



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



EVALUASI SISTEM PENDINGIN GEDUNG KANTOR HKT CAWANG MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK BUILDING INFORMATION MODELLING TERINTEGRASI BUILDING ENERGY MODELLING

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

Muhammad Teguh Fauzan

NIM. 1902421012

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
OKTOBER, 2024**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



EVALUASI SISTEM PENDINGIN GEDUNG KANTOR HKT CAWANG MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK BUILDING INFORMATION MODELLING TERINTEGRASI BUILDING ENERGY MODELLING

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi,

Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh:

Muhammad Teguh Fauzan

NIM. 1902421012

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
OKTOBER, 2024**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



"Skripsi ini adalah wujud kecil dari rasa syukur dan bakti saya kepada kedua orang tua tercinta, yang telah memberikan segala pengorbanan, kasih sayang, motivasi, dukungan, serta doa yang tiada henti."



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

EVALUASI SISTEM PENDINGIN GEDUNG KANTOR HKT CAWANG MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK BUILDING INFORMATION MODELLING TERINTEGRASI BUILDING ENERGY MODELLING

Oleh :

Muhammad Teguh Fauzan

NIM. 1902421012

Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Arifia Ekayuliana, S.T., M.T.

NIP. 199107212018032001

Pembimbing 2

Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T.

NIP. 197111142006041001

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.

NIP. 19660519199031002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**EVALUASI SISTEM PENDINGIN GEDUNG KANTOR HKT CAWANG
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK BUILDING INFORMATION
MODELLING TERINTEGRASI BUILDING ENERGY MODELLING**

Oleh :

Muhammad Teguh Fauzan

NIM. 1902421012

Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 16 Oktober 2024 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T. NIP. 197111142006041001	Ketua Sidang		24/10/2024
2.	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T. NIP. 197312282008121001	Anggota		24/10/2024
3.	Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si. NIP. 196604161995122001	Anggota		24/10/24

Depok, 24 Oktober 2024

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T. IWE.

NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Teguh Fauzan
NIM : 1902421012
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Depok, 15 September 2024

Muhammad Teguh Fauzan
NIM. 1902421012



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

EVALUASI SISTEM PENDINGIN GEDUNG KANTOR HKT CAWANG MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK BUILDING INFORMATION MODELLING TERINTEGRASI BUILDING ENERGY MODELLING

Muhammad Teguh Fauzan¹⁾, Arifia Ekayuliana¹⁾, Gun Gun Ramdhan Gunadi¹⁾

¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email : muhammad.teguhfauzan.tm19@mhswnj.ac.id

ABSTRAK

Berdasarkan hasil retro commissioning di gedung HKT Cawang dalam rangka sertifikasi bangunan hijau oleh Green Building Council Indonesia (GBCI), diketahui efisiensi sistem pendingin udara terpusat gedung tersebut mencapai nilai 0,782 kW/TR. Menurut standar acuan Greenship, nilai efisiensi tersebut tidak memenuhi persyaratan. Pada gedung ini, sistem pendingin menggunakan 54,3% dari total konsumsi energi listrik, menjadikannya kontributor terbesar dalam penggunaan energi listrik bangunan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi faktor-faktor yang menyebabkan inefisiensi dan memberikan rekomendasi kegiatan retrofit untuk memperbaiki efisiensi sistem pendingin gedung tersebut.

Proses evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan beban pendinginan menggunakan perangkat lunak berbasis model analitis energi yang mencerminkan kondisi aktual dengan beban aktual sistem pendingin pada saat retro commissioning. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketidakseimbangan aliran udara dan hilangnya kontrol pada motorized valve chilled water return pada FCU menjadi faktor utama penyebab rendahnya kinerja sistem pendingin. Rekomendasi utama adalah dengan melakukan kegiatan retrofit berupa upaya untuk mengoptimalkan kembali kondisi operasional agar sesuai dengan kondisi desain yang telah ditentukan.

Kata kunci : Sistem HVAC, BIM, BEM, retro commissioning, Greenship, efisiensi energi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

COOLING SYSTEM EVALUATION OF HKT CAWANG OFFICE BUILDING USING BUILDING INFORMATION MODELLING SOFTWARE INTEGRATED WITH BUILDING ENERGY MODELLING

Muhammad Teguh Fauzan¹⁾, Arifia Ekayuliana¹⁾, Gun Gun Ramdhan Gunadi¹⁾

¹⁾ Undergraduate Study Program of Energy Generation Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, Jakarta State Polytechnic, UI Campus - Depok, 16424

Email : muhammad.teguhfauzan.tm19@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

Based on the results of retro-commissioning conducted at the HKT Cawang building for the purpose of green building certification by the Green Building Council Indonesia (GBCI), it was found that the efficiency of the building's centralized air conditioning system was measured at 0.782 kW/TR. According to the Greenship reference standard, this efficiency does not meet the requirements. Considering that the cooling system accounts for 54.3% of the total energy consumption in this building, it represents the largest contributor to electricity usage. Therefore, the objective of this study is to evaluate the factors contributing to inefficiency and to provide retrofit recommendations aimed at improving the building's cooling system efficiency.

The evaluation was carried out by comparing cooling load calculations, using software based on an energy analytical model reflecting actual conditions, with the actual load of the cooling system during retro-commissioning. The results of the analysis showed that the imbalance of air flow and the loss of control of the motorized valve chilled water return on the FCU were the main factors contributing to the system's low performance. The primary recommendation is to carry out retrofit activities aimed at re-optimizing operational conditions to match the predetermined design parameters.

Keywords : HVAC system, BIM, BEM, retro commissioning, Greenship, energy efficiency.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala bentuk nikmat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Evaluasi Sistem Pendingin Gedung Kantor HKT Cawang Menggunakan Perangkat Lunak Building Information Modelling Terintegrasi Building Energy Modelling.”** Skripsi ini disusun sebagai tugas akhir yang menandakan terselesaikannya seluruh kegiatan akademik dan menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta.

Di balik proses penulisan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan doa berbagai pihak luar biasa. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan sepatah ucapan terima kasih kepada beberapa pihak tersebut, di antaranya adalah :

1. Kedua orang tua dan adik yang telah memberikan segala bentuk pengorbanan, bantuan, dukungan, kasih sayang, dan doa yang tak terhitung nilainya.
2. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi.
4. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan doa yang tak ternilai selama proses pengerjaan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan doa yang tak ternilai selama proses pengerjaan skripsi ini.
6. Seluruh jajaran dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing dan memberikan ilmu, pengalaman, dukungan, dan bantuan dalam bentuk apapun selama masa studi dan penelitian.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. PT. Narama Mandiri yang telah memberikan izin, kesempatan, serta kepercayaan agar penulis dapat bergabung bersama Divisi Audit Energi.
8. Bapak Ir. Totok Sulistiyanto Wardoyo, M. Eng. Sc., selaku Direktur Utama PT. Narama Mandiri.
9. Bapak Caesar Bayu Kusuma, S.T., selaku Manajer Divisi Audit Energi PT. Narama Mandiri yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian pada gedung HKT Cawang.
10. Rekan – rekan Divisi Audit Energi dan Divisi Green Building PT. Narama Mandiri yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa atas penelitian yang penulis lakukan.
11. Dan seluruh pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap, semoga melalui skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca pada umumnya, dan pada khususnya bagi pihak yang tertarik pada bidang evaluasi sistem pendinginan pada bangunan. Penulis juga menyadari bahwa dalam penelitian hingga penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas kekurangan tersebut dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar penulis dapat memperbaiki pada kesempatan mendatang.

Depok, 15 September 2024

Muhammad Teguh Fauzan

NIM. 1902421012



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	4
1.3 Batasan Masalah Penelitian.....	5
1.4 Pertanyaan Penelitian	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Landasan Teori	8
2.1.1 Retro commissioning dan Audit Energi	8
2.1.2 Performa Energi Bangunan	12
2.1.3 Peluang Efisiensi Energi Bangunan	14



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.4 Sistem Pendingin dan Tata Udara	17
2.1.5 Perhitungan Beban Pendinginan pada Bangunan.....	28
2.1.6 Building Information Modelling dan Building Energy Modelling	36
2.1.7 Parameter Input Perhitungan Beban Pendinginan.....	50
2.2 Kajian Literatur	64
2.3 Kerangka Pemikiran	69
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	72
3.1 Jenis Penelitian	72
3.2 Objek Penelitian	73
3.3 Metode Pengambilan Sampel	75
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	76
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	77
3.6 Metode Analisis Data	78
3.7 Data Input Penelitian	79
3.7.1 Data Material Selubung Bangunan.....	79
3.7.2 Beban Internal Bangunan	80
3.8 Tahapan Pemodelan.....	83
3.9 Langkah Simulasi Perhitungan Beban Pendinginan.....	88
BAB IV PEMBAHASAN.....	99
4.1 Hasil Penelitian.....	99
4.1.1 Hasil Pengukuran Retro commissioning	99
4.1.2 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Berdasarkan Kondisi Desain	103
4.1.3 Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Berdasarkan Kondisi Aktual pada Saat Retro commissioning.....	110



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2	Pembahasan	116
4.2.1	Perbandingan Hasil Perhitungan Perangkat Lunak dengan Kondisi Desain	116
4.2.2	Analisis Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Menggunakan Perangkat Lunak dengan Kondisi Retro commissioning.....	118
4.2.3	Analisis Penyebab Penurunan Nilai Efisiensi Sistem Pendinginan Gedung HKT Cawang.....	127
4.2.4	Rekomendasi Kegiatan Retrofit	131
BAB V	PENUTUP.....	135
5.1	Kesimpulan.....	135
5.2	Saran.....	135
DAFTAR PUSTAKA		137
LAMPIRAN		145

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.1 Perbandingan Nilai Efikasi dan Usia Pakai Berbagai Jenis Lampu (Sumber : SNI 6197 – 2020)	56
Tabel 3.2.1 Profil Gedung HKT Cawang.....	73
Tabel 3.2.2 Spesifikasi Mesin Refrigerasi HKT Cawang.....	74
Tabel 3.7.1 Susunan Material & <i>Thermal Properties</i> Selubung Gedung HKT Cawang.....	80
Tabel 3.7.2 Tipe Ruang beserta Densitas Daya Sistem Pencahayaan.....	81
Tabel 3.7.3 Tipe Ruang beserta Densitas Daya Peralatan Elektronik.....	81
Tabel 3.7.4 Tipe Ruang beserta Densitas Okupansi dan Kebutuhan Udara Segar	81
Tabel 4.1.1 Ringkasan Hasil Pengukuran Performa Chiller HKT Cawang.....	99
Tabel 4.1.2 Rincian Beban Pendingin di Setiap Lantai	105
Tabel 4.1.3 Hasil Pehitungan Heat Balance Keseluruhan Bangunan	107
Tabel 4.1.4. Ringkasan Beban Keseimbangan Panas dari Sebuah Zona	108
Tabel 4.1.5 Hasil Perhitungan Psychrometrics di Setiap Ruang.....	110
Tabel 4.1.6 Rinciang Besar Beban Pendinginan di Setiap Lantai Berdasarkan Kondisi Aktual	114
Tabel 4.1.7 Hasil Pehitungan Heat Balance Keseluruhan Bangunan Berdasarkan Kondisi Aktual	115
Tabel 4.2.1 Perbandingan Temperatur Udara Luar Kondisi Simulasi dengan Kondisi Aktual	120
Tabel 4.2.2 Perbandingan Temperatur Udara dalam Ruang Hasil Pengukuran dengan Hasil Perhitungan	121



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1 Rangkaian Kegiatan Audit Energi Secara Umum.....	11
Gambar 2.1.2. Skematik Sistem Pengkondisian Udara DX Cooling dan Contoh Penerapannya (Sumber : Cooling Equipment - NZEB, 2023 & Daikin Global) ..	18
Gambar 2.1.3. Skematik Sistem Pengkondisian Udara Terpusat Secara Umum (Sumber: Furlong, J.W., & Morrison, F.T. 2005)	18
Gambar 2.1.4. Siklus Sistem Pengkondisian Udara Terpusat Secara Sederhana (Sumber: SNI 6390 – 2020)	19
Gambar 2.1.5 Skematik Siklus Pengkondisian Udara dalam Ruangan Secara Umum (Sumber: Shah dkk., 2017)	20
Gambar 2.1.6 Skematik FCU <i>Ceiling Mounted</i> Secara Umum (Sumber: Morris, 2023)	21
Gambar 2.1.7 Skematik Sederhana Siklus <i>Chilled Water Side</i> (Sumber : Trane, 2024)	22
Gambar 2.1.8 Skematik Sederhana Siklus <i>Cooling Water Side</i> (Sumber : MEP Academy)	23
Gambar 2.1.9 TECS - W <i>Water Cooled Oil Free Chiller</i> (Sumber: <i>Climaveneta Installation, Operation, and Maintenance Manual</i>)	23
Gambar 2.1.10 <i>Magnetic Bearing Centrifugal Compressor</i> (Sumber : <i>Climaveneta Installation, Operation, and Maintenance Manual</i>)	24
Gambar 2.1.11 Siklus Refrigerasi <i>Unit Chiller Magnetic Bearing Centrifugal Compressor</i> (Sumber : <i>Climaveneta Installation, Operation, and Maintenance Manual</i>)	25
Gambar 2.1.12 Skematik Sederhana Siklus Pelepasan Panas pada <i>Cooling Tower</i> (Sumber : https://www.mechanicalbooster.com/)	27
Gambar 2.1.13 Komponen Perolehan Panas pada Bangunan (Sumber : Dr. Brent Stephens, Ph.D. 2016)	29
Gambar 2.1.14 Skematik Penggabungan Perolehan Panas Instan & Terpengaruh <i>Thermal Lag</i> Terhadap Beban Pendingin (Sumber : www.iesve.com)	30



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 2.1.15 Skematik Proses <i>Outdoor-face heat balance</i> (Sumber : ASHRAE <i>Handbook of Fundamentals</i> 2021).....	34
Gambar 2.1.16 Skematik Proses <i>Wall Conduction</i> (Sumber : ASHRAE <i>Handbook of Fundamentals</i> 2021)	35
Gambar 2.1.17 Skematik Proses <i>Indoor-face heat balance</i> (Sumber : ASHRAE <i>Handbook of Fundamentals</i> 2021).....	35
Gambar 2.1.18 Skematik Keseluruhan Metode <i>Heat Balance</i> (Sumber : ASHRAE <i>Handbook of Fundamentals</i> 2021).....	36
Gambar 2.1.19 Peran BIM dalam Setiap Life Cycle Bangunan (Sumber : Fakhruddin dkk., 2021).....	39
Gambar 2.1.20 Autodesk Revit.....	40
Gambar 2.1.21 Contoh Penggunaan Parametric Building Modelling (Sumber : https://medium.com/)	41
Gambar 2.1.22 Jenis - Jenis Family pada Revit (Sumber : https://medium.com/)	42
Gambar 2.1.23 Jenis - jenis Energy Analytical Model pada Revit (Sumber : https://help.autodesk.com/)	44
Gambar 2.1.24 Contoh Perhitungan Penentuan U-Value (Sumber : https://homemicro.co.uk/)	52
Gambar 2.1.25 Skematik Perolehan Panas Pada Material Kaca (Sumber : https://www.cibsejournal.com/).....	53
Gambar 2.1.26 Skematik Perolehan Panas dari Berbagai Jenis Luminaire Pencahayaan (Sumber : Carrier, 2020)	55
Gambar 2.1.27 Tampilan Laman Power Supply Calculator (Sumber : https://outervision.com/power-supply-calculator)	59
Gambar 2.1.28 Pengaturan Penjadwalan Pada HAP 6.20.....	63
Gambar 3.1.1 Diagram Alir Penelitian	73
Gambar 3.8.1 Tampilan Pengaturan <i>Project Information</i>	83
Gambar 3.8.2 Tampilan Gambar CAD yang Telah Dilakukan Link	84
Gambar 3.8.3 Pembuatan Level	84
Gambar 3.8.4 Tampilan <i>Conceptual Massing</i> Gedung HKT Cawang.....	85
Gambar 3.8.5 Tampilan <i>Detailed Element</i> Gedung HKT Cawang.....	85



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.8.6 Tampilan Jendela Pengaturan Susunan Material Dinding	86
Gambar 3.8.7 Tampilan Elemen Detail Gedung HKT Cawang.....	87
Gambar 3.8.8 Pendefinisian Spaces dengan Memberikan Nama dan Nomor Ruang	87
Gambar 3.8.9 Tampilan <i>Energy Analytical Model</i> Sebelum Dilakukan Export ke gbXML.....	88
Gambar 3.9.1 Pembuatan Proyek Baru pada Perangkat Lunak HAP	89
Gambar 3.9.2 Memilih Stasiun Cuaca	89
Gambar 3.9.3 Melakukan Pengaturan Tinggi Bangunan	90
Gambar 3.9.4 Melakukan Pengaturan Pada Tinggi Bangunan di Lantai.....	90
Gambar 3.9.5 Melakukan Konfirmasi Atas Kesesuaian Model Bangunan	91
Gambar 3.9.6 Melakukan Pengaturan Terhadap Karakteristik Internal Bangunan	91
Gambar 3.9.7 Pendefinisian Zona HVAC.....	92
Gambar 3.9.8 Pengaturan Terhadap Komponen Indoor Unit - FCU	93
Gambar 3.9.9 Mengatur Zona dan Parameter yang diperlukan	94
Gambar 3.9.10 Melakukan Pengaturan Terhadap Mesin Refrigerasi	94
Gambar 3.9.11 Melakukan Pengaturan Terhadap Mesin Refrigerasi.....	95
Gambar 3.9.12 Melakukan Pengaturan Pendistribusian Air Dingin.....	96
Gambar 3.9.13 Menambahkan Miscellaneous Component	96
Gambar 3.9.14 Melakukan Pemilihan Jenis Laporan	97
Gambar 3.9.15 Tampilan Proses Perhitungan Sedang Berjalan	97
Gambar 3.9.16 Tampilan Laporan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan	98
Gambar 4.1.1 Grafik Beban Pendingin Gedung Selama Retro Commissioning	100
Gambar 4.1.2 Grafik Hasil Pengukuran Daya Listrik pada Panel Utama.....	101
Gambar 4.1.3 Hasil Pengukuran Temperatur Udara Dalam Ruangan.....	102
Gambar 4.1.4 Dokumentasi Pengaturan Thermostat FCU pada Kipas Kecepatan Penuh, Namun Suhu Tercapai Tetap Tinggi	103
Gambar 4.1.5 Hasil Penentuan Ukuran Chiller Berdasarkan Beban Pendingin Puncak	104
Gambar 4.1.6 Hasil Penentuan Ukuran Sistem Ventilasi Pemasok Udara Segar	106



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.1.7 Hasil Penentuan Ukuran Indoor Unit FCU	109
Gambar 4.1.8 Pengaturan Penjadwalan Okupansi dan Penggunaan Listrik Area Perkantoran	112
Gambar 4.1.9 Pengaturan Penjadwalan Pemakaian Listrik Untuk Area Kantin.	112
Gambar 4.1.10 Pengaturan Penjadwalan Okupansi dan Pemakaian Listrik Area Masjid.....	113
Gambar 4.1.11 Grafik Profil Beban Pendinginan pada Bulan Maret Berdasarkan Kondisi Aktual	113
Gambar 4.2.1 Grafik Temperatur dan Laju Aliran Massa Air Pendingin Selama Retro Commissioning	124
Gambar 4.2.2 Fish Bone Diagram Root Cause Penurunan Efisiensi Unit Chiller Gedung HKT Cawang.....	127
Gambar 4.2.3 Temuan Kondisi Ducting FCU Rusak dan Terdapat Kondensasi pada Pipa Distribusi Chilled Water.....	129
Gambar 4.2.4 Kondisi Cooling Tower yang Terdapat Pembentukan Busa & Kondisi Cooling Tower yang Sudah Kotor.....	130
Gambar 4.2.5 Temperatur Air Pendingin Keluar dari Evaporator Tidak Mencapai Set point.....	130
Gambar 4.2.6 Chiller Bekerja pada Kapasitas 75% dan Pompa Chilled Water Beroperasi 2 Buah dengan Kapasitas 100%.....	131



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang Penelitian

Green Building Council Indonesia (GBCI) merupakan lembaga *non – profit* yang berkomitmen penuh terhadap praktik penerapan bangunan ramah lingkungan dan berkelanjutan melalui sistem sertifikasi bangunan hijau. Adapun definisi bangunan hijau adalah sebuah bangunan yang mengacu pada prinsip penerapan ramah lingkungan dan berkelanjutan yang dimulai dari tahap perencanaan, pembangunan, dan pemeliharaan bangunan. Prinsip ini berfokus pada aspek efisiensi penggunaan sumber daya yang disertai dengan usaha memaksimalkan dampak positif bangunan terhadap manusia dan lingkungan selama siklus operasional bangunan tersebut dilaksanakan (Japa, 2021).

Salah satu standar acuan yang dapat digunakan untuk melakukan penilaian terhadap sebuah bangunan agar dapat dikategorikan sebagai bangunan hijau adalah dengan menggunakan alat pemeringkat *GreenShip* yang diterbitkan oleh GBCI. Terdapat 6 aspek penilaian yang perlu dipenuhi agar suatu bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan hijau, diantaranya meliputi Tepat Guna Lahan, Efisiensi dan Konservasi Energi, Konservasi Air, Sumber dan Siklus Material, Kualitas Udara dan Kenyamanan Ruangan, dan Manajemen Lingkungan Bangunan (GBCI, 2013).

Implementasi dari setiap aspek penilaian *GreenShip* yang saling berkaitan dapat menghasilkan penerapan prinsip ramah lingkungan dan berkelanjutan yang memberikan banyak manfaat, salah satu manfaatnya bagi pemilik dan pengelola bangunan adalah penghematan biaya operasional (Sucofindo, 2023). Namun, untuk mencapai penghematan biaya operasional tersebut tidaklah mudah. Sebagai contoh, untuk



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memenuhi aspek kualitas udara dan kenyamanan ruangan, diperlukan sebuah sistem pengkondisian udara yang baik dan mumpuni. Sedangkan sistem pengkondisian udara pada sebuah bangunan itu sendiri berperan sebagai kontributor terbesar dalam penggunaan energi bangunan, yaitu berkisar sekitar 40% - 50% dari total penggunaan energi keseluruhan bangunan (Rim et al., 2015). Salah satu kriteria prasyarat untuk memenuhi aspek penilaian efisiensi dan konservasi energi pada penilaian *Greenship* adalah dengan melakukan kegiatan *retro commissioning* pada bangunan yang telah terbangun dengan tujuan untuk memastikan peralatan pendukung operasional gedung telah beroperasi sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan oleh penilaian *Greenship* (Nugrahaningsih & Nugroho, 2017).

Berdasarkan hasil *retro commissioning* yang dilaksanakan di sebuah gedung kantor yang berlokasi di daerah Cawang, Jakarta Timur, didapatkan bahwa penggunaan energi untuk sistem pengkondisian udara adalah sebesar 54,3% dari total penggunaan energi keseluruhan bangunan. Adapun sistem pengkondisian udara yang digunakan adalah sistem pendingin udara terpusat yang menggunakan mesin refrigerasi *water cooled chiller* bertipe *Magnetic Bearing Centrifugal Compressor*. Diketahui unit *chiller* yang beroperasi adalah sebanyak 1 unit dengan kapasitas 450 TR. Dan berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan nilai rata-rata efisiensi unit *chiller* tersebut mencapai 0,782 kW/TR.

Nilai efisiensi tersebut dinyatakan dengan rasio besaran energi listrik yang digunakan untuk menghasilkan satu ton refrigerasi (kW/TR). Dengan merujuk kepada standar acuan *Greenship*, aspek penilaian efisiensi dan konservasi energi (EEC 3-2), nilai efisiensi minimum untuk *Water Cooled Centrifugal Chiller* dengan kapasitas ≥ 450 TR jika dinyatakan dalam COP adalah 5,36 atau dinyatakan dalam kW/TR adalah 0,656 (AHRI, 2023). Berdasarkan hal tersebut maka dapat dikatakan bahwa mesin refrigerasi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang digunakan pada gedung kantor tersebut tidak memenuhi persyaratan *Greenship* dan kaidah penerapan prinsip ramah lingkungan.

Nilai efisiensi unit *chiller* yang tidak memenuhi persyaratan tersebut menandakan adanya anomali pada sistem pendingin bangunan tersebut. Salah satu indikasinya adalah rendahnya nilai perbedaan temperatur antara *chilled water supply* dan *chilled water return*. Masalah ini semakin rumit ketika ditemukan bahwa seluruh *motorized valve chilled water return* pada *indoor unit* (*Fan Coil Unit* – FCU) telah dilepas dengan tujuan memaksimalkan pendinginan udara pada ruangan. Fakta temuan di lapangan juga menyatakan bahwa mayoritas pengaturan kipas pada *thermostat* diatur pada kondisi maksimal. Namun demikian, hasil pengukuran suhu ruangan didapatkan bahwa pemerataan suhu di setiap lantai yang tidak merata. Ditemukan 14% atau 13 titik dari 94 titik sampel pengukuran tidak memenuhi persyaratan kenyamanan ruangan.

Penggunaan *motorized valve* dalam mengatur debit aliran *chilled water* merupakan bentuk pengendalian secara langsung pada sistem pengkondisian udara secara terpusat. Dan integrasi dari penggunaan *motorized valve* dalam mengatur kebutuhan pendinginan bertujuan mengoptimalkan penggunaan energi pada bangunan (Hadi Chandra et al., 2020). Berdasarkan kondisi tersebut, dapat diartikan bahwa upaya efisiensi penggunaan energi pada sistem pengkondisian udara gedung tersebut menjadi gagal dan pemborosan energi pada masa mendatang akan menjadi tingkat keseriusan yang tinggi, sehingga kondisi yang telah diketahui saat ini menjadi prioritas yang harus diperbaiki.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah evaluasi terhadap sistem pendingin yang digunakan pada gedung tersebut untuk memastikan kesesuaian antara desain yang telah diimplementasikan dengan persyaratan *Greenship*. Kegiatan evaluasi sistem pendingin untuk mendapatkan rekomendasi optimasi atau yang disebut sebagai *retrofit*,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dapat menjadi alternatif yang praktis, efektif, dan ekonomis, mengingat pada saat operasional yang berlangsung terus menerus, suatu sistem akan mengalami penyimpangan dari titik pengaturan operasi pada saat perancangan yang akan mengakibatkan peningkatan penggunaan energi lebih besar (Dewantoro, 2020). Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk melakukan evaluasi sistem pengkondisian udara pada gedung adalah dengan melakukan perhitungan beban pendinginan agar dapat dipastikan kesesuaian antara kebutuhan sistem dengan kondisi operasional yang diterapkan (Hanifan et al., 2015).

Adapun untuk membantu memudahkan proses evaluasi terhadap sistem - sistem yang diimplementasikan pada sebuah bangunan dapat dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak *building information modelling* (BIM) untuk mengidentifikasi kinerja sistem – sistem yang ada pada bangunan (Golabchi et al., 2016). Penggunaan BIM yang diintegrasikan dengan *perangkat lunak building energy modelling* (BEM) bertujuan untuk mencari informasi potensi penghematan energi ataupun pekerjaan *retrofit* yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sistem yang kurang baik tersebut (Reeves et al., 2015). Untuk itu, pada penelitian kali ini, penulis akan melakukan Evaluasi Sistem Pendingin Gedung Kantor HKT Cawang Menggunakan Perangkat Lunak *Building Information Modelling* dan *Building Energy Modelling*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dijawab melalui tugas akhir ini.

1. Apa faktor yang paling berpengaruh sebagai penyebab tidak efisiennya sistem pendingin gedung kantor HKT Cawang tersebut?
2. Bagaimana rekomendasi *retrofit* yang dapat disarankan untuk diimplementasikan di sistem pendingin gedung kantor HKT Cawang tersebut?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, penulis menentukan batasan masalah terhadap rumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya menjadi beberapa hal berikut ini :

1. Evaluasi sistem pendingin Gedung kantor HKT Cawang terbatas pada komparasi perhitungan beban pendinginan menggunakan perangkat lunak BIM yang diintegrasikan dengan BEM terhadap implementasi aktual.
2. Batasan masalah terkait perhitungan beban pendinginan dan simulasi pada perangkat lunak akan dijelaskan pada bab - bab selanjutnya.

1.4 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan – pertanyaan penelitian yang akan dijawab melalui tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah sistem pengkondisian udara pada Gedung HKT Cawang telah didesain dan dioperasikan sesuai dengan ketentuan *Greenship*?
2. Apakah yang menyebabkan kondisi tidak normal pada sistem pendingin pada Gedung HKT Cawang tersebut sehingga dapat dikatakan tidak memenuhi persyaratan *Greenship* berdasarkan hasil *retro commissioning*?
3. Bagaimanakah rekomendasi optimasi yang dapat disarankan kepada manajemen gedung melalui hasil simulasi pemodelan energi pada perangkat lunak BIM dan BEM?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan evaluasi terhadap sistem pendingin Gedung HKT Cawang melalui analisis hasil perhitungan beban pendinginan menggunakan bantuan perangkat lunak *building information*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

modelling yang diintegrasikan dengan perangkat lunak *building energy modelling*.

Hasil analisis beban pendinginan dapat digunakan sebagai landasan untuk mengetahui kondisi operasional yang efektif sekaligus potensi penghematan energi ataupun kegiatan *retrofit* yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi sistem pendingin Gedung tersebut. Hal tersebut perlu dilakukan karena berdasarkan kegiatan *retro commissioning* yang telah dilakukan, ditemukan bahwa nilai efisiensi *chiller* pada Gedung HKT Cawang tersebut tidak sesuai dengan nilai efisiensi *chiller* yang dipersyaratkan oleh *GreenShip*.

1.6 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat kepada manajemen Gedung HKT Cawang agar dapat melakukan implementasi rekomendasi *retrofit* yang disarankan berdasarkan analisis beban pendingin gedung tersebut terhadap sistem pendingin yang telah beroperasi, sehingga diharapkan dapat dilakukan penghematan pemakaian energi dan memenuhi persyaratan penilaian *GreenShip*.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Dalam penulisan skripsi ini terdapat sistematika penulisan yang berfungsi sebagai acuan. Terdapat lima bab dengan pembahasan meliputi:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori yang berhubungan dalam penelitian literatur yang dapat membantu berjalannya penelitian ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang jenis penelitian, objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data penelitian, alur penelitian, pengumpulan data penelitian, pengolahan data, dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengolahan data yang sudah dilakukan dan pembahasan yang sesuai dengan rencana penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil pengolahan data dan pembahasan serta saran bagi penelitian selanjutnya. Kesimpulan harus sesuai dengan tujuan penelitian dan bisa menyelesaikan rumusan masalah.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Telah dilakukan evaluasi sistem pendingin pada gedung kantor HKT Cawang dengan memanfaatkan bantuan perangkat lunak BIM dan BEM dalam melakukan perhitungan beban pendinginan sehingga melalui proses analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbandingan hasil perhitungan beban pendinginan menggunakan perangkat lunak Carrier HAP 6.2 dengan menggunakan parameter desain dengan referensi terkait dan berdasarkan perbandingan dengan nilai *cooling load check figures* yang direkomendasikan oleh ASHRAE *Standard* 90.1 2019, dapat dinyatakan bahwa sistem pendingin yang diimplementasikan pada gedung HKT Cawang telah didesain sesuai dengan ketentuan *greenship*.
2. Operasional sistem pendingin gedung yang tidak sesuai dengan kondisi desain menyebabkan penurunan kinerja sistem pendingin tersebut yang ditunjukkan oleh nilai COP yang tidak efisien.
3. Pengaturan operasional dengan melakukan perubahan pada sistem, yaitu menonaktifkan fungsi *motorized valve* FCU merupakan hulu permasalahan inefisiensi sistem pendingin gedung tersebut.
4. Upaya untuk mengembalikan parameter operasi agar sesuai dengan kondisi desain yang telah ditentukan adalah prioritas utama kegiatan *retrofit* yang harus dilakukan.

5.2 Saran

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pihak – pihak yang terlibat dalam pengelolaan sistem pendinginan di Gedung HKT Cawang. Berdasarkan hasil evaluasi, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain :



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut terhadap sistem pendinginan di Gedung HKT Cawang, terutama dengan menerapkan rekomendasi retrofit dan penyesuaian operasional yang diusulkan. Penelitian lebih lanjut sebaiknya dilakukan setelah implementasi tersebut untuk memastikan kesesuaian hasil analisis pada penelitian ini dengan realitas di lapangan.
2. Diharapkan kepada para pemangku kepentingan untuk memanfaatkan perangkat lunak yang telah mengadaptasi metode perhitungan beban pendinginan termutakhir seperti Carrier HAP yang memberikan hasil mendetail untuk proses analisis beban pendinginan mendalam. Hal ini akan membantu pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait operasional dan pemeliharaan sistem pendingin.
3. Potensi perangkat lunak BIM (Building Information Modelling) dan BEM (Building Energy Modelling) dalam audit energi bangunan masih sangat luas. Oleh karena itu, disarankan kepada akademisi dan peneliti untuk mengembangkan lebih lanjut penggunaan perangkat lunak ini dalam penelitian, guna memberikan analisis yang lebih mendalam dan aplikatif di berbagai aspek terkait performa energi bangunan.



DAFTAR PUSTAKA

- AHRI. (2023). *AHRI 550/590 Standard for Performance Rating Of Water-Chilling and Heat Pump Water-Heating Packages Using the Vapor Compression Cycle*.
- Alhaidary, H., Al-Tamimi, A. K., & Al-Wakil, H. (2021). The combined use of BIM, IR thermography and HFS for energy modelling of existing buildings and minimising heat gain through the building envelope: a case-study from a UAE building. *Advances in Building Energy Research*, 15(6), 709–732. <https://doi.org/10.1080/17512549.2019.1703812>
- Alhammad, M., Eames, M., & Vinai, R. (2024). Enhancing Building Energy Efficiency through Building Information Modeling (BIM) and Building Energy Modeling (BEM) Integration: A Systematic Review. *Buildings*, 14(3), 581. <https://doi.org/10.3390/buildings14030581>
- Alzaabi, N. E. (2016). *Energy Audit of an Existing Chiller Plant Followed by Implementation and Measurement of Savings*. Masdar Institute of Science and Technology.
- Ardita, I. N. (2016). PENGARUH HEAT RECOVERY PADA SISTEM REFRIGERASI PENGKONDISIAN UDARA TERHADAP PERFORMANSI SISTEM. *JURNAL LOGIC*. VOL. 16. NO. 3. NOPEMBER 2016, 16(3), 199–203.
- ASHRAE. (2011). *Procedures for Commercial Building Energy Audits* (A. T. C. 7.6 (ed.); 2nd ed.). ASHRAE. www.ashrae.org
- ASHRAE. (2019a). ASHRAE Standard 62.1 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential. In *ASHRAE Standard 62.1-2019* (SI Edition). ASHRAE. www.ashrae.org
- ASHRAE. (2019b). ASHRAE Standard 90.1 Energy standard for Building Except Low-Rise Residential Buildings. In *ASHRAE Standard 90.1-2019* (SI Edition). www.ashrae.org
- ASHRAE. (2021). 2021 Ashrae Handbook Fundamentals. In H. E. Kennedy (Ed.), *Ashrae Handbook Fundamentals* (SI Edition). www.ashrae.org

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- AshShiddiq, A. (2023). *Analisis Peluang Hemat Energi Terhadap Tata Udara pada The Bono Hotel Pekanbaru*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Asriatul Kholifah, N., Adelia Nanda Baihaki, J., Jannah, M., Frisca, H., Ramzi Aushaafraana, M., Andriani, W., & Tara Sabila, A. (2023). Analisis Konservasi Dan Efisiensi Energi Di Gedung Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. *Seminar Karya Dan Pameran Arsitektur Indonesia*, 6(1), 1267–1274.
- Baliarta, I. N. G., Suamir, I. N., & Arsana, E. (2016). Kajian Pengaruh Temperatur Approach Evaporator Dan Kondenser Terhadap Performansi Sistem Ac Sentral Tipe Water Chillers. *JURNAL MATRIX*, 16(3), 129–134.
- Baskara, S. A., Ardiyanto, B., & Utami, S. S. (2020). Cooling load analysis in educational building using building thermal dynamic simulation in Yogyakarta, Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2223. <https://doi.org/10.1063/5.0004102>
- Carrier. (2020). An Overview of Internal Cooling Load Components and Dynamics in HAP. *CARRIER® EDESIGN SUITE NEWS*, 8(2), 0–11. www.carrier.com
- Carrier. (2022). *Hourly Analysis Program 6.00 New Features Guide*. April, 1–13. www.carrier.com/hap
- Climaveneta. (2018). *Installation, Operation, and Maintenance Manual TECS-W Water Cooled Oil Free Chiller (CCU M219/0)*. Climaveneta Sustainable Comfort.
- Czmoch, I., & Pękala, A. (2014). Traditional design versus BIM based design. *Procedia Engineering*, 91(TFoCE), 210–215. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.048>
- Danfoss. (2017). *Danfoss Turbocor Twin-Turbine Centrifugal Compressors (M-SV-001-E)*.
- Daniel John Stine. (2019). *Residential Design Using Autodesk Revit 2020*. SDC Publication.
- Dewantoro, S. M. (2020). *ANALISIS EFISIENSI SISTEM HVAC GEDUNG CPOB DI PT. PHAPROS Tbk*. UNIVERSITAS SEMARANG.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Deymi-Dashtebayaz, M., Farahnak, M., & Abadi, R. N. B. (2019). Energy saving and environmental impact of optimizing the number of condenser fans in centrifugal chillers under partial load operation. *International Journal of Refrigeration*, 103, 163–179. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2019.03.020>
- DOE. (2023). *Tax Deduction Qualified Software for buildings placed in service on or after January 1, 2016*. 1794(1), 1–5. <http://energy.gov/eere/buildings/qualified-software-calculating-commercial-building-tax-deductions>
- ESDM. (2012). *Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia* (T. Sulistiyanto & EINCOPS (eds.); Pertama). EBTKE, ESDM.
- Fahmi, M. M., & Mutia, F. (2022). Optimasi Penggunaan Fasad Berdasarkan Energi dalam Proses Perancangan Gedung Perkantoran di Surabaya. *Inersia*, 18(1), 62–71. <https://doi.org/10.21831/inersia.v18i1.48915>
- Fakhrudin, Parung, H., Tjaronge, M. W., Djamaluddin, R., Irmawaty, R., Amiruddin, A. A., Caronge, M. A., & Ildha Dwipuspita, A. (2021). Sosialisasi dan Pelatihan Aplikasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) Pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Gowa. *Jurnal Tepat (Teknologi Terapan Untuk Pengabdian Masyarakat)*, 4(2), 261–270.
- Gao, H., Koch, C., & Wu, Y. (2019). Building information modelling based building energy modelling: A review. *Applied Energy*, 238(September 2018), 320–343. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.032>
- GBCI. (2013). GREENSHIP untuk BANGUNAN BARU Versi 1.2. In *PERANGKAT PENILAIAN GREENSHIP* (Issue April). GREEN BUILDING COUNCIL INDONESIA.
- Golabchi, A., Akula, M., & Kamat, V. (2016). Automated building information modeling for fault detection and diagnostics in commercial HVAC systems. *Emerald Insight*, 34(3/4), 233–246.
- Grundfos Holding. (2019). HVAC in Commercial Buildings : Design Efficient Chilled Water Systems. *GRUNDFOS ISOLUTIONS*, 10. <https://api.grundfos.com/literature/Grundfosliterature-6153789.pdf>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hadi Chandra, W., Swamardika, I. . A., & Maharta Pemayun, A. . G. (2020). Analisis Penggunaan Ddc Pada Sistem Hvac Untuk Meningkatkan Penghematan Konsumsi Energi Di Hotel Langham District 8 Scbd Jakarta. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(3), 1. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2020.v07.i03.p1>
- Hajar, S. (2023). *GREEN BUILDING PROYEK KOSTEL MENGGUNAKAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) (Studi Kasus: Proyek Kostel Residence Cendekia Makassar)*. Politeknik Negeri Jakarta.
- Handayani, Y. P. (2016). *Simulasi Sistem Energi Pada Rancangan Gedung L4 Perpustakaan Pusat Universitas Gadjah Mada dengan Energyplus*. Universitas Gadjah Mada.
- Hanifan, M. N., Arjana, I. G., & Setiawan, W. (2015). Studi Evaluasi Sistem Pengkondisian Udara di Jurusan Teknik Elektro Kampus Bukit Jimbaran dengan Menggunakan Software. *E-Journal SPEKTRUM*, 02(02), 30–35.
- Hashim, H. M., Sokolova, E., Derevianko, O., & Solovev, D. B. (2018). Cooling Load Calculations. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 463(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032030>
- Henderson, H., & Harley, B. (2022). *Infiltration Guidance for Buildings at Design Conditions*.
- Heri Retnawati. (2015). Teknik Pengambilan Sampel. *Ekp*, 13(3), 1576–1580.
- Ichsan, & Suryadimal. (2022). PENGARUH DEBIT UDARA FCU TERHADAP PERPINDAHAN KALOR MESIN PENDINGIN MINI CHILLER. *Jurnal Teknik Mesin*, 19.
- Jalaei, F., & Jrade, A. (2014). Integrating Building Information Modeling (BIM) and energy analysis tools with green building certification system to conceptually design sustainable buildings. *Journal of Information Technology in Construction*, 19, 494–519. <https://doi.org/10.1007/s12273-013-0120-0>
- Japa, E. V. (2021). Penilaian Implementasi Kriteria Green Building (Studi Kasus Pada Pemerintah Daerah Sumba Barat Daya Nusa Tenggara Timur). *E-Journal Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 4–14.
- Kartika, S. A. (2018). Analisis Konsumsi Energi Dan Program Konservasi Energi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- (Studi Kasus: Gedung Perkantoran Dan Kompleks Perumahan Ti). *Sebatik*, 22(2), 41–50. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v22i2.306>
- Komarudin, K., & Manik, I. E. M. (2018). ANALISIS WATER BALANCING PRIMARY LOOP CHILLER SYSTEM TERHADAP COP (Coefficient Of Performance). *Bina Teknika*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.54378/bt.v14i1.257>
- Lai, S. Y. T., Lai, J. H. K., Wong, P. Y. L., & Edwards, D. (2024). Building Energy Governance: Statutes and Guides on Retro-Commissioning in China and the United States. *Buildings*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/buildings14030585>
- Liu, C., Sharples, S., & Mohammadpourkarbasi, H. (2023). A Review of Building Energy Retrofit Measures, Passive Design Strategies and Building Regulation for the Low Carbon Development of Existing Dwellings in the Hot Summer–Cold Winter Region of China. *Energies*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/en16104115>
- Maharani, A. S. A., & Alexander, H. B. (2022, April). *Pasokan baru dan hybrid working bikin okupansi perkantoran turun drastis*. *kompas.com*. <https://www.kompas.com/properti/read/2022/04/06/133000921/pasokan-baru-dan-hybrid-working-bikin-okupansi-perkantoran-turun>
- Mao, C., Baltazar, J. C., & Haberl, J. S. (2019). Comparison of ASHRAE peak cooling load calculation methods. *Science and Technology for the Built Environment*, 25(2), 189–208. <https://doi.org/10.1080/23744731.2018.1510240>
- Marjianto, A., & Haftirman, H. (2022). Energy and Costs Saving Air Conditioning System of Shopping Mall Buildings: a Case Study in Jakarta. *International Journal of Innovation in Mechanical Engineering and Advanced Materials*, 3(3), 77–88. <https://doi.org/10.22441/ijimeam.v3i3.11857>
- Marjianto, A., & Mangindaan, D. (2020). Perancangan Sistem Tata Udara Ditinjau dari Aspek Energi dan Biaya pada Bangunan Hotel di Semarang. *Engineering, MATHematics and Computer Science (EMACS) Journal*, 2(3), 97–106. <https://doi.org/10.21512/emacsjournal.v2i3.6594>
- Maulana, A., Bachtiar, A. R. Y., Putra, K., Mesin, J. T., & Industri, F. T. (2018). *Debit Air Pendinginan Terhadap Unjuk Kerja Sistem Water Chiller*. Institut



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Teknologi Sepuluh Nopember.

- Nasution, A. M., & Rambe, Y. S. (2023). Pengaruh Desain Overhang Terhadap Efisiensi Energi Dan Kenyamanan Termal Pada Bangunan Seni Di Kota Medan. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA*, 4(3), 237. <https://doi.org/10.26760/terracotta.v4i3.8783>
- Norouziasl, S., Jafari, A., & Wang, C. (2020). An agent-based simulation of occupancy schedule in office buildings. *Building and Environment*, 186, 107352. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107352>
- Nugrahaningsih, A., & Nugroho, A. M. (2017). Eco Green Campus pada Gedung Dekanat Fakultas Peternakan. *Jurnal Arsitektur*, 5(4). <http://arsitektur.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jma/article/view/403>
- Nurdiana, A., & Umi Pramesti, P. (2022). *Buku Ajar Revit Untuk Bim (Pemodelan Struktural dan Arsitektural)*. UNDIP PRESS.
- Pangarsa, N. A., & Subiyantoro, H. (2022). Kajian Optimasi Orientasi Bangunan Untuk Penurunan Termal Bangunan (Studi Kasus: The Tiing Hotel Resort di Bali). *Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang*, 5(2), 101. <https://doi.org/10.32502/arsir.v5i2.3678>
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Literatur Implementasi Building Information Building (BIM) Di Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110.
- Porsani, G. B., de Lersundi, K. D. V., Gutiérrez, A. S. O., & Bandera, C. F. (2021). Interoperability between building information modelling (Bim) and building energy model (bem). *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(5), 1–20. <https://doi.org/10.3390/app11052167>
- Pranoto, A., Kindi, H. Al, & Pramono, G. E. (2023). Analisis Pengaruh Cleaning Tubing Kondensor Terhadap Performa Sistem Refrigerasi Mesin Water Cooled Chiller Kapasitas 650Tr. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(1), 351–362. <https://doi.org/10.21776/jrm.v14i1.1337>
- Purnama, I. D. (2024, July). *Gedung perkantoran di jakarta banyak kosong, begini strategi pengembang*. <https://www.idxchannel.com/.https://www.idxchannel.com/economics/gedung-perkantoran-di-jakarta-banyak-kosong-begini-strategi-pengembang>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Purnami, N. A., Arianti, R., & Setiawan, P. (2022). Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta. *Avitec*, 4(2), 225. <https://doi.org/10.28989/avitec.v4i2.1325>
- Putri, P. M., & Azies, V. K. (2018). *Permodelan Struktur Gedung 6 Lantai dengan Menggunakan Aplikasi Autodesk Revit 2018 untuk Perhitungan Volume*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ramadhan, M. A., & Maulana, A. (2020). Revit Bagi Guru SMK Teknik Bangunan Se-JABODETABEK. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1).
- Reeves, T., Olbina, S., & Issa, R. R. A. (2015). Guidelines for using building information modeling for energy analysis of buildings. *Buildings*, 5(4), 1361–1388. <https://doi.org/10.3390/buildings5041361>
- Reviana. (2023). *Penerapan Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Software Autodesk Revit 2019 pada Pekerjaan Non Struktur (Studi Kasus : Gedung B Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung)* (Vol. 13, Issue 1). UNIVERSITAS LAMPUNG.
- PP No. 33 Tahun 2023 Tentang Konservasi Energi, 1 (2023). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/252083/pp-no-33-tahun-2023>
- Rim, D., Schiavon, S., & Nazaroff, W. W. (2015). Energy and cost associated with ventilating office buildings in a tropical climate. *PLoS ONE*, 10(3), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122310>
- Santoso, H. (2023). Perancangan Sistem Pendingin dan Tata Udara pada Ruang Mesin produksi di PT. X untuk Menjaga Performa dan Ketahanan Komponen Mesin. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 5, 243–250. <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v5i2.4683>
- Shah, A., Huang, D., Chen, Y., Kang, X., & Qin, N. (2017). Robust Sliding Mode Control of Air Handling Unit for Energy Efficiency Enhancement. *Energies*, 10, 1815. <https://doi.org/10.3390/en10111815>
- Sucofindo. (2023). *Green Building? Apa Manfaatnya Bagi Lingkungan?* <https://www.sucofindo.co.id/artikel-1/remediasi/green-building-apa-manfaatnya-bagi-lingkungan/>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Sugiri, M., & Srihanto. (2020). Perencanaan Sistem Pendingin Udara 25 Lantai Pada Gedung Perkantoran Dengan Menggunakan Sistem Ac Central (Water Cooled) Di Jakarta. *SNITT- Politeknik Negeri Balikpapan*, 4, 45–57.
- Trane. (2012, February). Introduction to HVAC Systems. *Air Conditioning Clinic*. www.Trane.com
- Trane. (2014). Chilled Water Systems Design Issues : Learning from past mistakes. *Optimization*, 43–2(2), 1–9.
- Vallejo-Coral, E. C., Rivera-Solorio, C. I., Gijón-Rivera, M., & Zúñiga-Puebla, H. F. (2019). Theoretical and experimental development of cooling load temperature difference factors to calculate cooling loads for buildings in warm climates. *Applied Thermal Engineering*, 150(December 2018), 576–590. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.12.136>
- Wa Ode Alfian. (2018). *Pengaruh Fasad Terhadap Kinerja Energi Pendinginan Pada Kantor Pemerintah di Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wang, L., Sakurai, Y., & Claridge, D. E. (2020). Optimize a chilled-water plant with magnetic-bearing variable speed chillers. *ASHRAE Transactions*, 126, 725–735.
- Widarji, V. S. C. (2017). *OBJEKTIVITAS TARGET NILAI INTENSITAS KONSUMSI ENERGI (IKE) DARI GBCI DAN ASEANUSAID PADA BANGUNAN HOTEL DI INDONESIA* [Universitas Atma Jaya Yogyakarta]. <http://e-journal.uajy.ac.id/id/eprint/11306>
- Wilde, P. de. (2018). *Building Performance Analysis* (1st ed.). John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119341901>
- Winardi, B. (2018). Penghematan Biaya Listrik Dengan Memanfaatkan Lampu LED Di Rumah Tangga. *Prosiding SENIATI*, 4(2), 381–385.
- Yu, F. W., Chan, K. T., Sit, R. K. Y., & Yang, J. (2015). Performance Evaluation of Oil-free Chillers for Building Energy Performance Improvement. *Procedia Engineering*, 121, 975–983. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.09.065>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambaran tabel pengolahan data hasil pengukuran performa unit chiller 1 pada saat retro commissioning.

Date	Time	Voltage	Power faktor	Current	POWER	Temperature		ΔT	Flow Supply (mE)			COOLING LOAD		EFF	
		Volt	cos φ	Ampere	Kw	CHWS	CHWR		GPM	L/s	kg/s	kW	TR	kW/TR	COP
25/03/2024	11:49:00	389.223	0.981	324.93	214.94	7.268	10.883	3.62	982.195	61.97	61.88	936.37	266.24	0.81	4.36
25/03/2024	11:51:00	389.413	0.981	324.24	214.60	7.268	10.883	3.62	982.259	61.97	61.88	936.43	266.26	0.81	4.36
25/03/2024	11:53:00	389.897	0.981	323.94	214.69	7.268	10.907	3.64	983.576	62.05	61.97	943.91	268.38	0.80	4.40
25/03/2024	11:55:00	390.307	0.981	323.19	214.42	7.268	10.883	3.62	976.026	61.58	61.49	930.49	264.57	0.81	4.34
25/03/2024	11:57:00	390.407	0.981	322.60	214.08	7.242	10.883	3.64	982.735	62.00	61.91	943.62	268.30	0.80	4.41
25/03/2024	11:59:00	390.423	0.981	322.00	213.69	7.217	10.883	3.67	982.484	61.99	61.90	949.86	270.08	0.79	4.44
25/03/2024	12:01:00	391.330	0.982	305.75	203.44	7.368	10.907	3.54	982.977	62.02	61.93	917.41	260.85	0.78	4.51
25/03/2024	12:03:00	391.420	0.982	300.55	200.05	7.469	10.956	3.49	987.252	62.29	62.20	907.86	258.14	0.77	4.54
25/03/2024	12:05:00	391.287	0.982	300.90	200.21	7.469	11.005	3.54	984.454	62.11	62.02	918.01	261.02	0.77	4.59
25/03/2024	12:07:00	391.367	0.982	308.03	204.94	7.544	11.053	3.51	980.982	61.89	61.80	907.79	258.11	0.79	4.43
25/03/2024	12:09:00	390.777	0.981	321.51	213.57	7.419	11.029	3.61	981.985	61.95	61.87	934.87	265.81	0.80	4.38
25/03/2024	12:11:00	390.553	0.981	328.78	218.22	7.368	11.053	3.69	982.754	62.00	61.91	955.04	271.55	0.80	4.38
25/03/2024	12:13:00	390.920	0.981	329.77	219.09	7.368	11.029	3.66	984.581	62.12	62.03	950.58	270.28	0.81	4.34
25/03/2024	12:15:00	390.503	0.981	331.36	219.84	7.318	11.005	3.69	982.563	61.99	61.90	955.37	271.64	0.81	4.35
25/03/2024	12:17:00	390.180	0.981	333.41	221.04	7.293	10.98	3.69	979.042	61.77	61.68	951.95	270.67	0.82	4.31
25/03/2024	12:19:00	390.273	0.981	334.89	222.05	7.268	10.956	3.69	979.890	61.82	61.73	953.03	270.98	0.82	4.29
25/03/2024	12:21:00	389.980	0.981	335.67	222.40	7.293	10.98	3.69	979.736	61.81	61.72	952.63	270.86	0.82	4.28
25/03/2024	12:23:00	389.903	0.981	336.56	222.97	7.318	10.956	3.64	980.210	61.84	61.75	940.42	267.39	0.83	4.22
25/03/2024	12:25:00	390.173	0.981	336.43	222.99	7.293	10.98	3.69	983.686	62.06	61.97	956.47	271.95	0.82	4.29
25/03/2024	12:27:00	389.443	0.981	337.32	223.17	7.318	11.005	3.69	983.987	62.08	61.99	956.76	272.04	0.82	4.29
25/03/2024	12:29:00	389.300	0.981	336.83	222.76	7.343	11.029	3.69	980.035	61.83	61.74	952.66	270.87	0.82	4.28
25/03/2024	12:31:00	389.340	0.981	336.87	222.81	7.343	11.029	3.69	985.229	62.16	62.07	957.71	272.31	0.82	4.30
25/03/2024	12:33:00	389.420	0.981	336.14	222.37	7.343	11.029	3.69	973.839	61.44	61.35	946.63	269.16	0.83	4.26
25/03/2024	12:35:00	389.157	0.981	335.62	221.88	7.343	11.053	3.71	976.431	61.60	61.52	955.33	271.63	0.82	4.31
25/03/2024	12:37:00	388.813	0.981	335.52	221.61	7.368	11.053	3.69	979.949	61.83	61.74	952.32	270.77	0.82	4.30
25/03/2024	12:39:00	389.030	0.981	335.39	221.65	7.343	11.029	3.69	983.867	62.07	61.98	956.38	271.93	0.82	4.31
25/03/2024	12:41:00	389.573	0.981	335.42	222.01	7.343	11.029	3.69	979.145	61.77	61.69	951.79	270.63	0.82	4.29
25/03/2024	12:43:00	389.400	0.981	335.21	221.77	7.343	11.029	3.69	981.301	61.91	61.82	953.89	271.22	0.82	4.30
25/03/2024	12:45:00	389.093	0.981	334.66	221.23	7.368	11.053	3.69	976.501	61.61	61.52	948.96	269.82	0.82	4.29
25/03/2024	12:47:00	389.327	0.981	334.82	221.47	7.368	11.053	3.69	981.901	61.95	61.86	954.21	271.31	0.82	4.31
25/03/2024	12:49:00	389.363	0.981	334.41	221.19	7.343	11.053	3.71	986.178	62.22	62.13	964.87	274.34	0.81	4.36
25/03/2024	12:51:00	389.367	0.981	332.83	220.18	7.368	11.053	3.69	980.970	61.89	61.80	953.31	271.06	0.81	4.33
25/03/2024	12:53:00	389.110	0.981	331.81	219.38	7.343	11.029	3.69	971.299	61.28	61.19	944.17	268.46	0.82	4.30
25/03/2024	12:55:00	389.023	0.981	332.27	219.65	7.343	11.029	3.69	976.031	61.58	61.49	948.77	269.77	0.81	4.32
25/03/2024	12:57:00	388.680	0.981	333.03	219.90	7.318	11.005	3.69	982.061	61.96	61.87	954.89	271.51	0.81	4.34
25/03/2024	12:59:00	388.460	0.981	333.70	220.24	7.318	11.005	3.69	979.893	61.82	61.73	952.78	270.91	0.81	4.33
25/03/2024	13:01:00	388.660	0.981	334.06	220.59	7.293	10.956	3.66	974.743	61.50	61.41	941.60	267.73	0.82	4.27
25/03/2024	13:03:00	388.070	0.981	334.86	220.76	7.268	10.956	3.69	977.380	61.66	61.57	950.59	270.28	0.82	4.31
25/03/2024	13:05:00	387.240	0.981	335.28	220.56	7.268	10.932	3.66	981.120	61.90	61.81	948.02	269.55	0.82	4.30
25/03/2024	13:07:00	387.150	0.981	335.26	220.52	7.242	10.907	3.67	977.385	61.66	61.58	944.67	268.60	0.82	4.28
25/03/2024	13:09:00	386.973	0.981	335.87	220.82	7.242	10.907	3.67	984.514	62.11	62.02	951.56	270.56	0.82	4.31
25/03/2024	13:11:00	386.723	0.981	328.47	215.86	7.268	10.883	3.62	978.076	61.71	61.62	932.44	265.12	0.81	4.32
25/03/2024	13:13:00	391.683	0.982	312.03	207.77	7.444	10.956	3.51	981.920	61.95	61.86	909.43	258.58	0.80	4.38
25/03/2024	13:15:00	392.993	0.982	310.83	207.68	7.444	10.956	3.51	981.255	61.91	61.82	908.82	258.41	0.80	4.38
25/03/2024	13:17:00	392.670	0.982	308.70	206.14	7.494	11.005	3.51	983.031	62.02	61.93	910.20	258.80	0.80	4.42
25/03/2024	13:19:00	392.243	0.982	315.99	210.73	7.494	11.053	3.56	986.129	62.22	62.13	925.55	263.17	0.80	4.39
25/03/2024	13:21:00	392.243	0.981	330.54	220.36	7.419	11.078	3.66	990.450	62.49	62.40	955.73	271.75	0.81	4.34
25/03/2024	13:23:00	392.037	0.981	338.05	225.21	7.393	11.078	3.69	989.974	62.46	62.37	962.06	273.54	0.82	4.27
25/03/2024	13:25:00	391.620	0.981	341.07	226.96	7.368	11.078	3.71	987.396	62.30	62.21	966.06	274.68	0.83	4.26
25/03/2024	13:27:00	391.500	0.981	342.83	228.03	7.368	11.078	3.71	992.806	62.64	62.55	971.36	276.19	0.83	4.26
25/03/2024	13:29:00	391.217	0.981	344.50	228.96	7.343	11.029	3.69	987.378	62.29	62.20	959.80	272.90	0.84	4.19



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Gambaran tabel olah data dan data mentah hasil pengukuran performa laju aliran massa air pendingin evaporator dan kondensor.

OLAH DATA WATER FLOWRATE EVAPORATOR CHILLER 1

	Description	Chilled Water Flow
25-Mar-24	Maximum (GPM)	1007.93
29-Mar-24	Average (GPM)	984.13
	Minimum (GPM)	928.11

Date	Time	Flow Rate Evap Supply HEADER (GPM)	Flow Rate Evap Supply HEADER (M3/H)
25/03/2024	11:49:00 AM	982.20	223.08
25/03/2024	11:51:00 AM	982.26	223.10
25/03/2024	11:53:00 AM	983.58	223.39
25/03/2024	11:55:00 AM	976.03	221.68
25/03/2024	11:57:00 AM	982.74	223.20
25/03/2024	11:59:00 AM	982.48	223.15
25/03/2024	12:01:00 PM	982.98	223.26
25/03/2024	12:03:00 PM	987.25	224.23
25/03/2024	12:05:00 PM	984.45	223.59
25/03/2024	12:07:00 PM	980.98	222.81
25/03/2024	12:09:00 PM	981.99	223.03
25/03/2024	12:11:00 PM	982.75	223.21
25/03/2024	12:13:00 PM	984.58	223.62
25/03/2024	12:15:00 PM	982.56	223.16
25/03/2024	12:17:00 PM	979.04	222.36
25/03/2024	12:19:00 PM	979.89	222.56
25/03/2024	12:21:00 PM	979.74	222.52
25/03/2024	12:23:00 PM	980.21	222.63
25/03/2024	12:25:00 PM	983.69	223.42
25/03/2024	12:27:00 PM	983.99	223.49
25/03/2024	12:29:00 PM	980.04	222.59
25/03/2024	12:31:00 PM	985.23	223.77
25/03/2024	12:33:00 PM	973.84	221.18
25/03/2024	12:35:00 PM	976.43	221.77
25/03/2024	12:37:00 PM	979.95	222.57
25/03/2024	12:39:00 PM	983.87	223.46
25/03/2024	12:41:00 PM	979.15	222.39
25/03/2024	12:43:00 PM	981.30	222.88
25/03/2024	12:45:00 PM	976.50	221.79
25/03/2024	12:47:00 PM	981.90	223.01
25/03/2024	12:49:00 PM	986.18	223.99
25/03/2024	12:51:00 PM	980.97	222.80
25/03/2024	12:53:00 PM	971.30	220.61
25/03/2024	12:55:00 PM	976.03	221.68
25/03/2024	12:57:00 PM	982.06	223.05
25/03/2024	12:59:00 PM	979.89	222.56
25/03/2024	1:01:00 PM	974.74	221.39
25/03/2024	1:03:00 PM	977.38	221.99
25/03/2024	1:05:00 PM	981.12	222.84
25/03/2024	1:07:00 PM	977.39	221.99
25/03/2024	1:09:00 PM	984.51	223.61
25/03/2024	1:11:00 PM	978.08	222.15
25/03/2024	1:13:00 PM	981.92	223.02
25/03/2024	1:15:00 PM	981.26	222.87
25/03/2024	1:17:00 PM	983.03	223.27
25/03/2024	1:19:00 PM	986.13	223.97
25/03/2024	1:21:00 PM	990.45	224.96
25/03/2024	1:23:00 PM	989.97	224.85
25/03/2024	1:25:00 PM	987.40	224.26

Data Mentah Water Flowrate Kondensor
24-03-25 16:29:00
FLOW: 2106.83 g/m
VEL: 8.62535 f/s
24-03-25 16:29:10
FLOW: 2088.73 g/m
VEL: 8.55122 f/s
24-03-25 16:29:11
FLOW: 2085.49 g/m
VEL: 8.53795 f/s
24-03-25 16:31:11
FLOW: 2082.03 g/m
VEL: 8.52379 f/s
24-03-25 16:33:11
FLOW: 2094.48 g/m
VEL: 8.57475 f/s
24-03-25 16:35:11
FLOW: 2069.28 g/m
VEL: 8.47161 f/s
24-03-25 16:37:11
FLOW: 2079.88 g/m
VEL: 8.51502 f/s
24-03-25 16:39:11
FLOW: 2088.7 g/m
VEL: 8.55113 f/s
24-03-25 16:41:11
FLOW: 2100.09 g/m
VEL: 8.59774 f/s
24-03-25 16:43:11
FLOW: 2094.56 g/m
VEL: 8.5751 f/s
24-03-25 16:45:11
FLOW: 2092.01 g/m
VEL: 8.56466 f/s
24-03-25 16:47:11
FLOW: 2095.9 g/m
VEL: 8.5806 f/s
24-03-25 16:49:11
FLOW: 2095.47 g/m
VEL: 8.57883 f/s
24-03-25 16:51:11
FLOW: 2116.21 g/m
VEL: 8.66372 f/s
24-03-25 16:53:11
FLOW: 2072.32 g/m
VEL: 8.48406 f/s
24-03-25 16:55:11
FLOW: 2072.48 g/m
VEL: 8.48471 f/s



Lampiran 3. Gambaran tabel hasil pengukuran temperature air pendingin

Date & Time	Entering Evaporator (CHWR)	Leaving Evaporator (CHWS)	Entering Condensor (CWS)	Leaving Condensor (CWR)	Ambient Temperature
03/25/24 11:20:43 AM	11,029	7,343	31,026	33,365	31,842
03/25/24 11:22:43 AM	10,907	7,268	31,052	33,469	31,791
03/25/24 11:24:43 AM	10,907	7,268	31,052	33,495	31,791
03/25/24 11:26:43 AM	10,907	7,293	31,103	33,521	31,586
03/25/24 11:28:43 AM	10,907	7,242	31,103	33,521	31,586
03/25/24 11:30:43 AM	10,907	7,268	31,103	33,521	31,433
03/25/24 11:32:43 AM	10,907	7,268	31,077	33,495	31,433
03/25/24 11:34:43 AM	10,883	7,268	31,026	33,443	31,586
03/25/24 11:36:43 AM	10,907	7,293	30,976	33,417	31,637
03/25/24 11:38:43 AM	10,907	7,318	30,976	33,391	31,765
03/25/24 11:40:43 AM	10,907	7,268	30,976	33,391	31,637
03/25/24 11:42:43 AM	10,907	7,268	31,001	33,417	31,561
03/25/24 11:44:43 AM	10,907	7,268	31,001	33,417	31,561
03/25/24 11:46:43 AM	10,907	7,242	31,026	33,469	31,382
03/25/24 11:48:43 AM	10,883	7,268	31,026	33,443	31,663
03/25/24 11:50:43 AM	10,883	7,268	31,001	33,417	31,689
03/25/24 11:52:43 AM	10,907	7,268	31,001	33,417	31,459
03/25/24 11:54:43 AM	10,883	7,268	30,976	33,417	31,357
03/25/24 11:56:43 AM	10,883	7,242	30,925	33,339	31,281
03/25/24 11:58:43 AM	10,883	7,217	30,900	33,339	31,128
03/25/24 12:00:43 PM	10,907	7,368	30,925	33,287	31,459
03/25/24 12:02:43 PM	10,956	7,469	30,900	33,209	31,230
03/25/24 12:04:43 PM	11,005	7,469	30,874	33,183	31,230
03/25/24 12:06:43 PM	11,053	7,544	30,925	33,235	31,103
03/25/24 12:08:43 PM	11,029	7,419	31,001	33,391	31,001
03/25/24 12:10:43 PM	11,053	7,368	31,103	33,548	31,026
03/25/24 12:12:43 PM	11,029	7,368	31,179	33,626	31,052
03/25/24 12:14:43 PM	11,005	7,318	31,255	33,704	30,798
03/25/24 12:16:43 PM	10,980	7,293	31,408	33,861	30,874
03/25/24 12:18:43 PM	10,956	7,268	31,484	33,966	30,748
03/25/24 12:20:43 PM	10,980	7,293	31,561	34,019	30,950
03/25/24 12:22:43 PM	10,956	7,318	31,612	34,071	30,900
03/25/24 12:24:43 PM	10,980	7,293	31,637	34,097	30,773
03/25/24 12:26:43 PM	11,005	7,318	31,663	34,150	30,824
03/25/24 12:28:43 PM	11,029	7,343	31,637	34,124	30,697
03/25/24 12:30:43 PM	11,029	7,343	31,663	34,124	30,722
03/25/24 12:32:43 PM	11,029	7,343	31,637	34,097	30,646
03/25/24 12:34:43 PM	11,053	7,343	31,586	34,071	30,621
03/25/24 12:36:43 PM	11,053	7,368	31,535	33,992	30,520
03/25/24 12:38:43 PM	11,029	7,343	31,535	33,992	30,394
03/25/24 12:40:43 PM	11,029	7,343	31,561	34,019	30,394
03/25/24 12:42:43 PM	11,029	7,343	31,535	34,019	30,444
03/25/24 12:44:43 PM	11,053	7,368	31,484	33,966	30,343
03/25/24 12:46:43 PM	11,053	7,368	31,484	33,992	30,243
03/25/24 12:48:43 PM	11,053	7,343	31,484	33,966	30,293
03/25/24 12:50:43 PM	11,053	7,368	31,382	33,887	30,293
03/25/24 12:52:43 PM	11,029	7,343	31,281	33,783	30,318
03/25/24 12:54:43 PM	11,029	7,343	31,281	33,783	30,243
03/25/24 12:56:43 PM	11,005	7,318	31,281	33,809	30,192
03/25/24 12:58:43 PM	11,005	7,318	31,306	33,835	30,041
03/25/24 01:00:43 PM	10,956	7,293	31,306	33,861	30,016
03/25/24 01:02:43 PM	10,956	7,268	31,382	33,887	30,041
03/25/24 01:04:43 PM	10,932	7,268	31,408	33,887	30,016
03/25/24 01:06:43 PM	10,907	7,242	31,408	33,861	30,041
03/25/24 01:08:43 PM	10,907	7,242	31,433	33,887	30,016
03/25/24 01:10:43 PM	10,883	7,268	31,459	33,914	30,041
03/25/24 01:12:43 PM	10,956	7,444	31,459	33,835	30,016
03/25/24 01:14:43 PM	10,956	7,444	31,433	33,783	30,041
03/25/24 01:16:43 PM	11,005	7,494	31,306	33,652	30,016
03/25/24 01:18:43 PM	11,053	7,494	31,255	33,600	30,041
03/25/24 01:20:43 PM	11,078	7,419	31,382	33,783	30,016
03/25/24 01:22:43 PM	11,078	7,393	31,586	34,045	29,966
03/25/24 01:24:43 PM	11,078	7,368	31,765	34,229	29,991
03/25/24 01:26:43 PM	11,078	7,368	31,893	34,387	
03/25/24 01:28:43 PM	11,029	7,343	32,021	34,519	
03/25/24 01:30:43 PM	11,029	7,318	32,047	34,545	
03/25/24 01:32:43 PM	11,029	7,343	32,047	34,545	
03/25/24 01:34:43 PM	11,005	7,293	32,047	34,519	
03/25/24 01:36:43 PM	11,005	7,318	32,021	34,519	
03/25/24 01:38:43 PM	11,005	7,318	32,021	34,519	
03/25/24 01:40:43 PM	11,005	7,318	31,996	34,492	
03/25/24 01:42:43 PM	11,029	7,318	31,996	34,466	
03/25/24 01:44:43 PM	11,029	7,318	31,996	34,466	
03/25/24 01:46:43 PM	11,029	7,318	31,970	34,466	
03/25/24 01:48:43 PM	11,029	7,343	31,919	34,413	
03/25/24 01:50:43 PM	11,029	7,318	31,816	34,281	
03/25/24 01:52:43 PM	11,029	7,343	31,689	34,176	
03/25/24 01:54:43 PM	11,005	7,318	31,612	34,097	
03/25/24 01:56:43 PM	11,005	7,318	31,484	33,966	
03/25/24 01:58:43 PM	11,005	7,318	31,408	33,887	
03/25/24 02:00:43 PM	11,005	7,318	31,408	33,861	

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4. Contoh data inventarisasi lampu yang menjadi tanggung jawab pengelola bangunan (bukan penyewa bangunan).



Data Inventarisasi Lampu Building Management

No	Lantai	Lokasi	Type dan Watt	Jumlah Per Lantai	Keterangan
1	Lantai 7 - 17 Marketing	Koridor	Bulb E27 8 watt	31	Lantai Typical Lt.13 dihilangkan
		Ruang Panel	TL T5 16 watt	1	
		Janitor	Bulb E27 8 watt	1	
		Pantry	Bulb E27 8 watt	1	
		Toilet	Bulb E27 8 watt	19	
		Loby Lift Service.1	Bulb E27 10 watt	1	
		Loby Lift Service.2	Bulb E27 10 watt	1	
2	Lantai 6 Marketing / 5 Konstruksi	Koridor s.d Open Lounge	Bulb E27 8 watt	37	Lantai BOD
		Janitor	Bulb E27 8 watt	2	
		Pantry	Bulb E27 8 watt	2	
		Toilet	Bulb E27 8 watt	13	
		Ruang Panel	TL T5 16 watt	1	
		Loby Lift Service.1	Bulb E27 10 watt	1	
		Loby Lift Service.2	Bulb E27 10 watt	1	
		Loby Lift Service.3	Bulb E27 10 watt	1	
3	Lantai 5 Marketing / 4 Konstruksi	Koridor	Bulb E27 8 watt	31	
		R. Panel	TL T5 16 watt	1	
		Janitor	Bulb E27 8 watt	1	
		Pantry	Bulb E27 8 watt	1	
		Toilet	Bulb E27 8 watt	19	
		Loby Lift Service.1	Bulb E27 10 watt	1	
		Tangga Darurat	Bulb E27 10 watt	2	
		Loby Lift Service.2	Bulb E27 10 watt	1	
		Loby Lift Service.3	Bulb E27 10 watt	1	
		Ballroom	Spotlight 7 watt	225	
			Downlight 9 Watt	48	



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Parameter Input Material pada Bangunan

Unit 1: CTW EG-1

ID # 1
 Name CTW EG-1
 Mode NFRC
 Type Custom Single Vision
 Width 1171 mm
 Height 3000 mm
 Area 3.513 m²
 Tilt 90
 Environmental Conditions NFRC 100-2010 Summer

Total Window Results - Normal Incidence

Ufactor 2.464 W/m²-K
 SHGC 0.280
 VT 0.186
 CR N/A

Glazing System: Double Glass EG-1

ID 1 Ucenter 1.864 W/m²-K
 Nlayers 2 SC 0.320
 Area 2.565 m² SHGC 0.278
 Edge area 0.485 m² Vtc 0.215

Unit 2: CTW 2 - EG2

ID # 3
 Name CTW 2 - EG2
 Mode NFRC
 Type Custom Single Vision
 Width 1171 mm
 Height 3000 mm
 Area 3.513 m²
 Tilt 90
 Environmental Conditions NFRC 100-2010

Total Window Results - Normal Incidence

Ufactor 4.392 W/m²-K
 SHGC 0.382
 VT 0.236
 CR N/A

Glazing System: EG2

ID 3 Ucenter 4.115 W/m²-K
 Nlayers 2 SC 0.453
 Area 2.565 m² SHGC 0.394
 Edge area 0.485 m² Vtc 0.272

Merupakan tampilan perangkat lunak WINDOW 7.8 dari LBNL yang digunakan untuk mencari thermal properties dari susunan kaca untuk selubung bangunan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

D1_Core Shaft Exposed to Exterior

Wall Type Exterior, Above Grade Wall
 Inside Surface Color Light
 Inside Absorptivity 0,450
 Outside Surface Color Light
 Outside Absorptivity 0,450
 Overall U-Value 6,648 W/(sqm K)

Wall Assembly Layers - (Inside Space to Outside)

Layers	Thickness mm	Density kg/m3	Specific Heat kJ / (kg K)	R-Value (sqm K)/W	Weight kg/sqm
Inside Surface Resistance				0,11975	
Concrete K-350	300,0	2200,0	0,92	0,00072	660,0
Outside Surface Resistance				0,02994	
Totals	300,0	-	-	0,15041	660,0

D1_Core Shaft Interior

Wall Type Interior Wall
 Inside Surface Color Light
 Inside Absorptivity 0,450
 Outside Surface Color Light
 Outside Absorptivity 0,450
 Overall U-Value 6,648 W/(sqm K)

Wall Assembly Layers - (Inside Space to Outside Space)

Layers	Thickness mm	Density kg/m3	Specific Heat kJ / (kg K)	R-Value (sqm K)/W	Weight kg/sqm
Inside Surface Resistance				0,11975	
Concrete K-350	300,0	2200,0	0,92	0,00072	660,0
Outside Surface Resistance				0,02994	
Totals	300,0	-	-	0,15041	660,0

D2_Dinding Exterior

Wall Type Exterior, Above Grade Wall
 Inside Surface Color Light
 Inside Absorptivity 0,450
 Outside Surface Color Light
 Outside Absorptivity 0,450
 Overall U-Value 5,134 W/(sqm K)

Wall Assembly Layers - (Inside Space to Outside)

Layers	Thickness mm	Density kg/m3	Specific Heat kJ / (kg K)	R-Value (sqm K)/W	Weight kg/sqm
Inside Surface Resistance				0,11975	
Gypsum Wall Board	15,0	640,0	1,09	0,00625	9,6
Rcokwool	120,0	120,0	1,15	0,02778	14,4
Gypsum Wall Board	15,0	640,0	1,09	0,00625	9,6
Plaster Finish	12,5	1120,0	0,84	0,00138	14,0
Powerblock AAC	125,0	560,0	0,84	0,00205	70,0
Plaster Finish	12,5	1120,0	0,84	0,00138	14,0
Outside Surface Resistance				0,02994	
Totals	300,0	-	-	0,19478	131,6

D3_Exterior Finish Granit

Wall Type Exterior, Above Grade Wall
 Inside Surface Color Light
 Inside Absorptivity 0,450
 Outside Surface Color Medium
 Outside Absorptivity 0,675



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Overall U-Value **5,476** W/(sqm K)

Wall Assembly Layers - (Inside Space to Outside)

Layers	Thickness mm	Density kg/m ³	Specific Heat kJ / (kg K)	R-Value (sqm K)/W	Weight kg/sqm
Inside Surface Resistance				0,11975	
Plaster Finish	12,5	1120,0	0,84	0,00138	14,0
Powerblok AAC	125,0	560,0	0,84	0,00204	70,0
Plaster Finish	12,5	1120,0	0,84	0,00138	14,0
Rockwool	130,0	130,0	1,15	0,02778	16,9
Granite	20,0	2800,0	0,88	0,00033	56,0
Outside Surface Resistance				0,02994	
Totals	300,0	-	-	0,18260	170,9

D4_ Interior 150 mm

Wall Type Interior Wall
 Inside Surface Color Light
 Inside Absorptivity **0,450**
 Outside Surface Color Light
 Outside Absorptivity **0,450**
 Overall U-Value **6,473** W/(sqm K)

Wall Assembly Layers - (Inside Space to Outside Space)

Layers	Thickness mm	Density kg/m ³	Specific Heat kJ / (kg K)	R-Value (sqm K)/W	Weight kg/sqm
Inside Surface Resistance				0,11975	
Plaster Finish	12,5	1120,0	0,84	0,00138	14,0
Powerblock AAC	125,0	560,0	0,84	0,00204	70,0
Plaster Finish	12,5	1120,0	0,84	0,00138	14,0
Outside Surface Resistance				0,02994	
Totals	150,0	-	-	0,15449	98,0

Partisi Interior

Wall Type Interior Wall
 Inside Surface Color Light
 Inside Absorptivity **0,450**
 Outside Surface Color Light
 Outside Absorptivity **0,450**
 Overall U-Value **1,914** W/(sqm K)

Wall Assembly Layers - (Inside Space to Outside Space)

Layers	Thickness mm	Density kg/m ³	Specific Heat kJ / (kg K)	R-Value (sqm K)/W	Weight kg/sqm
Inside Surface Resistance				0,11975	
gypsum wall board	12,5	650,0	1,09	0,00625	8,1
gypsum wall board	12,5	650,0	1,09	0,00625	8,1
Air Space	-	-	-	0,16026	0,0
Rockwool	100,0	100,0	0,84	0,02778	10,0
Air Space	-	-	-	0,16026	0,0
gypsum wall board	12,5	650,0	1,09	0,00625	8,1
gypsum wall board	12,5	650,0	1,09	0,00625	8,1
Outside Surface Resistance				0,02940	
Totals	150,0	-	-	0,52246	42,5



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Atap Datar Beton

Inside Surface Color	Light
Inside Absorptivity	0,450
Outside Surface Color	Light
Outside Absorptivity	0,450
Overall U-Value	5,910 W/(sqm K)

Roof Assembly Layers - (Outside to Inside Space)

Layers	Thickness mm	Density kg/m ³	Specific Heat kJ / (kg K)	R-Value (sqm K)/W	Weight kg/sqm
Outside Surface Resistance				0,02994	
Concrete Pre-cast Slab	50,0	2200,0	0,84	0,03125	110,0
Concrete Cast in Place K-350	150,0	2200,0	0,84	0,00058	330,0
Inside Surface Resistance				0,10743	
Totals	200,0	-	-	0,16920	440,0

Plafond Gypsum

Inside Surface Color	Light
Inside Absorptivity	0,450
Outside Surface Color	Light
Outside Absorptivity	0,450
Overall U-Value	5,136 W/(sqm K)

Ceiling Assembly Layers - (Outside Space to Inside Space)

Layers	Thickness mm	Density kg/m ³	Specific Heat kJ / (kg K)	R-Value (sqm K)/W	Weight kg/sqm
Outside Surface Resistance				0,08101	
Plain Gypsum Board	10,0	640,0	1,09	0,00625	6,4
Inside Surface Resistance				0,10743	
Totals	10,0	-	-	0,19469	6,4

Lantai Konstruksi Beton + Finish Keramik

Floor Type	Slab Floor On Grade
Inside Surface Color	Light
Inside Absorptivity	0,450
Overall U-Value	6,073 W/(sqm K)

Floor Assembly Layers - (Inside Space to Soil)

Layers	Thickness mm	Density kg/m ³	Specific Heat kJ / (kg K)	R-Value (sqm K)/W	Weight kg/sqm
Inside Surface Resistance				0,16202	
Homogeneous Tile	10,0	2200,0	0,79	0,00083	22,0
Concrete, Sand/Cement Screed	40,0	2200,0	0,92	0,00110	88,0
Concrete, Cast-in-place K-350	150,0	2200,0	0,92	0,00072	330,0
Totals	200,0	-	-	0,16467	440,0

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Sampel Parameter Input Karakteristik Internal Bangunan

Index	Space	Level	Floor Area (sqm)	Space Type	ASHRAE Standard 62.1-2019 Space Usage	Ventilation			
						OA Requirement 1		OA Requirement 2	
						Airflow	Units	Airflow	Units
1	1 - BRM 3	Lantai 3	574,4	Conference Room	GENERAL: Conference/meeting	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
2	1 - BRM 5	Lantai 5	43,4	Conference Room	GENERAL: Conference/meeting	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
3	1 - Comm 1	Lantai 1 - GF	151,5	Banking Activity Area	MISCELLANEOUS: Bank or bank lobby	3,8	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
4	1 - Comm 2	Lantai 2 - MZ	168,2	Banking Activity Area	MISCELLANEOUS: Bank or bank lobby	3,8	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
5	1 - Kantor 1	Lantai 1 - GF	11,3	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
6	1 - Kantor 10	Lantai 10	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
7	1 - Kantor 11	Lantai 11	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
8	1 - Kantor 12	Lantai 12	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
9	1 - Kantor 13	Lantai 13	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
10	1 - Kantor 14	Lantai 14	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)

Index	Space	Level	Floor Area (sqm)	Space Type	ASHRAE Standard 62.1-2019 Space Usage	Ventilation			
						OA Requirement 1		OA Requirement 2	
						Airflow	Units	Airflow	Units
1	1 - BRM 3	Lantai 3	574,4	Conference Room	GENERAL: Conference/meeting	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
2	1 - BRM 5	Lantai 5	43,4	Conference Room	GENERAL: Conference/meeting	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
3	1 - Comm 1	Lantai 1 - GF	151,5	Banking Activity Area	MISCELLANEOUS: Bank or bank lobby	3,8	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
4	1 - Comm 2	Lantai 2 - MZ	168,2	Banking Activity Area	MISCELLANEOUS: Bank or bank lobby	3,8	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
5	1 - Kantor 1	Lantai 1 - GF	11,3	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
6	1 - Kantor 10	Lantai 10	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
7	1 - Kantor 11	Lantai 11	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
8	1 - Kantor 12	Lantai 12	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
9	1 - Kantor 13	Lantai 13	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)
10	1 - Kantor 14	Lantai 14	106,2	Office - Open Plan	OFFICE: Office space	2,5	L/s/person	0,30	L/(s sqm)

Index	Space	Overhead Lighting						
		ASHRAE Standard 90.1-2019		Power	Units	Lighting Type	Schedule	Power Multi.
		Lighting Method	Space Usage					
1	1 - BRM 3	Space by Space	User Defined	5,10	W/sqm	LED: Downlight	90.1 Office Lights/Elec	1,00
2	1 - BRM 5	Space by Space	User Defined	5,10	W/sqm	LED: Downlight	90.1 Office Lights/Elec	1,00
3	1 - Comm 1	Space by Space	User Defined	4,47	W/sqm	LED: Recessed, Unvented	90.1 Office Lights/Elec	1,00
4	1 - Comm 2	Space by Space	User Defined	4,47	W/sqm	LED: Recessed, Unvented	90.1 Office Lights/Elec	1,00
5	1 - Kantor 1	Space by Space	User Defined	5,25	W/sqm	LED: Recessed, Unvented	90.1 Office Lights/Elec	1,00
6	1 - Kantor 10	Space by Space	User Defined	5,25	W/sqm	LED: Recessed, Unvented	90.1 Office Lights/Elec	1,00
7	1 - Kantor 11	Space by Space	User Defined	5,25	W/sqm	LED: Recessed, Unvented	90.1 Office Lights/Elec	1,00
8	1 - Kantor 12	Space by Space	User Defined	5,25	W/sqm	LED: Recessed, Unvented	90.1 Office Lights/Elec	1,00
9	1 - Kantor 13	Space by Space	User Defined	5,25	W/sqm	LED: Recessed, Unvented	90.1 Office Lights/Elec	1,00
10	1 - Kantor 14	Space by Space	User Defined	5,25	W/sqm	LED: Recessed, Unvented	90.1 Office Lights/Elec	1,00



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Index	Space	Task Lighting			Electric Equipment		
		Power	Units	Schedule	Power	Units	Schedule
1	1 - BRM 3	0,00	W/sqm	(None)	8,07	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec
2	1 - BRM 5	0,00	W/sqm	(None)	8,07	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec
3	1 - Comm 1	0,00	W/sqm	(None)	8,07	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec
4	1 - Comm 2	0,00	W/sqm	(None)	8,07	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec
5	1 - Kantor 1	0,00	W/sqm	(None)	10,76	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec
6	1 - Kantor 10	0,00	W/sqm	(None)	10,76	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec
7	1 - Kantor 11	0,00	W/sqm	(None)	10,76	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec
8	1 - Kantor 12	0,00	W/sqm	(None)	10,76	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec
9	1 - Kantor 13	0,00	W/sqm	(None)	10,76	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec
10	1 - Kantor 14	0,00	W/sqm	(None)	10,76	W/sqm	90.1 Office Lights/Elec

Index	Space	Occupants						Infiltration				
		Occupancy	Units	Schedule	Activity Level	Sens. (W/person)	Latent (W/person)	Cooling Airflow	Heating Airflow	Simulation Airflow	Units	Occurs
1	1 - BRM 3	3,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	User Defined	75,0	65,0	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours
2	1 - BRM 5	3,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	Office Work	71,8	60,1	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours
3	1 - Comm 1	8,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	Office Work	71,8	60,1	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours
4	1 - Comm 2	8,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	Office Work	71,8	60,1	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours
5	1 - Kantor 1	11,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	Office Work	71,8	60,1	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours
6	1 - Kantor 10	11,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	Office Work	71,8	60,1	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours
7	1 - Kantor 11	11,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	Office Work	71,8	60,1	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours
8	1 - Kantor 12	11,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	Office Work	71,8	60,1	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours
9	1 - Kantor 13	11,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	Office Work	71,8	60,1	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours
10	1 - Kantor 14	11,0	sqm/person	90.1 Office Occupancy	Office Work	71,8	60,1	0,50	0,00	0,00	ACH	All Hours

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Lampiran 6. Sampel Tampilan Laporan Analisis Sistem Pendingin pada HAP

DOAS Sizing Summary for FAN COIL UNIT
(In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4
Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024
21:35

Air System Information

Air System Name	FAN COIL UNIT	Number of zones	152
Equipment Class	TERM	Floor Area	20792,8 sqm
Air System Type	2P-FC	Location	Jakarta Observatory, Indonesia

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Jan to Dec	Zone L/s Sizing	Sum of space airflow rates
Sizing Data	Calculated	Space L/s Sizing	Individual peak space loads

Ventilation Fan Sizing Data

Design L/s	12412	L/s	Fan motor BHP	5,95	BHP
Design L/(s sqm)	0,60	L/(s sqm)	Fan motor kW	4,72	kW

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	12412	L/s	L/s/person	5,88	L/s/person
L/(s sqm)	0,60	L/(s sqm)			

Zone Sizing Summary for FAN COIL UNIT
(In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4
Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024
21:35

Air System Information

Air System Name	FAN COIL UNIT	Number of zones	152
Equipment Class	TERM	Floor Area	20792,8 sqm
Air System Type	2P-FC	Location	Jakarta Observatory, Indonesia

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Jan to Dec	Zone L/s Sizing	Sum of space airflow rates
Sizing Data	Calculated	Space L/s Sizing	Individual peak space loads

Terminal Unit Sizing Data - Cooling

Zone Name	Total Coil Load (kW)	Sens Coil Load (kW)	Coil Entering DB / WB (C)	Coil Leaving DB / WB (C)	Water Flow @ 5,6 K (L/s)	Time of Peak Coil Load	Zone L/(s sqm)
1 - BRM 3	127,3	87,7	25,7 / 19,4	14,5 / 13,8	5,49	November 14:00	11,10
1 - BRM 5	6,4	4,1	25,7 / 19,9	14,6 / 14,0	0,27	October 9:00	6,90
1 - Comm 1	8,9	5,3	28,5 / 21,8	14,5 / 14,0	0,38	November 15:00	2,03
1 - Comm 2	27,2	20,7	25,0 / 18,7	15,1 / 14,1	1,17	October 8:00	10,03
1 - Kantor 10	10,8	7,8	25,6 / 19,1	14,8 / 13,9	0,46	November 14:00	5,53
1 - Kantor 11	10,5	7,6	25,6 / 19,2	14,8 / 14,0	0,45	November 14:00	5,41
1 - Kantor 12	10,7	7,8	25,6 / 19,1	14,8 / 13,9	0,46	November 14:00	5,52
1 - Kantor 13	10,5	7,6	25,6 / 19,2	14,8 / 14,0	0,45	November 14:00	5,40
1 - Kantor 14	10,8	7,8	25,6 / 19,1	14,7 / 13,9	0,46	November 14:00	5,51
1 - Kantor 15	13,2	10,2	26,0 / 18,6	14,2 / 13,2	0,57	November 15:00	6,63
1 - Kantor 3	38,6	31,7	25,0 / 18,1	14,8 / 13,7	1,66	July 14:00	9,69

Zone Sizing Summary for FAN COIL UNIT
(In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4
Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024
21:35

Zone Name	Heating Coil Load (kW)	Heating Coil Ent/Lvg DB (C)	Htg Coil Water Flow @11,1 K (L/s)	Fan Design Airflow (L/s)	Fan Motor (BHP)	Fan Motor (kW)	OA Vent Design Airflow (L/s)
1 - Kantor 3	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	2479	2,781	2,206	135
1 - Kantor 4	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	7479	8,391	6,657	576
1 - Kantor 6	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	604	0,678	0,538	56
1 - Kantor 7	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	588	0,660	0,523	56
1 - Kantor 8	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	587	0,659	0,523	56
1 - Kantor 9	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	587	0,658	0,522	56
1 - LOBBY 1	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	4580	5,138	4,076	346
1 - LOBBY 10	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	207	0,232	0,184	60
1 - LOBBY 11	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	208	0,233	0,185	60
1 - LOBBY 12	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	207	0,232	0,184	60
1 - LOBBY 13	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	208	0,233	0,185	60
1 - LOBBY 14	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	208	0,234	0,186	60
1 - LOBBY 15	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	489	0,549	0,436	61
1 - LOBBY 2 (2)	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	3661	4,107	3,258	417
1 - LOBBY 3	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	180	0,203	0,161	36
1 - LOBBY 4	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	313	0,351	0,278	61
1 - LOBBY 5	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	164	0,183	0,146	46
1 - LOBBY 6	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	203	0,228	0,181	60
1 - LOBBY 7	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	206	0,231	0,184	60
1 - LOBBY 8	0,0	-17,8 / -17,8	0,00	206	0,231	0,184	60



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Zone Sizing Summary for FAN COIL UNIT (In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4

Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024

21:35

Zone Name	Zone Cooling Sensible (kW)	Time of Peak Sensible Cooling Load	Zone Heating Load (kW)	Zone Floor Area (sqm)
1 - LOBBY 7	2,4	December 16:00	0,0	145,5
1 - LOBBY 8	2,4	December 16:00	0,0	145,5
1 - LOBBY 9	2,4	December 16:00	0,0	145,5
1 - Nursery 2	10,9	June 14:00	0,0	108,9
1 - Resto 1	11,4	December 16:00	0,0	57,4
1 - Resto 2	50,6	December 15:00	0,0	379,9
1 - Resto 3	4,8	June 14:00	0,0	34,0
1 - Resto 5	5,9	June 14:00	0,0	62,1
1 - Retail 1	14,5	June 14:00	0,0	48,3
1 - Retail 2	6,3	June 15:00	0,0	52,6
1 - VIP 3	8,2	June 13:00	0,0	48,9
1 - VIP 5 VIP	7,6	December 15:00	0,0	102,4
1- Masjid 1	29,1	July 14:00	0,0	233,6
10 - Kantor 10	5,8	June 13:00	0,0	104,0
10 - Kantor 11	5,7	June 13:00	0,0	104,2
10 - Kantor 12	5,8	June 13:00	0,0	104,0
10 - Kantor 13	5,7	June 13:00	0,0	104,2
10 - Kantor 14	5,8	June 13:00	0,0	104,0
10 - Kantor 15	6,9	November 14:00	0,0	104,2

Zone Sizing Summary for FAN COIL UNIT (In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4

Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024

21:35

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Cooling Sensible (kW)	Time of Peak Sensible Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (sqm)	Space L/(s sqm)
1 - BRM 3						
1 - BRM 3	72,8	November 14:00	6376	0,0	574,4	11,10
1 - BRM 5						
1 - BRM 5	3,4	October 9:00	299	0,0	43,4	6,90
1 - Comm 1						
1 - Comm 1	3,5	December 16:00	308	0,0	151,5	2,03
1 - Comm 2						
1 - Comm 2	19,3	July 9:00	1687	0,0	168,2	10,03
1 - Kantor 10						
1 - Kantor 10	6,7	July 14:00	587	0,0	106,2	5,53
1 - Kantor 11						
1 - Kantor 11	6,6	July 14:00	575	0,0	106,2	5,41
1 - Kantor 12						
1 - Kantor 12	6,7	July 14:00	586	0,0	106,2	5,52
1 - Kantor 13						
1 - Kantor 13	6,6	July 14:00	573	0,0	106,2	5,40

Ventilation Sizing Summary for FAN COIL UNIT (In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4

Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024

21:36

1. Summary

Ventilation Sizing Method ASHRAE Standard 62.1-2019
Design Condition Cooling operation

Zone Name	Zone Outdoor Airflow (L/s) (Voz)	Uncorrected Outdoor Air Intake (L/s) (Vou)	Ventilation Efficiency (Ev)	Outdoor Air Intake (L/s) (Vot)	Zone Direct Exhaust Air (L/s)	Design Ventilation Air Flow (L/s)
1 - BRM 3	651		1,000	651	0	651
1 - BRM 5	49		1,000	49	0	49
1 - Comm 1	117		1,000	117	0	117
1 - Comm 2	130		1,000	130	0	130
1 - Kantor 10	56		1,000	56	0	56
1 - Kantor 11	56		1,000	56	0	56
1 - Kantor 12	56		1,000	56	0	56
1 - Kantor 13	56		1,000	56	0	56
1 - Kantor 14	56		1,000	56	0	56
1 - Kantor 15	56		1,000	56	0	56
1 - Kantor 3	135		1,000	135	0	135
1 - Kantor 4	576		1,000	576	0	576
1 - Kantor 6	56		1,000	56	0	56
1 - Kantor 7	56		1,000	56	0	56



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ventilation Sizing Summary for FAN COIL UNIT (In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4
Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024
21:36

Zone Name / Space Name	Supply Air (L/s) (Vpz)	Space Floor Area (sqm) (Az)	Area Outdoor Air Rate (L/s sqm) (Ra)	Time Averaged Occupancy (Occupants) (Pz)	People Outdoor Air Rate (L/s/person) (Rp)	Air Distribution Effectiveness (Ez)	Space Outdoor Air (L/s) (Voz)	Breathing Zone Outdoor Air (L/s) (Vbz)	Space Ventilation Efficiency (Evz)
1 - BRM 3									
1 - BRM 3	6376	574,4	0,30	191,5	2,50	1,00	651	651	1,000
Totals	6376							651	1,000

2.2 Zone: 1 - BRM 5

Zone Name / Space Name	Supply Air (L/s) (Vpz)	Space Floor Area (sqm) (Az)	Area Outdoor Air Rate (L/s sqm) (Ra)	Time Averaged Occupancy (Occupants) (Pz)	People Outdoor Air Rate (L/s/person) (Rp)	Air Distribution Effectiveness (Ez)	Space Outdoor Air (L/s) (Voz)	Breathing Zone Outdoor Air (L/s) (Vbz)	Space Ventilation Efficiency (Evz)
1 - BRM 5									
1 - BRM 5	299	43,4	0,30	14,5	2,50	1,00	49	49	1,000
Totals	299							49	1,000

2.3 Zone: 1 - Comm 1

Zone Name / Space Name	Supply Air (L/s) (Vpz)	Space Floor Area (sqm) (Az)	Area Outdoor Air Rate (L/s sqm) (Ra)	Time Averaged Occupancy (Occupants) (Pz)	People Outdoor Air Rate (L/s/person) (Rp)	Air Distribution Effectiveness (Ez)	Space Outdoor Air (L/s) (Voz)	Breathing Zone Outdoor Air (L/s) (Vbz)	Space Ventilation Efficiency (Evz)
1 - Comm 1									
1 - Comm 1	308	151,5	0,30	18,9	3,80	1,00	117	117	1,000
Totals	308							117	1,000

Plant Sizing Summary for HK Auto Sizing (In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4
Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

1. Plant Information:

Plant : HK Auto Sizing
Type : Chiller Plant
Design Weather : Jakarta Observatory, Indonesia

2. Cooling Plant Sizing Data:

Maximum Plant Load : 2169,6 kW
Load occurs at : November 14:00
sqm/kW : 9,6
Floor area served by plant : 20792,8 sqm

3. Coincident Cooling Loads for November 14:00

System Cooling Coil Load [kW]
Air System
FAN COIL UNIT
2169,6

Air system loads are for coils whose cooling source is 'Chilled Water'.

4. Chiller Design Capacities

CH-1 : 1084,8 kW
CH-2 : 1084,8 kW
Total : 2169,6 kW

Air System Heat Balance Summary for FAN COIL UNIT (In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4
Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024
21:49

Table 1. System Loads

COMPONENT LOADS	DESIGN COOLING - NOVEMBER 14:00			DESIGN HEATING		
	OA DB / WB 33,7 C / 25,7 C			OA DB / WB 23,8 C / 16,9 C		
	Details	Sensible [W]	Latent [W]	Details	Sensible [W]	Latent [W]
Zone Conditioning	-	1299424	325926	-	76640	0
Plenum Load	-	37503	0	-	2744	0
Exhaust Fan Load	11890 L/s	0	-	11890 L/s	0	-
Ventilation Load	12412 L/s	109744	249682	12412 L/s	-632	0
Ventilation Fan Load	12412 L/s	4717	-	12412 L/s	-4717	-
Zone Fan Coil Fans Load	-	103859	-	-	-103853	-
>> Total System Loads	-	1555247	575609	-	-29818	0
Terminal Unit Cooling	-	1561039	608568	-	-29831	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	0	-
>> Total Conditioning	-	1561039	608568	-	-29831	0
Key:	Positive values are cooling loads Negative values are heating loads			Positive values are heating loads Negative values are cooling loads		



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

System Psychrometrics for FAN COIL UNIT (In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4

Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024

22:08

DESIGN COOLING DAY AT NOVEMBER 14:00

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	33,7	0,01768	12412	400	109744	249682
Vent - Return Mixing	Outlet	33,7	0,01768	12412	400	-	-
Ventilation Fan	Outlet	34,0	0,01768	12412	400	4717	-
Cold Supply Duct	Outlet	34,0	0,01768	12412	400	0	-
Zone Air	-	23,9	0,01059	11890	951	1299424	325926
Zone Direct Exhaust	Outlet	23,9	0,01071	522	1082	-	-
Return Air Plenum	Outlet	26,5	0,01084	11890	975	37503	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,204 W/(L/s-K)

Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2939,9 W/(L/s)

Site Altitude = 22,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
1 - BRM 3 (Cooling)							
Ventilation Air	-	-	-	651	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	25,7	0,01158	6375	1152	-	-
Cooling Coil Outlet	-	14,5	0,00953	6375	1152	87693	39655
Heating Coil Inlet	-	14,5	0,00953	6375	1152	-	-
Heating Coil Outlet	-	14,5	0,00953	6375	1152	0	-

System Psychrometrics for FAN COIL UNIT (In Alternative: Auto Sizing HK)

Project: HKTC AZ V4

Prepared by: Muhammad Teguh Fauzan

09/06/2024

22:08

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	23,8	0,00927	12412	400	632	0
Vent - Return Mixing	Outlet	23,8	0,00927	12412	400	-	-
Ventilation Fan	Outlet	24,1	0,00927	12412	400	4717	-
Cold Supply Duct	Outlet	24,1	0,00927	12412	400	0	-
Zone Air	-	24,0	0,00927	11890	400	-76640	0
Zone Direct Exhaust	Outlet	24,0	0,00927	522	400	-	-
Return Air Plenum	Outlet	23,8	0,00927	11890	400	-2744	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,204 W/(L/s-K)

Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2939,9 W/(L/s)

Site Altitude = 22,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
1 - BRM 3 (Heating)							
Ventilation Air	-	-	-	651	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,7	0,00927	6375	400	-	-
Cooling Coil Outlet	-	24,6	0,00927	6375	400	802	0
Heating Coil Inlet	-	24,6	0,00927	6375	400	-	-
Heating Coil Outlet	-	24,6	0,00927	6375	400	0	-
Zone Air	-	24,0	0,00927	6375	400	-4977	-



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7. Sampel Tampilan Pemodelan model analitis energi di Revit



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 8. Dokumentasi Pelaksanaan Retro Commissioning



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama Lengkap : Muhammad Teguh Fauzan
2. NIM : 1902421012
3. Tempat, Tanggal Lahir : Depok, 5 Januari 2001
4. Jenis Kelamin : Laki – laki
5. Alamat : Villa Gading Parung, Pamegarsari, Parung, Bogor
6. Email : muhammad.teguhfauzan.tm19@mhs.wpnj.ac.id
7. Pendidikan
 - a. SD (2006 – 2012) : SD Negeri Beji 7 Kota Depok
 - b. SMP (2012 – 2015) : SMP Negeri 211 Jakarta
 - c. SMK (2015 – 2018) : SMK Negeri 2 Kota Depok
8. Program Studi : Teknik Rekayasa Pembangkit Energi
9. Bidang Perminatan : Operasi & Pemeliharaan Pembangkit Listrik
10. Tempat / Topik OJT : PT. PLN Indonesia Power Priok PGU / Analisa Hasil Perhitungan Gain Output Ratio Sebagai Parameter Performa Sistem Desalinasi Blok 4 PLTGU Priok Pomu
11. Tempat Pengambilan Data : PT. Utama Karya (Persero) melalui Retro Commissioning oleh PT. Narama Mandiri

