

BAB III

PELAKSANAAN KERJA MAGANG

3.1 Kedudukan dan Koordinasi

3.1.1 Kedudukan

Kedudukan yang diamanahkan selama proses magang adalah sebagai *junior auditor* yang berada di bawah supervisi *lead auditor*. *Lead auditor* bertugas untuk memimpin proses pelaksanaan dari audit energi secara keseluruhan. Sebagai *junior auditor*, peran yang dijalankan adalah membantu *lead auditor* untuk pengambilan data-data primer yang dibutuhkan dalam proses audit energi, mengobservasi, dan mewawancarai penghuni gedung terkait tingkat kenyamanan selama berada di dalam gedung.

3.1.2 Koordinasi

Koordinasi menjadi hal yang penting selama proses magang berlangsung. Koordinasi dilakukan dalam bentuk pertemuan, minimal 1 minggu sekali secara rutin dan diadakan baik secara dalam jaringan maupun luar jaringan. Koordinasi kerap dilakukan bersama rekan kerja *junior auditor*, *lead auditor*, dan tenaga ahli. Bahasan yang diangkat ketika pertemuan adalah rencana pengerjaan audit energi, pembagian *jobdesk* ketika pengambilan data di lapangan, dan *progress* pembuatan laporan audit energi.

3.2 Tugas dan Uraian Kerja Magang

Selama proses magang, tugas utama yang diamanahkan adalah sebagai *junior auditor* untuk menjalankan proses audit energi pada gedung-gedung pemerintahan di pulau Jawa. Tahapan proses audit energi mengacu kepada SNI ISO 50002:2014 yang mencakup kegiatan: merencanakan audit energi, melaksanakan rapat pembukaan, mengumpulkan data, merencanakan pengukuran, melaksanakan kunjungan lapangan, melakukan analisis data, membuat laporan audit energi dan melaksanakan rapat penutupan [5].

Selama proses pemagangan, tahapan yang dilakukan dalam proses audit energi berfokus pada pelaksanaan rapat pembukaan, pengumpulan data, perencanaan pengukuran, kunjungan lapangan, analisis data, dan pembuatan laporan audit energi. Berikut tugas-tugas utama yang dilaksanakan selama pemagangan berlangsung:

1. Pelaksanaan Rapat Pembuka

Rapat pembuka menjadi awal dalam berjalannya proses audit energi. Pemaparan terkait pemahaman audit energi dan batasan terkait audit energi yang dilakukan disampaikan kepada *auditee*.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data terkait informasi gedung dilakukan untuk membuat analisis mendalam terkait kinerja energi sebuah gedung. Data-data yang didapatkan dari pengelola atau pemilik gedung menjadi data sekunder dalam proses audit energi. Data sekunder diharapkan didapatkan sebelum rapat pembuka dilaksanakan.

3. Perencanaan Pengukuran

Perencanaan pengukuran dilakukan sebelum kunjungan lapangan dilaksanakan. Data sekunder yang diberikan pihak gedung menjadi basis untuk merencanakan pengukuran yang akan dilakukan. Rencana pengukuran kemudian disampaikan kepada *auditee* agar mengetahui alur pengukuran yang akan dilakukan.

4. Kunjungan Lapangan

Pengambilan data-data pengukuran, observasi, dan wawancara dengan penghuni gedung dilakukan ketika kunjungan lapangan. Tim audit energi akan didampingi oleh tim gedung yang merupakan bagian umum atau pengelola gedung tersebut.

5. Analisis Data

Data-data yang didapatkan dari pihak gedung maupun ketika kunjungan lapangan menjadi bekal untuk analisis terkait kinerja energi gedung.

6. Pembuatan Laporan Audit Energi

Proses audit energi berisi tahapan yang dilakukan sesuai dengan SNI ISO 50002:2014 dituangkan dalam laporan audit energi. Laporan audit energi akan diserahkan ke *auditee* untuk menjadi referensi perbaikan kinerja energi gedung. Uraian magang secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uraian Kerja Magang

Minggu ke-	Uraian Kerja Magang
1	<ul style="list-style-type: none"> • Pengenalan dan penyampaian informasi pemagangan • Pembentukan tim audit energi dan pengajuan proposal audit energi • Pemberian materi pembelajaran standar audit energi (SNI, ASHRAE, ISO)
2	<ul style="list-style-type: none"> • Pembelajaran standar audit energi sesuai SNI • Pembelajaran standar audit energi sesuai ASHRAE • Pembelajaran standar audit energi sesuai ISO
3	<ul style="list-style-type: none"> • Pembelajaran standar audit energi sesuai SNI • Pembelajaran standar audit energi sesuai ASHRAE • Pembelajaran standar audit energi sesuai ISO
4	<ul style="list-style-type: none"> • Pembelajaran lebih lanjut mengenai fitur perangkat lunak simulasi energi
5	<ul style="list-style-type: none"> • Pembelajaran lebih lanjut mengenai fitur perangkat lunak simulasi energi • Pembahasan terkait rincian lokasi atau objek audit energi
6	<ul style="list-style-type: none"> • Diskusi internal terkait jadwal audit energi atau <i>timeline</i> audit energi • Pembahasan jadwal dengan pengelola atau pemilik gedung yang merupakan objek audit • Pembahasan lanjutan mengenai prosedur audit bangunan
7	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan riset terkait Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia yang menjadi objek audit • Melakukan riset terkait Gedung Djuanda 1 dan Djuanda 2 Kementerian Keuangan Republik Indonesia yang menjadi objek audit • Melakukan riset terkait Gedung F Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman yang menjadi objek audit • Melakukan riset terkait Gedung Menara Wijaya Pemerintah Kabupaten Sukoharjo yang menjadi objek audit • Melakukan riset terkait kawasan bangunan Pemerintah Kabupaten Batang yang menjadi objek audit • Pertemuan daring <i>pre-audit</i> untuk persiapan audit energi Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia
8	<ul style="list-style-type: none"> • Rapat pembukaan untuk memulai kegiatan audit energi di Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia • Melakukan kunjungan lapangan ke Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia untuk pengukuran dan observasi: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tingkat pencahayaan ○ Temperatur dan kelembaban ○ Parameter perhitungan OTTV

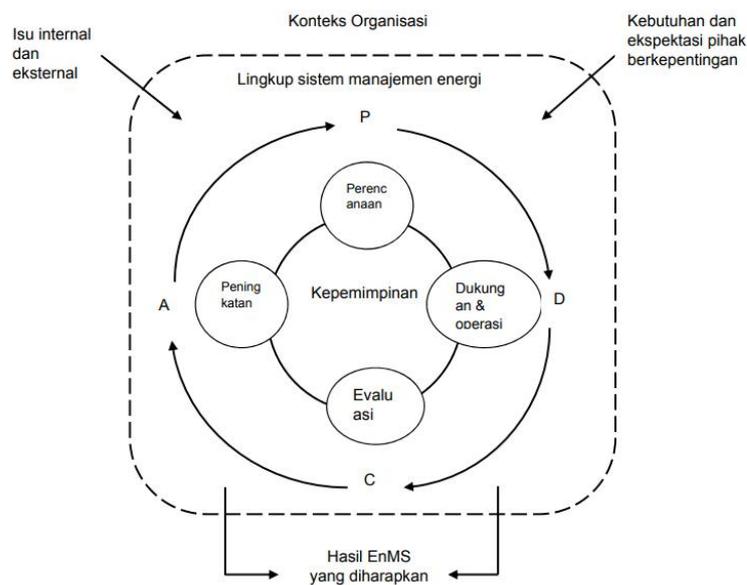
	<ul style="list-style-type: none"> • Pertemuan daring <i>pre-audit</i> untuk persiapan audit energi Gedung Djuanda 1 dan Djuanda 2 Kementerian Keuangan Republik Indonesia
9	<ul style="list-style-type: none"> • Rapat pembukaan untuk memulai kegiatan audit energi di Gedung Djuanda 1 dan Djuanda 2 Kementerian Keuangan Republik Indonesia • Melakukan kunjungan lapangan ke Gedung Djuanda 1 dan Djuanda 2 Kementerian Keuangan Republik Indonesia untuk pengukuran dan observasi: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tingkat pencahayaan ○ Temperatur dan kelembaban ○ Parameter perhitungan OTTV • Pertemuan daring <i>pre-audit</i> untuk persiapan audit energi Gedung F Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman • Pertemuan daring <i>pre-audit</i> untuk persiapan audit energi Gedung Menara Wijaya Pemerintah Kabupaten Sukoharjo
10	<ul style="list-style-type: none"> • Rapat pembukaan untuk memulai kegiatan audit energi di Gedung F Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman • Melakukan kunjungan lapangan ke Gedung F Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman untuk pengukuran dan observasi: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tingkat pencahayaan ○ Temperatur dan kelembaban ○ Parameter perhitungan OTTV • Rapat pembukaan untuk memulai kegiatan audit energi di Gedung Menara Wijaya Pemerintah Kabupaten Sukoharjo • Melakukan kunjungan lapangan ke Gedung Menara Wijaya Pemerintah Kabupaten Sukoharjo untuk pengukuran dan observasi: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tingkat pencahayaan ○ Temperatur dan kelembaban ○ Parameter perhitungan OTTV • Pertemuan daring <i>pre-audit</i> untuk persiapan audit energi kawasan bangunan Pemerintah Kabupaten Batang
11	<ul style="list-style-type: none"> • Rapat pembukaan untuk memulai kegiatan audit energi di kawasan bangunan Pemerintah Kabupaten Batang • Melakukan kunjungan lapangan ke kawasan bangunan Pemerintah Kabupaten Batang untuk pengukuran dan observasi: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tingkat pencahayaan ○ Temperatur dan kelembaban ○ Parameter perhitungan OTTV • Input dan rekapitulasi data Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia • Input dan rekapitulasi data Gedung Djuanda 1 dan Djuanda 2 Kementerian Keuangan Republik Indonesia
12	<ul style="list-style-type: none"> • Input dan rekapitulasi data Gedung F Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman • Input dan rekapitulasi data Gedung Menara Wijaya Pemerintah Kabupaten Sukoharjo • Input dan rekapitulasi data kawasan bangunan Pemerintah Kabupaten Batang • Pengolahan data Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia • Melakukan perhitungan densitas daya lampu Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia

13	<ul style="list-style-type: none"> • Perhitungan SEU, <i>baseline</i> energi, dan EnPI Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia • Melakukan perhitungan densitas daya lampu Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia • Pengolahan data Gedung Djuanda 1 dan Djuanda 2 Kementerian Keuangan Republik Indonesia • Perhitungan <i>baseline</i> energi Gedung Djuanda 1 dan Djuanda 2 Kementerian Keuangan Republik Indonesia
14	<ul style="list-style-type: none"> • Pengolahan data Gedung F Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman • Melakukan perhitungan densitas daya lampu Gedung F Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman • Melakukan perhitungan OTTV Gedung F Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman • Pengolahan data kawasan bangunan Pemerintah Kabupaten Batang

Laporan magang ini akan berfokus pada proses tinjauan energi yang dilakukan di Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

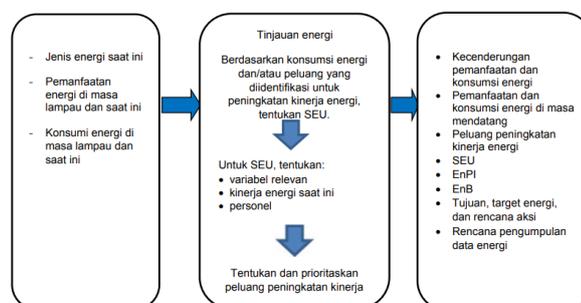
3.3 Tinjauan Energi Gedung Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 14 Tahun 2012 tentang Manajemen Energi dibuat untuk mendukung program konservasi energi, di mana Pengguna Sumber Energi dan Pengguna Energi yang menggunakan Sumber Energi dan/atau Energi lebih besar atau sama dengan 6.000 (enam ribu) setara ton minyak per tahun wajib melakukan Manajemen Energi dan Pengguna Sumber Energi dan Pengguna Energi yang menggunakan Sumber Energi dan/atau Energi kurang dari 6.000 (enam ribu) setara ton minyak per tahun agar melaksanakan Manajemen Energi dan/atau melaksanakan penghematan energi. Manajemen energi dilakukan dengan menggunakan acuan SNI ISO 50001:2018 Sistem manajemen energi – Persyaratan dengan pedoman penggunaan [6]. Sistem manajemen energi memiliki sebuah siklus yang terdiri dari 4 poin utama. Gambar 3 menampilkan siklus tersebut.



Gambar 3. Siklus Sistem Manajemen Energi SNI ISO 50001:2018

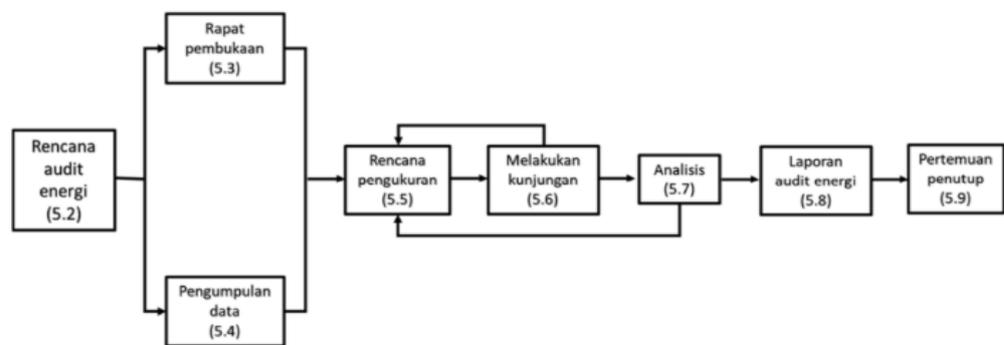
Proses manajemen energi yang dilakukan pada Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia ada pada tahap perencanaan. Pada tahap perencanaan, ada beberapa poin yang harus dilakukan, yaitu: tindakan untuk mengatasi resiko dan peluang; tujuan, target energi, dan perencanaan untuk mencapainya; **tinjauan energi**; **indikator kinerja energi (EnPI)**; **Baseline energi**; perencanaan pengumpulan data energi [6]. Pada proses kali ini, fokus utama pengerjaan berada pada tinjauan energi, menganalisis indikator kinerja energi (EnPI), dan menganalisis *baseline* energi. Salah satu kegiatan yang dilakukan untuk tinjauan energi adalah dengan melakukan audit energi, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Tinjauan Energi pada Sistem Manajemen Energi

3.3.1 Audit Energi

Proses audit energi yang ditampilkan pada Gambar 5 ditujukan untuk melihat kondisi aktual gedung dari segi penggunaan energi. Tahapan proses audit energi mengacu kepada SNI ISO 50002:2014 yang mencakup kegiatan: merencanakan audit energi, melaksanakan rapat pembukaan, mengumpulkan data, merencanakan pengukuran, melaksanakan kunjungan lapangan, melakukan analisis data, membuat laporan audit energi dan melaksanakan rapat penutupan [5].



Gambar 5. Tahapan Audit Energi SNI ISO 50002:2014

3.3.2 Significant Energy User (SEU)

SEU merupakan sistem atau peralatan yang menggunakan energi paling besar di sebuah gedung. Analisis SEU dimaksudkan untuk mengidentifikasi peralatan yang memiliki konsumsi daya dan penggunaan energi terbesar. Metode yang digunakan dalam penghitungan SEU bergantung pada ketersediaan data dan kondisi di lapangan terutama panel kelistrikan. Metode perhitungan SEU dapat dilakukan dengan cara langsung, menghitung beban-beban utama pada panel kelistrikan seperti panel chiller, panel lift, panel pompa, panel penerangan, dan panel beban utama lainnya. Kelemahan dalam penggunaan pengukuran langsung adalah penggunaan daya sesaat tidak mencerminkan konsumsi energi karena dalam pengukuran belum ada pencatatan durasi dan waktu penggunaan. Metode yang kedua adalah dengan menggunakan data beban terpasang. Metode ini

juga memiliki kelemahan di mana beban aktual yang digunakan tidak akan melebihi daya terpasang, dan penggunaan beban bervariasi dari 60%-80% beban terpasang secara ideal. Metode ini belum memperhitungkan waktu penggunaan beban. Metode ketiga adalah berdasarkan pencatatan kWh (penggunaan energi) secara rutin pada masing-masing beban. Metode ini yang paling mendekati kondisi yang sebenarnya dalam mendeskripsikan SEU. Metode yang digunakan dalam penentuan SEU pada audit ini adalah gabungan dari metode pertama dan kedua, yakni pencatatan/pengukuran beban langsung sesaat untuk *chiller* dan penggunaan kapasitas terpasang dengan menambahkan asumsi penggunaan beban dari data kapasitas terpasang peralatan.

3.3.3 *Baseline Energi*

Baseline energi adalah nilai konsumsi energi pada suatu bangunan dalam kondisi normal atau pada waktu tertentu yang di nilai layak untuk dijadikan acuan. *Baseline* energi memberikan dasar untuk menentukan target efisiensi energi dalam perencanaan dan pengelolaan energi. Perbandingan antara konsumsi energi aktual dengan *baseline* energi dapat menjadi indikator kinerja energi pada gedung. Jika terdapat penghematan, maka dapat disimpulkan bahwa kinerja energi pada gedung tersebut meningkat. Sebaliknya, jika nilai aktual lebih besar dari *baseline* energi, maka dapat disimpulkan bahwa kinerja energi pada gedung menurun.

3.3.4 *Energy Performance Indicator (EnPI)*

EnPI adalah adalah sebuah indikator yang digunakan untuk mengukur kinerja energi dalam suatu sistem atau organisasi. EnPI digunakan untuk menilai seberapa efisien energi digunakan dalam suatu proses atau kegiatan tertentu, serta untuk memantau dan mengevaluasi perubahan dalam penggunaan energi dari waktu ke waktu. EnPI biasanya dikembangkan berdasarkan perbandingan antara konsumsi energi dengan faktor-faktor lain yang mempengaruhi, seperti produksi, aktivitas, atau

ukuran lainnya yang relevan. Dengan menggunakan EnPI, organisasi dapat mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi dampak lingkungan dari konsumsi energi. EnPI umumnya dihitung untuk penggunaan energi per produksi, energi per okupansi, energi per jam kerja dan juga energi per luas bangunan. EnPI yang umum digunakan dalam pelaksanaan audit bangunan adalah energi per luas atau lebih umum dengan istilah Intensitas Konsumsi Energi (IKE).

$$IKE = \frac{\text{Konsumsi energi (kWh) per tahun}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}}$$

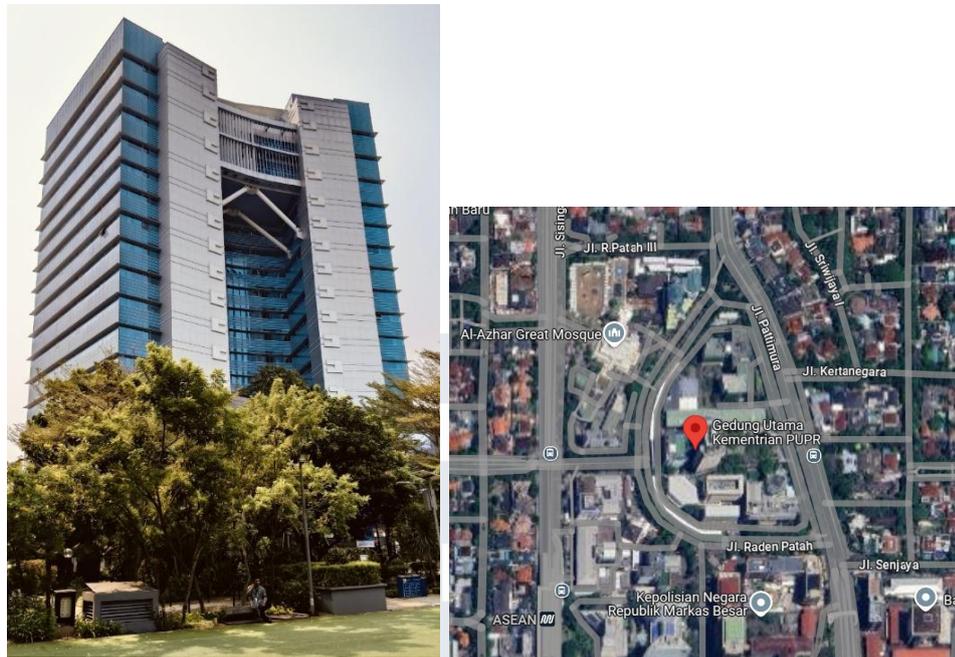
Luas bangunan yang diperhitungkan dalam penghitungan IKE laporan ini adalah luas bangunan total atau *gross floor area* (GFA).

3.4 Audit Energi Gedung Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia

3.4.1 Deskripsi Gedung Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia

Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum terletak di Jalan Pattimura No. 20, RT 4/RW 1 Selong, Kecamatan Kebayoran Baru, Jakarta Selatan (Gambar 6). Gedung ini memiliki konsep ramah lingkungan dan hemat energi, sehingga mendapatkan Penghargaan Subroto Bidang Efisiensi Energi (PSBE) tahun 2021 kategori Penghematan Energi di Instansi Pemerintah dengan sub-kategori Gedung Lama. Penerapan daur ulang air dan penggunaan air hujan menjadi salah satu poin yang menjadikan gedung ini ramah lingkungan.

Gedung ini mulai dioperasikan pada tahun 2012 dengan orientasi gedung menghadap ke arah timur. Nilai *window-to-wall ratio* (WWR) gedung ini sekitar 60%. Meskipun memiliki nilai WWR yang lebih dari 50%, penggunaan *shading*, perubahan dan modifikasi hadap bangunan, penanaman vegetasi hijau di sekitar dan atap bangunan menjadikan gedung ini memiliki *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) yang masih di ambang standar.



Gambar 6. Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia

Sistem tata udara gedung menggunakan tiga unit *chiller* dengan kapasitas masing-masing 300 TR dan dilengkapi dengan tiga *Chilled Water Pump* dan *Fan Coil Unit* (FCU) di setiap lantai. Dalam kondisi normal, hanya dua unit *chiller* yang dioperasikan, satu unit *stand-by* dengan pengoperasian unit bergantian setiap hari.

Secara umum, sistem tata cahaya di dalam ruangan menggunakan lampu jenis T5 dan menggunakan lampu LED dengan model *bulb*, *ceiling*, *candle*, dan *spotlight*. Daya lampu T5 yang digunakan adalah 8 Watt, 14 Watt, dan 18 Watt, sedangkan lampu LED *Bulb* yang digunakan adalah 12 Watt. Di beberapa lokasi masih terdapat lampu *essential PL* 8 Watt dan 14 Watt serta penggunaan lampu LED *spotlight* dengan daya 3 Watt dan 7 Watt.

Sistem transportasi dalam gedung terdiri atas 6 buah lift pegawai, 1 buah lift khusus, dan 1 lift barang. Selain lift dalam gedung utama tersebut, terdapat 2 lift yang dioperasikan untuk akses pada gedung parkir. Lift pegawai dioperasikan dengan sistem pengelompokan lantai; yaitu kelompok lantai genap dan kelompok lantai ganjil.

Kebutuhan energi listrik untuk gedung diperoleh dari jaringan Perusahaan Listrik Negara melalui 2 (dua) transformator/trafo dengan masing-masing kapasitas 1250 kVA yang dioperasikan secara paralel. Trafo 1 melayani *chiller*, pompa, lift parkir, panel distribusi Lantai 7 - Lantai 12, panel AC di Lantai Dasar - Lantai 6 dan Lantai 13 - Lantai 17. Trafo 2 melayani panel AC Lantai 7 - Lantai 12, panel distribusi Lantai Dasar - Lantai 6, panel distribusi Lantai 13 - Lantai 17, UPS, dan area parkir. Sistem kelistrikan gedung juga dilengkapi UPS dan generator set untuk kebutuhan darurat. Tersedia 2 (dua) unit *Diesel Generator Set* dengan masing-masing kapasitas 1500 kVa yang terletak di ruang *Basement*.

3.4.2 Rincian Kegiatan Audit Energi

Kegiatan audit energi yang dilakukan menggunakan acuan SNI ISO 50002:2014 yang mencakup kegiatan: merencanakan audit energi, melaksanakan rapat pembukaan, mengumpulkan data, merencanakan pengukuran, melaksanakan kunjungan lapangan, melakukan analisis data, membuat laporan audit energi dan melaksanakan rapat penutupan [5].

3.4.3 Rencana Audit Energi

Kegiatan perencanaan audit energi dimaksudkan untuk menyusun dan menetapkan kesepakatan terkait audit energi. Kegiatan perencanaan audit energi dimulai dengan rapat pra pembukaan audit energi pada tanggal 8 Oktober 2024. Rapat koordinasi internal diadakan pada tanggal 22 Oktober 2024 sebagai tahapan lanjutan setelah rapat pra pembukaan audit energi.

3.4.3.1 Kebutuhan Data Energi

Beberapa data yang diperlukan untuk memenuhi tujuan audit energi dibedakan menjadi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh berdasarkan pengukuran dan observasi. Data primer yang diperoleh antara lain:

- a. Data pengukuran kualitas udara ruangan (temperatur, kelembaban, dan konsentrasi CO₂)
- b. Data pengukuran tingkat pencahayaan ruangan
- c. Data observasi OTTV

Data sekunder merupakan data pencatatan yang diberikan pemilik atau pengelola gedung dan diperlukan dalam perhitungan audit energi. Untuk mencapai tujuan audit energi, beberapa data sekunder diperlukan diantaranya adalah:

- a. Denah bangunan
- b. Data konsumsi energi selama 3 tahun terakhir
- c. Gambar single line diagram kelistrikan
- d. Data spesifikasi peralatan listrik
- e. Dokumen yang terkait dengan operasi dan pemeliharaan gedung dan peralatan
- f. Dokumen manajemen energi

3.4.3.2 Metode

a. Metode Audit Energi

Tatacara pelaksanaan audit energi mengacu kepada SNI ISO 50002:2014 mencakup kegiatan: merencanakan audit energi, melaksanakan rapat pembukaan, mengumpulkan data, merencanakan pengukuran, melaksanakan kunjungan lapangan, melakukan analisis data, membuat laporan audit energi dan melaksanakan rapat penutupan [5].

b. Metode Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya. Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengukuran langsung dengan menggunakan alat ukur, observasi, dan wawancara langsung dengan auditee. Data sekunder adalah data yang berupa data historis

atau rekaman yang diberikan oleh pengelola atau pemilik gedung. Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui penelusuran dokumen berupa manual, laporan, tagihan/pembelian energi dan lain-lain.

c. Metodologi Analisis Data

i. Analisis Kualitas Udara dalam Ruangan

Analisis kenyamanan tata udara dimaksudkan untuk mengetahui kesesuaian data aktual terhadap standar. Metode analisis kualitas udara dalam ruangan menggunakan metode komparasi, yaitu dengan cara membandingkan data hasil pengukuran terhadap standar atau referensi yang berlaku, yaitu:

- Standar Nasional Indonesia 6390:2020 Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung.

Standar yang digunakan adalah rentang kenyamanan temperatur ($24-27^{\circ}\text{C}$) dan kelembababn ($55-65\%$) di ruang kerja [7].

- Permenkes RI No NOMOR 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah.

Peraturan tersebut menyatakan bahwa udara yang baik tidak memiliki konsentrasi CO_2 yang melebihi 1000 ppm.

ii. Analisis Tingkat Pencahayaan

Tingkat pencahayaan adalah fluks luminus (lumen) yang sampai ke permukaan/bidang kerja atau hasil bagi antara fluks cahaya dengan lux permukaan yang disinari. Tingkat pencahayaan dinyatakan dalam satuan lux. Analisis tingkat pencahayaan dimaksudkan untuk mengetahui kesesuaian data aktual terhadap standar. Metode analisis tingkat pencahayaan menggunakan metode komparasi, yaitu dengan cara membandingkan data hasil pengukuran terhadap standar atau referensi yang berlaku, yaitu Standar Nasional Indonesia 6197:2020 Konservasi energi pada

sistem pencahayaan. Standar yang diambil adalah tingkat pencahayaan pada ruang kerja (350 lux) dan ruang rapat (300 lux) [8].

iii. Analisis Efisiensi Pencahayaan

Perhitungan densitas daya lampu digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi sistem pencahayaan pada suatu bangunan. Standar Nasional Indonesia 6197:2020 Konservasi energi pada sistem pencahayaan digunakan untuk membandingkan nilai densitas daya lampu aktual dengan standar ($7,53 \text{ W/m}^2$) [7]. Nilai densitas daya lampu didapatkan dari *light power density* (LPD) dengan persamaan berikut:

$$LPD = \frac{W_{lampu}}{A}$$

dengan:

LPD = Densitas daya lampu (W/m^2)

W_{lampu} = Jumlah daya lampu per lantai per fungsi ruang

A = Total luas area per lantai per fungsi ruang

iv. Analisis *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV)

Analisis kinerja selubung bangunan dimaksudkan untuk mengetahui nilai perpindahan termal menyeluruh (*Overall Thermal Transfer Value/OTTV*). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 6389:2020 Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung, untuk setiap bidang dinding luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu dengan lebih dari satu jenis material dinding dihitung menggunakan rumus [9]:

$$OTTV = [\alpha\{U_w \times (1 - WWR) \times TD_{EK}\}] + [U_f \times WWR \times \Delta T] + [SC \times WWR \times SF]$$

dengan:

$OTTV$ = Nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (W/m^2);

- α = Absorbtansi radiasi matahari;
- U_w = Transmittan termal dinding tidak tembus cahaya ($W/m^2.K$);
- WWR = Perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan;
- TDEk = Beda temperatur ekuivalen (K);
- SF = Faktor radiasi matahari (W/m^2);
- SC = Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi;
- U_f = Transmittan termal fenestrasi ($W/m^2.K$);
- ΔT = Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam.

3.4.3.3 Tim Audit Energi

Tabel 2. Tim Audit Energi

No.	Nama	Jabatan
1.	Dr. Eng. Ir. Rudi Purwo Wijayanto	Lead Auditor
2.	Linus Gregorius Radithya, ST, GA	Junior Auditor
3.	Adrix Richard Stanlee, GA	Junior Auditor
4.	Felix Dwiputra, GA	Junior Auditor

Tim inti pelaksana audit energi dapat dilihat pada Tabel 2. Tim terdiri dari 1 *lead auditor* dan 3 *junior auditor*. Penambahan jumlah *surveyor* di luar tim inti juga dilakukan untuk membantu pelaksanaan tinjauan energi.

3.4.3.4 Perlengkapan Audit Energi

Perlengkapan audit energi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Alat Pengaman Diri (APD yang terdiri atas *helmet*, *safety shoes*, dan sarung tangan).

2. Alat ukur yang mencakup *thermometer*, *hygrometer*, *lux meter*, *laser distance meter* (LDM), dan CO₂ meter.
3. Formulir pengukuran dan wawancara.
4. Laptop dan *smartphone*.
5. Standar Nasional Indonesia ISO 50001:2018 tentang Sistem manajemen energi – Persyaratan dengan pedoman penggunaan
6. Standar Nasional Indonesia ISO 50002:2014 tentang Audit Energi – Persyaratan dengan pedoman penggunaan.
7. Standar Nasional Indonesia SNI 6197:2020 Konservasi energi pada sistem pencahayaan.
8. Standar Nasional Indonesia SNI 6389:2020 Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan Gedung.
9. Standar Nasional Indonesia SNI 6390:2020 Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan Gedung.

3.4.3.5 Jangka Waktu Pelaksanaan Audit Energi

Jangka waktu pelaksanaan audit adalah selama dua bulan, terhitung sejak rapat pembukaan tanggal 28 Oktober 2024.

3.4.3.6 Jenis Audit Energi

Jenis audit energi ditentukan berdasarkan tujuan, kebutuhan data, dan analisis yang akan dilakukan. Jenis audit energi yang dilakukan adalah *Preliminary Energy Audit*. Audit jenis ini merupakan langkah pertama untuk mengidentifikasi potensi penghematan yang sederhana untuk dilakukan.

3.4.4 Rapat Pembukaan

Rapat pembukaan audit energi Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia dilaksanakan pada 28 Oktober 2024 dan dilaksanakan secara luring. Dokumentasi rapat pembukaan dapat dilihat pada Gambar 7. Berikut beberapa poin yang dihasilkan dari rapat pembukaan:

1. Bangunan terdiri dari 17 lantai dengan lantai 2-3, lantai 4-14, dan lantai 15-16 memiliki desain yang serupa. Lantai 17 memiliki 2 ruang auditorium.
2. Pengambilan data pengukuran akan dilakukan oleh 2 tim, masing-masing tim terdiri dari 3 orang. Setiap tim akan didampingi oleh tim pengelola gedung atau bagian biro umum.
3. Pengambilan data pengukuran dilakukan di setiap lantai, dengan kondisi yang normal atau kondisi penggunaan sehari-hari.
4. Pengambilan data pengukuran dilakukan maksimal selama 4 hari.



Gambar 7. Dokumentasi Rapat Pembukaan Audit Energi

3.4.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data audit energi terbagi menjadi pengumpulan data primer (data pengukuran) dan pengumpulan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengukuran langsung menggunakan alat ukur, observasi, dan wawancara. Pengumpulan data pengukuran dimulai tanggal 28 Oktober 2024 dan berakhir pada tanggal 30 Oktober 2024.

Data sekunder merupakan data yang didapatkan melalui tim pengelola gedung dan bagian Biro Umum Kementerian Pekerjaan Umum. Beberapa data sekunder yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Dokumen *as built drawing mechanical* dan *electrical*.
2. Konsumsi energi listrik tahun 2019, 2022, dan 2023.
3. Daftar spesifikasi peralatan kelistrikan.

4. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE).
5. SOP sistem perawatan dan penyalaan peralatan kelistrikan.

3.4.6 Rencana Pengukuran

Rencana pengukuran dibuat untuk memastikan data primer yang dibutuhkan dapat diperoleh dengan baik dan benar. Rencana pengukuran mencakup parameter yang akan diukur, alat ukur, kondisi pengukuran, dan jumlah *sampling* sebagaimana dijelaskan berikut ini:

1. Pengukuran kualitas udara ruangan
 - Parameter : temperatur ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban (%), konsentrasi CO_2 (ppm)
 - Alat ukur : TASI TA622A Temperature (Gambar 8) & Humidity Meter dan CO_2 Meter (Gambar 9)
 - Kondisi pengukuran : kondisi normal
 - Jumlah *sampling* : minimum 2 per ruangan

TASI



Gambar 8. TASI TA622A Temperature & Humidity Meter



Gambar 9. CO_2 Meter

2. Data pengukuran tingkat pencahayaan ruangan

- Parameter : intensitas pencahayaan (lux)
- Alat ukur : PM6612 Lux Meter (Gambar 10)
- Kondisi pengukuran : kondisi normal
- Jumlah *sampling* : minimum 3 per ruangan



Gambar 10. PM6612 Lux Meter

3. Data observasi selubung bangunan

- Pengamatan fasad gedung
- Spesifikasi kaca
- *Sampling* pengukuran dimensi

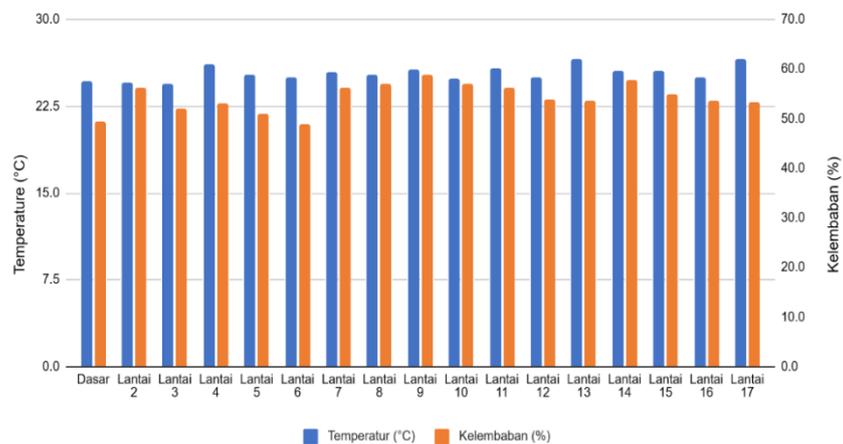
3.4.7 Kunjungan Lapangan

Kunjungan lapangan ditujukan untuk mengumpulkan data primer yang berupa data pengukuran menggunakan alat ukur, observasi, dan wawancara. Pencatatan temuan anomali yang dapat menjadi peluang peningkatan kinerja energi juga dilakukan ketika kunjungan lapangan. Kunjungan lapangan dimulai pada tanggal 28 Oktober 2024 hingga 30 Oktober 2024.

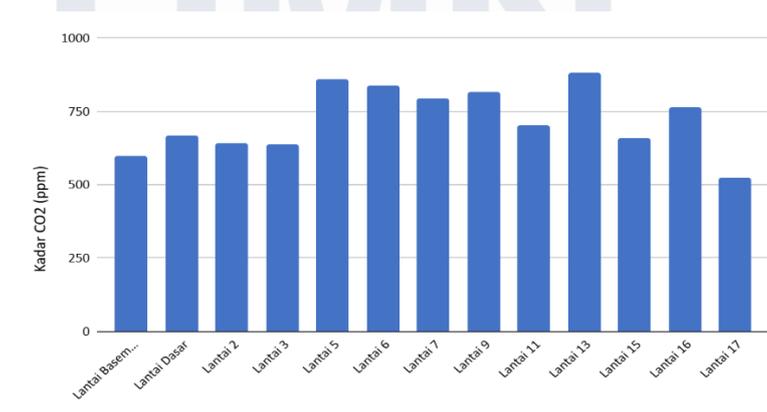
3.4.7.1 Kualitas Udara dalam Ruangan

a. Hasil Pengukuran

Pengukuran tata udara di Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia dilakukan pada 416 titik untuk temperatur dan kelembaban, serta 126 titik untuk konsentrasi CO₂. Rata-rata hasil pengukuran di setiap lantai untuk temperatur dan kelembaban ditampilkan pada Gambar 11, sedangkan hasil pengukuran konsentrasi CO₂ ditampilkan pada Gambar 12. Hasil pengukuran di setiap titik dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 11. Grafik Rata-Rata Hasil Pengukuran Temperatur dan Kelembaban

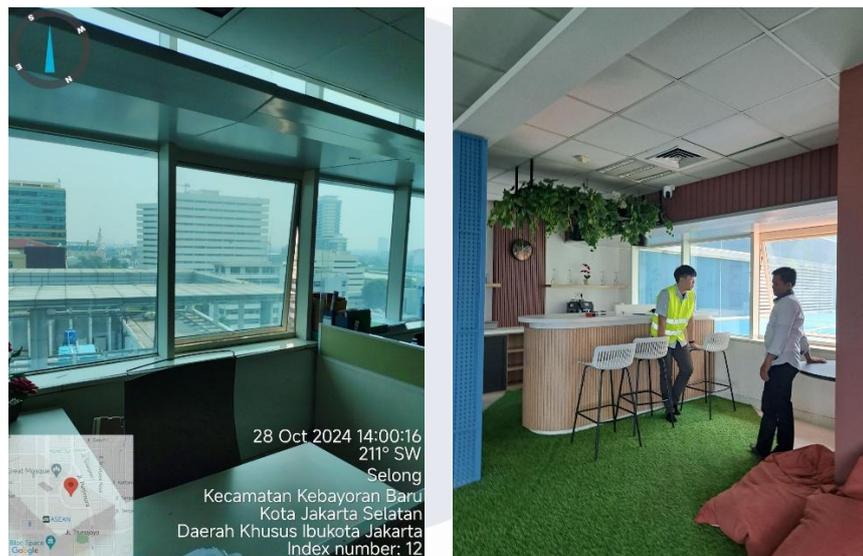


Gambar 12. Grafik Rata-Rata Hasil Pengukuran Konsentrasi CO₂

b. Hasil Observasi dan Wawancara

1. Terdapat perbedaan temperatur di bagian depan dan belakang pada sayap utara lantai 4.

2. Terdapat kipas angin di beberapa ruangan pimpinan.
3. Terdapat beberapa ruangan terkondisi dengan jendela terbuka (Gambar 13).
4. Terdapat beberapa ruangan atau area interior yang direnovasi, menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian kondisi yang berdampak pada tata udara maupun pencahayaan.

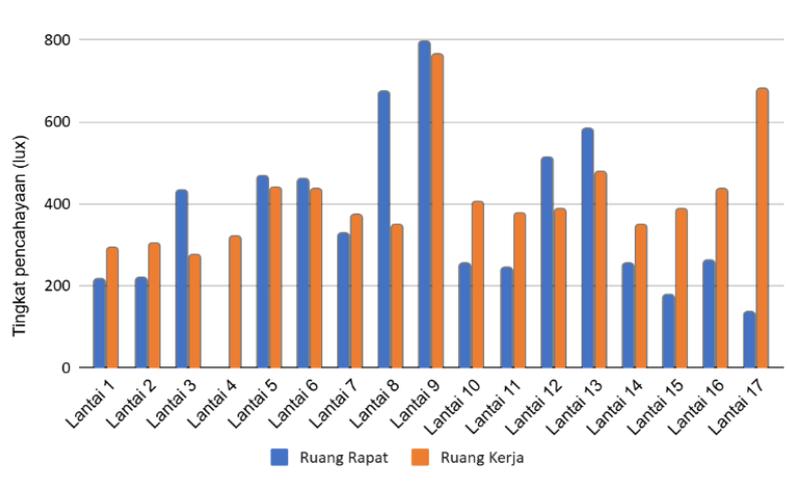


Gambar 13. Dokumentasi Jendela Terbuka pada Ruangan Terkondisi

3.4.7.2 Tingkat Pencahayaan

a. Hasil Pengukuran

Pengukuran tingkat pencahayaan di Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia dilakukan pada 578 titik. Penentuan jumlah dan lokasi titik pengukuran di setiap ruangan disesuaikan dengan luas ruangan. Rata-rata hasil pengukuran tingkat pencahayaan di setiap lantai ditampilkan pada Gambar 14. Hasil pengukuran di setiap titik dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 14. Rata-Rata Hasil Pengukuran Tingkat Pencahayaan

b. Hasil Observasi dan Wawancara

1. Terdapat sensor lux terpasang pada plafon yang dekat dengan jendela yang berfungsi sebagai saklar lampu otomatis jika pencahayaan alami sudah redup.
2. Mayoritas sensor lux di-non-aktifkan karena penghuni menyebutkan memperpendek umur lampu.
3. Beberapa lampu di dekat jendela menyala meskipun kondisi cukup terang.
4. Beberapa ruangan terlihat redup, terutama ruangan yang tidak memiliki bukaan untuk pencahayaan alami.
5. Terdapat perubahan dan renovasi *interior* yang berdampak pada tingkat pencahayaan alami yang masuk. Beberapa perubahan interior turut merubah fungsi ruangan, sehingga tingkat pencahayaan yang dibutuhkan berbeda (Gambar 15, Gambar 16).



Gambar 15. Ruangannya tanpa Bukaannya Pencahayaan Alami



Gambar 16. Dokumentasi Perbandingan Ruangannya dengan Renovasi dan Asli

3.4.7.3 Selubung Bangunan

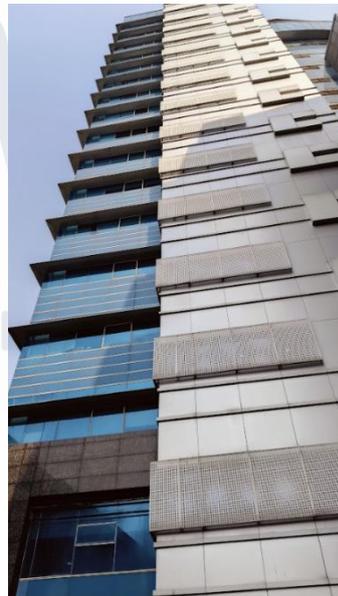
Hasil observasi selubung bangunan didapatkan sebagai berikut:

1. Desain awal bangunan berbentuk persegi panjang dengan luasan fasad terbesar menghadap sisi timur dan barat. Bentuk aktual merupakan hasil modifikasi sedemikian rupa untuk memperbaiki OTTV.
2. Material kaca pada jendela menggunakan *stopsol super silver dark blue*, *ceramic stopsol blue*, dan *plate glass-cladding 0.015*.
3. Terdapat *shading* matahari pada jendela.
4. Terdapat *perforated metal* pada sisi barat gedung (Gambar 18).

5. Terdapat lahan hijau atau *vertical garden* pada sekitar dan atap gedung (Gambar 19).
6. Terdapat ventilasi alami pada ruang selasar sisi barat gedung.



Gambar 17. Tampak Depan (Sisi Timur) Gedung



Gambar 18. *Perforated Metal* pada Sisi Barat Gedung



Gambar 19. *Vertical Garden* pada Sekitar Gedung

3.4.8 Analisis Data

Analisis data dilakukan sesuai dengan tujuan audit energi dan berdasarkan hasil pengumpulan data primer maupun sekunder. Analisis data menggunakan metode yang telah disepakati. Analisis yang dilakukan adalah kenyamanan tata udara, tingkat pencahayaan, efisiensi pencahayaan, dan OTTV.

3.4.8.1 Analisis Kenyamanan Tata Udara

Kualitas tata udara ruangan menjadi salah satu faktor kenyamanan penghuni bangunan di suatu gedung. Analisis tata udara ruangan akan dibagi menjadi dua bagian, analisis temperatur dan kelembaban udara pada ruang kerja serta analisis konsentrasi CO₂ dengan menggunakan metode yang telah disepakati.

Tabel 3 menunjukkan rata-rata temperatur dan kelembaban udara pada ruang kerja di setiap lantai. Rata-rata temperatur pada ruang kerja sudah memenuhi standar kenyamanan, yaitu dalam rentang 24-27°C. Berbeda dengan kelembaban udara, hanya 7 dari 17 lantai yang hasil rata-rata pengukurannya sudah sesuai dengan standar, yaitu dalam rentang 55-65%.

Tabel 3. Perbandingan Rata-Rata Hasil Pengukuran Temperatur dan Kelembaban

Lantai	Temp (°C)	Standar	Kelembaban (%)	Standar
Lantai 1	24,71	Sesuai	49,31	Belum Sesuai
Lantai 2	24,54	Sesuai	56,35	Sesuai
Lantai 3	24,43	Sesuai	52,04	Belum Sesuai
Lantai 4	26,11	Sesuai	52,98	Belum Sesuai
Lantai 5	25,26	Sesuai	51,07	Belum Sesuai
Lantai 6	25,03	Sesuai	48,85	Belum Sesuai
Lantai 7	25,42	Sesuai	56,17	Sesuai
Lantai 8	25,21	Sesuai	57,07	Sesuai
Lantai 9	25,70	Sesuai	58,92	Sesuai
Lantai 10	24,85	Sesuai	57,09	Sesuai
Lantai 11	25,77	Sesuai	56,34	Sesuai
Lantai 12	25,01	Sesuai	53,83	Belum Sesuai
Lantai 13	26,54	Sesuai	53,56	Belum Sesuai
Lantai 14	25,54	Sesuai	57,78	Sesuai
Lantai 15	25,60	Sesuai	54,95	Belum Sesuai
Lantai 16	25,04	Sesuai	53,65	Belum Sesuai
Lantai 17	26,63	Sesuai	53,29	Belum Sesuai

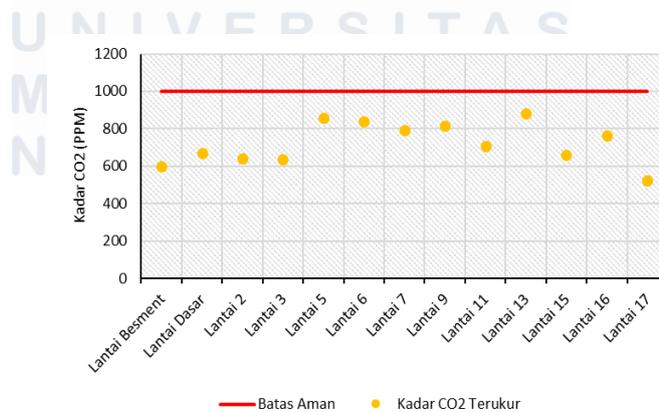
Meskipun rata-rata hasil pengukuran menunjukkan temperatur udara sesuai dengan standar, terdapat beberapa ruang kerja yang memiliki temperatur di atas standar kenyamanan. Tabel 4 menunjukkan ruang kerja dengan temperatur di atas standar kenyamanan. Beberapa penghuni gedung mengeluh karena ruangan yang digunakan kurang nyaman dari sisi temperatur udara.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Tabel 4. Ruangan dengan Temperatur Melebihi Standar

Lokasi		Temperatur (°C) rata-rata	Kelembaban (%) rata-rata
Lantai	Ruangan		
Lantai 4	PBMN TU - Staf	27,39	52,38
	PBMN R. Ka TU	27,66	50,46
	PBMN - Area Sekretaris	27,14	51,54
	PBMN - R. Kepala Biro	27,47	51,03
Lantai 5	R. Kasubag TU	27,20	49,88
Lantai 14	R. Kerja Keuangan	27,20	56,45
	R. Kabag Umum	27,13	56,69
	R. Kabag HKP	27,09	61,13
Lantai 15	R. Kerja Staf - Korwas Sumatra	27,21	49,31
	R. Kerja Staf - Korwas Auditor Utama	27,49	53,00
Lantai 17	R. Konsultan Ahli Pinjaman dan Hibah Luar Negeri	27,40	54,00

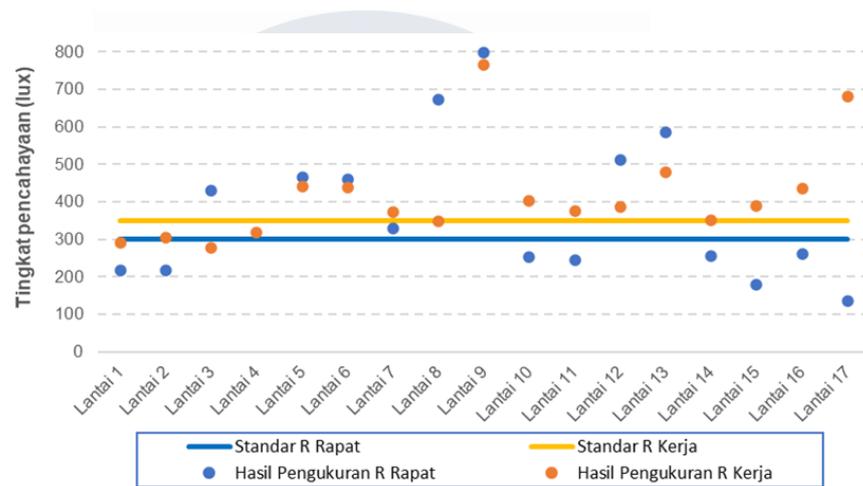
Konsentrasi CO₂ pada Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia berdasarkan hasil pengukuran dapat dikatakan baik. Hasil wawancara dengan penghuni gedung juga tidak menyebutkan adanya rasa sesak ketika bernapas. Nilai rata-rata hasil pengukuran konsentrasi CO₂ per lantai dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Perbandingan Hasil Pengukuran CO₂ dengan Standar

3.4.8.2 Analisis Tingkat Pencahayaan Ruangan

Kualitas pencahayaan mempengaruhi kenyamanan penghuni dalam beraktivitas. Untuk mengetahui kualitas pencahayaan, maka dilakukan pengukuran tingkat pencahayaan pada seluruh ruang kerja dan ruang rapat pada Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.



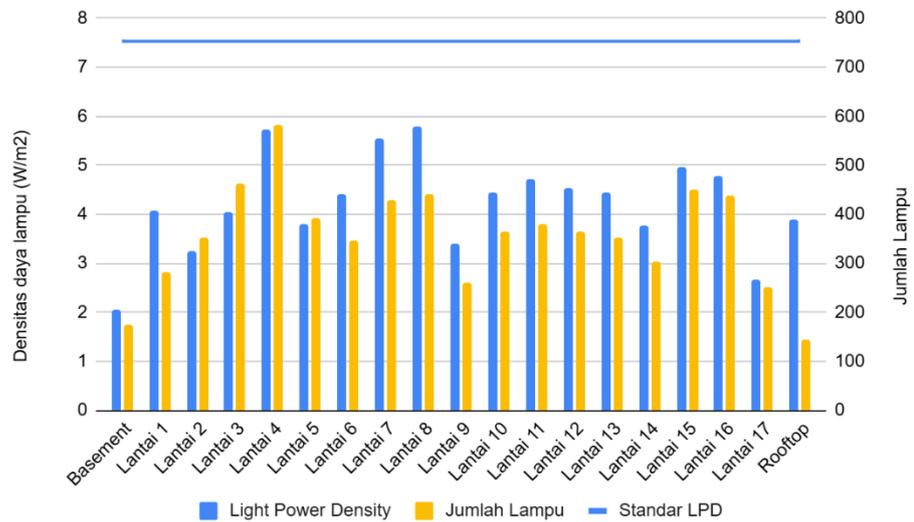
Gambar 21. Perbandingan Hasil Pengukuran Tingkat Pencahayaan dengan Standar

Gambar 21 merupakan rata-rata pengukuran tingkat pencahayaan pada ruang kerja dan ruang rapat. Hasil rata-rata pengukuran menunjukkan bahwa ruang rapat pada lantai 1, 2, 10, 11, 14, 15, 16, 17 belum sesuai dengan standar, sedangkan hanya lantai 1-4 dengan tingkat pencahayaan yang belum sesuai dengan standar ruang kerja.

3.4.8.3 Analisis Efisiensi Pencahayaan

Tingkat pencahayaan yang baik perlu didukung dengan efisiensi lampu yang baik. Indikator yang dapat menentukannya adalah densitas daya lampu. Semakin rendah nilai densitas daya lampu, maka tingkat efisiensi lampu semakin baik, dengan catatan tingkat pencahayaan pada ruangan tercapai atau sesuai dengan standar. Gambar 22 menampilkan rata-rata densitas daya lampu per lantai. Nilai densitas daya lampu yang kecil pada Gedung Utama Kementerian Pekerjaan

Umum Republik Indonesia mengindikasikan tingkat penghematan lampu yang baik.



Gambar 22. Grafik Perbandingan Densitas Daya Lampu dengan Standar

3.4.8.4 Analisis Overall Thermal Transfer Value (OTTV)

Perhitungan OTTV menggunakan persamaan yang telah disebutkan pada metode analisis dengan memperhitungkan konduksi dinding, konduksi bukaan, dan radiasi bukaan. Perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran. Hasil perhitungan secara ringkas ditampilkan pada Gambar 23.

Area Total =	10845.52	m ²
A x OTTV Konduksi Dinding =	13497.74	W
A x OTTV Konduksi Bukaan =	157478.16	W
A x OTTV Radiasi Bukaan =	213677.75	W
A x OTTV Total =	384653.65	W
OTTV Konduksi Dinding (1) =	1.24	W/m ²
OTTV Konduksi Bukaan (2) =	14.52	W/m ²
OTTV Radiasi Bukaan (3) =	19.70	W/m ²
OTTV Total =	35.47	W/m ²

Gambar 23. Hasil Perhitungan OTTV

Dalam perhitungan tersebut parameter-parameter yang digunakan diantaranya adalah;

- Dokumentasi / laporan

- Laporan PEEN (U-value, nilai SC, dan material)
- Standar (nilai SF, TDek, Delta T)
- Denah (Dimensi/Luas)
- Penyesuaian data dokumentasi
 - Dimensi dan WWR
 - Nilai SC
 - *Solar absorption factor*
- Asumsi pada kalkulasi
 - Tinggi lantai Dasar dan Lantai 2 adalah 4,2 m, lantai 3 dan 4 adalah 4 m dan Lantai 5 - Lantai 17 adalah 4,5 m.
 - Solar absorption factor = 0,65
 - TDek dinding medium = 12 K
 - Nilai SC efektif dari observasi dan pendekatan pada kalkulasi sebelumnya Utara (0,65), Timur (0,50), Selatan (0,65), dan Timur (0,65)

Dengan menggunakan SNI 6389-2020 sebagai basis, nilai OTTV pada bangunan direkomendasikan tidak lebih dari 35 W/m² [9]. Namun berdasarkan hasil perhitungan, nilai OTTV dari Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia didapatkan sebesar 35.47 W/m², yang berada di ambang nilai standar SNI. Hal ini memungkinkan adanya sebuah potensi untuk pengurangan nilai OTTV, yang memiliki korelasi pada penghematan konsumsi energi pada bangunan tersebut. Nilai OTTV tertinggi didapatkan pada gedung ada pada sisi Timur dan Barat, sesuai dengan jalur pergerakan matahari, yang dapat terlihat dari nilai *Solar Factor* di Jakarta. Namun nilai-nilai ini diseimbangkan dengan adanya pengurangan luasan bukaan ketika dibandingkan dengan sisi-sisi gedung lainnya.

Melihat perhitungan yang telah dilakukan, nilai *Window-to-Wall Ratio* (WWR) yang dihitung dan digunakan cukup variative. Beberapa lantai dari gedung pada orientasi tertentu masih memiliki nilai

WWR yang tinggi; 0.64 pada dinding di sisi Utara dan Selatan lantai dasar, dan 0.62 pada dinding di sisi Utara dan Selatan lantai 3 dan 4. Penurunan nilai WWR dapat berkontribusi pada penurunan nilai OTTV, sehingga panas matahari yang masuk akan berkurang karena luasan bukaan yang lebih sedikit.

Terdapat beberapa parameter lain yang dapat diubah untuk menurunkan nilai OTTV, seperti: nilai *Solar Absorption Factor* dan nilai *Shading Coefficient*. Nilai *Solar Absorption Factor* merupakan nilai yang berhubungan dengan seberapa banyak panas matahari yang diserap oleh material dinding, dan dapat diturunkan dengan adanya penyesuaian material dinding atau penggunaan cat dengan warna yang lebih terang. *Shading Coefficient* adalah besaran yang menentukan banyaknya panas matahari yang dapat masuk melalui bukaan di bangunan, yang dapat diturunkan dengan menambah penggunaan peneduh internal atau eksternal pada fasad gedung atau dengan adanya penambahan vegetasi di sekitar bangunan atau pada dinding (*vertical garden*). Upaya-upaya dari gedung sudah dilakukan dengan adanya implementasi sirip peneduh dan fasad *perforated* tambahan, maupun *vertical garden*.

3.5 Significant Energy User Gedung Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia

Perhitungan untuk penentuan SEU menggunakan data pencatatan energi (monitoring) yang digunakan *chiller* pada bulan Juli 2024 dan data kapasitas alat kelistrikan yang terpasang. Perhitungan energi yang digunakan *chiller* menggunakan nilai yang tercatat pada akhir bulan Juli 2024 dikurangi dengan nilai yang tercatat pada awal bulan Juli 2024 (Tabel 5).

Metode perhitungan dengan data kapasitas alat kelistrikan yang terpasang menggunakan beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Lampu ruang kerja dan ruang rapat menyala selama 10 jam per hari, 20 hari per bulan.
2. Lampu penerangan parkir di *basement* diasumsikan menyala selama 24 jam.
3. Lift diasumsikan menggunakan daya 75% dari kapasitas terpasang, dengan asumsi penyalaan 10 jam per hari, 20 hari per bulan.

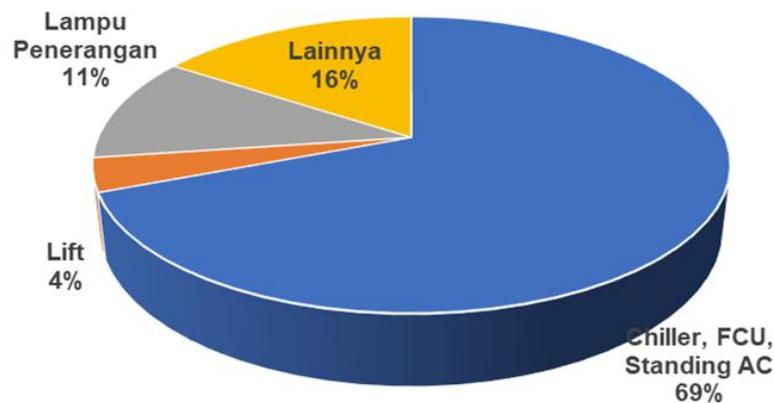
Penggunaan energi dari peralatan kelistrikan ditampilkan pada Tabel 6. SEU pada Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia adalah sistem tata udara yang terdiri dari *chiller*, FCU, dan *standing AC* (Gambar 24).

Tabel 5. Persentase Penggunaan Energi *Chiller*

Penggunaan <i>Chiller</i> Juli 2024		%
Chiller	154.524 kWh	39%
Trafo 1	270.876 kWh	
Trafo 2	121.567 kWh	

Tabel 6. Persentase Penggunaan Energi Listrik Gedung

Peralatan Kelistrikan	Energi yang Digunakan	Persentase
<i>Chiller</i>	154.524 kWh	39%
FCU dan <i>Standing AC</i>	118.829 kWh	30%
Lampu	44.878 kWh	11%
Lift	14.400 kWh	4%
Peralatan yang lain	-	16%

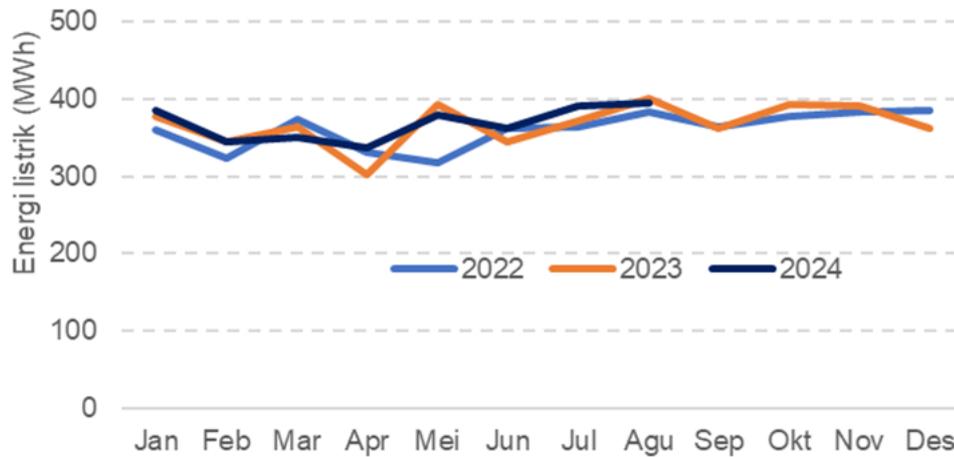


Gambar 24. Grafik SEU Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia

3.6 Energy Performance Indicator (EnPI) dan Baseline Energi (EnB)

EnPI adalah perbandingan konsumsi energi terhadap kinerja, yang dalam hal ini bisa mengacu pada okupansi, jam kerja, atau luas bangunan. Untuk luas bangunan, indikator ini disebut sebagai Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Karena luas bangunan adalah nilai tetap (*fix value*), penggunaan IKE sebagai EnPI perlu penghitungan energi yang lain seperti penggunaan Energi Baseline yang dipengaruhi oleh faktor produktivitas seperti misalnya jam kerja atau okupansi (*variable value*).

Grafik penggunaan listrik selama 3 tahun ditunjukkan pada Gambar 25 di bawah ini, dengan detail konsumsi listrik per bulan dan rata-rata penggunaan listrik per tahun ditunjukkan pada Tabel 7. Data konsumsi listrik pada tahun 2024 belum sepenuhnya tercatat oleh pihak pengelola gedung, sehingga digunakan asumsi bahwa konsumsi per bulan pada bulan September hingga Desember merupakan rata-rata konsumsi pada bulan Januari hingga Agustus. Sepintas, terlihat ada kenaikan penggunaan energi listrik per bulan dari Tahun 2022 - 2024, namun peningkatan penggunaan konsumsi energi perlu dilihat dengan faktor yang lain sebagai contoh okupansi ataupun jam kerja.



Gambar 25. Grafik Penggunaan Energi per Bulan Tahun 2022, 2023, dan 2024

Nilai IKE diperoleh dengan membandingkan penggunaan energi per tahun terhadap total luas bangunan. Luas bangunan Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia adalah 25.590 m², sehingga diperoleh IKE dalam kWh/ m² tahun adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Intensitas Konsumsi Energi Tahun 2022, 2023, dan 2024

Year	Penggunaan Energi per Bulan dalam MWh												Total MWh	IKE
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des		
2022	360	323	373	331	318	362	364	384	364	378	383	385	4326	169
2023	378	346	365	303	394	345	372	401	363	392	391	361	4411	172
2024	386	345	350	337	379	362	392	396					4418*	173*

*perhitungan tahun 2024, untuk bulan yang belum memiliki nilai menggunakan nilai rata-rata penggunaan listrik 8 bulan sebelumnya

Nilai IKE pada Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia dalam tiga tahun terakhir dapat dikategorikan baik. *Baseline* IKE pada tipe bangunan pemerintah memiliki rata-rata 183 kWh/m²/tahun [10]. Setiap tahunnya, nilai IKE mengalami kenaikan. Hal tersebut dapat terjadi seiring dengan penambahan jam kerja ataupun jumlah penghuni.

Tim manajer energi Gedung Utama Pekerjaan Umum Republik Indonesia sudah menerapkan Energy Baseline dengan persamaan sebagai berikut.

$$E = 1,8909 \times \text{Jam Kerja} + 59,983 \text{ dalam kWh}$$

Data sekunder yang diperoleh adalah data penggunaan energi dan jam kerja pada tahun 2023. Data jam kerja dan penggunaan energi per bulan ditampilkan dalam Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8. Perbandingan Konsumsi Energi Baseline dan Aktual

Tahun 2023		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Jam Kerja	Jam	160	152	176	136	160	160	160	176	160	176	176	160
Konsumsi Energi Aktual	MWh	378	346	365	303	394	345	372	401	363	392	391	361
Konsumsi Energi <i>Baseline</i>	MWh	363	347	393	317	363	363	363	393	363	393	393	363
Penghematan	%	-4.2	0.5	7.2	4.4	-8.7	4.8	-2.5	-2.2	-0.1	0.1	0.5	0.3

Perbedaan nilai antara konsumsi energi aktual dengan konsumsi energi *baseline* merupakan indikator adanya peningkatan atau penurunan kinerja energi. Peningkatan kinerja energi ditandai dengan nilai konsumsi energi aktual lebih kecil dibandingkan dengan konsumsi energi *baseline*. Sebaliknya, konsumsi energi aktual yang lebih besar dibandingkan konsumsi energi *baseline* menandakan terjadi penurunan kinerja energi. Pada tahun 2023, selisih total konsumsi energi aktual dan *baseline* sangat kecil yaitu 0,067%. Dengan demikian dapat dikatakan tidak terjadi peningkatan maupun penurunan kinerja energi yang signifikan di tahun tersebut.

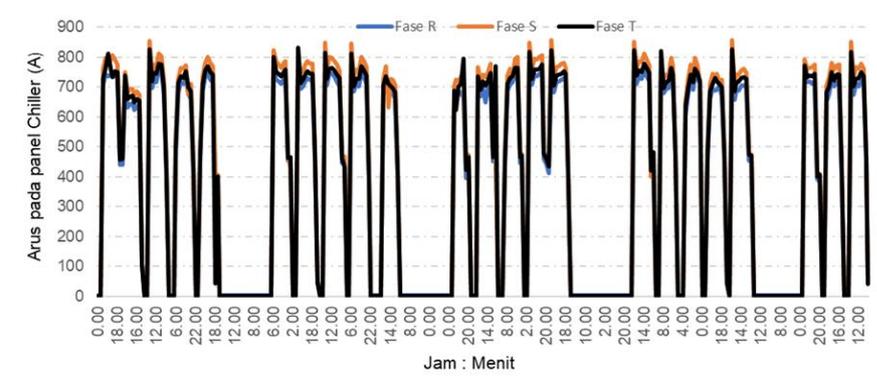
3.7 Peluang Peningkatan Kinerja Energi

Pengamatan, pengukuran, dan analisis data yang dilakukan pada kegiatan tinjauan energi, khususnya kegiatan audit energi menghasilkan beberapa poin yang dapat dijadikan peluang peningkatan kinerja energi pada Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, sebagai berikut:

1. Penggunaan Standing AC pada Kegiatan Diluar Hari dan Jam Kerja

Gambar 26 menunjukkan grafik nilai arus R, S, dan T pada panel chiller bulan Juli 2024. Karakteristik grafik menunjukkan hari kerja dari Senin - Jumat secara berulang, dengan pergantian hari ditunjukkan dengan tidak adanya arus (beban) pada ketiga fase. Kondisi tanpa beban ditunjukkan

pada hari Sabtu dan Minggu serta untuk hari kerja umumnya pada pukul 20.00 - 06.00 (10 jam). Tanda kotak merah pada grafik menunjukkan kondisi chiller yang masih menyala pada jam tersebut.



Gambar 26. Grafik Nilai Arus *Chiller*

Pihak pengelola gedung mengatakan bahwa terkadang terdapat kegiatan yang dilakukan di luar jam kerja. *Chiller* diminta untuk tetap menyala di luar jam kerja oleh penghuni gedung, yang biasanya penghuni gedung yang tersisa hanya satu bagian atau direktorat. Secara teori, penyalaan satu unit *chiller* dapat melayani 5 lantai. Dari hal tersebut tersebut menandakan penggunaan *chiller* jauh di bawah kapasitas yang bisa dilayani. Penggunaan *AC standing* dapat menjadi solusi untuk mengurangi penggunaan energi pada *chiller* di luar jam kerja dengan kapasitas yang jauh di bawah yang bisa dilayani.

2. Pemeriksaan Saluran Pipa Aliran Udara pada Sistem Pendingin Ruangan di Beberapa Lantai

Berdasarkan observasi dan pengukuran (Tabel 9), beberapa ruang kerja di lantai 4, 14, 15, dan 17 memiliki temperatur di atas standar kenyamanan. Dari hasil observasi juga menunjukkan beberapa ruangan tersebut sudah mengalami perubahan interior dari kondisi awal. Hal ini yang diindikasikan menyebabkan kondisi kenyamanan tata udara tidak terpenuhi. Setiap kegiatan perubahan desain di interior sebaiknya didahului dengan kajian singkat yang memuat kajian perubahan penggunaan energi, usulan

perubahan tata letak pengguna energi, serta perhitungan energi dan kenyamanan pada saat sebelum dan sesudah terjadinya perubahan desain atau *layout* ruangan.

Tabel 9. Nilai Pengukuran Temperatur Minimum, Maksimum, dan Rata-Rata

	Temperatur Ruang Kerja Terukur (°C)		
	Minimum	Maksimum	Average
Lantai 1	23.63	26.38	24.71
Lantai 2	23.21	25.58	24.54
Lantai 3	23.62	25.42	24.43
Lantai 4	24.61	27.66	26.11
Lantai 5	24.48	26.78	25.26
Lantai 6	24.20	25.73	25.03
Lantai 7	24.52	24.52	25.42
Lantai 8	24.71	26.09	25.21
Lantai 9	20.63	26.90	25.70
Lantai 10	24.41	24.41	24.85
Lantai 11	25.37	25.37	25.77
Lantai 12	24.71	25.44	25.01
Lantai 13	26.31	26.89	26.54
Lantai 14	24.10	27.20	25.54
Lantai 15	24.35	27.79	25.60
Lantai 16	24.07	26.04	25.04
Lantai 17	25.86	27.40	26.63

3. Kampanye Kegiatan Hemat Energi

Berdasarkan hasil observasi, masih terdapat perilaku penghuni gedung yang belum memahami penggunaan energi secara optimal seperti halnya penyalan lampu pada siang hari, jendela yang terbuka pada kondisi AC menyala, serta membiarkan alat *charging* laptop ataupun *smartphone* tetap terpasang meskipun tidak dalam proses pengisian daya. Selama observasi, masih jarang ditemukan stiker kampanye hemat energi ataupun petunjuk-petunjuk penyalan pada saklar lampu.

Kampanye kegiatan hemat energi merupakan bagian dari sistem manajemen energi dan dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya adalah dengan perlombaan hemat energi, ide inovasi penggunaan peralatan hemat energi, ide inovasi perbaikan dan peningkatan kinerja energi, dan ajakan melalui stiker. Berdasarkan literatur, kampanye hemat energi berpotensi memberikan penurunan konsumsi energi sebesar 1% - 2%, bergantung pada tipe dan jenis kampanye serta kondisi penggunaan energi sebelumnya. Dengan asumsi 1% penghematan atas keberhasilan kampanye hemat energi, nilai kWh yang dapat diturunkan adalah sebesar 44,11 MWh per tahun atau setara dengan 86 juta rupiah per tahun.

3.8 Kendala yang Ditemukan

Ketika menjalankan proses pemagangan di PT Greenova Daya Prima, beberapa kendala yang dihadapi adalah sebagai berikut:

1. Terdapat kendala menentukan jadwal kunjungan lapangan bersama dengan pihak pengelola gedung atau pemilik gedung. Hal ini menghambat untuk memulai proses tinjauan energi, yang berdampak pada penundaan pembuatan laporan.
2. Terdapat pihak pengelola gedung yang tidak memiliki atau memberikan data yang lengkap. Sebagai contoh, salah satu gedung tidak memiliki denah bangunan, menyebabkan kesulitan dalam perencanaan pengukuran dan pencatatan data.

3.9 Solusi atas Kendala yang Ditemukan

Untuk mengatasi kendala yang ditemukan dalam proses pemagangan adalah sebagai berikut:

1. Menghubungi pihak pengelola atau pemilik gedung beberapa kali, dengan tujuan untuk mengingatkan dalam penentuan jadwal kunjungan lapangan dan memulai proses tinjauan energi.
2. Pemenuhan data dilakukan dengan asumsi. Jika data yang kurang merupakan data yang digunakan untuk perhitungan, maka akan dilakukan

asumsi umum untuk data yang diperlukan. Jika data yang kurang merupakan denah, maka akan dilakukan pengukuran dan penggambaran singkat untuk denah bangunan.

