



© 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



**ANALISIS EFISIENSI DAN POTENSI PENGHEMATAN
ENERGI SISTEM HVAC PADA KONDISI OPERASI
CHILLER UNIT 2 DI GEDUNG X BERDASARKAN
HASIL AUDIT ENERGI**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Alfina Anjarwati
NIM. 2202431035**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2026



© 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



**ANALISIS EFISIENSI DAN POTENSI PENGHEMATAN
ENERGI SISTEM HVAC PADA KONDISI OPERASI
CHILLER UNIT 2 DI GEDUNG X BERDASARKAN
HASIL AUDIT ENERGI**

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan
Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Alfina Anjarwati
NIM. 2202431035**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© 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

“Skripsi ini kupersembahkan untuk orang tua tercinta, atas segala doa, kasih sayang, dan dukungan yang tiada ternilai. Untuk diriku sendiri, terima kasih karena telah berjuang, bertahan, dan tidak menyerah hingga mampu mencapai titik ini. Karya sederhana ini juga kupersembahkan untuk Bangsa dan Almamater tercinta sebagai wujud rasa syukur dan pengabdian atas ilmu yang telah diberikan. Semoga karya ini menjadi ilmu yang bermanfaat, membawa keberkahan, serta menjadi amal jariyah bagi penulis dan semua pihak yang terlibat. Aamiin Ya Rabbal 'Alamiin.”

**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

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISIS EFISIENSI DAN POTENSI PENGHEMATAN ENERGI SISTEM
HVAC PADA KONDISI OPERASI CHILLER UNIT 2 DI GEDUNG X
BERDASARKAN HASIL AUDIT ENERGI**

Oleh:

Alfina Anjarwati

NIM. 2202431035

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Ir. Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198406122012121001

Pembimbing 2

Rahman Filzi, S.T., M.T.
NIP. 197204022000031002

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, S.T., M.T.
NIP. 199107212018032001



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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS EFISIENSI DAN POTENSI PENGHEMATAN ENERGI SISTEM
HVAC PADA KONDISI OPERASI CHILLER UNIT 2 DI GEDUNG X
BERDASARKAN HASIL AUDIT ENERGI**

Oleh:

Alfina Anjarwati

NIM. 2202431035

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan
Penguji pada tanggal 03 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ir. Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 198406122012121001	Ketua Sidang		07 Juli 2026
2.	Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T. NIP. 196108011989031001	Anggota		10 Juli 2026
3.	Dr. Eng. Ir., Muslimin, S.T., M.T., IWE NIP. 197707142008121005	Anggota		06 Juli 2026

Depok, 10 Juli 2026

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



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 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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alfina Anjarwati

NIM : 2202431035

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau 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 Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 13 Juli 2026



METERAI
TEMPEL
EAQXCF6716040

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Alfina Anjarwati

NIM.2202431035



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

ANALISIS EFISIENSI DAN POTENSI PENGHEMATAN ENERGI SISTEM HVAC PADA KONDISI OPERASI CHILLER UNIT 2 DI GEDUNG X BERDASARKAN HASIL AUDIT ENERGI

Alfina Anjarwati¹⁾, Haolia Rahman¹⁾, dan Rahman Filzi¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail: alfina.anjarwati.tm22@mhswn.pnj.ac.id

ABSTRAK

Gedung X merupakan bangunan perkantoran yang menerapkan sistem *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) berbasis *water cooled centrifugal chiller* untuk memenuhi kebutuhan kenyamanan termal. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja efisiensi energi sistem HVAC pada kondisi operasional Chiller Unit 2 berdasarkan data hasil audit energi dengan mengacu pada standar SNI 6390:2020 dan ASHRAE 90.1, serta mengidentifikasi potensi penghematan energi dan biaya operasional. Penelitian ini menggunakan data hasil audit energi yang diperoleh selama tiga hari pengukuran, yaitu pada 11–13 Desember 2025, dengan interval pencatatan setiap 10 menit untuk menganalisis kondisi operasional sistem. Data yang diukur meliputi temperatur kondensor dan evaporator, laju aliran air, konsumsi daya listrik chiller, pompa, dan *cooling tower*, serta parameter operasional FCU dan kondisi lingkungan untuk menganalisis kinerja dan efisiensi sistem HVAC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem HVAC Gedung X masih belum efisien, ditunjukkan oleh efisiensi *chiller plant* sebesar 1,34 kW/TR yang termasuk kategori *Needs Improvement* berdasarkan standar ASHRAE 90.1. Chiller Unit 2 memiliki nilai COP sebesar 5,56 dan konsumsi energi spesifik sebesar 0,63 kW/TR, sehingga belum memenuhi standar SNI 6390:2020 ($COP \geq 6,29$ dan $\leq 0,56$ kW/TR). Selain itu, *cooling tower* hanya memiliki efisiensi 47% dengan nilai *approach* 2,94°C, sedangkan 18 sampel FCU menunjukkan rata-rata kapasitas pendinginan dan aliran udara masing-masing sebesar 58% dan 65% dari nilai desain. Berdasarkan analisis target kinerja optimal, penerapan berbagai tindakan perbaikan pada chiller, *cooling tower*, perpipaan, dan FCU berpotensi menghasilkan penghematan energi sebesar 255.803,68 kWh/tahun atau 4,79% terhadap konsumsi energi HVAC, dengan potensi penghematan biaya operasional sebesar Rp 264.956.304,54/tahun atau 2,56% dari total biaya energi gedung.

Kata kunci: HVAC, *water cooled centrifugal chiller*, audit energi, efisiensi energi, potensi penghematan 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

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY AND ENERGY SAVING POTENTIAL OF THE HVAC SYSTEM UNDER THE OPERATING CONDITION OF CHILLER UNIT 2 IN BUILDING X BASED ON ENERGY AUDIT RESULTS

Alfina Anjarwati¹⁾, Haolia Rahman¹⁾, dan Rahman Filzi¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail: alfina.anjarwati.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

Building X is an office building that employs a Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) system based on a water-cooled centrifugal chiller to provide thermal comfort. This study aims to analyze the energy efficiency performance of the HVAC system under the operating condition of Chiller Unit 2 based on energy audit data, referring to SNI 6390:2020 and ASHRAE 90.1 standards, and to identify potential energy and operational cost savings. The study utilized energy audit data collected over three days of measurements, from December 11 to 13, 2025, with a recording interval of 10 minutes. The measured parameters included condenser and evaporator temperatures, water flow rates, power consumption of the chiller, pumps, and cooling tower, as well as FCU operational parameters and environmental conditions to evaluate the system's energy performance and efficiency. The results indicate that the HVAC system in Building X is still inefficient, as evidenced by a chiller plant efficiency of 1.34 kW/TR, which falls into the *Needs Improvement* category based on the ASHRAE 90.1 benchmark. Chiller Unit 2 has a Coefficient of Performance (COP) of 5.56 and a specific energy consumption of 0.63 kW/TR, which do not meet the requirements of SNI 6390:2020 (minimum COP of 6.29 and maximum specific energy consumption of 0.56 kW/TR). Furthermore, the cooling tower achieved an efficiency of only 47% with an approach value of 2.94°C, while 18 sampled Fan Coil Units (FCUs) attained average cooling capacity and airflow rates of only 58% and 65% of their design values, respectively. Based on the optimal performance target analysis, implementing improvement measures on the chiller, cooling tower, piping system, and FCUs has the potential to achieve annual energy savings of 255,803.68 kWh, equivalent to 4.79% of the total HVAC energy consumption, and annual operational cost savings of IDR 264,956,304.54, equivalent to 2.56% of the building's total energy cost.

Keywords: HVAC, water cooled centrifugal chiller, energy audit, energy efficiency, energy-saving potential.



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 syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Efisiensi dan Potensi Penghematan Energi Sistem HVAC pada Kondisi Operasi Chiller Unit 2 di Gedung X Berdasarkan Hasil Audit Energi" dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, arahan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Ibu Arifia Eka Yuliana, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi.
3. Bapak Ir. Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan juga materi dalam memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Rahman Filzi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, dan masukan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
5. Kedua orang tua, adik, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, dan dukungan baik moral maupun material kepada penulis.
6. Teman-teman Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi angkatan 2022 yang memberikan kebersamaan, selama masa perkuliahan, khususnya Arum sebagai teman akrab penulis sejak awal perkuliahan, serta Alma, Tyas, Carelita, dan Mika yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis.



© 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

7. Zulfa, Safina, dan Salma yang senantiasa menemani, mendengarkan keluh kesah penulis, serta memberikan doa, dukungan, motivasi, dan semangat selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Mas Yakub, Mas Gilang, dan Mas Leon selaku Tim *Energy Efficiency* yang telah memberikan bimbingan, arahan, bantuan, serta berbagi ilmu dan pengalaman selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta doa dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi rekayasa konversi energi, serta dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai efisiensi energi dan sistem HVAC.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 06 Juli 2026

Penulis

(Alfina Anjarwati)



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 PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang Penelitian	15
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	17
1.3 Batasan Penelitian	17
1.4 Tujuan Penelitian.....	18
1.5 Manfaat Penelitian	18
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	21
2.1 Landasan Teori	21
2.1.1 Sistem <i>Heating, Ventilation, and Air Conditioning</i> (HVAC).....	21
2.1.2 <i>Chiller Plant</i>	22
2.1.3 Parameter Kinerja HVAC.....	27
2.1.4 Audit energi	30
2.1.5 Standar dan Acuan Evaluasi.....	32
2.1.6 Konservasi Energi	35
2.1.7 Perhitungan Potensi Penghematan Energi	35
2.2 Studi Literatur	37
2.3 Kerangka Pemikiran.....	40
BAB III METODE PENELITIAN	42



© 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

3.1 Jenis Penelitian.....	42
3.2 Objek Penelitian	42
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	46
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	48
3.4.1 Jenis Data	48
3.4.2 Sumber Data.....	49
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian.....	50
3.6 Metode Analisis Data	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1 Hasil Penelitian	52
4.1.1 Hasil Kinerja Operasi <i>Chiller</i> Unit 2	52
4.1.2 Hasil Kinerja <i>Cooling Tower</i>	58
4.1.3 Hasil Kinerja <i>Fan Coil Unit</i> (FCU)	63
4.1.4 Hasil Efisiensi <i>Chiller Plant</i>	66
4.1.5 Hasil Dokumentasi Lapangan Sistem HVAC Berdasarkan Audit.....	67
4.2 Pembahasan.....	70
4.2.1 Analisis Efisiensi Sistem <i>Chiller</i>	70
4.2.2 Analisis Efisiensi <i>Cooling Tower</i>	73
4.2.3 Analisis Efisiensi <i>Fan Coil Unit</i> (FCU).....	76
4.2.4 Analisis Efisiensi <i>Chiller Plant</i>	78
4.2.5 Analisis Potensi Peningkatan Efisiensi Sistem HVAC.....	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN.....	95



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 Kinerja Peralatan Tata Udara yang Dioperasikan Menggunakan Listrik	33
Tabel 3.1 Spesifikasi Chiller Unit 2 pada Gedung X	44
Tabel 3.2 Spesifikasi Cooling Tower	44
Tabel 3.3 Spesifikasi Pompa	45
Tabel 3.4 Spesifikasi Fan Coil Unit	46
Tabel 3.5 Sumber Data Penelitian	49
Tabel 4.1 Ringkasan parameter temperatur Chiller Unit 2	53
Tabel 4.2 Ringkasan parameter laju aliran	54
Tabel 4.3 Ringkasan konsumsi listrik Chiller Unit 2	56
Tabel 4.4 Ringkasan parameter temperatur air Cooling Tower	59
Tabel 4.5 Ringkasan parameter kondisi udara lingkungan	60
Tabel 4.6 Data pengukuran FCU	64
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan laju aliran massa udara dan perbedaan entalpi udara	65
Tabel 4.8 Ringkasan konsumsi daya sistem pompa pada Chiller Plant	66
Tabel 4.9 Perbandingan kinerja chiller aktual dengan standar SNI 6390:2020	71
Tabel 4.10 Perbandingan kinerja cooling tower aktual dengan standar SNI 6390:2020	73
Tabel 4.11 Perbandingan kinerja FCU aktual dengan desain	77
Tabel 4.12 Rekapitulasi potensi peningkatan efisiensi sistem HVAC	86
Tabel 4.13 Perbandingan potensi penghematan energi dan biaya energi tahunan Gedung X	87



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 Siklus Pengkondisian Udara Sentral	23
Gambar 2.2 Skema Sistem Water Chiller.....	24
Gambar 2.3 Siklus Chiller.....	25
Gambar 2.4 Cooling Tower.....	26
Gambar 2.5 Fan Coil Unit.....	26
Gambar 2.6 Chiller Plant Efficiency Benchmarking	34
Gambar 2.7 Diagram alir proses penelitian.....	40
Gambar 3.1 Gedung X sebagai objek penelitian.....	42
Gambar 3.2 Skematik Chiller Plant di Gedung X.....	43
Gambar 4.1 Dokumentasi lapangan pada Chiller	68
Gambar 4.2 Dokumentasi lapangan pada Cooling Tower.....	69
Gambar 4.3 Dokumentasi lapangan pada FCU.....	70
Gambar 4.4 Grafik performa Chiller Unit 2.....	72
Gambar 4.5 Grafik Performa Cooling Tower.....	74
Gambar 4.6 Klasifikasi Efisiensi Chiller Plant Gedung X Berdasarkan Benchmark ASHRAE Journal	78



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 LAMPIRAN

Lampiran 1: Denah Chiller Plant Gedung X.....	95
Lampiran 2: Golongan Tarif Listrik	96
Lampiran 3: Data hasil pengukuran auditor pada chiller	97
Lampiran 4: Data hasil pengukuran auditor pada cooling tower	103
Lampiran 5: Neraca Konsumsi Energi (Sankey Diagram) Gedung X.....	109



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

Upaya konservasi energi merupakan bagian penting dalam menjaga keberlanjutan sumber daya energi nasional serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya pada berbagai sektor pengguna energi. Pemerintah Indonesia telah menetapkan Peraturan Pemerintah Nomor 33 Tahun 2023 tentang Konservasi Energi, yang bertujuan untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri sekaligus meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi. Peraturan tersebut menekankan penerapan manajemen energi melalui pelaksanaan audit energi guna mengendalikan konsumsi energi dan mengurangi pemborosan, khususnya pada sektor bangunan gedung [2].

Peningkatan konsumsi energi listrik pada sektor bangunan gedung merupakan konsekuensi dari meningkatnya aktivitas operasional dan tuntutan kenyamanan penghuni. Salah satu sistem yang berkontribusi signifikan terhadap konsumsi energi listrik gedung adalah sistem tata udara. Dalam sistem tata udara pada bangunan komersial, chiller merupakan peralatan utama yang berfungsi mendinginkan air pada sisi evaporatornya [3]. Air dingin tersebut kemudian didistribusikan menuju *Fan Coil Unit* (FCU) yang tersebar di seluruh zona ruangan untuk proses pertukaran kalor secara langsung dengan udara ruang [4]. Sementara itu, panas yang diserap pada sisi kondensor dibuang melalui *Cooling Tower* yang memanfaatkan proses penguapan air untuk melepaskan beban kalor ke atmosfer. Sebagai komponen inti dalam sistem *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) chiller memiliki kontribusi yang signifikan terhadap konsumsi energi listrik gedung, yang pada beberapa bangunan dapat mencapai 50% dari total kebutuhan energi listrik [5].

Gedung X merupakan bangunan perkantoran yang menerapkan sistem *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) berbasis *water cooled centrifugal chiller* dalam memenuhi kebutuhan kenyamanan termal penghuni. Gedung ini memiliki 35



© 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

lantai dan telah beroperasi sejak tahun 2008, sehingga sistem tata udara yang digunakan berpotensi mengalami penurunan kinerja akibat pengaruh usia peralatan, degradasi komponen, serta perubahan kondisi dan pola operasional gedung. Dengan bertambahnya masa operasional, sistem pendingin udara yang tidak dilakukan evaluasi kinerja secara berkala berisiko mengalami penurunan efisiensi energi, yang pada akhirnya dapat menyebabkan meningkatnya konsumsi energi listrik dan biaya operasional gedung [6].

Dalam konteks tersebut, Gedung X telah melaksanakan audit energi yang dilakukan oleh tim auditor energi profesional yang memiliki sertifikasi kompetensi. Pelaksanaan audit tersebut menghasilkan data pengukuran lapangan yang komprehensif, meliputi parameter operasional Chiller Unit 2, *Cooling Tower*, dan *Fan Coil Unit* (FCU). Data diperoleh melalui penggunaan instrumen ukur yang terstandarisasi pada kondisi operasi aktual gedung. Data hasil audit energi tersebut menjadi sumber data dalam penelitian ini, sehingga validitas dan keandalan data pengukuran telah terjamin melalui prosedur audit yang sistematis dan sesuai standar, serta pelaksanaannya oleh tenaga ahli yang kompeten di bidangnya. Pendekatan ini berbeda dari penelitian berbasis pengambilan data mandiri, namun justru memberikan keunggulan berupa data yang lebih representatif, sistematis, dan menggambarkan kondisi operasi sesungguhnya karena dikumpulkan oleh auditor yang terlatih dengan mengacu pada metodologi audit yang baku.

Meskipun data hasil audit energi telah tersedia, informasi tersebut belum dimanfaatkan untuk melakukan analisis yang mendalam terkait kinerja aktual Chiller Unit 2 berdasarkan indikator utama efisiensi, seperti kapasitas pendinginan aktual, *Coefficient of Performance* (COP), dan *Specific Energy Consumption* (kW/TR). Selain itu, belum dilakukan evaluasi yang membandingkan kinerja aktual sistem dengan standar efisiensi yang berlaku, baik standar nasional SNI 6390:2020, standar internasional ASHRAE, maupun spesifikasi desain yang ditetapkan oleh pabrikan. Akibatnya, tingkat kinerja sistem serta kesesuaiannya terhadap tolok ukur yang relevan belum dapat diidentifikasi secara objektif. Di samping itu, potensi



© 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

peningkatan efisiensi energi dan penghematan biaya operasional yang mungkin diperoleh melalui upaya optimasi sistem juga belum dihitung secara kuantitatif.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian berjudul “Analisis Efisiensi dan Potensi Penghematan Energi Sistem HVAC pada Kondisi Operasi Chiller Unit 2 di Gedung X” menjadi penting untuk dilaksanakan. Penelitian ini memanfaatkan data hasil audit energi profesional sebagai dasar analisis untuk mengevaluasi tingkat efisiensi energi sistem HVAC yang meliputi Chiller Unit 2, *Cooling Tower*, dan FCU. Hasil evaluasi kemudian dibandingkan dengan standar ASHRAE, SNI 6390:2020, serta spesifikasi desain peralatan guna mengetahui tingkat kesesuaian kinerja sistem terhadap standar yang berlaku. Selain itu, penelitian ini juga mengkuantifikasi potensi penghematan energi dan biaya operasional yang dapat dicapai melalui optimasi sistem menuju kondisi kinerja yang lebih optimal. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar penyusunan rekomendasi teknis yang terukur dan berkelanjutan dalam upaya meningkatkan efisiensi operasional sistem tata udara di Gedung X.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja efisiensi energi sistem HVAC pada kondisi operasional chiller unit 2 di Gedung X berdasarkan hasil audit energi jika dibandingkan dengan standar dan parameter kinerja yang relevan?
2. Bagaimana potensi peningkatan efisiensi sistem HVAC berdasarkan target kinerja optimal sistem terhadap penghematan energi (kWh/tahun) dan biaya operasional (Rp/tahun) yang dapat dicapai sebagai dasar penyusunan rekomendasi teknis?

1.3 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada analisis kinerja dan efisiensi energi sistem HVAC pada kondisi operasi Chiller Unit 2 di Gedung X, tidak mencakup



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

evaluasi terhadap Chiller Unit 1 dan Unit 3 yang beroperasi pada gedung yang sama.

2. Komponen sistem HVAC yang dianalisis dibatasi pada Chiller Unit 2, *Cooling Tower*, dan *Fan Coil Unit (FCU)* sebagai satu kesatuan *chiller plant*.
3. Data yang digunakan merupakan data sekunder hasil audit energi profesional yang telah dilaksanakan oleh tim auditor energi bersertifikasi selama periode 11–13 Desember 2025, dengan durasi pengukuran ± 10 jam per hari (07.00–17.00 WIB) dan interval pencatatan setiap 10 menit.
4. Evaluasi kinerja *Fan Coil Unit (FCU)* hanya dilakukan terhadap 18 unit FCU yang dipilih sebagai sampel representatif dari lantai bawah (*low floor*), lantai menengah (*medium floor*), dan lantai atas (*high floor*), sehingga tidak mencerminkan kondisi seluruh unit FCU yang terpasang di Gedung X.
5. Analisis kinerja FCU dilakukan berdasarkan pendekatan sisi udara (*air side*) saja, mengingat data sisi air (*water side*) tidak tersedia secara lengkap dalam dokumen hasil audit.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja efisiensi energi sistem HVAC pada kondisi operasi *Chiller Unit 2* di Gedung X berdasarkan data hasil audit energi dengan mengacu pada standar dan nilai desain peralatan dari pabrikan.
2. Menganalisis potensi peningkatan efisiensi pada sistem HVAC berdasarkan target kinerja optimal sistem, serta mengkuantifikasi besaran penghematan energi (kWh/tahun) dan penghematan biaya operasional (Rp/tahun) yang dapat dicapai.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penulisan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran kuantitatif yang akurat mengenai posisi kinerja aktual *Chiller Unit 2*, FCU, dan *Cooling Tower* terhadap standar efisiensi yang berlaku dan nilai desain peralatan, sehingga pengelola gedung



© 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

memiliki *baseline* kinerja yang terukur sebagai acuan pengelolaan energi yang lebih terarah.

2. Menyediakan informasi besaran potensi penghematan energi (kWh/tahun) dan penghematan biaya operasional (Rp/tahun) yang dapat dicapai, sebagai landasan teknis dan ekonomis dalam pengambilan keputusan investasi efisiensi energi sistem HVAC secara prioritas dan terukur.
3. Menjadi bahan referensi akademis terkait audit energi Sistem HVAC.
4. Bagi Auditor Energi dan Konsultan Energi, penelitian ini dapat menjadi referensi praktis dalam penyusunan metodologi analisis dan pelaporan audit energi sistem HVAC, khususnya dalam hal kuantifikasi potensi penghematan energi dan biaya operasional berdasarkan target kinerja optimal sistem.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi yaitu sebagai berikut:

- a. BAB I Pendahuluan
Memberikan penjelasan mengenai alasan pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah serta manfaat yang diharapkan dari penelitian ini.
- b. BAB II Tinjauan Pustaka
Evaluasi literatur menguraikan teori yang mendukung penyusunan skripsi atau penelitian, termasuk diskusi sebelumnya tentang topik yang akan dibahas lebih lanjut dalam skripsi.
- c. BAB III Metode Penelitian
Menguraikan metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dan melakukan penelitian, berupa diagram alur penelitian, membuat jadwal kegiatan (observasi langsung, memilih komponen, dan energi yang di dapat).
- d. BAB IV Hasil & Pembahasan
Bab pembahasan disusun ke dalam beberapa sub bab, mengulas secara sistematis pencapaian tujuan penelitian. Dengan demikian, struktur sub bab



© 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

pada bab pembahasan selaras dengan tujuan penelitian yang telah dirumuskan pada BAB I.

e. BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab kesimpulan dan saran menyajikan ringkasan hasil penelitian yang diperoleh dari pembahasan pada bab sebelumnya, kesimpulan disusun untuk menjawab tujuan penelitian, sementara saran diberikan sebagai rekomendasi teknis maupun pengembangan penelitian selanjutnya.





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

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil audit energi dan analisis kinerja sistem HVAC pada Chiller Unit 2 Gedung X, diketahui bahwa Sistem HVAC Gedung X secara keseluruhan berada dalam kondisi tidak efisien. Kondisi ini ditunjukkan oleh nilai efisiensi *chiller plant* sebesar 1,34 kW/TR yang termasuk dalam kategori *Needs Improvement* (perlu perbaikan) berdasarkan *benchmark* ASHRAE. Rendahnya efisiensi tersebut merupakan hasil akumulasi dari kinerja Chiller Unit 2 yang belum memenuhi standar SNI 6390:2020 dengan nilai COP 5,56 dan kW/TR 0,63, efektivitas *Cooling Tower* yang hanya mencapai 47% dengan nilai *approach* 2,94°C, serta penurunan performa FCU yang ditandai oleh kapasitas pendinginan dan aliran udara aktual yang masing-masing memiliki rata-rata hanya mencapai 58% dan 65% dari nilai desain. Kondisi ini dipengaruhi oleh berbagai permasalahan operasional dan fisik sistem, seperti degradasi komponen, *fouling*, kerusakan insulasi, serta pemeliharaan yang belum optimal, sehingga berdampak pada menurunnya kinerja sistem HVAC secara keseluruhan.
2. Berdasarkan analisis target kinerja optimal mengacu pada standar SNI 6390:2020, ASHRAE, dan literatur teknis, sistem HVAC Gedung X memiliki potensi peningkatan efisiensi yang cukup signifikan melalui berbagai rekomendasi teknis, meliputi optimasi COP chiller, perbaikan insulasi dan korosi pipa, pembersihan mikroorganisme, penggantian fill pack, perbaikan kipas *cooling tower*, serta perbaikan insulasi dan pembersihan coil/fins FCU. Secara kumulatif, seluruh tindakan tersebut menghasilkan potensi penghematan energi sebesar 255.803,68 kWh/tahun atau 4,79% terhadap konsumsi energi HVAC, dengan potensi penghematan biaya energi sebesar Rp 264.956.304,54/tahun atau 2,56% dari total biaya energi gedung, sehingga menunjukkan bahwa implementasi rekomendasi tersebut sangat efektif dalam meningkatkan efisiensi energi dan menurunkan biaya operasional gedung secara keseluruhan.



© 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

5.2 Saran

1. Prioritas Jangka Pendek (0-1 Tahun): Melakukan perbaikan insulasi pipa *chilled water* serta rehabilitasi *cooling tower* untuk meningkatkan efisiensi sistem dan mengurangi konsumsi energi.
2. Strategi Jangka Menengah–Panjang (1-5 Tahun): Menerapkan VSD dan optimasi operasi HVAC melalui BMS, serta merencanakan penggantian Chiller Unit 2 yang telah berusia lebih dari 16 tahun dengan teknologi yang lebih efisien.





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 PUSTAKA

- [1] IREEM and HAKE, “Bimbingan Teknis Penerapan Manajemen Energi Bangunan Gedung Pemerintah. Program MENTARI, Kementerian ESDM RI,” Dec. 2023.
- [2] R. Muharni, A. Afrianda, W. Martiana, and D. Septi Kesuma, “Analisis Performa Sistem Pendingin Mesin Mini Water Chiller,” *JURNAL Teknik Mesin*, vol. 16, no. 1, pp. 30–36, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jtm>
- [3] D. S. Anakottapary, I. N. Sutarna, W. Sunu, and M. Rasta, “Peningkatan Perpindahan Panas pada Fan Coil Unit (FCU) dengan Nanopartikel Al_2O_3 ,” 2019.
- [4] Y. Andini, A. Suryatman Margana, and A. Badarudin, “Analisis Audit Energi Sistem Tata Udara Pada Chiller, Cooling Tower, dan Air Handling Unit di Gedung Transmart Buah Batu,” 2021.
- [5] J. H. Lee, D. G. Kim, S. K. Jeong, and Y. H. Song, “Analysis of Heat Source System Degradation Due to Aging and Evaluation of Its Effect on Energy Consumption,” *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 23, Dec. 2022, doi: 10.3390/en15239217.
- [6] I. Parlindungan Marpaung, “Konservasi Energi pada Sistem Tata Udara dan Selubung Bangunan Gedung.”
- [7] A. Firmansyah, D. Notosudjono, and D. Suhendi, “Analisis Sistem Otomatis HVAC (Heating, Ventilating, Air Conditioning) pada Gedung Wisma BCA Pondok Indah,” 2020.
- [8] “Standar Nasional Indonesia Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung,” 2020, [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [9] I. El Methelina Manik, “Analisis Water Balancing Primary Loop Chiller System terhadap Coefficient of Performance (COP),” 2018.
- [10] A. Rindika, I. Saputra, J. Raya Al Kamal No, K. Selatan, and K. Jeruk, *Analisa Performansi Tipe Water Cooled Chiller Centrifugal Kapasitas 2000 TR Pada Gedung Central Park Mall Jakarta Barat*. 2020.
- [11] M. Nuriyadi and R. Jurnal, “Evaluasi dan Optimasi Efisiensi Energi Sistem Chiller dengan Proses Descaling,” 2019.



© 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

- [12] H. Kurniawanto *et al.*, “Analisis Efektivitas Fan Coil Unit terhadap Pendinginan Area Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang,” Jul. 2023.
- [13] M. E. Arsana, L. Putu, I. Midiani, and D. A. Darmawan, “Analisa kinerja FCU menggunakan diagram psikrometri,” *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology Journal homepage*, vol. 2, pp. 119–122, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>
- [14] N. Dwi Cahyono, T. Suheta, J. Teknik Elektro, F. Teknologi Industri, and I. Teknologi Adhi Tama, *Analisa Optimasi Manajemen Energi Listrik Chiller pada Central Air Conditioning Plan di Mall Marvell City-Surabaya*.
- [15] Muh. A. A. J, A. Asrina, A. Ardiansah, and I. Nuhardin, “Evaluasi Kinerja Cooling Tower Type Induced Draft Counter Flow Pada Sirkulasi Air Jernih Industri Baja,” *Journal of Chemical Process Engineering*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, May 2024, doi: 10.33096/jcpe.v9i1.732.
- [16] O.-J. Optimasi, S. Industri, A. Muhsin, and Z. Pratama, “Analisis Efektivitas Mesin Cooling Tower Menggunakan Range and Approach,” 2018. [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsi>
- [17] S. Saraswat, R. Verma, S. Jain, and D. Rakshit, “Energy audit based holistic evaluation of building performance: A comprehensive analysis of chiller plant room,” *Thermal Science and Engineering Progress*, vol. 66, Oct. 2025, doi: 10.1016/j.tsep.2025.104030.
- [18] “Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (I-P Edition),” 2022. [Online]. Available: www.ashrae.org/technology.
- [19] V. Faniama, H. Christian, S. Tomoyahu, J. Pradipta, I. N. Haq dan, and E. Leksono, “Audit Energi Menggunakan Intensitas Konsumsi Energi untuk Konservasi Energi di Gedung Kampus Energy Audit Based on Energy Consumption Intensity for Energy Conservation in University Buildings,” *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 16, no. 1, p. 2024, doi: 10.5614/joki.2024.16.1.6.
- [20] Letifa Shintawaty, Herman Ahmad, and Harry Gunawan, “AUDIT ENERGI LISTRIK PADA SISTEM KELISTRIKAN,” vol. 10, Jul. 2022.
- [21] J. Sistem Kelistrikan, M. Fahmi Hakim, A. Hermawan, F. Kurniawan, and K. Mahda Habsari, “Audit Energi dan Rekomendasi Penghematan Energi Listrik di Gedung Rumah Sakit,” vol. 10, Jun. 2023.



© 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

- [22] S. Goel, M. Rosenberg, and C. Eley, "ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2016 Performance Rating Method Reference Manual," 2021.
- [23] *Refrigeration COP Calculations: Master Guide to Coefficient of Performance*. 2025. Accessed: Jun. 02, 2026. [Online]. Available: <https://hvac.solver360.com/blog/refrigeration-cop-calculations-master-guide?>
- [24] "Standar Nasional Indonesia Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung," 2020, [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [25] "POIN PENTING ASHRAE FUNDAMENTALS HANDBOOK SI 2021 Chapter 1-Psychrometrics."
- [26] "ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1. Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (I-P Edition)," 2022. [Online]. Available: www.ashrae.org/technology.
- [27] R. Marbun, T. Ardiansyah, and N. Nofirman, "Performance Evaluation and Optimization of Chiller Systems: A Data-Driven Approach to Enhancing Energy Efficiency," *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 19, no. 1, pp. 11–24, Jun. 2025, doi: 10.24853/sintek.19.1.11-24.
- [28] Hasan Syahrizal and M. Syahrani Jailani, "Jenis-Jenis Penelitian Dalam Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif," May 2023.
- [29] Arif Rachman, Elisha Yochanan, Andi Ilham Samanlangi, and Hery Purnomo, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. 2024.
- [30] Prof. Dr. Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*.
- [31] D. Wirta and I. Irwanto, "Efisiensi Kinerja Mesin Chiller CUWD60B5Y pada Industri Kimia," *Teknika*, vol. 9, no. 2, pp. 195–204, Dec. 2024, doi: 10.52561/teknika.v9i2.412.
- [32] W. T. Ho and F. W. Yu, "Chiller system optimization using k nearest neighbour regression," *J. Clean. Prod.*, vol. 303, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127050.
- [33] S. K. . Wang, *Handbook of air conditioning and refrigeration*. McGraw-Hill, 2001.
- [34] D. Wang, "Heat loss along the pipeline and its control measures," *SN Appl. Sci.*, vol. 5, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.1007/s42452-022-05226-2.



© 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

- [35] M. Ghinaul Qalbi, B. Suharto, and S. Wuryanti, “Analisis Efektivitas Cooling Tower Sebelum dan Sesudah Pergantian Filler Pack,” vol. 11, no. 1, pp. 394–399, 2024.
- [36] S. Mary’, “Thermal Analysis of HVAC Duct Insulation Using Three Layer Material.”
- [37] Ucok Mulyo Sugeng and Anton Prasjojo Agung, “Analisa Potensi Penghematan Energi pada Sistem Tata Udara di Gedung Mina Bahari III Kantor Pusat Kementerian Kelautan dan Perikanan,” 2021.
- [38] E. Supriyadi, P. Oetomo, M. Jasiska, and D. Daud, “Analisis Potensi Penghematan Energi pada Sistem HVAC di Pabrik melalui Implementasi BAS,” 2025.

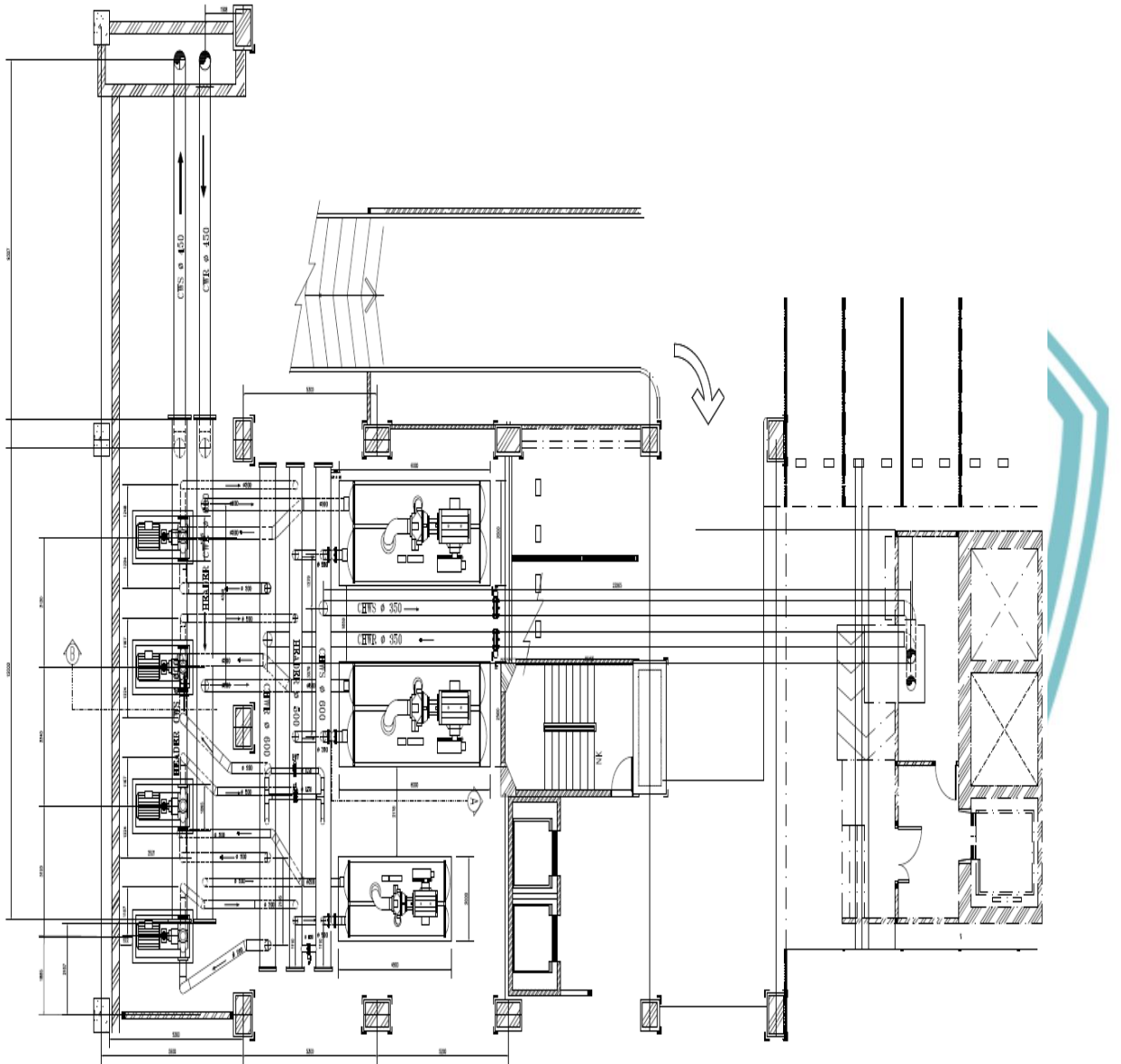


Hak Cipta :

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: Denah Chiller Plant Gedung X





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2: Golongan Tarif Listrik

Penyedia Layanan Listrik	PT. PLN (Persero)
Golongan Tarif	B3 / 4.670.000 VA
Biaya Energi Rp / Bulan	Rp862.838.812
Biaya Energi Rp / Year	Rp10.354.065.742
Penggunaan Energi kWh / Bulan	769.656
Penggunaan Energi kWh / Tahun	9.235.877
Faktor Kali Meter	6.000



PENETAPAN PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)

BULAN JANUARI - MARET 2026

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.200 VA	*	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*	1.699,53	1.699,53
5.	R-3/TR, TM	6.600 VA ke atas	*	1.699,53	1.699,53
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*	1.444,70	1.444,70
7.	B-3/TM, TT	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*	1.699,53	1.699,53
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = K x 1.415,01 Blok LWBP = 1.415,01 kVArh = 1.522,88 ****)	-
12.	P-3/TR		*	1.699,53	1.699,53

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



© 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

Lampiran 3: Data hasil pengukuran auditor pada chiller

Date	Time	Temperature			Water Flowrate	Power Consumption CH-2 [kW]
		Leaving Evap [°C]	Entering Evap [°C]	ΔT temp. Evap [°C]	Water Flowrate Evap [kg/s]	
11-Dec	7:00	6,47	8,77	2,30	201,37	374,20
11-Dec	7:10	6,39	8,72	2,33	199,81	369,00
11-Dec	7:20	6,34	8,64	2,30	201,35	358,70
11-Dec	7:30	6,34	8,62	2,28	198,59	355,00
11-Dec	7:40	6,34	8,62	2,28	200,37	351,30
11-Dec	7:50	6,34	8,67	2,33	194,58	351,90
11-Dec	8:00	6,34	8,64	2,30	192,65	349,70
11-Dec	8:10	6,32	8,69	2,38	200,70	350,60
11-Dec	8:20	6,32	8,72	2,40	199,48	353,70
11-Dec	8:30	6,32	8,69	2,38	198,89	351,20
11-Dec	8:40	6,32	8,79	2,48	197,54	361,90
11-Dec	8:50	6,32	8,82	2,50	197,21	366,30
11-Dec	9:00	6,32	8,82	2,50	195,73	366,40
11-Dec	9:10	6,29	8,79	2,50	197,64	368,00
11-Dec	9:20	6,29	8,82	2,53	200,22	372,40
11-Dec	9:30	6,29	8,77	2,48	199,33	367,80
11-Dec	9:40	6,32	8,82	2,50	204,99	371,30
11-Dec	9:50	6,29	8,79	2,50	201,97	372,90
11-Dec	10:00	6,26	8,79	2,53	198,67	372,60
11-Dec	10:10	6,26	8,77	2,50	199,18	365,10
11-Dec	10:20	6,29	8,77	2,48	199,10	367,30
11-Dec	10:30	6,26	8,77	2,50	193,51	370,70
11-Dec	10:40	6,06	8,44	2,38	198,68	368,40
11-Dec	10:50	6,26	8,69	2,43	191,48	369,40
11-Dec	11:00	6,42	8,89	2,48	203,18	366,90
11-Dec	11:10	6,32	8,72	2,40	198,75	362,10



© 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

11-Dec	11:20	6,34	8,77	2,43	197,59	362,90
11-Dec	11:30	6,39	8,89	2,50	193,11	365,10
11-Dec	11:40	6,24	8,67	2,43	200,31	364,20
11-Dec	11:50	6,26	8,67	2,40	196,61	365,10
11-Dec	12:00	6,26	8,69	2,43	198,73	363,10
11-Dec	12:10	6,29	8,74	2,45	198,63	363,90
11-Dec	12:20	6,59	9,14	2,55	188,65	366,00
11-Dec	12:30	6,29	8,72	2,43	196,26	367,00
11-Dec	12:40	6,29	8,72	2,43	191,83	367,90
11-Dec	12:50	6,37	8,87	2,50	195,66	364,60
11-Dec	13:00	6,37	8,84	2,48	180,43	366,00
11-Dec	13:10	6,32	8,74	2,43	197,16	367,50
11-Dec	13:20	6,29	8,74	2,45	180,31	364,20
11-Dec	13:30	6,39	8,87	2,48	188,56	365,50
11-Dec	13:40	6,34	8,82	2,48	180,26	364,70
11-Dec	13:50	6,26	8,72	2,45	199,77	366,10
11-Dec	14:00	6,26	8,69	2,43	185,57	367,30
11-Dec	14:10	6,37	8,87	2,50	199,43	368,30
11-Dec	14:20	6,37	8,92	2,55	197,50	373,50
11-Dec	14:30	6,06	8,49	2,43	198,73	378,00
11-Dec	14:40	6,24	8,77	2,53	182,39	378,50
11-Dec	14:50	6,26	8,77	2,50	202,20	381,00
11-Dec	15:00	6,39	8,94	2,55	193,43	379,90
11-Dec	15:10	6,26	8,74	2,48	199,85	377,30
11-Dec	15:20	6,37	8,89	2,53	194,48	378,40
11-Dec	15:30	6,14	8,59	2,46	188,03	374,80
11-Dec	15:40	6,29	8,77	2,48	179,22	372,10
11-Dec	15:50	6,42	8,89	2,48	195,14	367,50
11-Dec	16:00	6,16	8,57	2,41	188,15	368,40
11-Dec	16:10	6,42	8,84	2,43	191,27	365,30
11-Dec	16:20	6,29	8,69	2,40	195,43	363,60
11-Dec	16:30	6,29	8,72	2,43	199,30	365,70
11-Dec	16:40	6,29	8,67	2,38	179,90	366,40
11-Dec	16:50	6,29	8,69	2,40	187,88	367,80



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

11-Dec	17:00	6,29	8,69	2,40	196,90	369,20
11-Dec	7:00	6,29	8,64	2,35	198,90	367,70
11-Dec	7:10	6,29	8,62	2,33	196,99	360,70
11-Dec	7:20	6,29	8,62	2,33	198,78	361,70
11-Dec	7:30	6,29	8,59	2,30	195,14	358,10
12-Dec	7:40	6,34	8,54	2,20	203,66	324,30
12-Dec	7:50	6,32	8,54	2,23	198,71	323,80
12-Dec	8:00	6,29	8,52	2,23	200,34	323,40
12-Dec	8:10	6,32	8,52	2,20	199,66	319,30
12-Dec	8:20	6,32	8,57	2,25	206,41	324,70
12-Dec	8:30	6,29	8,62	2,33	199,63	332,70
12-Dec	8:40	6,26	8,57	2,30	195,15	331,30
12-Dec	8:50	6,26	8,62	2,35	200,33	334,10
12-Dec	9:00	6,26	8,67	2,40	198,09	340,80
12-Dec	9:10	6,26	8,67	2,40	203,31	343,00
12-Dec	9:20	6,26	8,67	2,40	199,29	342,80
12-Dec	9:30	6,26	8,67	2,40	206,57	345,60
12-Dec	9:40	6,24	8,69	2,45	197,34	346,90
12-Dec	9:50	6,24	8,72	2,48	200,10	349,50
12-Dec	10:00	6,26	8,72	2,45	201,99	350,70
12-Dec	10:10	6,26	8,77	2,50	199,41	356,90
12-Dec	10:20	6,24	8,74	2,50	199,11	357,80
12-Dec	10:30	6,26	8,77	2,50	200,25	357,60
12-Dec	10:40	6,29	8,79	2,50	198,17	361,20
12-Dec	10:50	6,29	8,77	2,48	198,17	361,70
12-Dec	11:00	6,26	8,77	2,50	205,02	357,50
12-Dec	11:10	6,29	8,77	2,48	196,76	355,00
12-Dec	11:20	6,26	8,74	2,48	196,53	353,20
12-Dec	11:30	6,29	8,74	2,45	179,64	353,30
12-Dec	11:40	6,14	8,54	2,41	199,05	350,10
12-Dec	11:50	6,04	8,39	2,36	200,87	349,70
12-Dec	12:00	6,16	8,62	2,46	201,77	359,70
12-Dec	12:10	6,26	8,74	2,48	200,13	361,90
12-Dec	12:20	6,37	8,92	2,55	196,52	363,60



© 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

12-Dec	12:30	6,21	8,72	2,50	199,16	363,20
12-Dec	12:40	6,24	8,74	2,50	203,32	364,20
12-Dec	12:50	6,29	8,79	2,50	201,68	365,10
12-Dec	13:00	6,29	8,82	2,53	202,47	365,80
12-Dec	13:10	6,11	8,57	2,46	201,05	365,20
12-Dec	13:20	6,29	8,79	2,50	200,02	364,80
12-Dec	13:30	6,29	8,74	2,45	201,70	364,80
12-Dec	13:40	6,19	8,67	2,48	197,67	364,90
12-Dec	13:50	6,19	8,64	2,45	201,20	364,10
12-Dec	14:00	6,32	8,79	2,48	202,10	364,00
12-Dec	14:10	6,26	8,72	2,45	199,69	365,40
12-Dec	14:20	6,26	8,77	2,50	200,01	368,20
12-Dec	14:30	6,26	8,79	2,53	197,74	375,00
12-Dec	14:40	6,26	8,77	2,50	199,63	372,30
12-Dec	14:50	6,26	8,79	2,53	199,59	376,20
12-Dec	15:00	6,26	8,82	2,55	201,46	379,60
12-Dec	15:10	6,26	8,82	2,55	202,27	378,30
12-Dec	15:20	6,29	8,82	2,53	201,46	379,80
12-Dec	15:30	6,29	8,84	2,55	203,53	382,90
12-Dec	15:40	6,29	8,87	2,58	204,53	387,10
12-Dec	15:50	6,26	8,87	2,60	199,52	386,20
12-Dec	16:00	6,26	8,87	2,60	205,26	383,20
12-Dec	16:10	6,26	8,87	2,60	200,94	380,30
12-Dec	16:20	6,26	8,87	2,60	201,38	383,90
12-Dec	16:30	6,29	8,84	2,55	203,40	380,00
12-Dec	16:40	6,26	8,87	2,60	201,41	380,20
12-Dec	16:50	6,24	8,82	2,58	200,18	378,90
12-Dec	17:00	6,24	8,79	2,55	203,09	374,00
13-Dec	7:00	6,26	8,84	2,58	195,61	377,00
13-Dec	7:10	6,24	8,82	2,58	199,51	378,70
13-Dec	7:20	6,26	8,79	2,53	201,60	373,30
13-Dec	7:30	6,29	8,79	2,50	203,43	370,90
13-Dec	7:40	6,29	8,77	2,48	201,51	369,20
13-Dec	7:50	6,39	8,64	2,25	191,98	334,30



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

13-Dec	8:00	6,39	8,64	2,25	189,99	333,00
13-Dec	8:10	6,37	8,64	2,28	194,66	332,00
13-Dec	8:20	6,37	8,62	2,25	191,53	332,00
13-Dec	8:30	6,37	8,64	2,28	190,00	332,50
13-Dec	8:40	6,37	8,62	2,25	192,33	330,80
13-Dec	8:50	6,37	8,62	2,25	191,78	330,50
13-Dec	9:00	6,37	8,62	2,25	190,81	330,30
13-Dec	9:10	6,37	8,62	2,25	194,27	330,10
13-Dec	9:20	6,37	8,62	2,25	192,59	330,20
13-Dec	9:30	6,34	8,62	2,28	191,97	329,90
13-Dec	9:40	6,34	8,62	2,28	191,48	328,30
13-Dec	9:50	6,34	8,62	2,28	192,85	328,00
13-Dec	10:00	6,34	8,62	2,28	189,38	327,40
13-Dec	10:10	6,34	8,62	2,28	190,98	327,10
13-Dec	10:20	6,34	8,62	2,28	192,17	327,40
13-Dec	10:30	6,34	8,62	2,28	190,76	327,10
13-Dec	10:40	6,32	8,62	2,30	193,16	325,10
13-Dec	10:50	6,32	8,62	2,30	194,94	325,70
13-Dec	11:00	6,34	8,62	2,28	190,39	327,00
13-Dec	11:10	6,34	8,62	2,28	177,52	326,90
13-Dec	11:20	6,32	8,62	2,30	186,28	326,90
13-Dec	11:30	6,32	8,59	2,28	184,84	326,90
13-Dec	11:40	6,32	8,59	2,28	192,76	326,40
13-Dec	11:50	6,32	8,59	2,28	190,54	326,40
13-Dec	12:00	6,32	8,59	2,28	191,16	326,20
13-Dec	12:10	6,29	8,59	2,30	189,91	326,00
13-Dec	12:20	6,29	8,57	2,28	192,17	325,90
13-Dec	12:30	6,32	8,57	2,25	196,94	325,70
13-Dec	12:40	6,29	8,57	2,28	190,22	324,80
13-Dec	12:50	6,29	8,57	2,28	194,21	323,90
13-Dec	13:00	6,29	8,57	2,28	188,37	323,50
13-Dec	13:10	6,32	8,57	2,25	188,33	322,30
13-Dec	13:20	6,32	8,57	2,25	193,65	322,30
13-Dec	13:30	6,32	8,57	2,25	190,07	322,50



© 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

13-Dec	13:40	6,32	8,57	2,25	189,53	323,00
13-Dec	13:50	6,29	8,57	2,28	192,26	323,10
13-Dec	14:00	6,32	8,57	2,25	188,72	323,30
13-Dec	14:10	6,32	8,59	2,28	190,42	323,40
13-Dec	14:20	6,29	8,59	2,30	192,73	323,20
13-Dec	14:30	6,32	8,59	2,28	192,96	321,90
13-Dec	14:40	6,32	8,57	2,25	191,72	323,00
13-Dec	14:50	6,29	8,57	2,28	188,36	322,90
13-Dec	15:00	6,29	8,57	2,28	193,74	322,60
13-Dec	15:10	6,29	8,57	2,28	190,93	323,00
13-Dec	15:20	6,29	8,57	2,28	189,43	322,70
13-Dec	15:30	6,29	8,57	2,28	192,87	322,70
13-Dec	15:40	6,29	8,57	2,28	191,20	322,70
13-Dec	15:50	6,29	8,57	2,28	189,96	322,50
13-Dec	16:00	6,29	8,57	2,28	192,52	322,50
13-Dec	16:10	6,29	8,57	2,28	191,35	323,20
13-Dec	16:20	6,29	8,57	2,28	192,64	322,80
13-Dec	16:30	6,29	8,57	2,28	188,75	322,30
13-Dec	16:40	6,32	8,57	2,25	191,32	322,20
13-Dec	16:50	6,32	8,57	2,25	190,05	322,00
13-Dec	17:00	6,32	8,57	2,25	190,96	322,80



© 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

Lampiran 4: Data hasil pengukuran auditor pada cooling tower

Date	Time	Water			Ambient			
		In [°C]	Out [°C]	ΔT temp [°C]	Dry bulb temp [°C]	Relative Humidity [RH]	Dewpoint temp [°C]	Wet bulb temp [°C]
11-Dec	7:00	30,42	27,36	3,06	26,18	82,20	22,93	23,77
11-Dec	7:10	30,32	27,28	3,03	26,21	81,80	22,88	23,74
11-Dec	7:20	29,99	26,97	3,03	26,84	82,40	23,62	24,44
11-Dec	7:30	29,72	26,72	3,00	26,45	82,40	23,24	24,06
11-Dec	7:40	29,49	26,60	2,89	26,45	77,10	22,14	23,31
11-Dec	7:50	29,44	26,52	2,92	26,33	76,40	21,87	23,10
11-Dec	8:00	29,22	26,30	2,91	26,33	75,10	21,59	22,91
11-Dec	8:10	29,07	26,11	2,96	26,33	74,40	21,44	22,81
11-Dec	8:20	29,02	26,13	2,88	26,43	79,00	22,52	23,56
11-Dec	8:30	29,09	26,23	2,86	26,62	73,20	21,45	22,91
11-Dec	8:40	29,09	26,21	2,88	26,52	72,90	21,29	22,78
11-Dec	8:50	29,19	26,28	2,91	26,79	72,90	21,55	23,03
11-Dec	9:00	29,37	27,43	1,93	26,87	72,50	21,53	23,04
11-Dec	9:10	29,49	27,36	2,13	26,94	72,30	21,56	23,08
11-Dec	9:20	29,62	27,60	2,01	27,14	72,10	21,70	23,24
11-Dec	9:30	29,64	27,75	1,89	27,53	71,60	21,96	23,53
11-Dec	9:40	29,74	27,38	2,36	27,97	70,80	22,21	23,83
11-Dec	9:50	29,87	27,65	2,21	28,25	69,70	22,21	23,92
11-Dec	10:00	29,84	27,75	2,09	28,72	66,10	21,79	23,80
11-Dec	10:10	29,62	27,55	2,06	28,59	64,90	21,37	23,50
11-Dec	10:20	29,62	27,09	2,53	29,14	65,10	21,94	24,03
11-Dec	10:30	29,84	27,73	2,11	29,37	67,30	22,70	24,59
11-Dec	10:40	29,99	27,92	2,07	29,37	67,10	22,65	24,55
11-Dec	10:50	30,19	27,19	3,01	29,22	68,60	22,87	24,65
11-Dec	11:00	28,57	26,01	2,56	30,95	50,80	19,59	23,26
11-Dec	11:10	30,07	28,05	2,02	29,22	66,70	22,41	24,35
11-Dec	11:20	29,84	27,04	2,80	28,74	65,90	21,76	23,79
11-Dec	11:30	29,77	27,36	2,41	29,37	64,70	22,05	24,18
11-Dec	11:40	29,77	27,51	2,26	29,34	64,50	21,97	24,12



© 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

11-Dec	11:50	29,77	27,43	2,33	29,54	64,60	22,19	24,32
11-Dec	12:00	29,82	26,92	2,90	29,57	63,80	22,01	24,22
11-Dec	12:10	29,82	27,58	2,24	29,79	63,00	22,01	24,29
11-Dec	12:20	29,82	27,60	2,21	29,94	65,00	22,67	24,75
11-Dec	12:30	29,97	27,09	2,88	30,24	62,50	22,31	24,62
11-Dec	12:40	29,97	27,04	2,93	30,37	62,40	22,40	24,72
11-Dec	12:50	29,84	26,92	2,92	31,20	57,10	21,73	24,58
11-Dec	13:00	29,82	27,83	1,99	31,33	57,20	21,87	24,71
11-Dec	13:10	29,94	27,43	2,51	31,54	56,60	21,89	24,79
11-Dec	13:20	29,92	27,16	2,76	31,03	56,70	21,44	24,36
11-Dec	13:30	30,04	27,38	2,66	31,43	57,40	22,02	24,84
11-Dec	13:40	30,14	27,16	2,98	31,23	58,00	22,01	24,76
11-Dec	13:50	30,24	27,33	2,91	31,43	57,00	21,91	24,77
11-Dec	14:00	30,37	27,88	2,49	31,56	58,50	22,46	25,14
11-Dec	14:10	30,44	27,41	3,04	31,69	57,50	22,29	25,08
11-Dec	14:20	30,52	28,02	2,50	31,48	57,50	22,10	24,90
11-Dec	14:30	30,50	27,46	3,04	31,56	57,80	22,26	25,02
11-Dec	14:40	30,44	27,43	3,01	31,46	57,60	22,11	24,90
11-Dec	14:50	30,42	28,15	2,27	31,23	56,80	21,66	24,56
11-Dec	15:00	30,29	27,83	2,47	31,05	58,40	21,95	24,67
11-Dec	15:10	30,27	27,36	2,91	30,75	60,90	22,36	24,82
11-Dec	15:20	30,32	28,05	2,27	30,87	61,00	22,50	24,95
11-Dec	15:30	30,32	27,88	2,44	30,82	60,40	22,29	24,80
11-Dec	15:40	30,19	27,33	2,86	30,80	60,20	22,21	24,75
11-Dec	15:50	30,22	28,20	2,02	30,62	61,00	22,26	24,72
11-Dec	16:00	30,34	27,60	2,74	30,47	62,60	22,55	24,85
11-Dec	16:10	30,42	27,58	2,84	30,87	63,00	23,04	25,28
11-Dec	16:20	30,62	27,85	2,77	30,52	64,60	23,12	25,22
11-Dec	16:30	30,67	27,75	2,92	28,72	67,30	22,08	23,99
11-Dec	16:40	30,34	27,85	2,49	27,65	72,20	22,22	23,74
11-Dec	16:50	30,32	27,65	2,67	26,48	79,60	22,69	23,69
11-Dec	17:00	30,24	28,00	2,25	26,33	79,80	22,59	23,58
12-Dec	7:00	27,83	25,40	2,42	25,23	72,20	19,89	21,47
12-Dec	7:10	27,65	25,19	2,47	25,14	71,10	19,55	21,22



© 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

12-Dec	7:20	27,60	25,23	2,37	25,21	71,80	19,78	21,39
12-Dec	7:30	27,63	25,36	2,27	25,16	72,10	19,80	21,39
12-Dec	7:40	27,73	25,38	2,35	25,26	71,70	19,81	21,42
12-Dec	7:50	27,90	25,43	2,47	25,48	71,20	19,90	21,55
12-Dec	8:00	28,02	25,50	2,52	25,96	70,10	20,12	21,85
12-Dec	8:10	28,10	25,67	2,43	26,21	69,40	20,19	21,98
12-Dec	8:20	28,20	25,72	2,48	26,52	70,90	20,84	22,49
12-Dec	8:30	28,32	25,62	2,70	26,94	66,70	20,24	22,26
12-Dec	8:40	28,39	25,79	2,60	27,70	65,70	20,72	22,81
12-Dec	8:50	28,52	25,87	2,65	27,65	63,90	20,22	22,49
12-Dec	9:00	28,59	25,96	2,63	27,95	63,00	20,27	22,62
12-Dec	9:10	28,54	25,89	2,65	28,05	62,50	20,24	22,63
12-Dec	9:20	28,69	26,04	2,66	28,49	61,00	20,26	22,80
12-Dec	9:30	28,82	26,18	2,63	28,97	60,10	20,47	23,08
12-Dec	9:40	28,84	26,18	2,66	29,14	59,40	20,44	23,13
12-Dec	9:50	28,94	26,23	2,71	29,14	57,80	20,00	22,87
12-Dec	10:00	28,92	26,13	2,78	29,52	56,20	19,89	22,93
12-Dec	10:10	28,77	25,99	2,78	29,74	53,90	19,43	22,75
12-Dec	10:20	28,54	25,65	2,90	30,09	53,00	19,48	22,90
12-Dec	10:30	28,57	25,87	2,70	30,24	52,60	19,50	22,96
12-Dec	10:40	28,57	25,79	2,78	30,02	53,10	19,44	22,85
12-Dec	10:50	28,57	25,96	2,61	30,93	51,80	19,88	23,41
12-Dec	11:00	28,64	26,06	2,58	31,48	49,60	19,69	23,50
12-Dec	11:10	28,84	26,16	2,68	31,77	49,00	19,75	23,63
12-Dec	11:20	28,89	26,16	2,73	31,61	49,50	19,78	23,59
12-Dec	11:30	29,07	26,30	2,76	32,10	49,30	20,16	23,97
12-Dec	11:40	29,22	26,55	2,67	32,00	48,90	19,93	23,81
12-Dec	11:50	29,34	26,55	2,79	32,12	48,90	20,05	23,92
12-Dec	12:00	29,39	26,50	2,89	32,10	49,20	20,12	23,95
12-Dec	12:10	29,44	26,70	2,74	31,84	49,90	20,12	23,86
12-Dec	12:20	29,46	26,72	2,74	32,18	50,70	20,68	24,30
12-Dec	12:30	29,59	26,77	2,82	31,51	51,10	20,20	23,80
12-Dec	12:40	29,59	26,79	2,80	32,15	50,20	20,50	24,18
12-Dec	12:50	29,69	26,92	2,77	32,74	50,60	21,17	24,77



© 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

12-Dec	13:00	29,74	26,99	2,75	32,82	50,80	21,31	24,87
12-Dec	13:10	29,77	26,99	2,78	32,43	50,00	20,69	24,39
12-Dec	13:20	29,74	26,99	2,75	32,90	50,30	21,22	24,84
12-Dec	13:30	29,79	27,01	2,78	33,05	49,90	21,23	24,90
12-Dec	13:40	29,92	27,04	2,88	32,61	51,50	21,34	24,82
12-Dec	13:50	30,04	27,21	2,83	31,71	52,10	20,70	24,15
12-Dec	14:00	30,12	27,19	2,93	32,28	52,30	21,28	24,68
12-Dec	14:10	30,24	27,33	2,91	32,46	52,60	21,54	24,89
12-Dec	14:20	30,29	27,41	2,89	32,07	54,50	21,77	24,90
12-Dec	14:30	30,42	27,38	3,04	31,48	54,60	21,25	24,40
12-Dec	14:40	30,50	27,48	3,01	32,48	54,10	22,03	25,19
12-Dec	14:50	30,57	27,48	3,09	31,89	53,40	21,27	24,54
12-Dec	15:00	30,52	27,41	3,11	32,23	52,60	21,33	24,69
12-Dec	15:10	30,29	27,16	3,13	31,84	50,80	20,41	24,03
12-Dec	15:20	30,12	27,19	2,93	32,56	51,00	21,13	24,69
12-Dec	15:30	30,19	27,09	3,11	32,10	51,70	20,93	24,41
12-Dec	15:40	30,09	27,11	2,98	32,23	51,30	20,92	24,45
12-Dec	15:50	29,99	27,01	2,98	32,23	51,50	20,98	24,49
12-Dec	16:00	29,97	26,99	2,98	31,43	55,20	21,38	24,46
12-Dec	16:10	29,87	26,99	2,88	31,69	52,60	20,83	24,22
12-Dec	16:20	29,92	27,04	2,88	31,84	53,50	21,25	24,52
12-Dec	16:30	29,97	26,99	2,98	31,00	54,40	20,75	23,94
12-Dec	16:40	29,89	27,01	2,88	30,77	55,10	20,74	23,86
12-Dec	16:50	29,84	26,97	2,88	30,67	55,50	20,77	23,84
12-Dec	17:00	29,77	26,89	2,87	30,55	55,70	20,71	23,76
13-Dec	7:00	29,22	26,09	3,13	25,57	80,80	22,06	22,99
13-Dec	7:10	31,10	27,24	3,87	25,79	80,00	22,11	23,09
13-Dec	7:20	31,38	27,38	4,00	25,53	79,40	21,72	22,75
13-Dec	7:30	31,15	27,33	3,82	25,87	78,30	21,83	22,92
13-Dec	7:40	30,22	26,89	3,33	26,21	77,00	21,88	23,06
13-Dec	7:50	29,59	26,62	2,97	26,48	75,50	21,82	23,11
13-Dec	8:00	29,19	26,35	2,84	26,74	73,50	21,64	23,07
13-Dec	8:10	28,92	26,16	2,76	26,97	73,00	21,74	23,21
13-Dec	8:20	28,82	26,09	2,73	27,26	71,30	21,64	23,23



© 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

13-Dec	8:30	28,77	25,99	2,78	27,60	69,20	21,48	23,24
13-Dec	8:40	28,69	25,96	2,73	27,90	68,30	21,54	23,38
13-Dec	8:50	28,67	26,06	2,61	28,25	67,20	21,61	23,54
13-Dec	9:00	28,69	26,18	2,51	28,82	66,20	21,90	23,91
13-Dec	9:10	28,72	26,13	2,58	29,19	64,20	21,76	23,94
13-Dec	9:20	28,64	26,13	2,51	29,14	63,20	21,45	23,73
13-Dec	9:30	28,62	26,11	2,51	29,32	63,60	21,72	23,96
13-Dec	9:40	28,62	26,16	2,46	29,62	61,80	21,53	23,94
13-Dec	9:50	28,67	26,18	2,49	29,44	61,20	21,21	23,69
13-Dec	10:00	28,69	26,21	2,49	29,97	60,60	21,54	24,06
13-Dec	10:10	28,77	26,38	2,39	30,27	59,60	21,55	24,17
13-Dec	10:20	28,79	26,35	2,44	30,37	59,60	21,65	24,26
13-Dec	10:30	28,79	26,35	2,44	30,24	59,30	21,45	24,10
13-Dec	10:40	28,79	26,38	2,41	30,27	60,20	21,72	24,27
13-Dec	10:50	28,57	25,96	2,61	30,93	51,80	19,88	23,41
13-Dec	11:00	28,64	26,06	2,58	31,48	49,60	19,69	23,50
13-Dec	11:10	28,89	26,16	2,73	31,77	48,90	19,72	23,61
13-Dec	11:20	28,94	26,21	2,73	31,84	50,20	20,22	23,92
13-Dec	11:30	29,14	26,43	2,71	32,30	49,30	20,35	24,15
13-Dec	11:40	29,24	26,43	2,81	32,43	49,40	20,50	24,28
13-Dec	11:50	30,85	28,02	2,83	30,67	63,90	23,08	25,24
13-Dec	12:00	30,82	28,00	2,83	30,77	64,30	23,28	25,40
13-Dec	12:10	30,80	27,97	2,82	30,95	63,90	23,34	25,50
13-Dec	12:20	30,62	27,90	2,72	31,20	62,90	23,32	25,56
13-Dec	12:30	30,70	27,92	2,77	30,77	64,60	23,36	25,45
13-Dec	12:40	30,70	27,92	2,77	30,72	63,40	23,00	25,21
13-Dec	12:50	30,67	27,92	2,75	30,80	62,80	22,91	25,18
13-Dec	13:00	30,65	27,85	2,80	30,90	63,10	23,09	25,32
13-Dec	13:10	30,62	27,88	2,75	30,93	63,00	23,08	25,32
13-Dec	13:20	30,60	27,88	2,72	30,90	63,00	23,06	25,30
13-Dec	13:30	30,60	27,88	2,72	30,60	62,70	22,69	24,98
13-Dec	13:40	30,62	27,95	2,67	30,52	64,90	23,19	25,27
13-Dec	13:50	30,65	27,88	2,77	30,62	64,70	23,24	25,33
13-Dec	14:00	30,67	27,97	2,70	31,15	63,90	23,53	25,68



© 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

13-Dec	14:10	30,50	27,75	2,74	31,26	60,50	22,72	25,21
13-Dec	14:20	30,47	27,70	2,77	31,18	60,70	22,71	25,17
13-Dec	14:30	30,44	27,73	2,72	31,00	60,30	22,43	24,95
13-Dec	14:40	30,42	27,73	2,69	30,80	60,10	22,19	24,73
13-Dec	14:50	30,52	27,97	2,55	31,23	62,20	23,16	25,47
13-Dec	15:00	30,55	27,95	2,60	30,95	62,20	22,90	25,22
13-Dec	15:10	30,57	27,90	2,67	30,62	62,60	22,69	24,98
13-Dec	15:20	30,60	27,85	2,75	30,37	64,30	22,90	25,03
13-Dec	15:30	30,57	27,83	2,75	30,32	64,40	22,87	25,00
13-Dec	15:40	30,57	27,83	2,75	30,37	64,50	22,95	25,06
13-Dec	15:50	30,55	27,85	2,70	30,37	64,80	23,02	25,11
13-Dec	16:00	30,47	28,00	2,47	29,87	68,10	23,37	25,17
13-Dec	16:10	30,50	27,95	2,55	29,99	68,10	23,49	25,29
13-Dec	16:20	30,52	28,00	2,52	29,87	68,30	23,42	25,20
13-Dec	16:30	30,55	28,02	2,52	29,67	68,90	23,37	25,11
13-Dec	16:40	30,57	27,97	2,60	29,64	69,60	23,52	25,20
13-Dec	16:50	30,60	28,02	2,57	29,39	70,30	23,44	25,07
13-Dec	17:00	30,62	28,10	2,52	29,32	71,00	23,54	25,11

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5: Neraca Konsumsi Energi (Sankey Diagram) Gedung X



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