

LAPORAN PENELITIAN
REVIEW MANAJEMEN PENGGUNAAN ENERGI
LISTRIK



Disusun Oleh:

Ketua : Ir. Edwin Kamal, ST. MEngSc. IPM

Anggota : 1. Ir. Saharudin, ST. MEngSc. IPM

2. Dra. Ir. Ratnawati, MSi. IPM.

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Review Manajemen Penggunaan Energi Listrik
Jenis Penelitian : Studi Literatur

Ketua Penelitian

a. Nama Lengkap : Ir. Edwin Kamal, ST. MEngSc. IPM
b. NIDN : 0301057402
c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
d. Program Studi : Teknik Elektro
e. Nomor HP/Surel : 0852-18152284
f. Bidang Keahlian : Aplikasi Mikroprosesor, robotik, Renewable Energi

Anggota Peneliti 1

a. Nama : Ir. Saharudin, ST. MEngSc. IPM. (0310107702)
b. Program Studi : Teknik Elektro

Anggota Peneliti 2

c. Nama : Dra. Ir. Ratnawati, Msi. IPM (0023116301)
d. Program Studi : Teknik Elektro

Anggota Mahasiswa : 3 orang

a. Nama : Sandi Pranoto Aji (NRP: 1111700032)
b. Nama : Abdul Mu'iz (NRP: 1111800044)
c. Nama : Hafizh A. Amrullah (NRP: 1112000031)

Institusi Sumber Dana : Mandiri
Biaya Penelitian : Rp. 10.000.000,-

Kota Tangerang Selatan, 15 September 2024
Ketua Penelitian

Mengetahui,
Ketua Program Studi T. Elektro



(Ir. Saharudin, ST, MEngSc. IPM)
NIDN : 0310107702

(Ir. Edwin Kamal, ST. MEngSc. IPM)

NIDN : 0301057402

Menyetujui,
Kepala
Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat ITI



(Prof. Dr. Ir. Ratnawati, MEng.Sc., IPM)
NIDN : 0301036303



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314
(021) 7562757

www.iti.ac.id [institutteknologiindonesia](https://www.instagram.com/institutteknologiindonesia) [@kampusITI](https://www.facebook.com/kampusITI) [Institut Teknologi Indonesia](https://www.youtube.com/channel/UCkampusITI)

SURAT TUGAS

No. : 031/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/VI/2024

Pertimbangan : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan Penelitian bagi Dosen Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.

Dasar : 1. Pembebanan Tugas dosen Program Studi Teknik Elektro;
2. Surat Permohonan Tanggal 05 Juni 2024;
3. Kepentingan Institut Teknologi Indonesia.

DITUGASKAN

Kepada : Dosen Program Studi Teknik Elektro – ITI (Terlampir)

Untuk : 1. Melaksanakan kegiatan Penelitian pada Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024;
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM - ITI;
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 06 Juni 2024
Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Kepala,

Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM

Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor Bid Akademik, Penelitian dan Kemahasiswaan
2. Ka. Biro SDMO
3. Ka. Prodi T.Elektro
4. Arsip

DAFTAR PENELITIAN DOSEN PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK: 2023/2024

NO	TOPIK PENELITIAN	BIDANG	SUSUNAN TIM	SUMBER DANA	JUMLAH DANA (Rp)	KETERLIBATAN PRODI/INSTITUSI LAIN	KETERLIBATAN MAHASISWA
1	Transformasi Digital dan Disrupsi di Era Industri 4.0	Engineering and Technology	Ketua: Ir. Tita Aisyah, M.T., IPM Anggota: 1. Dr. Ir. Tris Dewi Indraswati, S.T., M.T 2. Ir. Adi Setiawan, S.T., M.Eng.Sc., IPM 3. Ir. Novy Hapsari, S.T., M.Sc	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	Willy Syahwanaz Hadwijiaya (NRP: 1111800033)
2	Rancang Bangun Komposter Sampah Organik Kapasitas 25 kg Berbasis IoT	Infrastruktur dan Pemukiman	Ketua: Dr. Ir. Tris Dewi Indraswati, S.T., M.T Anggota: 1. Dra. Ir. Sri Yatmani, M.Si., IPM 2. Ir. Tita Aisyah, M.T., IPM	Dana Internal	10.000.000	Pasar Modern BSD	1. Alif Lantip Timur Wicaksono (NRP: 1112000004) 2. Fadly Azhari (NRP: 1112000029) 3. Zidane Putra Ramadhan (NRP: 1112000006)
3	Analisis Tegangan Sinyal AC Spul Stator Terhadap Putaran Sudut Fasa Magnet Rotor Pada Pembangkit Listrik Alternator	Engineering and Technology	Ir. Parliindungan P. Marpaung, M.T	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	Muhamad Fazri (NRP: 1112200007)
4	Ground Contact Modification Using the Robot Assisted Training Platform (RATP)	Engineering and Technology	Ir. Ulifah Khairiyah Luthfiyani, S.T., M.Eng	Mandiri	10.000.000	Korea National University of Transportation	Tidak ada
5	Review Manajemen Penggunaan Energi Listrik	Engineering and Technology	1. Ir. Edwin Kamal, S.T., M.Eng.Sc., IPM 2. Ir. Saharudin, S.T., M.Eng.Sc., IPM 3. Dra. Ir. Ratnawati, M.Si., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	1. Sandi Pranoto Aji (NRP: 1111700032) 2. Abdul Mu'iz (NRP: 1111800044) 3. Firgian Lestianto (NRP: 1111900017)
6	Rancang Bangun Lab Otomation berbasis IoT Menggunakan Home Assistant	Engineering and Technology	1. Ir. Saharudin, S.T., M.Eng.Sc., IPM 2. Dra. Ir. Ratnawati, M.Si., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	1. Tito Saputro (NRP: 1112000013) 2. Riandle Porrie (NRP: 1112000020) 3. Hafizh A Amrullah (NRP: 1112000031)
7	Modifikasi Robot Rehabilitasi untuk Peningkatan Kelenturan Gerak Ankle Kaki Kanan	Engineering and Technology	1. Dr. Ir. Tris Dewi Indraswati, S.T., M.T 2. Ir. Ulifah Khairiyah Luthfiyani, S.T., M.Eng 3. Dra. Ir. Ratnawati, M.Si., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	1. Agshal Diaz Choiruliman (NRP: 1112000022) 2. Leonardus Dimas Putra Hendrianto (NRP: 1112000007) 3. Raffi Luqyana Aisyad (NRP: 1112000027)

PRAKATA

Puji Puji Syukur kehadiran Allah Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan petunjuk Nya sehingga penelitian tentang Review Manajemen Penggunaan Energi Listrik berhasil dilakukan. Penelitian ini melibatkan mahasiswa Tugas Akhir dan juga menjadi topik Capstone Design mahasiswa tersebut. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi masukan bagi perancangan manajemen energi di Capstone Design tersebut.

Tangerang Selatan, 15 September 2024

Penulis

Ir. Edwin Kamal, ST. MEngSc. IPM

DAFTAR ISI

Cover	1
HALAMAN PENGESAHAN	2
SURAT TUGAS	3
PRAKATA	5
DAFTAR ISI	6
BAB I PENDAHULUAN	7
1.1. Latar Belakang	7
1.2. Perumusan Masalah	8
1.3. Tujuan Penelitian	8
1.4. Manfaat	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Manajemen Energi Listrik	9
2.2. Audit Energi	9
2.3. Pencahayaan	11
2.4. Temperatur Ruang dan Kelembaban	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1. Metode Pengukuran	13
3.2. Pengukuran Besaran	14
DAFTAR PUSTAKA	18

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi Listrik sudah menjadi salah satu energi utama yang digunakan oleh manusia saat ini. Hampir disetiap pelosok di dunia ini ditemukan kegiatan-kegiatan manusia yang menggunakan energi listrik sebagai sumbernya. Begitu pula penggunaan energi listrik di berbagai bangunan dan fasilitas lainnya, sudah merupakan hal yang umum berbagai peralatan listrik dipakai di dalamnya. Mungkin disuatu bangunan bisa mencapai ratusan peralatan listrik bahkan mungkin untuk “Smart Building” bisa mencapai ribuan peralatan listrik yang digunakan di suatu bangunan. Peralatan listrik memiliki berbagai keunggulan sehingga menjadi lebih populer di masyarakat, Keunggulan peralatan listrik yaitu memiliki tingkat efisiensi yang sangat tinggi, peralatan listrik sudah biasa jika peralatan tersebut dalam kondisi baik bisa mencapai tingkat efisiensi 80%. Selain itu juga peralatan listrik memiliki output dari kerja perangkat hampir tidak ada seperti polusi udara atau zat-zat buang lainnya. Mungkin ada keluaran berupa suara ataupun getaran selama bekerjanya perangkat namun tingkat keluaran tersebut masih jauh dibawah dari mesin/perangkat yang bersumber dari energi lainnya. Dan lebih dari itu energi listrik sangat mudah dikonversi menjadi bentuk lain antara lain menjadi gerak, panas, dingin, asam, basa, suara, tekanan, asap dan lain-lain.

Dengan penggunaan peralatan listrik yang masif tersebut maka tentu dibutuhkan pengaturan/manajemen dalam penggunaannya agar tidak terjadi pemborosan yang akan menghasilkan tingkat kinerja yang rendah. Menurut Wahyudi bahwa “**Manajemen energi adalah suatu program yang direncanakan dan dilaksanakan secara sistematis untuk memanfaatkan energi secara efektif dan efisien dengan melakukan perencanaan, pencatatan, pengawasan dan evaluasi secara kontinu tanpa mengurangi kualitas produksi dan pelayanan**”(1). Berkaitan dengan definisi tersebut maka manajemen energi listrik merupakan suatu kegiatan dimana dapat mengatur pemakaian energi listrik dan juga sekaligus diawasi/monitoring dan dievaluasi perangkat-perangkat listrik yang ada. Perangkat listrik seperti pada umumnya perangkat-perangkat lainnya memiliki umur pemakaian dan cenderung akan mengalami penurunan kinerja, sehingga kegiatan monitoring/pengawasan sangatlah penting. Apalagi kegiatan manajemen ini berkaitan

dengan ratusan bahkan mungkin ribuan perangkat yang bisa jadi telah mengalami perubahan tingkat kinerjanya.

Semua hal tersebut mendorong peneliti untuk melakukan review/studi tentang manajemen penggunaan energi listrik. Kajian ini diharapkan dapat menjadi inisiasi penelitian lebih lanjut dalam menguji metoda-metoda yang ada dalam memonitoring dan mengukur energi listrik yang terpakai pada suatu bangunan.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan dalam studi tentang manajemen penggunaan energi listrik antara lain:

1. Studi literatur tentang manajemen energi listrik pada suatu bangunan
2. Studi tentang metode pengukuran dan evaluasi penggunaan energi listrik pada suatu bangunan
3. Studi tentang metode monitoring penggunaan energi listrik pada kurun waktu tertentu untuk menemukan sumber pemborosan baru

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

Melakukan review/studi tentang manajemen penggunaan energi listrik pada bangunan perkantoran.

1.4. Manfaat

Manfaat penelitian diharapkan selanjutnya dapat menjadi acuan dalam melakukan penelitian yang lebih dalam dengan menguji metode-metode yang diusulkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Manajemen Energi Listrik

Manajemen energi memang agak berbeda dengan manajemen pada umumnya dimana mengatur orang yang memang variabel jauh lebih kompleks, sehingga manajemen pada suatu organisasi/perusahaan belum tentu dapat diterapkan pada organisasi/perusahaan lain karena karakteristik orang-orang didalamnya bisa berbeda-beda. Sedangkan manajemen energi umumnya dihadapkan pada hal-hal yang sama apalagi untuk suatu kasus yang sama yaitu misalkan pada bangunan perkantoran. Maka variabel-variabel yang timbul cenderung sama pada suatu bangunan perkantoran dengan perkantoran lainnya. Umumnya variabel yang diamati 3 buah yaitu pencahayaan, temperatur dan kelembaban. 3 variabel tersebut yang umumnya menjadi fokus pengawasan dan evaluasi dari kegiatan manajemen energi disuatu bangunan perkantoran. Untuk meng-evaluasi dari penggunaan energi listrik di suatu bangunan maka dibutuhkan proses audit energi

2.2. Audit Energi

Menurut Peraturan Pemerintah No 33 tahun 2023, “Audit energi adalah proses evaluasi Pemanfaatan Energi dan identifikasi peluang Penghematan Energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada Pengguna Sumber Energi dan Pengguna Energi dalam rangka Konservasi Energi”. Audit Energi umumnya dapat dibagi 3 jenis (2) yaitu:

1. Audit Singkat (*Walk through Energy Audit*)

Audit singkat umumnya hanya menggunakan data sekunder yang sudah ada seperti halnya data pemakaian energi listrik, data spesifikasi penerangan, dan alat pengkondisian udara ruangan, data luas ruangan dan peruntukannya. Lalu dari data tersebut dihitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dalam satuan WH/m²/tahun.

2. Audit energi awal (*Target Energy Audit*)

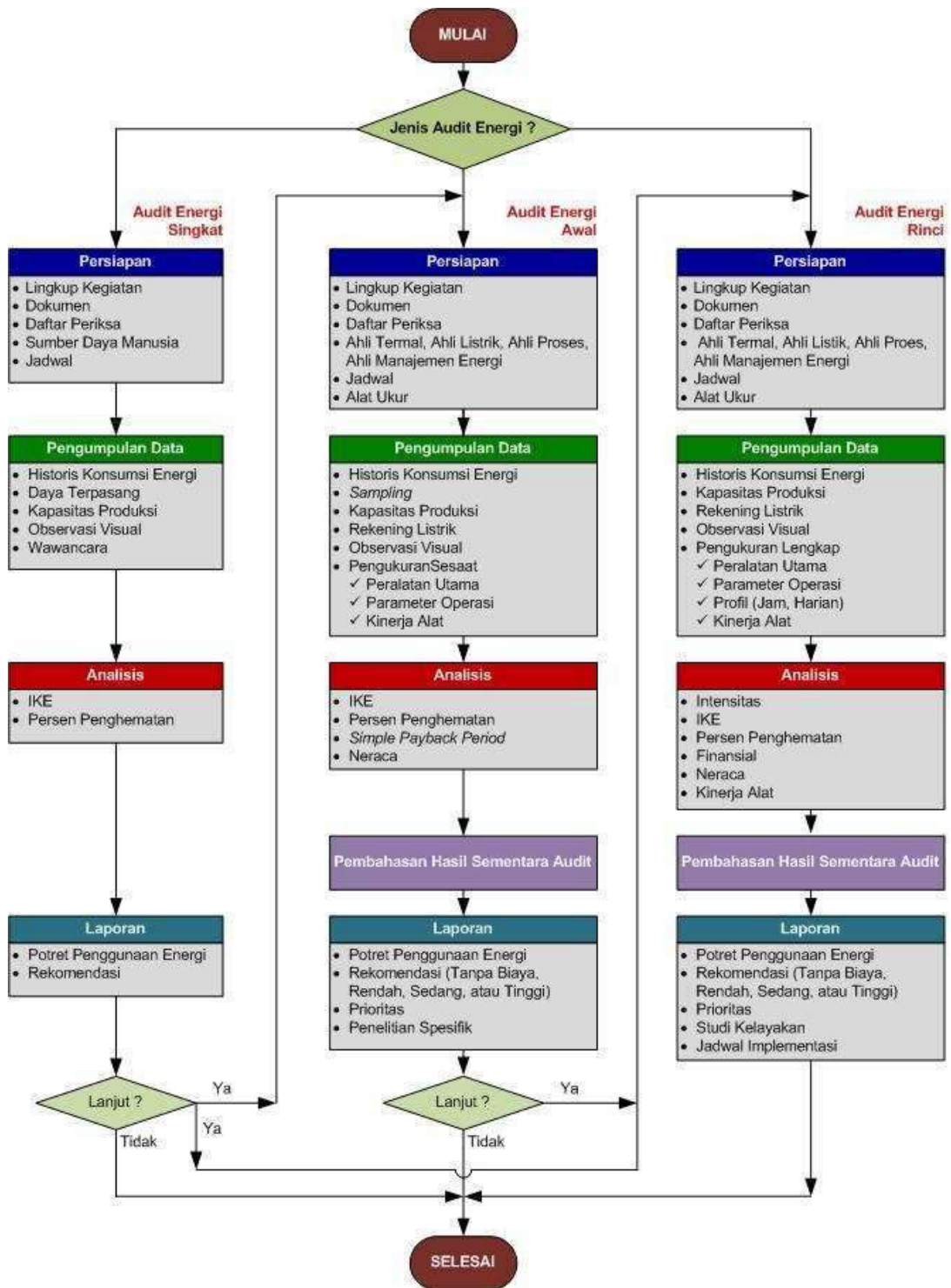
Audit awal umumnya merupakan audit berdasarkan pada data sekunder yang sudah ada dan tersedia lalu dilakukan pengukuran secara sampling dari komponen-komponen utama di bangunan tersebut. Setelah itu dilakukan perhitungan pemakaian energi dan menghitung kembali IKE berdasarkan data pengukuran sekaligus mengecek nilai IKE

di audit singkat jika sudah dilakukan. Melakukan analisa Peluang Hemat Energi (PHE) dan memberikan rekomendasi PHE tersebut jika ada. Memberikan juga masukan solusi PHE tersebut dan nilai yang bisa dihemat dalam jangka waktu tertentu (Payback period).

3. Audit energi rinci (*Detailed Energy Audit*)

Audit energi rinci dilaksanakan berdasarkan rekomendasi dari audit energi awal yang menunjukkan adanya pemborosan energi listrik pada bagian-bagian peralatan/ruangan/fasilitas yang ada. Proses pengukuran lebih jauh dilakukan untuk menemukan sumber pemborosan ataupun masalah. Setelah ditemukan baru menganjurkan rekomendasi lengkap dengan analisa solusi PHE jika dilakukan dan juga analisa keuangan.

Secara lengkap proses audit energi dapat diperlihatkan pada Gambar 2.1 Flowchart proses Audit energi.



Gambar 2.1 Flowchart proses Audit Energi

2.3. Pencahayaan

Pencahayaan merupakan jumlah penyinaran terhadap bidang kerja yang dibutuhkan agar kegiatan tersebut dapat dilakukan secara efektif(3). Jadi bukan penyinaran pada seluruh

bagian dari ruangan tapi lebih cenderung pada tempat-tempat dilakukannya kegiatan. Hal ini yang mungkin masih jarang dilakukan dan pemborosan terjadi yaitu penyinaran pada bagian-bagian yang bukan tempat kegiatan.

Menurut SNI 6197-2011 maka telah ditentukan tingkat penyinaran (dalam Lux) yang dibutuhkan bagi ruang-ruang di perkantoran dan juga lembaga pendidikan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2.1 Rekomendasi Tingkat Pencahayaan dalam satuan LUX menurut SNI

(4)

Perkantoran :	
Ruang resepsionis.	300
Ruang direktur	350
Ruang kerja	350
Ruang komputer	350
Ruang rapat	300
Ruang gambar	750
Gudang arsip	150
Ruang arsip aktif	300
Ruang tangga darurat	150
Ruang parkir	100
Lembaga pendidikan :	
Ruang kelas	350
Perpustakaan	300
Laboratorium	500
Ruang praktek komputer.	500
Ruang laboratorium bahasa.	300
Ruang guru	300
Ruang olahraga	300
Ruang gambar	750
Kantin	200

Pada standar SNI tersebut jelas pada ruangan-ruangan yang memang membutuhkan pencahayaan tinggi maka tingkat pencahayaannya juga butuh tinggi namun hal ini bukan berarti seluruh bagian pada ruangan memiliki intensitas yang sama. Namun memang untuk ruangan-ruangan yang dimungkinkan orang beraktifitas diseluruh ruangan tersebut maka tingkat pencahayaannya diharapkan merata pada setiap bagian ruangan tersebut. Dan biasanya tingkat pencahayaannya relatif memang rendah jadi bisa diberikan dengan lampu yang disebarkan secara merata ke seluruh bagian ruangan.

2.4. Temperatur Ruangan dan Kelembaban

Temperatur ruangan dan Kelembaban merupakan faktor yang penting dalam menghasilkan kenyamanan di dalam suatu bangunan. Menurut standar dari Badan Standardisasi Nasional (BSN) maka tingkat kenyamanan ditentukan pada kondisi bola kering (dry bulb) yaitu pada temperatur 25⁰C dan kelembaban relatif 55%(5).

BAB III

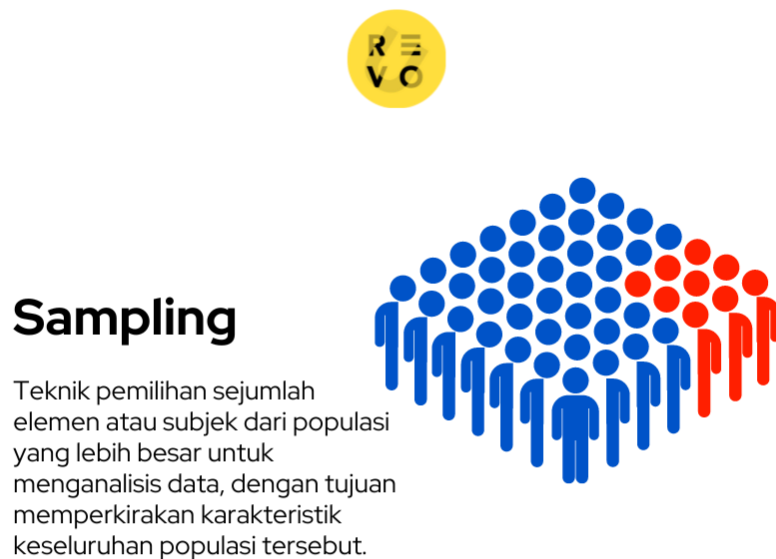
METODE PENELITIAN

3.1. Metode Pengukuran

Metode pengukuran dalam proses manajemen energi sangat dibutuhkan untuk mengetahui parameter-parameter yang terjadi dan selanjutnya dapat digunakan untuk melakukan evaluasi dan proses selanjutnya. Metode pengukuran berdasarkan prosedur dapat dibagi 2 yaitu :

➤ Metode pengukuran sampling

Metode pengukuran ini umumnya diterapkan pada audit awal, dimana ditentukan kondisi ataupun waktu yang tepat dan dapat mewakili dimana energi digunakan secara optimal atau pun maksimal. Metode ini cenderung karena keterbatasan waktu dan keperluan untuk menghasilkan kesimpulan yang cepat pada kondisi unit/fasilitas yang sedang di audit. Gambar 3.1 mengilustrasikan metode/teknik pengukuran sampling



<https://revou.co/revoupedia/kosakata>

Gambar 3.1 Metode/Teknik Sampling(6)

➤ Metode pengukuran real time

Metoda pengukuran ini diterapkan jika ingin menyelidiki secara rinci pada suatu unit/perangkat/fasilitas dan umumnya dilakukan dalam kurun waktu yang cukup lama agar dapat menghasilkan data yang cukup lengkap dan dapat melihat trend dari data tersebut. Gambar 3.2 mengilustrasikan pengukuran daya/energi listrik secara real time



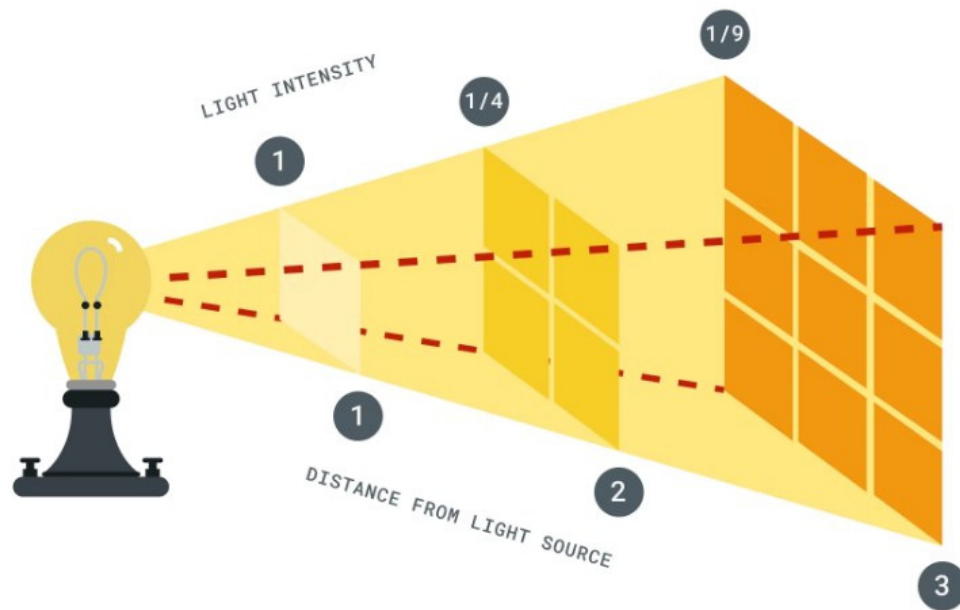
Gambar 3.2 Metode pengukuran real time(7)

3.2. Pengukuran Besaran

Pengukuran itu sendiri dapat dibagi 2 yaitu:

1. Pengukuran Besaran Fisika

Pada pengukuran besaran fisika maka teknisi yang akan mengukur harus paham karakteristik dasar dari besaran tersebut. Seperti contohnya pengukuran intensitas cahaya dari lampu maka pengukuran akan sangat berpengaruh berdasarkan jarak dari sumber cahaya/lampu itu sendiri. Begitu pula dengan pengukuran kecepatan alir udara, suhu udara dan kelembaban udara. Gambar 3.3 mengilustrasikan pengukuran intensitas cahaya lampu.



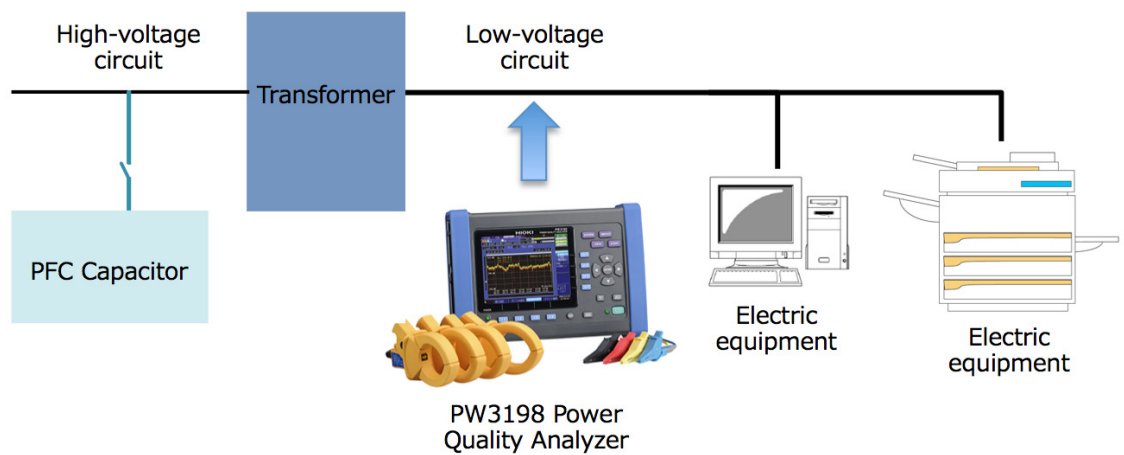
Gambar 3.3 Pengukuran intensitas cahaya lampu(8)

2. Pengukuran Besaran Listrik

Pengukuran besaran listrik yang umum dilakukan antara lain : tegangan, arus, faktor daya, frekuensi, daya listrik dan energi listrik. Yang umumnya ditemukan kesulitan dalam pengukuran itu antara lain :

- Pengukuran Faktor Daya

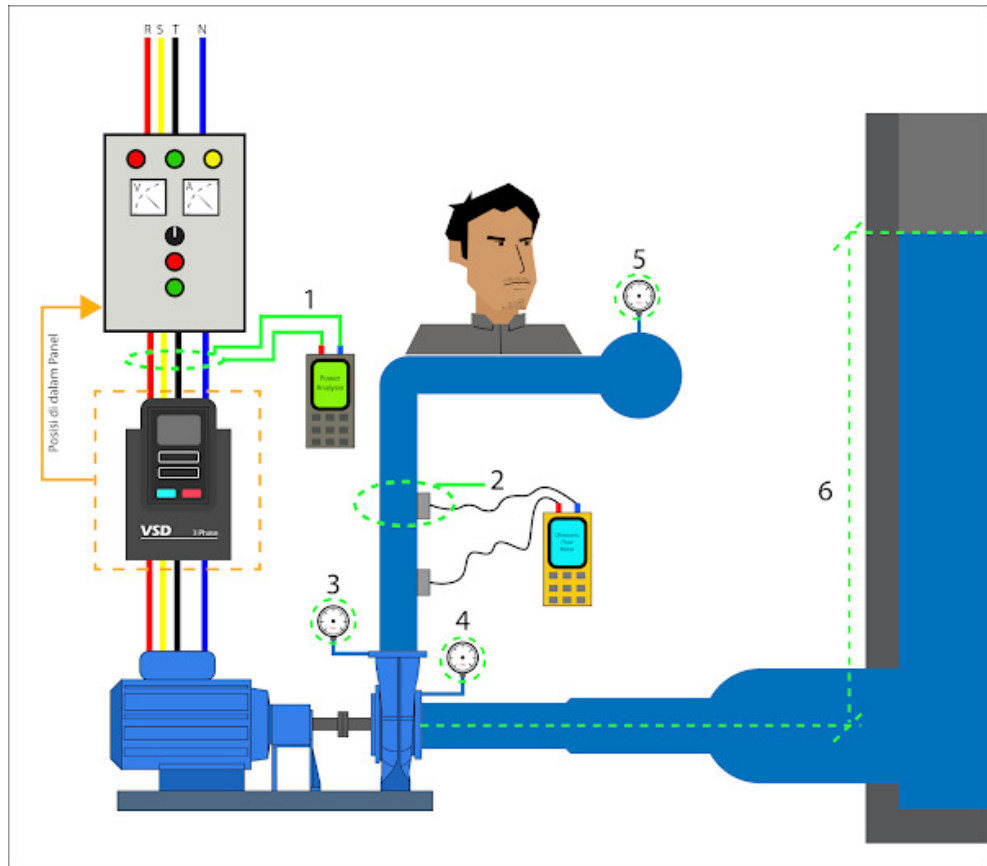
Pada pengukuran faktor daya ini dalam melokalisasi beban bermasalah ini sering mengalami kesulitan. Hal ini dikarenakan pengaruh beban induktif dan kapasitif di suatu jaringan power listrik akan mempengaruhi beban lainnya. Sementara itu pada proses pengukuran belum tentu dapat dikondisikan sehingga beban lainnya dalam kondisi padam. Oleh karena itu jika ingin mengevaluasi suatu perangkat yang dicurigai memperburuk faktor daya maka perangkat tersebut yang harus diisolasi dengan memberikan power pada perangkat tersebut yang faktor dayanya mendekati nilai 1. Sehingga pengaruh perubahan karena beban/perangkat yang akan diselidiki dapat diukur lebih akurat. Gambar 3.4 menunjukkan ilustrasi pengukuran faktor daya dengan menggunakan sebuah Power Quality Analyzer (PQA) pada suatu jaringan listrik yang tergabung beban-beban lainnya.



Gambar 3.4 Pengukuran faktor daya pada suatu jaringan listrik(9)

- Pengukuran Energi Listrik

Pengukuran energi seperti pada umumnya membutuhkan faktor waktu sehingga pada pengukuran energi maka alat ukur harus dipasang dalam kurun waktu tertentu dan cenderung cukup lama. Pada dasarnya alat ukur akan mengukur daya listrik bukan energi, sedangkan energi adalah kalkulasi daya terhadap waktu, jadi pengukuran daya dalam kurun waktu tertentu maka penjumlahannya merupakan total energi yang digunakan oleh beban tersebut. Gambar 3.5 memberikan gambaran tentang pengukuran energi listrik.



Gambar 3.5 Ilustrasi pengukuran energi listrik(10)

DAFTAR PUSTAKA

1. WAHYUDI J. AUDIT ENERGI DI BIDANG TATA CAHAYA UNTUK GEDUNG KAMPUS BONAVENTURA UAJY. 14 Juli 2014;
2. Energy Efficiency in Building Renovation. Handbook of Energy Efficiency in Buildings: A Life Cycle Approach. 1 Januari 2019;675–810.
3. Made I, Ganesputra S, Ngurah Janardana G, Budiastira N. STUDI MANAJEMEN ENERGI LISTRIK DAN ANALISIS PELUANG PENGHEMATAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG PENGADILAN NEGERI DENPASAR. Jurnal SPEKTRUM [Internet]. 30 Juni 2022 [dikutip 17 September 2024];9(2):120–7. Tersedia pada: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/view/90008>
4. Badan Standardisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan. 6197–2011 Indonesia; 2011.
5. Badan Standardisasi Nasional. Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung. SNI 6390 2020 Indonesia; 2020.
6. Apa itu Sampling? Arti, Fungsi, Contoh, FAQs 2024 | RevoU [Internet]. [dikutip 19 September 2024]. Tersedia pada: <https://revou.co/kosakata/sampling>
7. Cara Pengukuran Daya Listrik Secara Real Time Menggunakan AC Clamp Power Meter Hioki CM3286-01 | PT. Radius Allkindo Electric [Internet]. [dikutip 19 September 2024]. Tersedia pada: <https://www.radius.co.id/cara-pengukuran-daya-listrik-secara-real-time-menggunakan-ac-clamp-power-meter-hioki-cm3286-01/>
8. Pengukuran Intensitas Cahaya dengan Menggunakan Lux Meter [Internet]. [dikutip 19 September 2024]. Tersedia pada: <https://www.sentralibrasiindustri.com/pengukuran-intensitas-cahaya-dengan-menggunakan-lux-meter/>
9. Ukur Kebisingan yang Dihasilkan dengan Mengalihkan Kapasitor Koreksi Faktor Daya | Hioki [Internet]. [dikutip 19 September 2024]. Tersedia pada: https://www.hioki.com/id-id/learning/applications/detail/id_113399
10. Cara Mengukur Parameter Energi Listrik dan Energi Hidrolis untuk Menghitung Efisiensi Energi Pompa - madewhidi.com [Internet]. [dikutip 19 September 2024]. Tersedia pada: https://www.madewhidi.com/2021/06/cara-mengukur-parameter-energi-listrik.html#google_vignette

