



TALKSHOW AND WORKSHOP  
HOSPITAL HVAC SYSTEM  
DURING ENDEMIC COVID-19

## Perencanaan dan Pemilihan Sistem Tata Udara Diberbagai Ruangan Rumah Sakit

Dr. Ir. Budihardjo, Dipl.-Ing  
Universitas Indonesia

Indonesian Association of Hospital Engineering  
Jakarta, December 4 2021

# OUTLINE

**01 Pendahuluan**

**02 Ruang Lingkup Perencanaan**

**03 Pemilihan Sistem dan Peralatan**

**04 Kesimpulan**

“DOKUMEN INI ADALAH MILIK PTPI  
DIUPLOAD SECARA ONLINE”  
DISEBARLUAS Boleh

1

# Pendahuluan

# Pendahuluan

## Sistem Tata Udara

**Pengkondisian udara (*air conditioning*)**, usaha mengolah udara untuk mengendalikan temperatur ruangan, kelembaban relatif, kualitas udara, dan penyebarannya.

**Sistem tata udara**, keseluruhan sistem yang mengkondisikan udara di dalam gedung dengan mengatur besaran termal seperti temperatur dan kelembaban relatif, serta kesegaran dan kebersihannya, sedemikian rupa sehingga diperoleh kondisi ruangan yang nyaman.

# Pendahuluan

## The seven variables specifically affecting the design of the Hospital HVAC system

- **Temperature**  
Control for:
  - Worker Comfort
  - Protect Product, Process

- **Humidity**  
Can affect:
  - product Yields
  - operation of equipment

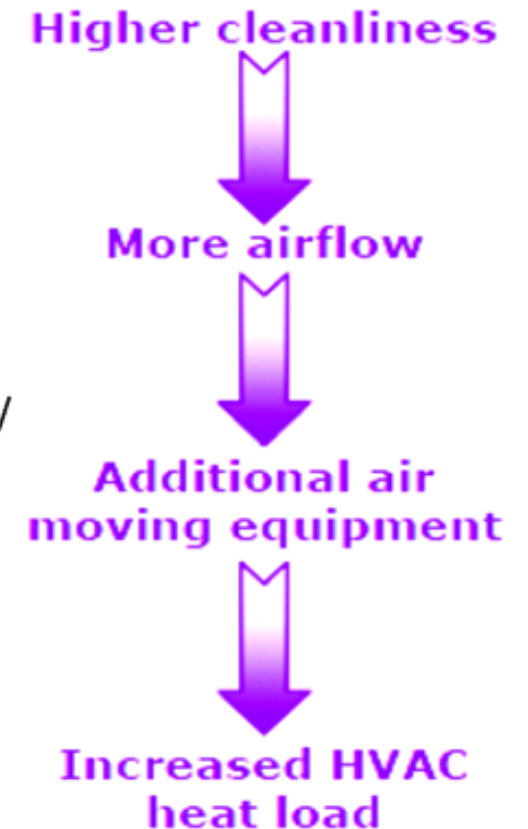
Cleanroom too dry?  
Allows excessive static electricity build up

Cleanroom too humid?  
Microbial growth in system and in a room

- **Cleanliness**
  - Key determinant for overall amount of airflow.

- **Pressure Relationships**
  - Combat infiltration of contaminants between clean/ non-clean space

- **Air Changes Hour**
- **Ventilation**  
Forced, natural, mixed, cross ventilation
- **Room Air Distribution**  
Unidirectional, Nonunidirectional or mixed flow within a room



# 2 Ruang Lingkup Perencanaan

# Ruang Lingkup Perencanaan

## 1. Lingkup Perencanaan

Perancangan Sistem Instalasi Tata Udara pada Bangunan Gedung, mencakup :

- (1) Instalasi pemipaan air sejuk (*chilled water*), untuk instalasi tata udara yang menggunakan air sejuk;
- (2) Instalasi pemipaan refrigeran, untuk instalasi tata udara DX (*Direct Expansion, Split System, Remote Condenser*)
- (3) Instalasi pemipaan air kondenser, untuk instalasi tata udara dengan kondenser yang didinginkan air;
- (4) Instalasi distribusi udara;
- (5) Instalasi ventilasi, udara segar dan udara buang.
- (6) Instalasi ekstraksi udara
- (7) Instalasi presurisasi



# Ruang Lingkup Perencanaan

## 2. Kriteria Perancangan

Besaran parameter utama yang ditetapkan untuk perancangan:

- a) Dasar pemilihan sistem.
- b) Kondisi udara luar untuk perancangan (*outdoor design conditions*).
- c) Kondisi udara ruangan yang dirancang (*indoor design conditions*).
- d) Batas kecepatan udara dalam cerobong (*duct*).
- e) Batas kecepatan air dalam pipa pada sistem dengan air sejuk.
- f) Batas kerugian tekanan dalam pipa refrijeran pada sistem DX.
- g) Persyaratan laju aliran udara segar atau pertukaran udara (*air change*).
- h) Tingkat kebisingan rancangan (*design noise criteria*) peralatan dan sistem.



# Ruang Lingkup Perencanaan

## 3. Peraturan, Standar dan Referensi

- a. Mengikuti peraturan-peraturan yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan, Kemeterian PUPR, Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta dan terkait dengan instalasi mekanikal elektrikal bangunan Gedung
- b. Standar Nasional Indonesia
- c. Standar Internasional seperti ASHRAE, SMACNA, CDC, FGI dan yang terkait dengan bangunan Gedung rumah sakit

# Ruang Lingkup Perencanaan

## 4. Perhitungan-perhitungan

- a. Perkiraan beban pendingin *typical floor* untuk bangunan berlantai banyak.
- b. Perkiraan beban pendingin ruang yang menimbulkan beban laten relatif besar, seperti restoran, ruang kebugaran, dan sejenisnya.
- c. Penentuan kapasitas dan tekanan pompa air sejuk dan pompa air kondenser (kalau ada).
- d. Penentuan diameter pipa refrijeran yang terpanjang atau terbesar kerugiannya.
- e. Perhitungan kerugian tekanan pipa air sejuk maupun pipa air kondenser untuk menentukan tekanan (head) pompa.
- f. Perhitungan kerugian tekanan saluran udara (*duct*) yang utama.

# Ruang Lingkup Perencanaan

## 4. Perhitungan-perhitungan.....

- g) Penentuan kapasitas dan tekanan "pressurization fan" untuk tangga eksit, dan lif kebakaran.
- h) Perhitungan ventilasi khusus udara luar untuk mendinginkan peralatan yang menimbulkan panas (contoh : ruang trafo, ruang genset, dan sejenisnya).
- i) Perhitungan ventilasi untuk ruang parkir tertutup kendaraan bermotor.
- j) Perhitungan ekstraksi untuk kompartemeniasi.
- k) Tabel summary (ringkasan) yang menunjukkan daftar AHU, kapasitas dan luas lantai.

# Ruang Lingkup Perencanaan

## 5. Uraian Cara Kerja Sistem

Harus diuraikan garis besar cara kerja atau pengoperasian sistem, dengan menekankan peralatan dan mesin yang penting/utama, baik dalam keadaan normal, gangguan dan darurat.

## 6. Data Teknis Peralatan

Berisi data teknis peralatan yang digunakan.

## 7. Gambar Rancangan

Gambar rancangan yang diserahkan untuk diperiksa adalah gambar rancangan terkini yang sebenarnya akan dibangun dan sekurang-kurangnya meliputi gambar berikut :

# Ruang Lingkup Perencanaan

## 7. Gambar Rancangan.....

- 1) Daftar gambar
- 2) Daftar simbol dan singkatan
- 3) Diagram skematik sistem tata udara :
  - Sistem distribusi udara, ventilasi dan *exhaust*
  - Sistem pemipaan air sejuk, refrijeran, dan air kondenser
  - Sistem pembuangan asap dan sistem *pressurization* tangga eksit.

# Ruang Lingkup Perencanaan

- 4) Gambar denah tata letak saluran udara pada setiap lantai dengan gambar dua garis yang menyatakan lebar saluran udara. Pembagian zona harus dinyatakan dengan jelas apabila direncanakan lebih dari satu zona pada lantai tersebut.
- 5) Gambar denah ruang mesin dan peralatannya (*plant room*), serta detail potongan yang perlu untuk memperjelas rancangan tersebut.
- 6) Gambar detail posisi AHU, FCU, serta fan-fan lainnya.
- 7) Skedul mesin dan peralatannya (*equipment schedule*).

3

# Pemilihan Sistem dan Peralatan

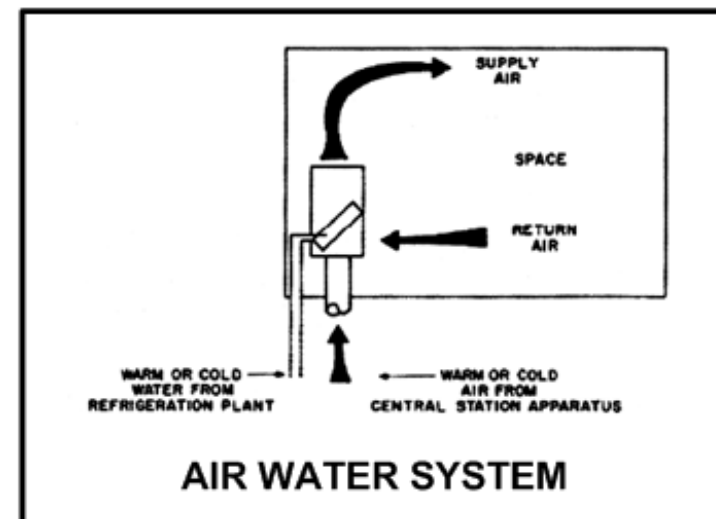
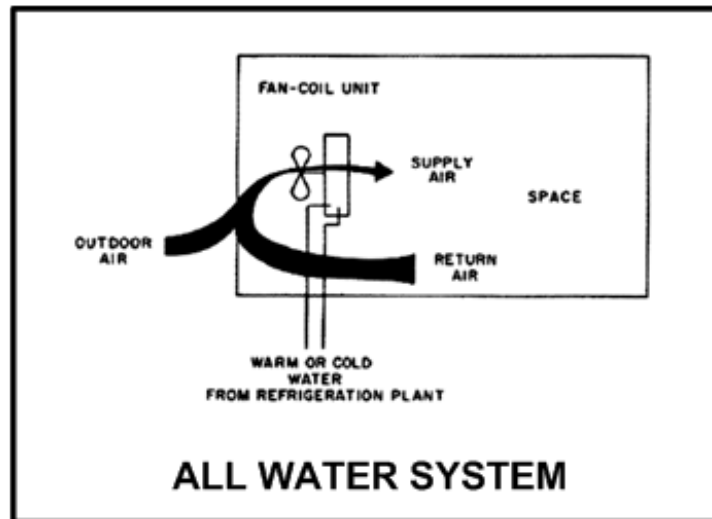
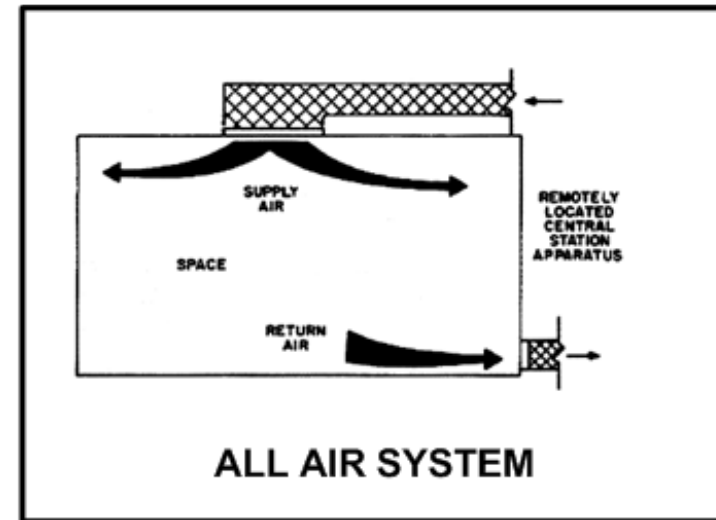
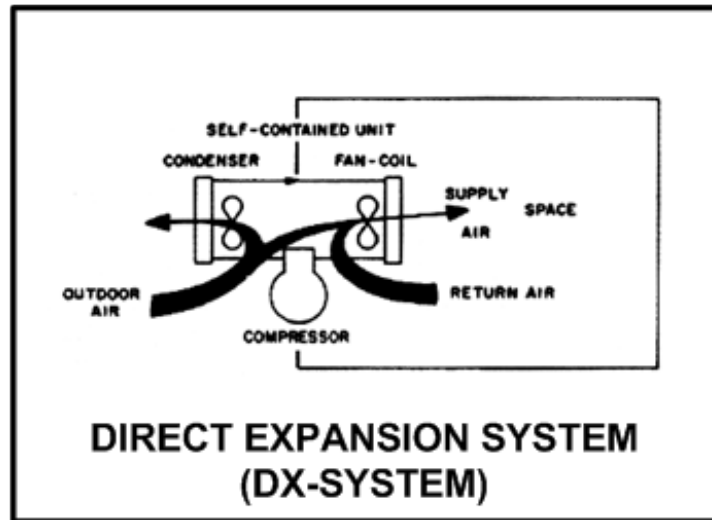


# Pemilihan Sistem dan Peralatan

## HVAC System Classifications

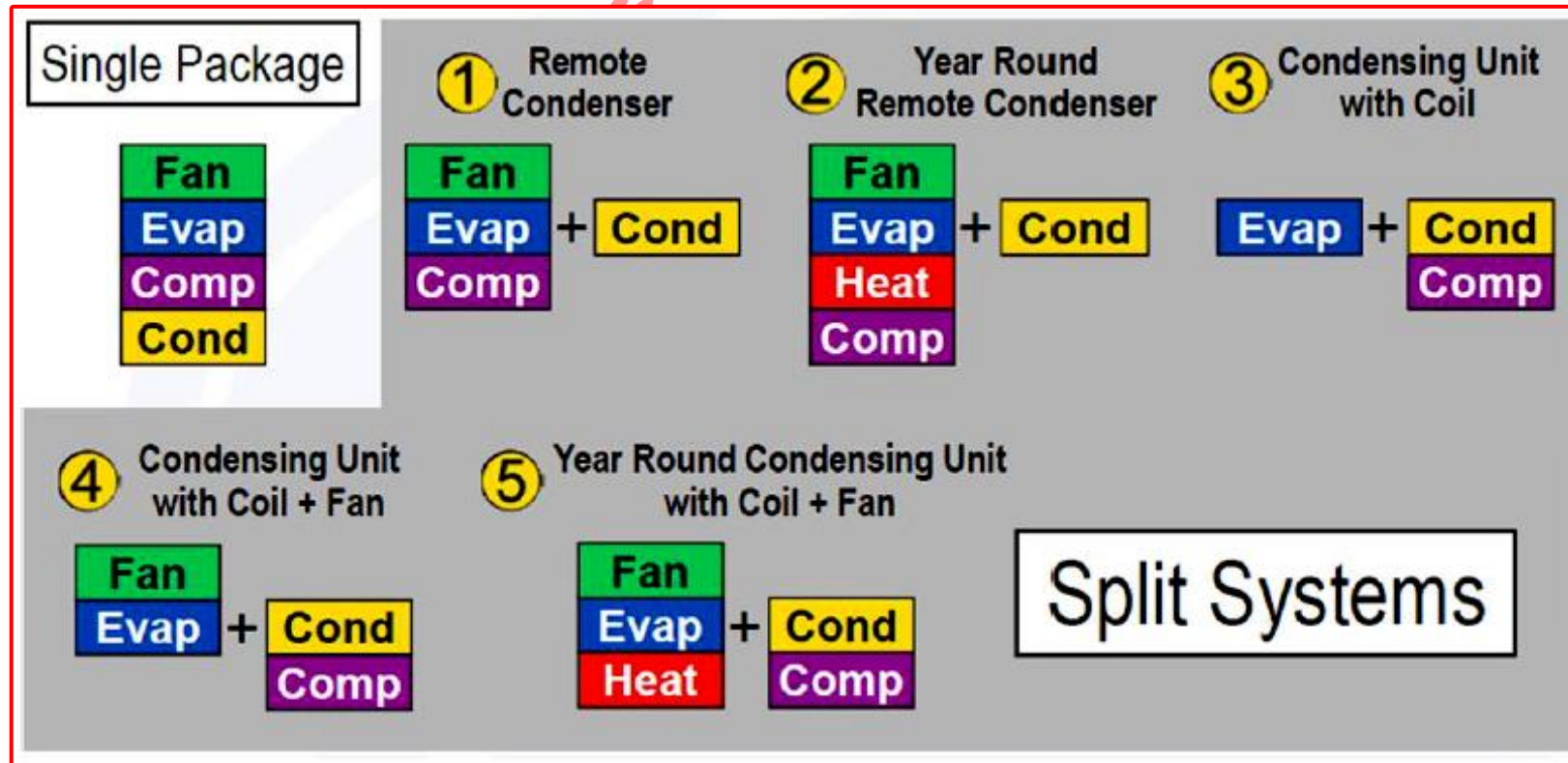
HVAC System Category	HVAC System
All-air	Constant volume, single duct, terminal reheat Constant volume, double duct Multizone VAV, single duct VAV, dual duct
Air and water	Primary air with induction units Primary air with fan coil (for Type "B" occupancies) Water-source heat pump Fan coil (limited to nonclinical spaces)
All-water	Perimeter Radiation Radiant panels
Unitary (DX)	Packaged terminal air conditioners (PTACs) Packaged split-system air conditioners

# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....



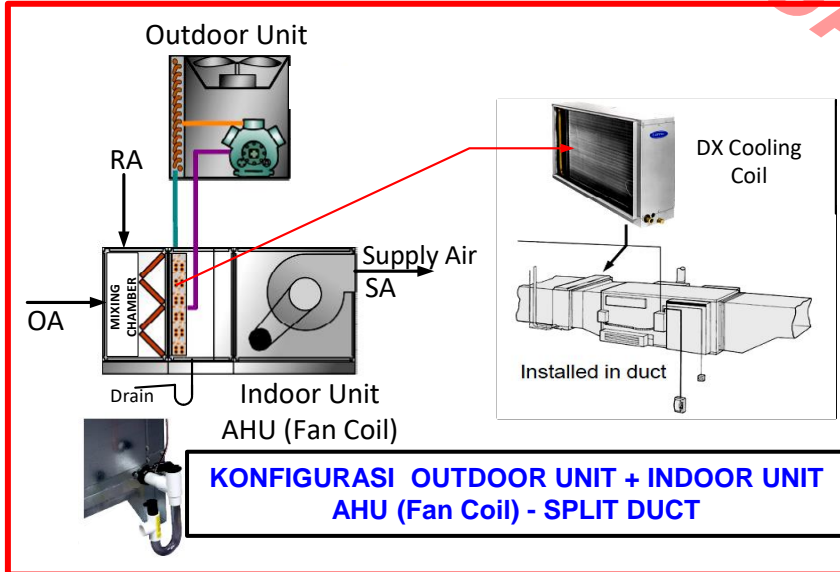
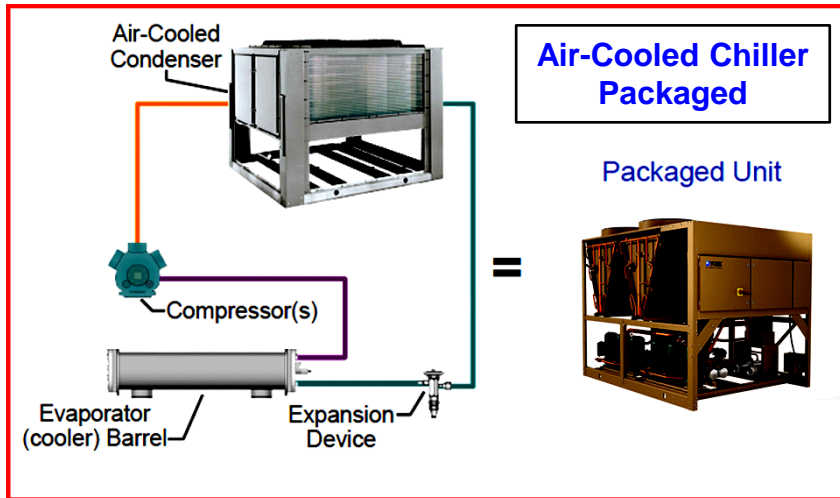
# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....

## Split System Classifications

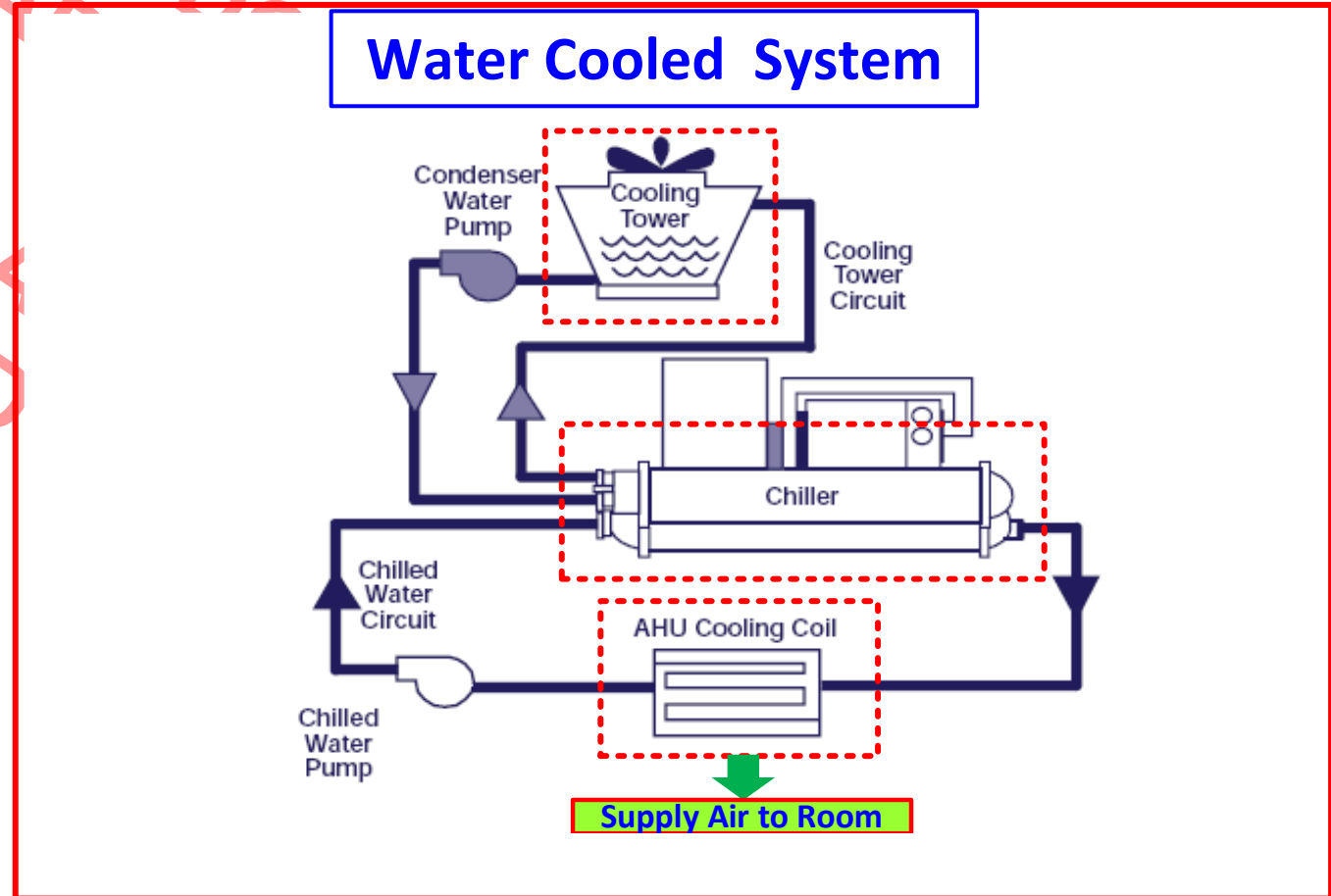


## ARI System Classification

# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....



## HVAC System



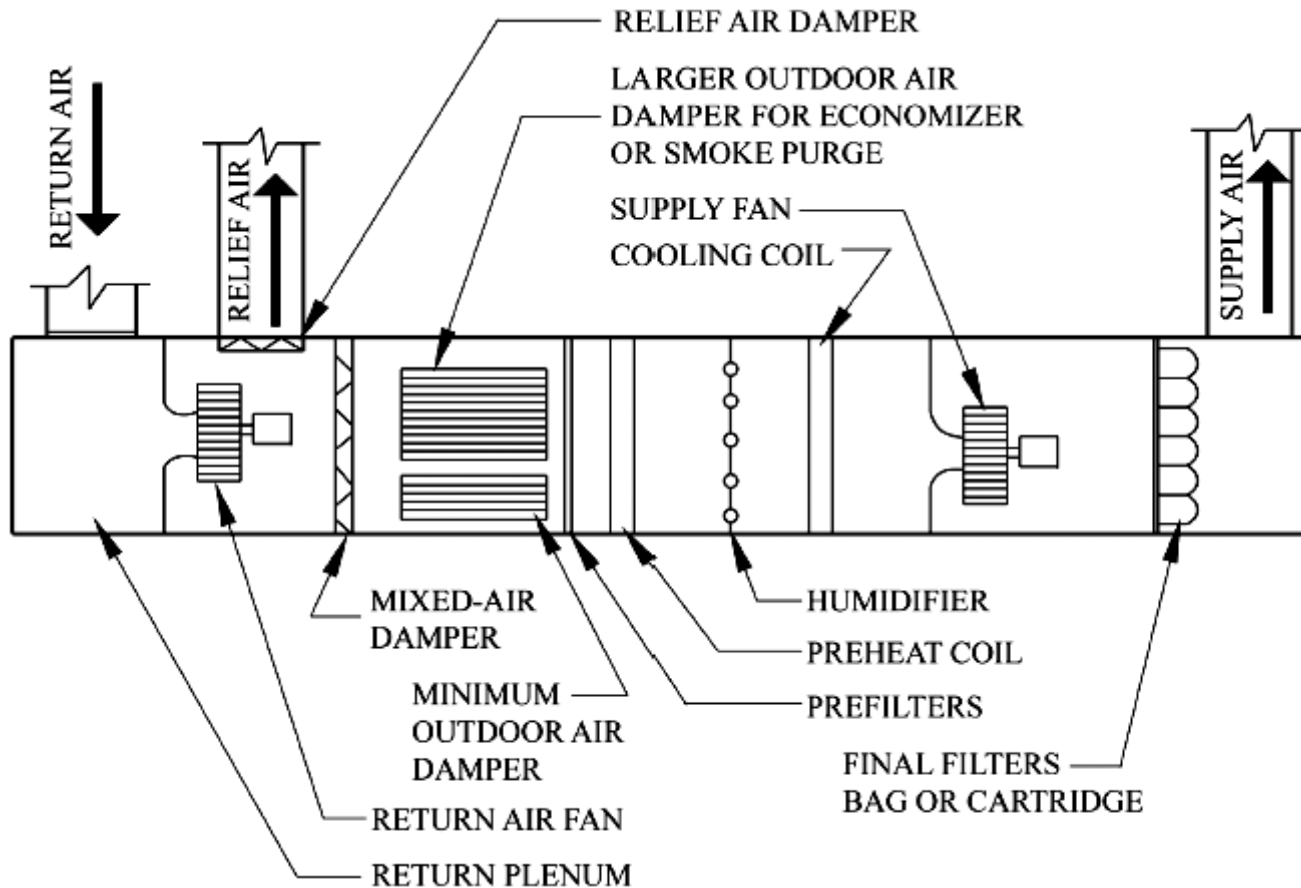
# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....

## Air Handling Unit

### FUNGSI

AIR HANDLING UNIT (AHU) MERUPAKAN ALAT YANG BERFUNGSI SEBAGAI UNIT PENGOLAH UDARA DENGAN TAHAPAN PROSES :

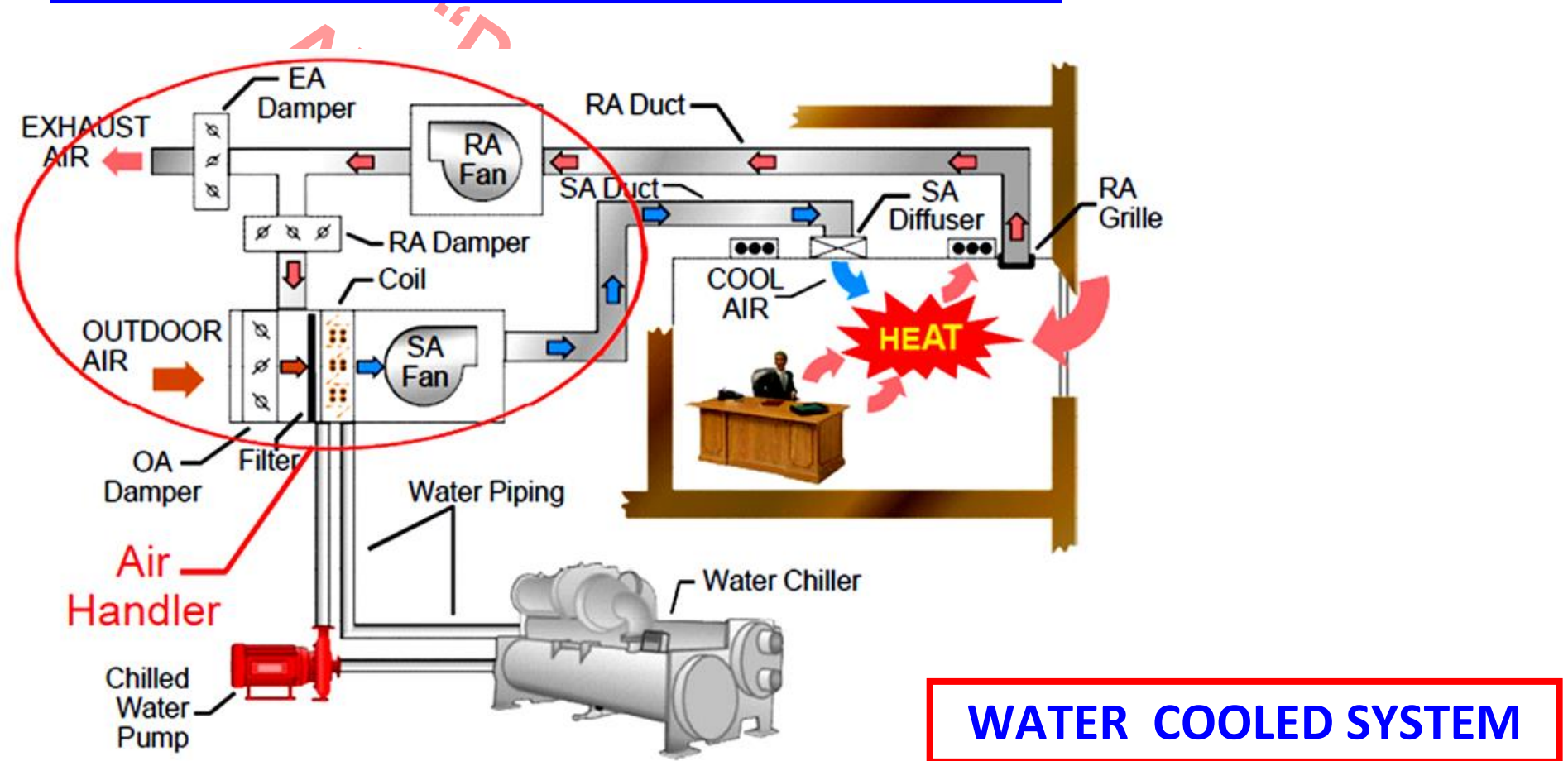
- MENCAMPUR UDARA KEMBALI DARI RUANGAN DENGAN UDARA LUAR PADA PROSENTASE TERTENTU
- MENDINGINKAN UDARA TERSEBUT SESUAI DENGAN TEMPERATUR YANG DIRENCANAKAN.
- MENYARING UDARA.
- MENGALIRKAN SEJUMLAH UDARA DINGIN KE RUANGAN YANG MEMBUTUHKANNYA



**Typical Configuration of Hospital AHU with Economizer**

# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....

## Letak AHU dalam sistem tata udara

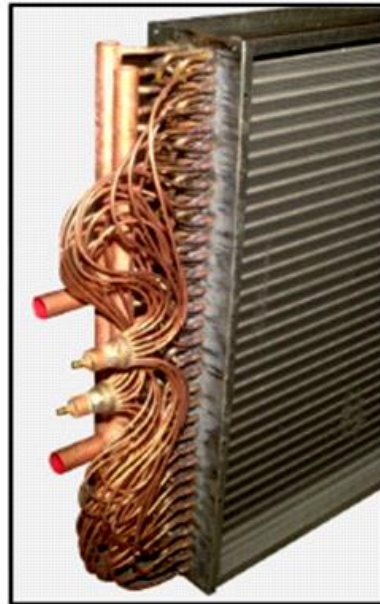




# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....

## Cooling Coil

- Types
  - Chilled water (CW)
  - Direct expansion (DX)
  - Variety of rows, fin spacing, and splits
- Materials (Common)
  - Plate fins
    - Aluminum
    - Copper
  - Copper tubes
    - Multiple wall thicknesses
- Casings
  - Galvanized steel
  - Stainless steel



## Plate Fin Chilled Water Coil

### Cooling Coils

- Plate fins mechanically bonded to tubes
  - Copper Tubes
  - Aluminum or Copper fins
- Multiple row options: 4 to 10 row typical
- Fin spacing options: typically 8 to 14 fins/inch

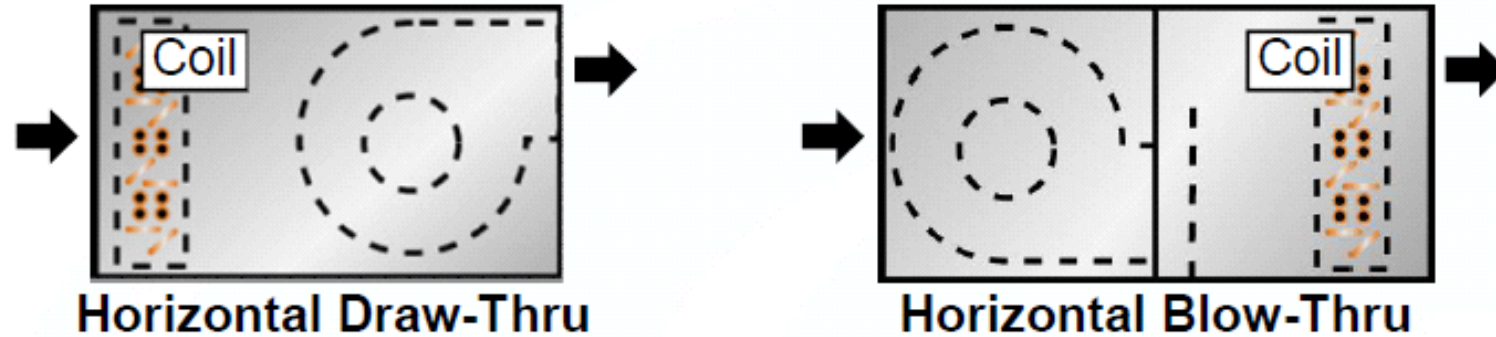
### DX Coil

- Multiple circuiting options:
  - Quarter, full, half, double
  - Allow a wide application range
  - Allow proper oil return at part load
- Coil Splits
  - Intertwined Row
  - Face Split
  - Allow flexibility for part load control



# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....

## Draw-Thru and Blow-Thru Fan

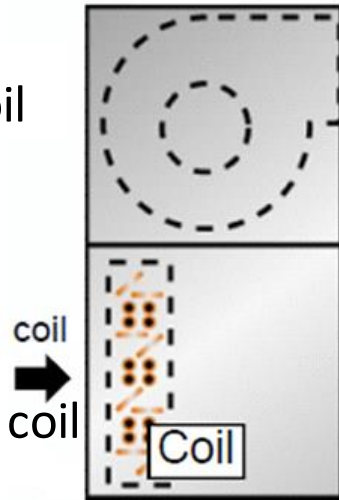


### DrawThru

- Fan downstream of cooling coil
- Fan motor heat travels to conditioned space, becoming room load

### Advantages:

- Even airflow assured over the coil
- Shortest length required



### Vertical Draw-Thru

### Blow-Thru

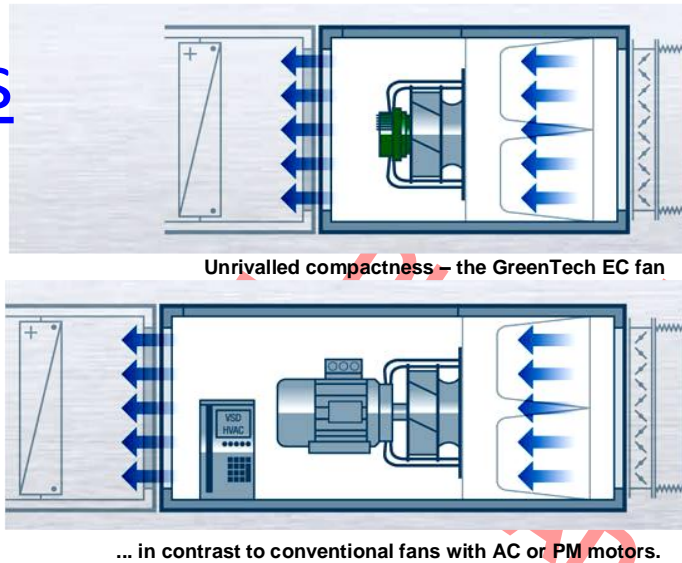
- Fan upstream of cooling coil
- Fan blows air through coil
- Diffuser plate needed – which adds length

### Advantages:

- Motor heat becomes coil load – NOT ROOM LOAD
- Less cfm required with smaller ducts and less fan energy

# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....

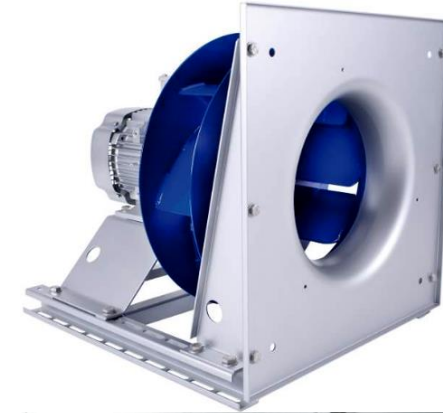
## Fan Types



## EC Fans



## Plug Fans



## EC FAN (Electronically Commutated Fan)

### Benefits

- Reduced energy consumption
- Short return on investment (ROI), often 2 years or less
- Reduced maintenance cost for the AHU's
- Better controllability and reduced noise level
- Increased reliability and redundancy



## Belt driven

# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....

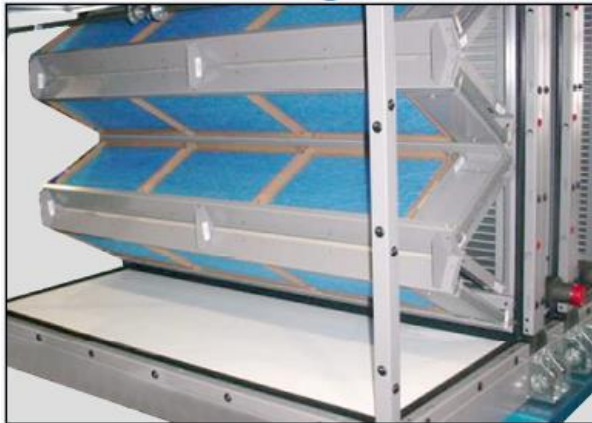
## Accessory Sections

### Panel Filters



- Most common.
- Minimum filtration capability
- Up to MERV 13
- Throw-away:
  - Cardboard frames (shown)
  - Pleated media available
- Permanent
  - Cleanable
  - OA intake hoods

### Angle Filters



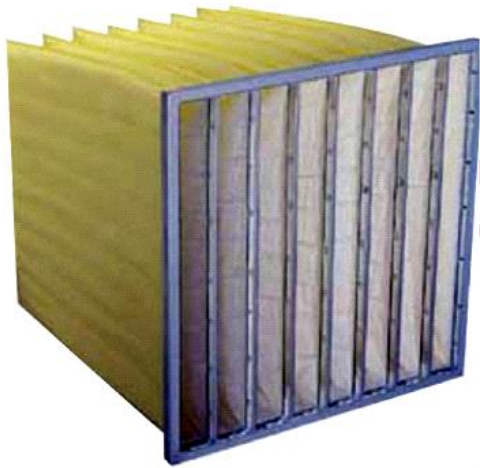
Panel filters arranged in a “V” bank

- Reduced velocity through filters
  - Better filtration efficiency
  - Lower pressure drop vs. high velocity (flat) filter section



# Pemilihan Sistem dan Peralatan.....

## Bag Filters

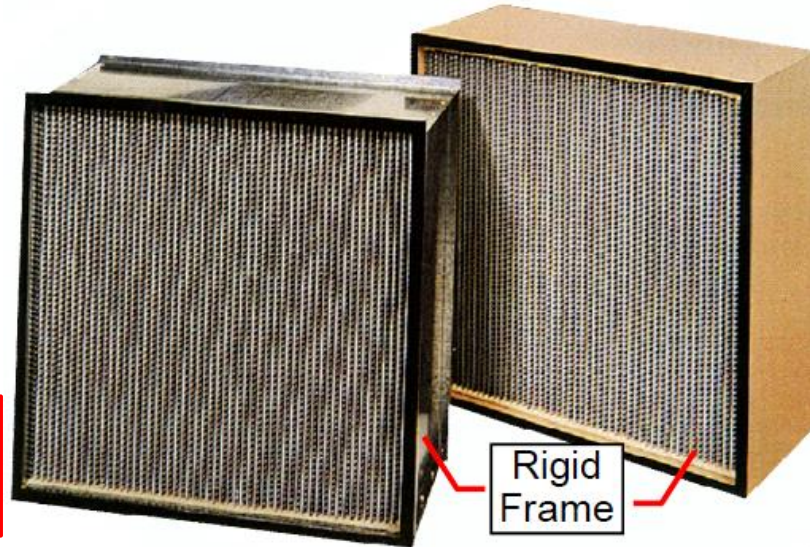


## Filter Types

- Medium to high efficiency
- Up to MERV 15
- Removes “fine” dust particles
- Greater filter area
  - Lower velocities
  - More dirt absorption
- Use with pre-filters

High Efficiency Particulate Air  
Ultra Low Penetration Air

*Pemilihan jenis filter agar mengikuti  
Standard ASHRAE 170-2021*



## Box or Cartridge – MERV 15



Box filters will not sag at reduced cfm's in VAV systems.

Up to 95% Eff.

Both types are high efficiency (above 99%).

Tipe mesin refrigerasi	Kinerja		Keterangan
	COP minimum (W/W)	kW/TR maksimum	
Single Split, ≤ 27.000 BTU/h	4,20	0,84	Perhitungan efisiensi menggunakan metode <i>Cooling Seasonal Performance Factor</i> (CSPF).
Single Split, > 27.000 dan ≤ 65.000 BTU/h	4,00	0,88	
Variable Refrigerant Flow	3,81	0,92	Perhitungan efisiensi menggunakan metode <i>Seasonal Coefficient of Performance</i> (SCOP)
Split Duct	2,93	1,20	
Air-Cooled Chiller, < 528 kW (150 TR)	2,99	1,18	
Air-Cooled Chiller, ≥ 528 kW (150 TR)	2,98	1,18	
Water-Cooled Chiller positive displacement, < 264 kW (75 TR)	4,70	0,75	
Water-Cooled Chiller positive displacement, ≥ 264 kW (75 TR) dan < 528 kW (150 TR)	4,89	0,72	
Water-Cooled Chiller positive displacement, ≥ 528 kW (150 TR) dan < 1.055 kW (300 TR)	5,33	0,66	
Water-Cooled Chiller positive displacement, ≥ 1.055 kW (300 TR) dan < 2.110 kW (600 TR)	5,77	0,61	

Tipe mesin refrigerasi	Kinerja		Keterangan
	COP minimum	kW/TR maksimum	
Water-Cooled Chiller positive displacement, ≥ 2.110 kW (600 TR)	6,29	0,56	
Water-Cooled Chiller centrifugal, < 528 kW (150 TR)	5,77	0,61	
Water-Cooled Chiller centrifugal, ≥ 528 kW (150 TR) dan < 1.055 kW (300 TR)	5,77	0,61	
Water-Cooled Chiller centrifugal, ≥ 1.055 kW (300 TR) dan < 1.407 kW (400 TR)	6,29	0,56	
Water-Cooled Chiller centrifugal, ≥ 1.407 kW (400 TR) dan < 2.110 kW (600 TR)	6,29	0,56	
Water-Cooled Chiller centrifugal, ≥ 2.110 kW (600 TR)	6,29	0,56	

**CATATAN**

1. Penilaian efisiensi *chiller* harus mengikuti COP minimum pada kondisi beban 100%
2. Efisiensi minimum diukur pada temperatur udara luar 33 °C DB untuk mesin refrigerasi berpendingin udara (*air-cooled*) dan temperatur air masuk kondensor 30 °C untuk mesin refrigerasi berpendingin air (*water-cooled*)

TR = Ton of Refrigeration

**Tabel 3 – Kinerja peralatan tata udara yang dioperasikan menggunakan listrik**  
**SNI 6390:2011 Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung**

4

# Kesimpulan

# KESIMPULAN

- Sebagai upaya untuk menghadapi masa Endemi Covid-19, perencanaan dan pemilihan sistem tata udara pada proses pembangunan Rumah Sakit diberbagai ruangan Rumah Sakit harus secara konsisten mengikuti peraturan-peraturan, standard dan norma telah ditetapkan dan berlaku baik secara nasional maupun internasional, sehingga kualitas udara yang disyaratkan sebagai faktor kesehatan orang dapat dipenuhi dengan mempertimbangkan faktor lingkungan dan efisiensi penggunaan energi.
- Pemilihan sistem dan peralatan tata udara disarankan sepenuhnya mengikuti peraturan dan pedoman yang khusus terkait dengan Hospital HVAC System & Equipment yang berlaku dan disesuaikan dengan kondisi geografisnya.





TALKSHOW AND WORKSHOP  
HOSPITAL HVAC SYSTEM  
DURING ENDEMIC COVID-19

**Thank You**

“DOKUMEN  
ADALAH MILIK  
DISERAHKAN TIDAK BOLEH  
DUPLOKASI DAN DITANPAH  
LOAD SECARA ONLINE”

- Sebagai upaya untuk menghadapi masa Endemi Covid-19, perencanaan dan pemilihan sistem tata udara pada proses pembangunan Rumah Sakit diberbagai ruangan Rumah Sakit harus secara konsisten mengikuti peraturan-peraturan, standard dan norma telah ditetapkan dan berlaku baik secara nasional maupun internasional, sehingga kualitas udara yang disyaratkan sebagai faktor kesehatan orang dapat dipenuhi dengan mempertimbangkan faktor lingkungan dan efisiensi penggunaan energi.
- Pemilihan sistem dan peralatan tata udara disarankan sepenuhnya mengikuti peraturan dan pedoman yang khusus terkait dengan Hospital HVAC System & Equipment yang berlaku