

Kajian Efisiensi Penggunaan Energi Pada Gedung Politeknik Negeri Madiun Kampus I

Ryan Wicaksono, Raden Jasa Kusumo Haryo, Kumala Mahda Habsari, Bagus Putra P

Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun

Email : ryanwicak@pnm.ac.id, jaskusumo@pnm.ac.id

Abstract- Suatu bangunan atau gedung baik instansi, lembaga dan industri sudah pasti memanfaatkan energi listrik sebagai penunjang operasional. Dalam pemanfaatan energi listrik telah dibuat regulasi atau persyaratan yang harus dipenuhi seperti, menyesuaikan Standar Nasional Indonesia (SNI), dan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Namun fakta di lapangan, masih ada beberapa bangunan dan gedung yang belum memenuhi standar dan persyaratan sistem kelistrikan. Disisi lain, suatu gedung atau bangunan juga harus memperhatikan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang menentukan efisiensi penggunaan energi. Maka dari itu penulis mempunyai keinginan membuat penelitian seputar standarisasi, efisiensi penggunaan energi terhadap seluruh gedung Politeknik Negeri Madiun Kampus I, dengan metode penelitian audit energi. Penelitian ini juga bertujuan sebagai laporan Tugas Akhir dengan judul “Kajian Efisiensi Penggunaan Energi Pada Gedung Politeknik Negeri Madiun Kampus I”. Sehingga laporan penelitian dapat digunakan sebagai bahan evaluasi apabila terdapat aspek yang belum terpenuhi dalam pemanfaatan energi listrik.

Kata kunci : Audit Energi, IKE (Intensitas Konsumsi Energi), Efisiensi Energi, SNI Sistem Kelistrikan.

I. Pendahuluan

Sistem kelistrikan suatu bangunan harus dibuat sebaik mungkin dengan memenuhi semua peraturan dan persyaratan kelistrikan untuk membuat suatu sistem kelistrikan, begitu juga efisiensi penggunaan energi listrik. Meskipun sistem kelistrikan suatu bangunan sudah terstruktur dan terpasang dengan baik sesuai peraturan dan persyaratan kelistrikan, tetapi suatu sistem kelistrikan tidak dapat berjalan secara sempurna hingga waktu yang tidak dapat ditentukan. Sistem kelistrikan juga memiliki batas maksimal pemakaian. Maka dari itu sangat diperlukan bagi sistem kelistrikan suatu gedung untuk pengecekan

listrik yang digunakan, kelayakan komponen, keamanan sistem, dan pengkajian efisiensi penggunaan energi untuk mengetahui sistem tersebut masih layak untuk dioperasikan atau butuh perbaikan dan meminimalisir kerusakan atau kecelakaan pada sistem kelistrikan karena itu sangat berbahaya bagi pengguna.[1]

Melakukan pengecekan suatu sistem kelistrikan tidak dapat dilakukan sendiri oleh pengguna karena sangat berbahaya. Pengecekan kelistrikan ini harus dilakukan dengan menggunakan alat-alat khusus tertentu dan harus menggunakan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) sesuai aturan yang telah ditentukan. Disinilah peran penulis untuk melakukan pengecekan instalasi sistem kelistrikan dan pengkajian efisiensi penggunaan energi pada suatu bangunan.[1] [8]

Gedung atau bangunan pasti sangat memerlukan suplai listrik untuk menunjang penggunaan beban. Salah satu contohnya adalah instansi pendidikan seperti kampus. Suatu kampus membutuhkan suplai listrik yang cukup besar dan sistem kelistrikan yang sangat baik dan stabil karena alat-alat lab praktikum yang digunakan di kampus sangatlah penting dan harus bekerja hingga waktu yang tidak dapat ditentukan. Tentunya, sistem kelistrikan pada kampus harus terus berjalan dengan baik dan stabil agar tidak terjadi error yang dapat membahayakan dan menghambat kerja beban, alat praktikum, dan mahasiswa beserta dosen. Maka dari itu, pengecekan sistem instalasi kelistrikan pada kampus harus dilakukan secara rutin untuk mengetahui kondisi kelistrikan, kelayakan komponen kelistrikan dan efisiensi penggunaan energi sebelum terjadi kerusakan alat maupun kerugian dalam pemanfaatan energi.[1] Hal ini yang memotivasi dan mendorong peneliti memilih tema tugas akhir/skripsi Power Quality dan Audit Energi dan dengan judul “Kajian Efisiensi Penggunaan Energi Pada Gedung Politeknik Negeri Madiun Kampus I”.

II. Tinjauan Pustaka

Standarisasi dan Peraturan Mekanikal Elektrikal

Peraturan / Undang-Undang yaitu :[8]

- 1) Undang Undang No. 30 tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan.
- 2) Undang Undang RI No.28/2002, tentang Bangunan Gedung.
- 3) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 29/PRT/M/2006, tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung.
- 4) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008, tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan.

A. Standar

- 1) SNI 0225:2011, tentang Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia (PUIL) 2011.
- 2) SNI 04-7018-2004, tentang Sistem Pasokan Daya Listrik Darurat dan Siaga.
- 3) SNI 03-6574-2001, tentang Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda Arah dan System Peringatan Bahaya pada Bangunan Gedung.
- 4) SNI 03-6574-2001, tentang Tata Cara Perancangan System Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung.
- 5) SNI 03-7015-2001, tentang Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung.
- 6) Peraturan-peraturan / standar Internasional yang umum dan berlaku di Indonesia seperti : PLN, IEC, IEEE, NFPA, NEC, dan lain lain.

B. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Audit Energi adalah teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya.

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik adalah pembagian antara konsumsi energi listrik pada kurun waktu tertentu dengan satuan luas bangunan gedung. Atau dapat ditulis dengan menggunakan rumus :

$$IKE = \frac{Ke}{Lb}$$

dimana :

Ke : Pemakaian energi (kWh)

Lb : Luas bangunan (m²)

IKE : Intensitas Konsumsi Energi (kWh/ m²)

Perhitungan nilai IKE merupakan perbandingan antara konsumsi energi listrik yang digunakan terhadap luas bangunan dalam jangka waktu

tertentu. Nilai IKE dalam kategori efisien untuk gedung perkantoran menurut ASEAN-USAID Tahun 1987 sebesar 240 kWh/m²/tahun dan nilai IKE dalam kategori efisien untuk gedung perkantoran menurut Permen ESDM No. 13 tahun 2012 sebesar 8,5 – 14 kWh/m²/bulan. Perhitungan nilai IKE menggunakan data historis kelistrikan.

Menurut Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional nilai IKE dari suatu bangunan gedung digolongkan dalam dua kriteria berdasarkan Permen ESDM No. 13/2012, yaitu untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC.

Tabel 2.1 Kriteria Efisiensi Gedung AC dan Tanpa AC berdasarkan Permen ESDM No. 13/2012

Kriteria	Gedung Ber-AC kWh/m ² /bulan	Gedung Tanpa AC kWh/m ² /bulan
Sangat Efisien	< 8,5	< 3,4
Efisien	8,5 – 14	3,4 – 5,6
Cukup Efisien	14 – 18,5	5,6 – 7,4
Boros	> 18,5	> 7,4

C. Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan pada suatu bangunan terdiri atas sistem pencahayaan alami dan buatan. Pencahayaan alami adalah pencahayaan yang berasal dari cahaya matahari dan harus dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk mengurangi energi listrik pada bangunan. Pencahayaan alami memiliki dampak terhadap meningkatnya suhu ruangan dikarenakan radiasi matahari. Pencahayaan buatan merupakan pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya buatan manusia. Pencahayaan buatan diperlukan apabila posisi ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami. Kualitas pencahayaan pada suatu permukaan atau bidang kerja dinyatakan dengan satuan lux. Tingkat pencahayaan minimum yang direkomendasikan pada lembaga pendidikan sesuai SNI ditunjukkan pada tabel.

Tabel 2.2 Tingkat Pencahayaan Minimum Ruang Sesuai SNI

Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan (Lux)
Ruang Kelas	350
Laboratorium	500
Ruang Praktek Komputer	500
Ruang Laboratorium	300
Ruang Dosen	300
Lobby	350
Perpustakaan	300
Ruang Direktur	350
Ruang Rapat	300

D. Total Harmonik Distors

Pada sistem tenaga listrik, daya yang didistribusikan adalah pada level tegangan dengan frekuensi tunggal (50 Hz atau 60 Hz), tetapi karena perkembangan beban listrik yang semakin pesat dan kompleks, terutama penggunaan beban-beban non linier, akan menimbulkan perubahan pada bentuk gelombang sinusnya. Berdasarkan Standard IEC (International Electrotechnical Comission) 1000.4- 11, gangguan harmonik tergolong dalam distorsi bentuk gelombang yang menyebabkan terjadinya perubahan pada bentuk gelombang dasarnya.

Distorsi bentuk gelombang tersebut adalah acak, tetapi pada kasus ini bendistorsinya harmonik. Gejala ini menyebabkan terjadinya perubahan bentuk gelombang. THD bisa dikatakan juga sebagai gangguan frekuensi yang diakibatkan oleh pemakaian beban yang menggunakan komponen switching semi konduktor. Pada proses switching inilah frekuensi switching yang tinggi dapat mengintervensi frekuensi dari sumber listrik PLN, yang akibatnya frekuensi dasar 50 Hz dari gelombang sinus PLN terganggu oleh frekuensi proses switching.

Batasan-batasan THD yang diizinkan untuk beberapa sistem tegangan berdasarkan standar IEEE 519-1992 dan PLN diperlihatkan pada tabel

Tabel 2.3 Batasan Total Distorsi Harmonik Tegangan berdasarkan standar IEEE 519-1992

Standar IEEE Sistem Tegangan (kV)	Total Harmonik Distortion (%)
$V_n < 69$	5 %

$69 < v_n < 161$	2,5 %
$V_n > 161$	1,5 %

Tabel 2.4 Batasan Total Distorsi Harmonik Arus berdasarkan standar IEEE 519-2014

Isc (A)	Total Harmonik Distortion (%)
< 20	5 %
$20 < 50$	8 %
$50 < 100$	12 %
$100 < 1000$	15 %
> 1000	20

E. As Built Drawing

As built drawing adalah salah satu komponen penting yang harus dilengkapi dalam pengurusan Izin Mendirikan Bangunan (IMB). Bentuk as built drawing adalah dibuat dalam bentuk gambar atau peta dalam skala tertentu, di atas kertas kalkir dengan bentuk format yang telah ditetapkan oleh instansi atau dinas. As built drawing pada penelitian ini digunakan sebagai sarana penunjang dalam proses pengambilan data yang diperlukan untuk dianalisa.

F. Power Analyzer

Power Analyzer merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengetahui kualitas daya yang digunakan pada suatu sitem jaringan listrik. Perangkat ini sering digunakan untuk pengukuran kualitas daya suatu industri, gedung instansi, maupun suatu lembaga. Alat ini mampu mengukur daya, harmonisa, menampilkan bentuk gelombang, menampilkan sudut fasor keseimbangan beban. Alat ini mampu menyimpan riwayat pengukuran dengan memori SD Card. Pada penelitian ini power analyzer digunakan untuk mengukur daya pada Main Distribution Panel (MDP) maupun Sub Distribution Panel (SDP) pada gedung Politeknik Negeri Madiun

G. Lux Meter

Lux Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui karena pada dasarnya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup. Untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya ini maka diperlukan sebuah sensor yang cukup peka dan linier terhadap cahaya. Pada penelitian ini lux

meter digunakan untuk mengukur intensitas cahaya setiap ruangan gedung.

H. Thermohygro Meter

Thermohygro meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur) dan kelembaban udara pada suatu ruangan. Satuan pengukurannya yang paling sering kita lihat adalah derajat Celcius (C). Dan satuan kelembaban udara ialah (*Relative Humadity*) RH. Pada penelitian ini thermohygro meter digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban setiap ruangan.

Tabel 2.5 Standar Suhu dan Kelembaban Ruangan berdasarkan KepMenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999

Kategori Ruangan	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
Ruang Kelas	18-30	40-70
Laboratorium	22-26	35-60
Ruang Komputer	21-23	45-60
Ruang Dosen	18-30	40-70
Perpustakaan	18-30	40-70

III. Metode Penelitian

Pada bab ini akan membahas langkah-langkah pengerjaan penelitian.

a. Observasi As Built Elektrikal

Observasi *as built drawing* yang dimaksud ialah mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk dianalisa seperti :

- a. Jumlah gedung dan Ruangan
- b. Pengukuran kualitas daya dan peninjauan standarisasi MDP (Main Distribution Panel) dan SDP (Sub Distribution Panel)
- c. Pengukuran intensitas cahaya ruangan
- d. Pengukuran suhu dan kelembaban ruangan
- e. Jumlah titik penerangan, AC (air conditioner)
- f. Perhitungan total penggunaan daya

b. Mendesain Ulang As Built drawing

Pada tahap mendesain ulang *as built drawing* ialah rekomendasi penyesuaian ulang dari hasil observasi *as built drawing* jika terdapat komponen atau perangkat yang perlu disesuaikan demi keamanan dan efisiensi penggunaan energi, baik sistem kelistrikan, sistem penerangan dan sistem pendingin ruangan. Dengan ketentuan tetap mempertahankan aspek ramah lingkungan, keamanan dan kenyamanan penghuninya.

c. Perhitungan Total Kebutuhan Daya Setelah Didesain Ulang

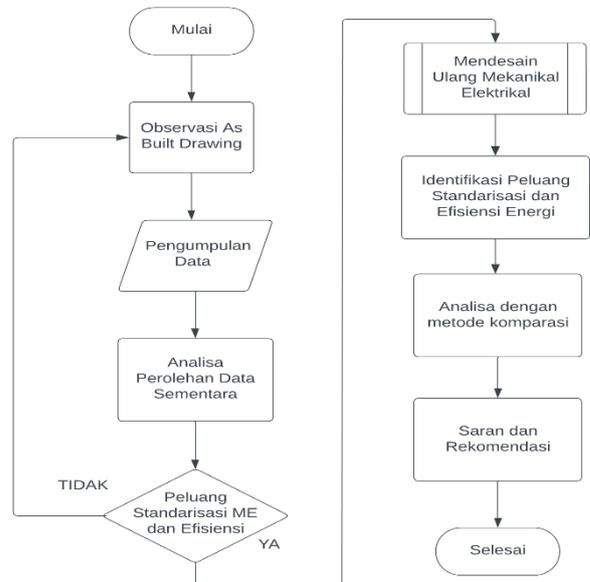
Setelah mendesain ulang *as built drawing* maka total kebutuhan daya yang diperlukan akan dihitung.

d. Komparasi Desain

Komparasi desain bertujuan untuk membandingkan perbedaan tingkat konsumsi daya yang dibutuhkan dan membandingkan tingkat efisiensi antara desain *As Built* elektrikal dengan desain yang direkomendasikan atau hasil desain ulang.

e. Diagram Alir (Flowchart)

Diagram alir kerja penelitian atau urutan langkah kerja yang tersusun mulai dari tahap awal hingga akhir. Adapun alur atau langkah kerja penelitian “Kajian Efisiensi Penggunaan Energi Pada Gedung Politeknik Negeri Madiun Kampus I” akan dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 3.1 Flowchart

f. Pengumpulan Data Gedung Pusat

- 1) Luas : 1.013 m²
- 2) Jumlah lantai 3 :
 - a) Lantai 1
 - Total ruangan : 19
 - Jumlah titik lampu : 160
 - Jumlah AC : 12
 - b) Lantai 2
 - Total ruangan : 29
 - Jumlah titik lampu : 63
 - Jumlah AC : 19
 - c) Lantai 3
 - Total ruangan : 11
 - Jumlah titik lampu : 45

Jumlah AC : 13

3) Total kebutuhan daya : 97.122 VA

Gedung Budi Tjahjono

- 1) Luas : 336 m²
- 2) Jumlah lantai 3 :
 - a) Lantai 1
 - Total ruangan : 5
 - Jumlah titik lampu : 39
 - Jumlah AC : -
 - b) Lantai 2
 - Total ruangan : 7
 - Jumlah titik lampu : 51
 - Jumlah AC : 6
 - c) Lantai 3
 - Total ruangan : 11
 - Jumlah titik lampu : 45
 - Jumlah AC : 4
- 3) Total kebutuhan daya : 16.555 VA

Gedung M. Nuh

- 1) Luas : 1.904m²
 - 2) Jumlah lantai 3 :
 - a) Lantai 1
 - Total ruangan : 6
 - Jumlah titik lampu : 112 (Hall & Parkiran), 84 (Lab)
 - Jumlah AC : 4
 - b) Lantai 2
 - Total ruangan : 33
 - Jumlah titik lampu : Utara (84), Selatan (111)
 - Jumlah AC : 33
 - c) Lantai 3
 - Total ruangan : 34
 - Jumlah titik lampu : Utara (105), Selatan (120)
 - Jumlah AC : 3
- Total kebutuhan daya : 97.469 VA

IV. Hasil dan Analisa**a. Standar Mekanikal Elektrikal**

Standarisasi mekanikal elektrikal pada Politeknik Negeri Madiun Kampus I' ditinjau mulai dari kWH Meter, MDP (*Main Distribution Panel*) setiap gedung kampus hingga ke SDP (*Sub Distribution Panel*) setiap lantai gedung dan *grounding* penyalur petir. Peninjauan ini berpedoman pada PUIL 2011. Perlu diketahui bahwasannya pembangunan gedung Politeknik Negeri Madiun Kampus I dibangun secara bertahap sehingga terjadi penyesuaian dari aspek mekanikal elektrikalnya.

Tabel 3.1 Rekap Standar Mekanikal Elektrikal MDP dan SDP Seluruh Gedung Politeknik Negeri Madiun

NO	Pengujian	Keterangan
	Gedung Pusat	
1	MDP	Layak
2	SDP Lantai 1	Layak
3	SDP Lantai 2	Layak
4	SDP Lantai 3	Layak
	Gedung Budi Tjahjono	
1	MDP	Layak
2	SDP Lantai 1	Layak
3	SDP Lantai 2	Layak
4	SDP Lantai 3	Layak
	Gedung M. Nuh	
1	MDP	Layak
2	SDP Lantai 1	Layak
3	SDP Lantai 2	Layak
4	SDP Lantai 3	Layak

Tabel 3.2 Rekap hasil pengukuran nilai THD

Tegangan MDP Setiap Gedung

NO	Pengukuran	THD Tegangan (%)			Ket.
		R	S	T	
1	MDP Gedung Pusat Vn < 69 kV Is < 100 A	1,05	1,13	1	Laik
2	MDP Gedung Budi Tjahjono Vn < 69 kV Is < 20 A	1,12	1,16	1,12	Kurang Layak
3	MDP Gedung M. Nuh Vn < 69 kV Is < 1000 A	1,05	1,13	1	Laik

Tabel 3.3 Rekap hasil pengukuran nilai THD Arus

MDP Setiap Gedung

NO	Pengukuran	THD Tegangan Arus (%)			Ket.
		R	S	T	
1	MDP Gedung Pusat Vn < 69 kV	7,23	6,29	9,46	Laik

	Is < 100 A				
2	MDP Gedung Budi Tjahjono Vn < 69 kV Is < 20 A	10	19,2 7	27,5 3	Tidak Layak
3	MDP Gedung M. Nuh Vn < 69 kV Is < 1000 A	7,23	6,29	9,46	Laik

Tabel 3.4 Rekap Hasil Sampling Intensitas Pencahayaan Ruangan

NO	Kategori Ruangan	Intensitas Cahaya (Lux)		Ket.
		Sampling 1	Sampling 2	
1	Kelas	444	727	Laik
2	Laboratorium	935	909	Laik
3	Ruang Komputer	1.119	580	Laik
4	Ruang Dosen	336	362	Laik
5	Perpustakaan	435	-	Laik
6	Ruang Direktur	63,9	-	Layak
7	Lobby	149,1	-	Layak

Tabel 3.5 Rekap Hasil Sampling Suhu dan Kelembaban Ruangan

NO	Kategori Ruangan	Suhu dan Kelembaban		Ket.
		Samplin g 1	Samplin g 2	
1	Kelas	27,6°C / 3,5%	28,4°C / 74,2%	Laik
2	Laboratorium	27,2°C / 51,1%	27,1°C / 49,6%	Laik
3	Ruang Komputer	27,2°C / 53,5%	27,1°C / 49,6%	Laik
4	Ruang Dosen	25,7°C / 57,2%	30,8°C / 59,8%	Laik
5	Perpustakaan	30,2°C / 48,9%	-	Laik
6	Ruang Direktur	30,1°C / 47,2%	-	Laik
7	Lobby	31,9°C / 54,1%	-	Laik

Tabel 3.6 Perbandingan hasil pengukuran intensitas cahaya lampu TL dan TL LED

NO	Lampu	Reflektor	Intensitas Cahaya (Lux)
1	TL 2 x 36W	V Shape	360 - 580
2	TL LED 2 x 14,5W	V Shape	730
3	TL 2 x 36W	Aluminium Louvre	900 - 935
4	TL LED 2 x 14,5W	Aluminium Louvre	950 - 1.100

Tabel 3.7 Rekap IKE Seluruh Gedung Politeknik Negeri Madiun

NO	Bangunan	IKE(Intensitas Konsumsi Energi)	Kategori
1	Gedung Pusat	9,22 kWh/m ²	Efisien
2	Gedung Budi Tjahjono	4,13 kWh/m ²	Sangat Efisien
3	Gedung M. Nuh	10,2 kWh/m ²	Efisien

Tabel 3.8 Rekap Kebutuhan Daya Berdasarkan Desain As Built Elektrikal dan Desain Rekomendasi

NO	Bangunan	Kebutuhan Daya Desain		Selisih
		As Built	Rekomendasi	
1	Gedung Pusat	97.1KW	96.6KW	495 W
2	Gedung Budi Tjahjono	13.3KW	12.1KW	1.0 KW
3	Gedung M. Nuh	97.4 KW	83.3KW	14 KW
TOTAL		207.9KW	192.1KW	15.6KW

Tabel 3.9 Rekap Tarif Daya Berdasarkan Desain As Built Elektrikal

NO	Bangunan	Tarif Daya/bulan As Built
1	Gedung Pusat	Rp8.289.110
2	Gedung Budi Tjahjono	Rp2.008.710
3	Gedung M. Nuh	Rp28.084.968
TOTAL		Rp38.382.788

Tabel 3.10 Rekap Tarif Daya Berdasarkan Desain Desain Rekomendasi

NO	Bangunan	Peluang Penghematan Daya/bulan
1	Rp8.163.248	Rp8.163.248
2	Rp1.700.123	Rp1.700.123
3	Rp24.505.002	Rp24.505.002
TOTAL		Rp34.368.373

Tabel 3.11 Rekap Peluang Penghematan Tarif Daya

NO	Bangunan	Tarif Daya/bulan Rekomendasi
1	Gedung Pusat	Rp125.862
2	Gedung Budi Tjahjono	Rp308.680
3	Gedung M. Nuh	Rp3.579.966
TOTAL		Rp4.014.508

V. Penutup

A. Kesimpulan

1. Penelitian ini meninjau standarisasi mekanikal elektrikal dan merekomendasikan akan solusi permasalahan yang ditemukan dilapangan. Dari hasil penelitian dan analisa secara keseluruhan, gedung Politeknik Negeri Madiun dikategorikan dalam kondisi **Layak** baik dari segi Standarisasi maupun Efisiensi.
2. Namun dalam penindaklanjutan hasil rekomendasi yang telah disarankan dalam penelitian, perlu dipertimbangkan dengan bijak sisi kelebihan dan kekurangannya.

Daftar Pustaka

- [1] Andersen D.Prok, Hans Tumilang, Ma rtinus Pakiding, 2018, Penataan Dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik Unsrat 2017, Teknik Elektro dan Komputer, 7(3): 207
- [2] Jati Untoro, Herri Gusmedi, Nining Purwasih, 2014, Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila, Rekayasa dan Teknologi Elektro, 8(2):93
- [3] Agung Wahyudi Biantoro, Dadang S. Permana, 2017, Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi di Gedung AB Kabupaten Tangerang Banten, Teknik Mesin, 6:85-87
- [4] Ema Suswatiningrum, Noor Hudallah, Riana defi Mahadji Putri, Budi Sunarko, Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik dan Peluang Penghematan Energi Listrik Pada Gedung C Kantor Sekretariat Daerah Kabupaten Semarang, *Teknik Elektro Teknologi Informasi dan Komputer*, 6(1):26-29
- [5] Khoirun Naimah, Ahmad Rafi A, Isra D.HI, Philip N, 2021, Analisa Konsumsi Energi dan Sistem Pencahayaan Gedung C Institut Teknologi Sumatera, *Energy and Electrician Engineering*, 2(2):2
- [6] Hanifah Nur Kumala N, Asih Setiarini, Kajian Harmonisa Arus Pada Gedung M. Nuh Lantai 3 Politeknik Negeri Madiun, Teknik Listrik, Teknik Komputer Kontrol, 1(1):13-18
- [7] Puji Slamet, Gatut Budiono, Kajian Teknis Lampu LED Type Tabung Dibandingkan Dengan Lampu TL, Teknik Elektro, 1(1):53-60
- [8] DirJen Ketenagalistrikan PUIL 2011, 2011:1-683
- [9] Peraturan Menteri Kesehatan tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan 2023(55):40
- [10] Peraturan menteri energi dan sumber daya mineral republik Indonesia nomor 13 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian tenaga listrik 151(2):1-10
- [11] Penerapan Standar Instalasi Listrik untuk Mencegah Kebakaran Pondok Pesantren Al Mujaddadiyah Kota Madiun 2(5):1559-1564