

HEATING, VENTILATION AND AIR CONDITIONING SYSTEM ENERGY EFFICIENCY IN BUILDING SUSTAINABLE HOSPITAL CLIMATE RESILIENCE

Solusi inovatif menuju Green Hospital di
Mayapada Hospital Surabaya



Phone : (031)-9921-7777
Emergency 24/7 : 150990
Call Center : 150770

Jl. Mayjen Sungkono No. 20, Pakis,
Kec. Sawahan, Kota Surabaya,
Jawa Timur 60256

LEMBAR PENGESAHAN

Nomor: 054/SPER/DIR/MHSB/VIII/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : dr. Bona Fernando
Jabatan : Direktur Rumah Sakit Mayapada Hospital Surabaya
Alamat : Jl. Mayjen Sungkono No. 20, Pakis, Kec. Sawahan, Surabaya,
Jawa Timur 60258

Dengan ini menyatakan bahwa Rumah Sakit Mayapada Hospital Surabaya turut berkontribusi dalam
PERSI AWARD – MAKERSI AWARD 2025, sebagai berikut:

Penulis : Irawan Pandu Buditomo, S.T., M.T.
Ns. Julianus Yudhistira Tan, M.Kep
dr. Grasia Rosdyani Lalitya, M.D.
Kategori Lomba : 3. Green Hospital
Judul Makalah : HEATING, VENTILATION AND AIR CONDITIONING SYSTEM
ENERGY EFFICIENCY IN BUILDING SUSTAINABLE HOSPITAL
CLIMATE RESILIENCE
Person in Charge (PIC) : Irawan Pandu Buditomo, S.T., M.T.
Alamat Email/ No. Telp : irawan.pandu@mayapadahospital.com / 0852 – 5580 – 3889

Surabaya, 20 Agustus 2025
Disetujui oleh
Direktur Mayapada Hospital Surabaya



dr. Bona Fernando

experience better care

Jl. Mayjen Sungkono No. 16 - 20, Pakis, Sawahan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60258

HOTLINE: 150770 • EMERGENCY: 150990



@MayapadaHospital



Mayapada Hospital



Mayapada Hospital



mayapadahospital.com



ABOUT US

Mayapada Hospital Surabaya (MHSB) merupakan salah satu rumah sakit swasta terbaik yang didirikan oleh Mayapada Healthcare Group pada 22 Nopember 2021. Dibangun di lahan dengan luas 3.146,83 meter persegi, gedung MHSB terdiri dari 20 lantai dengan total 200 bed, yang mana pembagian kelas rawat inapnya meliputi kelas president suite, suite, junior suite, deluxe, superior, dan general.

MHSB juga memiliki sejumlah layanan kesehatan unggulan yang meliputi layanan kesehatan Onkologi, Jantung dan Pembuluh Darah, Ortopedi, Neuroscience, Gastrohepatology, Uro-Nephrology, Obstetri dan Ginekologi, Pediatric dan Aesthetic Center. Kemudian, dengan ratusan karyawan, puluhan dokter spesialis, serta didukung fasilitas dan teknologi terkini, MHSB memiliki sebuah visi, yaitu menjadi pilihan utama untuk pelayanan kesehatan yang dikenal dalam kualitas pelayanan.



mayapada
hospital

TABLE OF CONTENTS

- 1** About Us
- 2** Abstract
- 3** Background
- 4** Purpose
- 5** Process and Result
- 6** Conclusion



ABSTRACT

Sejak resmi beroperasi pada akhir 2021, Mayapada Hospital Surabaya telah berkembang menjadi sebuah rumah sakit modern dengan bangunan bertingkat tinggi. Namun, letaknya di kota Surabaya yang semakin panas akibat perubahan iklim menimbulkan tantangan besar bagi kenyamanan dan keberlanjutan operasional. Lebih dari 58% konsumsi listrik rumah sakit berasal dari sistem Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC), yang kinerjanya semakin terbebani seiring meningkatnya jumlah pasien setiap tahun. Penerapan konsep Green Hospital pada sistem HVAC menjadi langkah strategis untuk menekan konsumsi energi, mengurangi jejak karbon, dan memastikan pelayanan kesehatan tetap optimal di tengah krisis iklim.

BACKGROUND

Conferences of Parties (COP) ke-26 tahun 2021 yang digelar oleh World Health Organization (WHO) menjadi momentum penting bagi Indonesia untuk menunjukkan komitmennya dalam menanggulangi masalah **global climate change**. International Hospital Federation (IHF) menyadari dampak yang ditimbulkan dari pemanasan global selain memicu climate-sensitive illness, juga kualitas ketersediaan pelayanan kesehatan rumah sakit. Untuk itu, perlu diambil langkah tegas dalam mengurangi **carbon footprint** dan membangun **climate resilience** secara berkelanjutan.

Surabaya dikenal sebagai salah satu kota dengan populasi dan aktivitas penduduk yang sangat padat, serta kondisi cuacanya yang dikenal lebih panas dibanding dengan kota lainnya. Menurut laporan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), suhu lingkungan kota Surabaya meningkat setiap tahunnya, dan suhu tertinggi yang pernah terjadi dalam sejarah tercatat pada bulan Oktober 2024 hingga mencapai 38,8 derajat Celsius. Surabaya juga menjadi kota nomer tiga di Indonesia yang mengalami deret hari panas terlama dengan suhu lebih dari 35 derajat Celsius.



Rumah sakit Mayapada Hospital Surabaya (MHSB) diresmikan pada tanggal 22 November 2021 dan merupakan rumah sakit umum swasta dengan tipe kelas C yang berlokasi di Surabaya Barat. Dibangun dengan 20 tingkat lantai mencapai ketinggian bangunan hingga 72 meter dan memiliki total luas area sebesar 24.214,80 m². Desain bangunan yang tinggi dan terletak di kota dengan kondisi cuaca yang ekstrim tentu saja menjadi tantangan dalam menciptakan iklim lingkungan berkualitas dalam mendukung terlaksananya operasional layanan.

Seiring bertumbuhnya pasien di MHSB dan pengembangan layanan centre of excellence (COE), konsumsi energi listrik menjadi hal yang mengkhawatirkan. Berdasarkan data internal, sistem heating, ventilation, dan air conditioning (HVAC) menjadi penyumbang utama, 58% dari total konsumsi daya listrik dari seluruh utilitas rumah sakit. Didukung dengan pertumbuhan jumlah pasien (**patient occupancy rate**) menunjukkan peningkatan signifikan, dimana mengalami kenaikan lebih dari 2.000 pasien setiap tahunnya. Kenaikan ini menuntut operasional sistem HVAC yang lebih optimal dan berisiko meningkatkan konsumsi daya listrik dan meninggalkan jejak karbon yang lebih besar.

Oleh karena itu, melalui makalah ini, kami melaporkan tentang bagaimana cara kami menginovasikan sistem HVAC menjadi efisien dengan tetap menjaga kualitas iklim lingkungan rumah sakit yang berkualitas, sebagai langkah strategis MHSB dalam menghadapi tantangan iklim dan pertumbuhan pasien.



PURPOSE

Menciptakan lingkungan rumah sakit dengan ketahanan terhadap iklim (climate resilience) melalui penerapan efisiensi energi listrik pada sistem HVAC secara komprehensif seiring dengan pertumbuhan pasien (patient occupancy rate) setiap tahunnya secara berkelanjutan (sustainable).





PROCESS

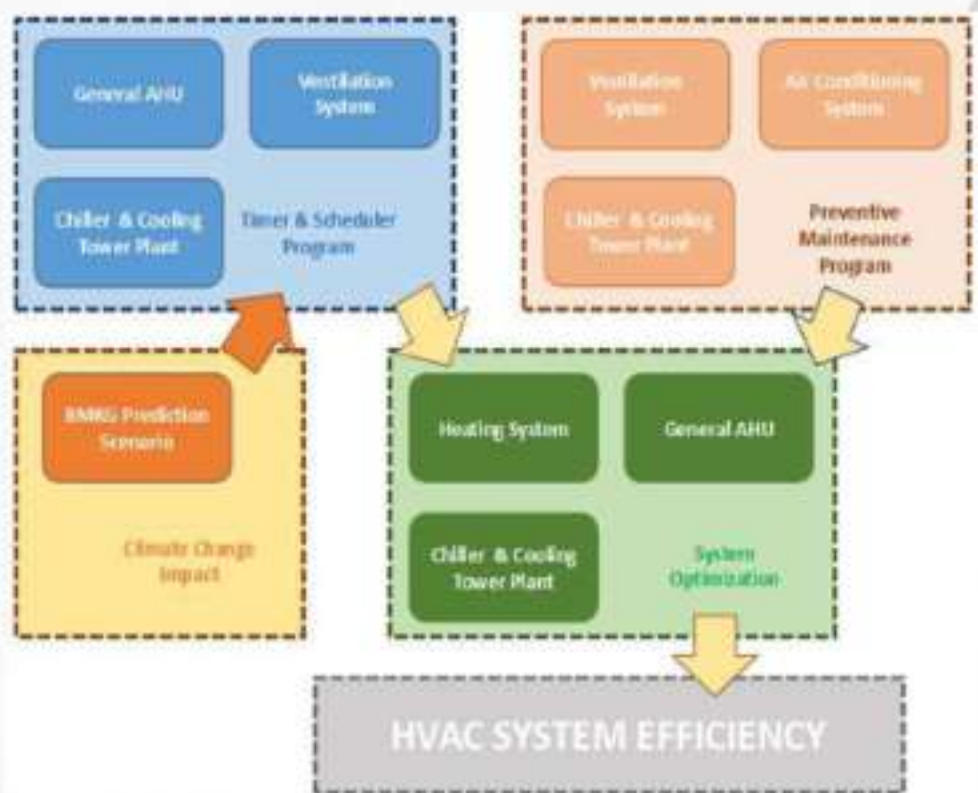
1. **Audit penggunaan energi**
2. **Pemanfaatan prediksi cuaca BMKG**
3. **Optimalisasi sistem chiller**
4. **Penerapan sistem pengondisian udara tepat guna**
5. **Preventive maintenance**
6. **Aksi kolaborasi**

RESULT

1. **Performance Profile**
2. **Specific Energy Indicator**
3. **Kualitas Udara**

Framework Efisiensi Sistem HVAC

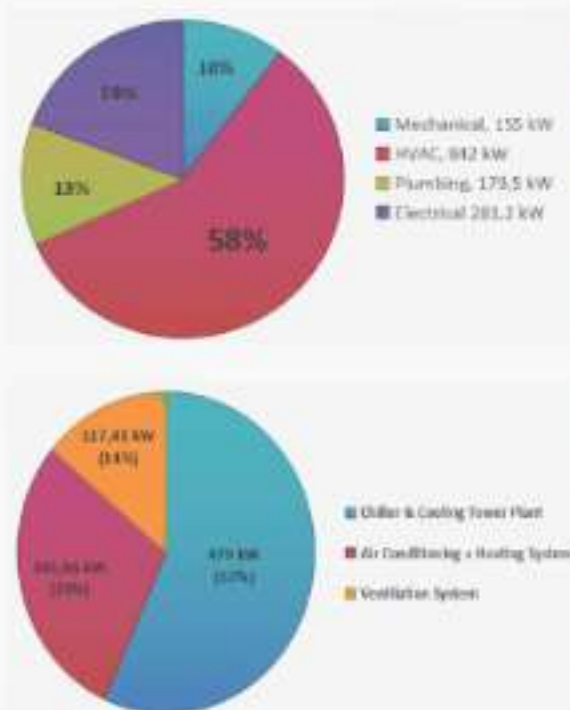
Efisiensi energi sistem HVAC di rumah sakit berbeda dengan bangunan lainnya, terutama karena terdapat beberapa area pelayanan yang harus beroperasi selama 24 jam. Oleh karena itu, kami mengembangkan suatu kerangka kerja yang ditujukan untuk menjadi pedoman dalam melakukan efisiensi pada sistem HVAC



Gambar 1. Framework program efisiensi HVAC system di MHSB

1. Audit Penggunaan Energi

Total kapasitas daya listrik sistem utilitas di MHSB adalah sebesar 1450 kW dari total kapasitas daya listrik 1730 kW yang tersedia. Berdasarkan data internal, diketahui bahwa 58% total konsumsi daya listrik dipergunakan untuk sistem HVAC dengan detail terlampir pada gambar dibawah ini.



Utility System	Qty (Unit)	Power Consumption (kW)
Air Handling Unit (AHU)	30	181.28
Fan Cooling Unit (FCU)	157	38.00
Split AC	27	63
Cassette AC	8	8
Fresh Air (Central)	10	37.385
Exhaust Fan (Central)	67	44.972
Exhaust Fan	134	6.381
Jet Fan	21	26.1
Screw Water Chiller	2 + 1 Backup	332
Cooling Tower	2 + 1 Backup	68
Chiller Water Pump	2 + 1 Backup	64
Condenser Water Pump	2 + 1 Backup	37

Gambar 2. Pie diagram distribusi konsumsi daya listrik sistem utilitas (kiri-atas), konsumsi daya listrik HVAC (kiri-bawah), dan rincian konsumsi daya listrik sistem HVAC di Mayapada Hospital Surabaya

2. Pemanfaatan Prediksi Cuaca BMKG

Data prediksi cuaca dari BMKG yang dipertimbangkan setiap harinya merupakan bagian dalam skenario efisiensi energi sistem HVAC dalam membangun climate resilience.



The screenshot shows the BMKG website interface. The top navigation bar includes links for 'Profil', 'Citra', 'Misi', 'Kualitas Udara', 'Gempa Bumi', and 'Grafika'. The main content area displays weather forecasts for three locations: Dukuh Pakis, Gayamsari, and Jember. Each location has a table of forecasts for four different time periods. The forecasts include weather icons, temperature ranges, and humidity percentages. The Dukuh Pakis row is highlighted with a red border.

Location	Weather	Temp Range	Humidity
Dukuh Pakis	Cerah	22-33 °C	45-67%
	Cerah	25-30 °C	45-67%
	Berawan	25-34 °C	45-67%
	Berawan	25-33 °C	54-88%
Gayamsari	Udara Kabur	23-32 °C	46-67%
	Udara Kabur	24-30 °C	46-67%
	Udara Kabur	25-33 °C	51-88%
	Udara Kabur	24-32 °C	57-88%
Jember	Udara Kabur	23-32 °C	46-67%
	Udara Kabur	24-30 °C	46-67%
	Udara Kabur	25-33 °C	51-88%
	Udara Kabur	24-32 °C	57-88%

Gambar 3. Data prediksi cuaca BMKG di Kecamatan Dukuh Pakis, Surabaya yang merupakan data kecamatan dari lokasi RS Mayapada Hospital Surabaya

Meskipun tidak memberikan efek efisiensi secara langsung, data prediksi cuaca BMKG ini membantu kami dalam menentukan demand tendencies terhadap sistem HVAC. Selain itu, data prediksi ini juga kami gunakan sebagai dasar untuk memberikan rekomendasi apabila terdapat resiko terhadap iklim/kondisi cuaca ekstrim yang harus dimitigasi.

3. Optimalisasi Sistem Chiller

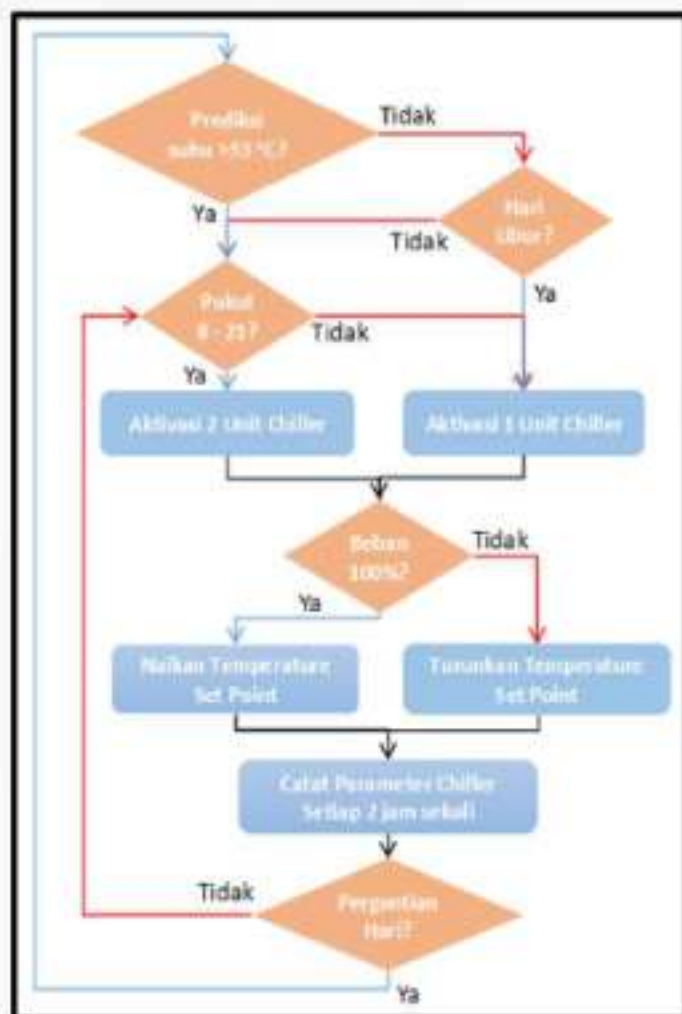
Sistem screw water chiller di MHSB merupakan sistem utilitas dengan konsumsi daya listrik terbesar dan beroperasi selama 24 jam. Konsumsi daya listrik sistem chiller ini sebagian besar dipengaruhi oleh:

- Jumlah chiller yang aktif.
- Beban aktif operasional chiller yang dipengaruhi oleh pengaturan temperature set point.
- Iklim cuaca lingkungan, karena ikut mempengaruhi proses heat exchanger pada sistem distribusi chiller.

Di MHSB, optimalisasi sistem chiller ini kami lakukan dengan beberapa cara berikut:

- Mengaktifkan dua unit chiller saat jam pelayanan tinggi, tetapi untuk hari libur dan malam hari hanya ada satu chiller yang aktif.
- Mengatur Temperature Set Point chiller guna memperoleh optimalisasi beban dengan efisiensi konsumsi energi listrik.
- Mengevaluasi dan menganalisa parameter chiller setiap dua jam sekali, termasuk proyeksi fungsi chiller keesokan harinya.

Berikut adalah diagram alur yang kami kembangkan untuk melakukan optimalisasi sistem chiller.



Gambar 4. Diagram alir sistem aktivasi screw water chiller di MHSB

4. Penerapan Sistem Pengondisian Udara Tepat Guna

Kegiatan efisiensi energi juga kami lakukan terhadap 80% sistem pengondisian udara dengan melibatkan beberapa proses:

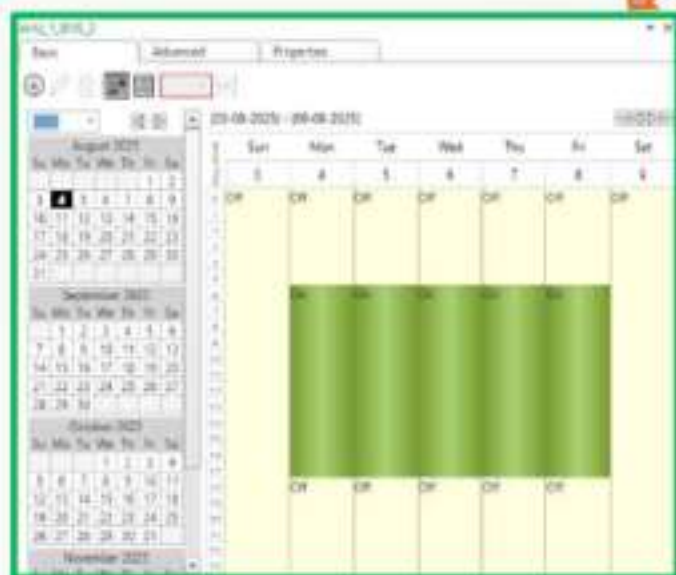
- Pengaturan operating schedule & timer sesuai dengan jam pelayanan.
- Pengaturan parameter set point sesuai dengan Permenkes No 2 Tahun 2023.
- Pengaturan utilisasi heating control system.



Gambar 5. Framework efisiensi sistem pendingin di MHSB

The 3D model illustrates the HVAC system layout for Mayapada Hospital Surabaya. It shows a complex arrangement of rooms and corridors, with airflow patterns visualized as blue and green streams. A data table is overlaid on the right side of the model, providing detailed information about the system's performance and energy consumption.

Lantai 3			
Room Name	Room Type	Room Area (m²)	Room Volume (m³)
Room 301	Office	100	300
Room 302	Office	100	300
Room 303	Office	100	300
Room 304	Office	100	300
Room 305	Office	100	300
Room 306	Office	100	300
Room 307	Office	100	300
Room 308	Office	100	300
Room 309	Office	100	300
Room 310	Office	100	300
Room 311	Office	100	300
Room 312	Office	100	300
Room 313	Office	100	300
Room 314	Office	100	300
Room 315	Office	100	300
Room 316	Office	100	300
Room 317	Office	100	300
Room 318	Office	100	300
Room 319	Office	100	300
Room 320	Office	100	300
Room 321	Office	100	300
Room 322	Office	100	300
Room 323	Office	100	300
Room 324	Office	100	300
Room 325	Office	100	300
Room 326	Office	100	300
Room 327	Office	100	300
Room 328	Office	100	300
Room 329	Office	100	300
Room 330	Office	100	300
Room 331	Office	100	300
Room 332	Office	100	300
Room 333	Office	100	300
Room 334	Office	100	300
Room 335	Office	100	300
Room 336	Office	100	300
Room 337	Office	100	300
Room 338	Office	100	300
Room 339	Office	100	300
Room 340	Office	100	300
Room 341	Office	100	300
Room 342	Office	100	300
Room 343	Office	100	300
Room 344	Office	100	300
Room 345	Office	100	300
Room 346	Office	100	300
Room 347	Office	100	300
Room 348	Office	100	300
Room 349	Office	100	300
Room 350	Office	100	300
Room 351	Office	100	300
Room 352	Office	100	300
Room 353	Office	100	300
Room 354	Office	100	300
Room 355	Office	100	300
Room 356	Office	100	300
Room 357	Office	100	300
Room 358	Office	100	300
Room 359	Office	100	300
Room 360	Office	100	300
Room 361	Office	100	300
Room 362	Office	100	300
Room 363	Office	100	300
Room 364	Office	100	300
Room 365	Office	100	300
Room 366	Office	100	300
Room 367	Office	100	300
Room 368	Office	100	300
Room 369	Office	100	300
Room 370	Office	100	300
Room 371	Office	100	300
Room 372	Office	100	300
Room 373	Office	100	300
Room 374	Office	100	300
Room 375	Office	100	300
Room 376	Office	100	300
Room 377	Office	100	300
Room 378	Office	100	300
Room 379	Office	100	300
Room 380	Office	100	300
Room 381	Office	100	300
Room 382	Office	100	300
Room 383	Office	100	300
Room 384	Office	100	300
Room 385	Office	100	300
Room 386	Office	100	300
Room 387	Office	100	300
Room 388	Office	100	300
Room 389	Office	100	300
Room 390	Office	100	300
Room 391	Office	10	



Di MHSB, kami menggunakan sebuah sistem pengaturan yang sudah dilengkapi dengan **scheduler system dan temperature controller & monitoring**. Sehingga dalam prosesnya, kami dapat mengutilisasi sistem pengondisian udara dan perhitungan nilai efisiensi dengan lebih tepat dan mudah.

Gambar 7. Tampilan utilisasi heating controller system melalui BAS untuk Operating Theater Air Handling Unit



Parameter **set point compliance** yang kami tunjukkan diatas ini juga memungkinkan kami untuk dapat mengatur sistem heater menjadi berfungsi optimal.

Lebih lanjut lagi, penerapan sistem timer terhadap sistem pertukaran udara (ventilasi) juga kami lakukan di luar jam operasional rumah sakit, seperti halnya jet fan, exhaust dan fresh air supply fan yang tidak dipergunakan.



Gambar 8. Tampilan utilisasi jet fan pada panel PP-Fan B3.2 (kiri) dan B3.3 (kanan) yang terdapat pada area parkir basement level 3

5. Preventive Maintenance

Untuk proses yang kelima ini, kegiatannya dilakukan secara menyeluruh, mulai dari sistem HVAC utama hingga perangkat aksesorisnya. Selain bertujuan untuk menjaga konsep higienis, proses ini dimaksudkan untuk menyediakan sistem HVAC yang optimal dan memperpanjang usia pakai alat. Sehingga, harapannya adalah kinerja sistem HVAC dapat tetap berkualitas dan terhindar dari beban konsumsi energi listrik yang berlebihan (unnecessary load).

6. Aksi Kolaborasi

Aksi kolaborasi merupakan proses yang juga kami pertimbangkan krusial untuk dapat memperoleh sistem HVAC yang efisien. Hal ini dikarenakan, keterlibatan unit lain dapat menjadi dasar aktual kami dalam menentukan langkah apa yang harus diambil untuk menjaga kualitas udara rumah sakit tetap optimal. Beberapa aksi kolaborasi yang dilakukan antara lain:

- Aktivasi AC melalui pemesanan ruangan yang dilaksanakan secara rutin melalui aplikasi portal.

2025-06-12	R. Multifunction 1	10:00	15:00	rapat koordinasi Departemen Gizi
2025-06-12	R. Meeting CEO	14:00	17:00	Financial performance MHSE sd Mei 2025
2025-06-12	R. Komite Medis	15:30	16:30	Meeting kewaspadaan covid
2025-06-12	R. Multifunction 2	08:00	14:00	Donor Darah
2025-06-12	R. Komite Medis	10:00	12:00	Meeting PE Internal Bulan Mei
2025-06-12	R. Meeting Depan Lift	10:30	12:30	monthly meeting dengan MHG

Gambar 9. Pemesanan meeting/multipurpose room untuk kegiatan operasional

- Training penggunaan termostat tepat guna kepada staff.



Gambar 10. Training penggunaan thermostat FCU kamar rawat inap kepada staff

- Kordinasi terkait komplain sistem HVAC melalui Grup Fasilitas



Gambar 11. Pelaporan komplain sistem HVAC melalui aplikasi grup fasilitas internal

1. Baseline Performance Profile

Estimasi perhitungan efisiensi energi sistem HVAC yang telah kami lakukan secara kontinu mulai dari awal bulan Juli 2022 sampai dengan saat ini, dapat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

HVAC Utility	Power Consumption (kW)		% Efficiency
	Baseline 2022	Efficiency	
Chiller & Cooling Tower Plant	479.00	323.80	32.40%
Air Conditioning & Heating	245.96	202.15	17.80%
Ventilation System	117.41	91.48	22.10%
Total	842.37	617.43	26.70%

Hasil estimasi perhitungan efisiensi sistem HVAC yang telah dilakukan, dapat diperoleh 'energy efficiency demand factor' sistem HVAC di MHSB, dimana sebelumnya 58% menjadi 50%.

Utility System	Baseline 2022		Energy Efficiency	
	Power (kW)	(%)	Power (kW)	(%)
Mechanical	155.0	11.0%	155.0	13.0%
Plumbing	179.5	12.0%	179.5	15.0%
Electrical	281.2	19.0%	281.2	23.0%
HVAC	842.3	58.0%	617.4	50.0%
Total	1458 kW		1233,13 kW	

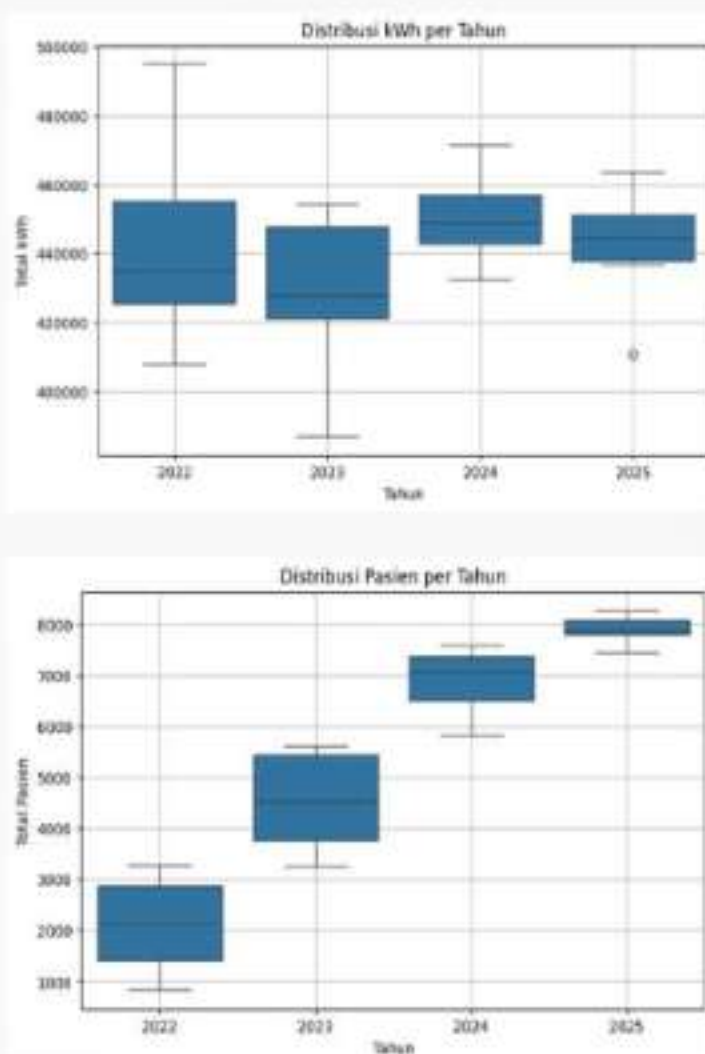
Untuk dapat mengetahui perkembangannya, kami menggunakan sebuah grafik performa yang menggambarkan perbandingan antara total kWh perbulan dengan jumlah pasien yang ada di MHSB.



Gambar 12. Grafik data total konsumsi daya listrik dan occupancy rate

Dari grafik tersebut, ditemukan bahwa total kWh per bulan rumah sakit memiliki trend fluktuatif yang cenderung terus menurun atau dapat dikatakan membaik ditengah adanya peningkatan jumlah pasien yang signifikan. Sehingga, kami menimbang bahwa proses efisiensi sistem HVAC yang dilakukan sampai dengan saat ini sudah dapat dikatakan berhasil dan harus terus ditingkatkan.

Untuk lebih detailnya, kami juga melampirkan gambaran box plot dari dua data tersebut, yang menunjukkan bahwa distribusi kWh per tahun tetap konstan meskipun distribusi pasien meningkat.



Gambar 13. Boxplot total konsumsi rerata konsumsi daya listrik tahunan (kiri) dan rerata occupancy rate (kanan) periode Januari 2022 -Juni 2025

2. Specific Energy Indicator (SEI)

SEI merupakan rasio dari efisiensi konsumsi daya listrik terhadap jumlah pasien per bulannya.

$$\text{Specific Energy Indicator (SEI)} = \frac{\text{Total Power Consumption}}{\text{Patient Occupancy Rate (POR)}}$$

dimana:

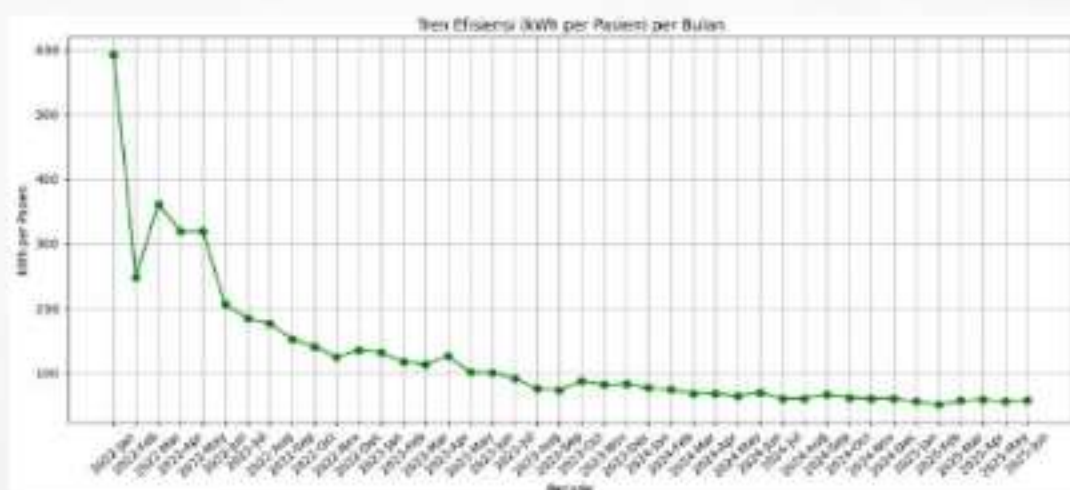
Specific Energy Indicator (SEI) = Rasio efisiensi konsumsi daya listrik pasien setiap bulannya (kWh/ POR)

Total Power Consumption = Konsumsi daya listrik setiap bulannya (kWh)

Patient Occupancy Rate (POR) = Jumlah pasien IPD, OPD, dan IGD

Mayapada Hospital Surabaya

Hasil perhitungannya ini kami sajikan dalam bentuk grafik dan heatmap pada gambar berikut.

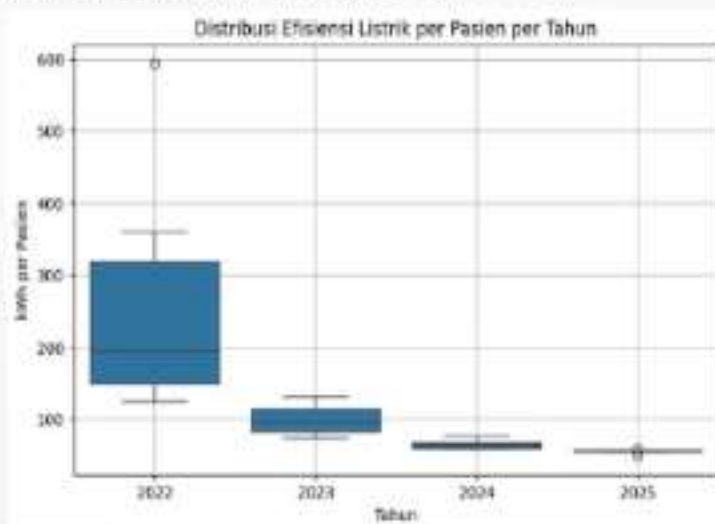


Gambar 14. Grafik specific energy indicator (SEI) periode Januari 2022 - Juni 2025.



Gambar 15. Gambaran distribusi heatmapnya (bawah) periode Januari 2022 - Juni 2025.

Kami menemukan bahwa nilai SEI tertinggi ada pada periode 6-bulan awal di tahun 2022, dan terus mengalami penurunan hingga Juni tahun 2025. Secara statistik, kami juga melakukan uji beda dan menemukan bahwa setiap tahunnya terdapat penurunan nilai SEI dengan angka yang signifikan (T-test: $p\text{-value } 0,0059 < 0,05$ dan Mann-Whitney: $0,0000 < 0,005$).



Gambar 16. Boxplot SEI periode Januari 2022 - Juni 2025.

CONCLUSION

Penerapan konsep Green Hospital pada sistem HVAC menjadi langkah strategis MHSB dalam membangun ketahanan iklim (climate resilience). Melalui pemanfaatan prediksi cuaca, penerapan teknologi tepat guna, optimalisasi sistem, serta keterlibatan aktif staf, konsumsi listrik terbukti dapat ditekan secara signifikan. Hal ini utamanya tercermin dari tren penurunan rerata Specific Energy Ratio (SEI) sejak 2022 hingga Juni 2025, yaitu 246,74; 98,36; 65,76; dan 55,97 kWh/pasien ($p < 0,05$), dan konsumsi daya listrik HVAC yang semula 58% menjadi 50%. Capaian ini menunjukkan bahwa pengelolaan sistem HVAC yang efisien tidak hanya mendukung penghematan energi, tetapi juga meningkatkan keberlanjutan operasional rumah sakit di tengah tantangan perubahan iklim.



MEET OUR TEAM



dr. Bona Fernando, M.D.

Hospital Director

Author



Irawan Pandu B., S.T., M.T.

Facility Management and Safety Unit Head

Ns. Julianus Yudhistira Tan, M. Kep.

Bed Management Officer



dr. Grasia Rosdyani L., M.D

Patient Safety, Quality & Risk Management
Department Head



Phone : (031)-9921-7777
Emergency 24/7 : 150990
Call Center : 150770

Jl. Mayjen Sungkono No. 20, Pakis,
Kec. Sawahan, Kota Surabaya,
Jawa Timur 60256