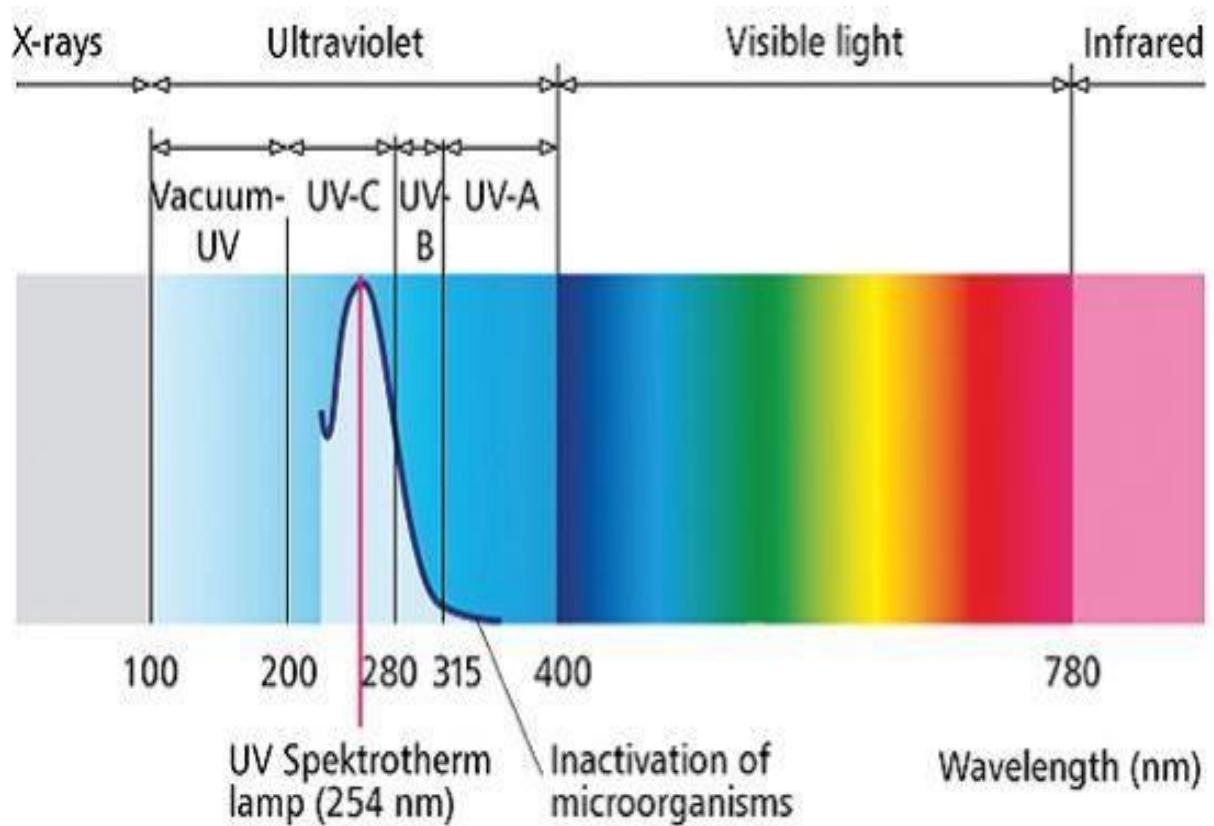
UVC untuk disinfectan

Alternatif Sterilisasi Selain Disinfektan



Menurut WHO, Sinar UVC dapat digunakan untuk sterilisasi peralatan/perlengkapan sehari-hari yg digunakan, seperti tas, smartphone, laptop, dan peralatan pribadi lainnya yang rentan terpapar virus corona, **ketentuan:**

- Sangat berbahaya terhadap manusia terutama pada kulit dan mata.
- Dipergunakan kebanyakan untuk disinfectan benda atau permukaan.
- Dianjurkan untuk ruangan tertutup, kalau di ruangan yang memungkinkan manusia masuk, maka pintu harus dibuat inter lock memutuskan UVC automatic.
- Untuk membunuh virus sampai 99% diperlukan energi sebesar 99 J/m^2
- Lama penyinaran tergantung dari daya lampu, luas permukaan dan Jarak lampu ke permukaan. (rata2 lama penyinaran 30menit s/d 1.5jam).





Green Healthy Building

- Gedung, rumah tinggal & rumah sakit kebanyakan **belum siap** untuk menghadapi Pendemi Covid-19
- Gedung2 di Indonesia termasuk di ITS kebanyakan hanya di design untuk bentuk luar dan energy efficiency **tanpa memperhitungkan kesehatan penghuni** terutama adanya wabah pandemic Covid-19
- Sudah saatnya kita semua (arsitek, M&E konsultan, civil consultan, pemilik, pemerintahan pemegang policy dan masyarakat semuanya) memikirkan Healthy building (Health, Wellbeing, Productivity and Healthy Environment) → dengan konsept **Adaptive Thermal Comfort base on Triple Hybrid** (Natural Ventilation, Force/mechanical ventilation and DOAS Air Conditioning System).



Green Healthy Building

- Architecture : Architecture Biophilicdesign
- Natural Ventilation : Adaptive Thermal Comfort base on Triple Hybrid (Natural Ventilation, Force/mechanical ventilation and DOAS Air Conditioning System).
- Renewable Energy. → Net Zero Energy Building
- Human Immune System. → Human Microbiome in the Gut

Sebuah pemikiran perlunya kita mempersiapkan sesegera mungkin:
Mensikapi tata kehidupan baru di masa pasca pandemic covid-19
melalui Green Healthy Building



Sekian Terimakasih