

LAPORAN AUDIT ENERGI

Masjid Nurul Huda

Auditor:

Rizki Caesariansyah/122340030

Diperiksa Oleh:

Rishal Asri, S.T., M.Eng., Ph.D

DAFTAR ISI

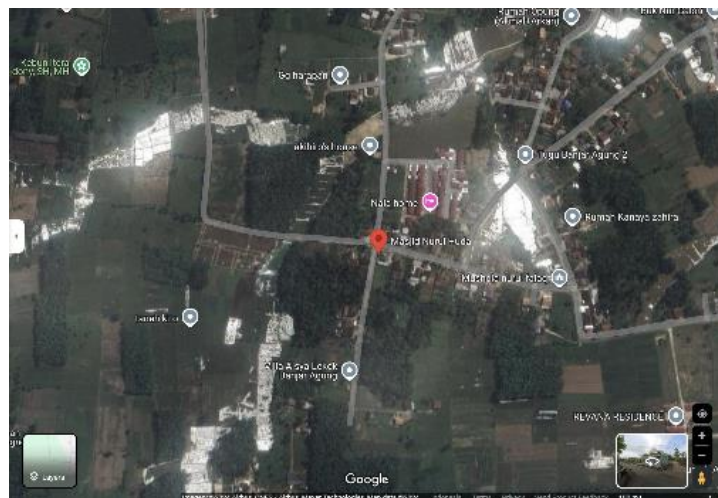
RINGKASAN.....	2
DESKRIPSI BANGUNAN.....	3
HASIL SURVEI	4
1. PENCAHAYAAN (<i>LIGHTING</i>).....	4
1.1 Metode Pengukuran.....	4
1.2 Pengukuran Lux	5
1.3 Rekomendasi Perbaikan.....	5
1.4 Analisis Ekonomi Pencahayaan	6
2. HVAC.....	8
2.1 Denah HVAC	8
2.2 <i>Air Quality</i>	8
2.3 ACH.....	8
2.4 Temperatur Ruangan.....	9
2.5 Kelembapan (<i>Humidity</i>).....	9
2.6 Analisis Ekonomi HVAC	10
3. <i>BUILDING ENVELOPE</i>	13
3.1 Selubung Bangunan.....	13
3.2 <i>Acoustic Building</i>	13
3.3 <i>Sound Measurment</i>	14
3.3 Analisis Ekonomi <i>Building Envelope</i>	14
4. <i>WATER MANAGEMENT</i>	14
4.1 <i>Water Use Intensity (WUI)</i>	14
4.2 Analisis Ekonomi <i>Water Management</i>	15
<i>Energy Conservation Measures (ECMs)</i>	15
Kesimpulan.....	15



RINGKASAN

Laporan audit energi pada bangunan gedung ini menyajikan hasil pengamatan dan rekomendasi dalam upaya mengoptimalkan efisiensi energi masjid nurul huda. Kegiatan audit ini bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional serta dapat meningkatkan kenyamanan para jamaah saat beribadah di masjid nurul huda. Audit energi meliputi sistem pencahayaan (*lighting*), HVAC, *building envelope*, dan *water management*. Beberapa parameter tersebut telah diidentifikasi sebagai hal potensial untuk penerapan langkah-langkah hemat energi, sehingga dapat mengurangi penggunaan energi tiap tahunnya.

- **Perkiraan Penghematan Energi Tahunan:** 2203,505 kWh/Tahun
- **Perkiraan Penghematan Biaya Tahunan:** Rp 3.744.922,85/Tahun
- **Simple Payback Periode:** 8 Tahun



Gambar 1. Citra Satelit Lokasi Masjid Nurul Huda



Tampak Depan



Tampak Kanan



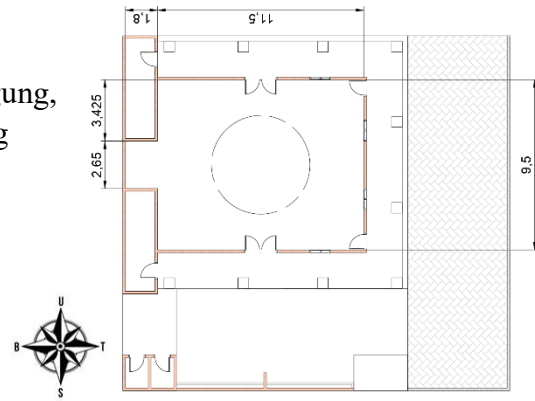
Tampak Kiri



Tampak Belakang

DESKRIPSI BANGUNAN

Lokasi : M83V+PF8, Banjar Agung, Jati Agung,
 South Lampung Regency, Lampung
 35365
 Luas Gedung : 114,02 m²
 Tinggi Gedung: 4 m
 Jenis Gedung : Tempat Ibadah
 Okupansi : ±200 Orang
 Operasional : 6 Jam/Hari



PENCAHAYAAN TERPASANG

Sistem pencahayaan terpasang pada Masjid Nurul Huda keseluruhan telah menggunakan teknologi lampu LED. Pemetaan lampu pada masjid nurul huda terbagi menjadi tiga area yaitu area ruangan dalam, area teras, dan area kamar mandi. Detail sistem pencahayaan terpasang pada masjid nurul huda dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Pencahayaan Terpasang Masjid Nurul Huda

Ruangan	Jumlah Terpasang	Daya Lampu	Total Daya
Ruangan Ibadah	1	40 Watt	40 Watt
	1	6 Watt	6 Watt
	5	15 Watt	75 Watt
	3	30 Watt	90 Watt
Teras	8	6 Watt	48 Watt
	2	15 Watt	30 Watt
Kamar Mandi	2	12 Watt	24 Watt

HVAC TERPASANG

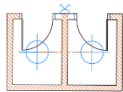
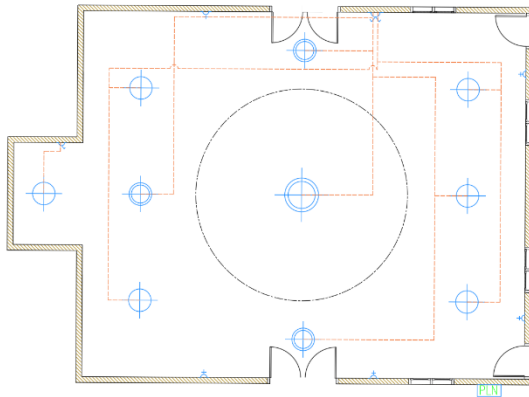
Sistem HVAC terpasang pada Masjid Nurul Huda menggunakan sistem ventilasi alami berupa pintu dan jendela. *Air Conditioning (AC)* pada masjid nurul huda menggunakan AC 1 PK dengan jumlah 4 unit. Detail sistem HVAC masjid nurul huda dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. HVAC Terpasang Masjid Nurul Huda

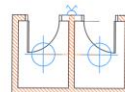
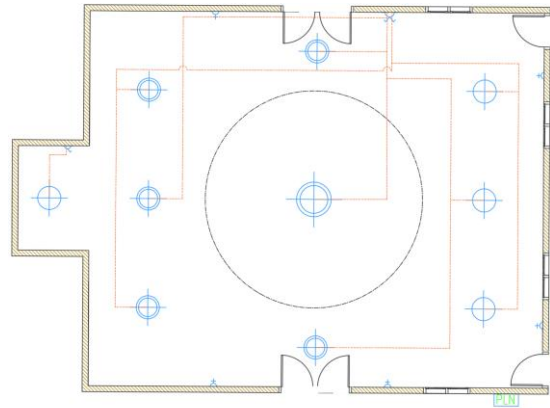
Keterangan	Luas	Jumlah terpasang
Jendela	3,15 m ²	4 Unit
Single Door	2,5 m ²	2 Unit
Double Door	5 m ²	2 Unit
AC 1 PK	-	4 Unit

HASIL SURVEI

1. PENCAHAYAAN (*LIGHTING*)



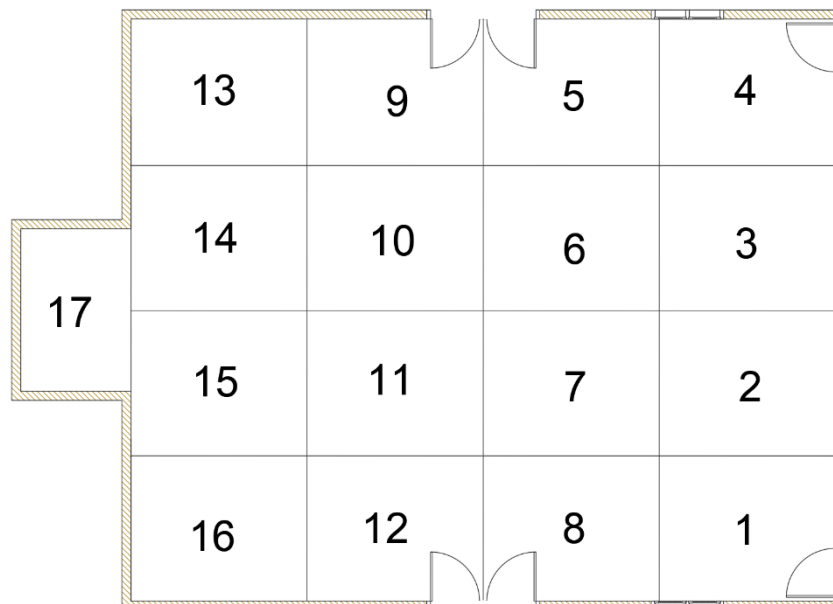
Gambar 2.1 Denah Kelistrikan Masjid Nurul Huda Sebelum Diaudit



Gambar 3.2 Denah Kelistrikan Masjid Nurul Huda Sesudah Diaudit

Terdapat dua cakupan area pengukuran yaitu ruangan ibadah dengan jumlah titik lampu sebanyak 10 dan kamar mandi dengan titik lampu berjumlah 2, atau masing-masing ruangan berjumlah 1.

1.1 Metode Pengukuran



Gambar 4.2 Grid Point Masjid Nurul Huda

Pengumpulan data sistem pencahayaan pada masjid nurul huda menggunakan metode *grid point* yaitu membagi pemetaan area pengukuran. Pengukuran akan mengambil data berupa lux pada tiap-tiap *grid point* menggunakan *software illuminance – Lux Light Meter*.

1.2 Pengukuran Lux

Standar Lux: 300 – 500 lux

Ruangan	Grid Point	Lux	Keterangan
Ruang Ibadah	1	345	Bagus
	2	332	Bagus
	3	330	Bagus
	4	537	Terlalu Banyak
	5	262	Tidak Cukup
	6	228	Tidak Cukup
	7	194	Tidak Cukup
	8	256	Tidak Cukup
	9	150	Tidak Cukup
	10	186	Tidak Cukup
	11	170	Tidak Cukup
	12	123	Tidak Cukup
	13	76	Tidak Cukup
	14	168	Tidak Cukup
	15	154	Tidak Cukup
	16	98	Tidak Cukup
	17	82	Tidak Cukup
Kamar Mandi	1	43	Tidak Cukup
	2	16	Tidak Cukup

Penggunaan daya lampu yang tidak sesuai dengan luas ruangan mengakibatkan lux yang diukur menjadi tidak cukup. Penempatan lampu gantung pada area kubah yang terlalu tinggi juga menyebabkan cahaya yang dipancarkan tidak diterima di lantai dasar secara maksimal. Pada grid point 4 didapatkan nilai lux yang terlalu banyak, hal ini diakibatkan adanya cahaya berlebih masuk melalui area jendela. Lampu pada area kamar mandi sudah redup serta lampu tetap menyala meskipun kamar mandi tidak digunakan.

1.3 Rekomendasi Perbaikan

1. Mengganti 5 lampu bangunan utama dengan lampu LED 50 Watt.
2. Mengganti lampu area mimbar dengan lampu LED 10 Watt.
3. Memasang gordan jendela berukuran $2,1 \times 1,5$ meter pada jendela untuk mengurangi Tingkat lux yang terlalu banyak pada *grid point* 4.
4. Mengurangi ketinggian lampu gantung pada area kubah agar cahaya menyampai dasar dapat maksimal
5. Mengganti lampu dengan lampu LED daya 6 watt untuk masing-masing kamar mandi.
6. Mengurangi jam operasional lampu.

1.4 Analisis Ekonomi Pencahayaan

Biaya Perbaikan

Kebutuhan	Link Pembelian/Refrensi	Kebutuhan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Phillips LED TForce 45 Watt	https://tokopedia.link/vqf6lzvTWOb	5	92.664,00	463.320,00
Phillips LED TForce 10 Watt	https://tokopedia.link/doxTTvapWOOb	1	43.461,00	43.461,00
Philips MyCare 6 watt LED	https://tokopedia.link/L8qylHBXXOb	2	24.990,00	49.980,00
Gorden Jendela (1,5×2,1 m)	https://tokopedia.link/Uexq2GBpWOOb	4	39.800,00	159.200,00
Batang Gorden (1,5 m)	https://tokopedia.link/h5NioG7pWOOb	4	32.000,00	128.000,00
Perbaikan tinggi lampu gantung	https://jagoanlistrik.id/biaya-instalasi-listrik/	1	200.000,00	200.000,00
Jumlah Total				1.043.961,00

Simple Payback Periode (SPP)

Konsumsi Energi Tahunan Lampu Sebelum Di Audit									
Keterangan	Daya Lampu (Watt)	Jumlah	Operasional (jam/hari)	Operasional (jam/tahun)	Konsumsi Energi per tahun (kWh/th)	Total Konsumsi Energi per tahun (kWh/th)	Konsumsi Energi per tahun (Rp)		
Lampu Ruangan Ibadah	40	1	5	1825	73	805,555	1.369.064,89		
	6	1			10,95				
	15	5			136,875				
	30	3			164,25				
Lampu Teras	6	8	12	4380	210,24				
	15	2			131,4				
Lampu Kamar Mandi	12	2	9	3285	78,84				
Konsumsi Energi Tahunan Lampu Sesudah Di Audit									
Keterangan	Daya Lampu (Watt)	Jumlah	Operasional (jam/hari)	Operasional (jam/tahun)	Konsumsi Energi per tahun (kWh/th)	Total Konsumsi Energi per tahun (kWh/th)	Konsumsi Energi per tahun (Rp)		
Lampu Ruangan Ibadah	40	1	3	1095	43,8	700,8	1.191.030,62		
	10	1			10,95				
	15	3			49,275				
	45	5			246,375				
Lampu Teras	6	8	12	4380	210,24				
	15	2			131,4				
Lampu Kamar Mandi	6	2	2	730	8,76				

Penghematan Energi per Tahun (kWh/th)	Penghematan Energi per Tahun (Rp)	Simple Payback Periode (SPP)
104,755	Rp 178.034,27	6 Tahun

Net Present Value (NPV)

Tahun	Aliran Kas (Rp)	Faktor Diskonto	Nilai Sekarang
0	- 1.043.961,00	1	-Rp 1.043.961,00
1	178.034,27	0,9091	Rp 161.849,33
2	178.034,27	0,8264	Rp 147.135,76
3	178.034,27	0,7513	Rp 133.759,78
4	178.034,27	0,6830	Rp 121.599,80
5	178.034,27	0,6209	Rp 110.545,27
Total NPV			-Rp 369.071,06

*NPV bernilai negatif, maka investasi dianggap tidak menguntungkan dan sebaiknya tidak dilakukan.

Internal Rate of Return (IRR)

Tahun	Aliran Kas (Rp)
0	-Rp 1.043.961,00
1	Rp 128.407,99
2	Rp 128.407,99
3	Rp 128.407,99
4	Rp 128.407,99
5	Rp 128.407,99
IRR	-14%

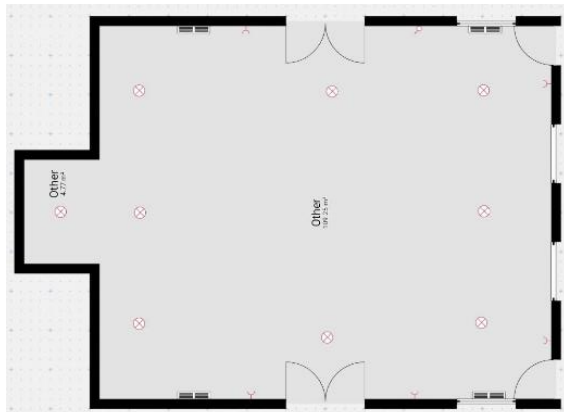
Benefit Cost Ratio (BCR)

Investasi Awal	Rp 1.043.961,00
Penghematan Energi Tahunan (kWh)	104,755
Harga satuan Energi (3.500-5.500 VA)	Rp 1.699,53
Penghematan Tahunan (Rp)	Rp 178.034,27
Umur Proyek (Tahun)	5
Tingkat Diskonto	10%
Total Manfaat (Benefit)	Rp 890.171,33
BCR	0,9

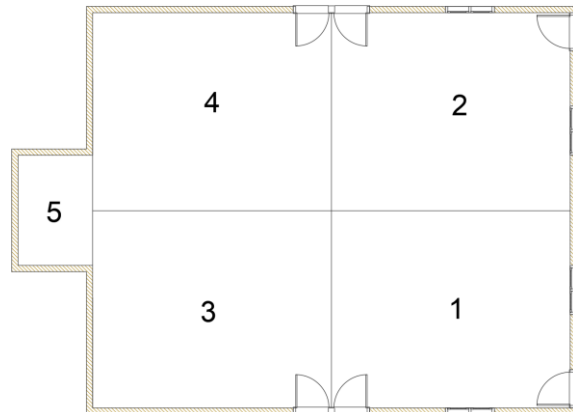
*BCR<1, Audit pada kelistrikan belum layak

2. HVAC

2.1 Denah HVAC



Gambar 2.1 Denah HVAC Masjid Nurul Huda



Gambar 2.2 Area Pengukuran HVAC

Sistem HVAC pada masjid nurul huda terdiri dari ventilasi alami dan *air conditioner (AC)* 1 PK berjumlah 4 unit. Metode pengambilan data HVAC pada masjid nurul huda dilakukan di setiap sudut ruangan, Terdapat 5 area pengukuran seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.

2.2 Air Quality

Standar: 0 – 50

No	Index Air Quality	Keterangan
1	36	Bagus
2	36	Bagus
3	36	Bagus
4	36	Bagus
5	36	Bagus

Pengukuran yang dilakukan menggunakan *software air visual* menunjukkan nilai *index air quality* sebesar 36 dengan keterangan bahwa kualitas udara dalam ruangan adalah bagus. Hal ini dikarenakan pada *indoor* masjid nurul huda dalam kondisi bersih tidak terdapat terlalu banyak partikel debu. Jumlah partikel debu yang minim dapat meningkatkan kualitas udara di dalam suatu ruangan.

2.3 ACH

Standar: 6 - 10

No	ACH
1	21,5
2	21,5
3	21,5
4	21,5
5	21,5

Masjid Nurul Huda hanya mengandalkan ventilasi alami pada bangunanya tanpa menggunakan ventilasi mekanik, sehingga pada kondisi AC menyala dan semua jendela serta pintu tertutup tidak ada pertukaran dengan udara luar.

- **Rekomendasi Perbaikan**

Pemasangan ventilasi mekanik atau *exhaust ceiling fan* pada bagian atap sebanyak 5 unit.

2.4 Temperatur Ruangan

Standar: 21 – 25 °C

No	Ruangan Kosong	Ruangan Terisi (Sholat Jumat)
1	1. 23°C	1. 24°C
2	2. 23°C	2. 24°C
3	3. 23°C	3. 24°C
4	4. 23°C	4. 24°C
5	5. 23°C	5. 24°C

Masjid Nurul Huda menggunakan sistem pendingina berupa AC 1 PK dengan jumlah 4 unit sehingga suhu dalam ruangan dapat diatur dan distabilkan sesuai dengan keinginan.

- **Rekomendasi Perbaikan**

Mengurangi jam operasional penggunaan AC.

2.5 Kelembapan (*Humidity*)

Standar: 40 – 60%

No	Humidity
1	75%
2	75%
3	75%
4	75%
5	75%

Masjid Nurul Huda memiliki nilai kelembapan terukur sebesar 75%. Angka ini diatas standar kelembapan rata-rata pada suatu ruangan yang berada di rentang 40 – 60%

- **Rekomendasi Perbaikan**

Pemasangan 4 unit dehumidifier pada setiap sudut bangunan.

2.6 Analisis Ekonomi HVAC

Biaya Perbaikan

Kebutuhan	Link Pembelian/Refrensi	Kebutuhan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Sekai MVF 893 Exhaust Ceiling Fan 8"	https://tokopedia.link/O9OANyEzYOb	5	167.800,00	839.000,00
Notale Duico Dehumidifier	https://tokopedia.link/h9Y1283zYOb	4	1.499.000,00	5.996.000,00
Pemasangan Exhaust Ceiling Fan	https://www.rotorooter.co.id/6043/harga-jasa-pasang-exhaust-fan.html#:~:text=Berikut%20adalah%20estimasi%20biaya%20untuk,Rp3.500.000%20%E2%80%93%20Rp5.000.000	5	200.000,00	1.000.000,00
Jumlah Total				7.835.000,00

Simple Payback Periode (SPP)

Konsumsi Energi Tahunan Sebelum Audit							
Perangkat	Daya (Watt)	Jum lah	Operasional (jam/hari)	Operasional (jam/tahun)	Konsumsi Energi per Tahun (kWh/th)	Total Konsumsi Energi per Tahun (kWh/th)	Konsumsi Energi per Tahun (Rp)
AC 1 PK	700	4	5	1825	5110	5748,75	9.770.173,09
Exhaust Fan	30	5	5	1825	273,75		
Dehumi difier	50	4	5	1825	365		
Konsumsi Energi Tahunan Sesudah Audit							
Perangkat	Daya (Watt)	Jum lah	Operasional (jam/hari)	Operasional (jam/tahun)	Konsumsi Energi per Tahun (kWh/th)	Total Konsumsi Energi per Tahun (kWh/th)	Konsumsi Energi per Tahun (Rp)
AC 1 PK	700	4	3	1095	3066	3650	6.203.284,50
Exhaust Fan	30	5	4	1460	219		
Dehumi difier	50	4	5	1825	365		

Penghematan Energi per Tahun (kWh/th)	Penghematan Energi per Tahun (Rp)	Simple Payback Periode (SPP)
2098,75	Rp 3.566.888,59	2 Tahun

Net Present Value (NPV)

Tahun	Aliran Kas (Rp)	Faktor Diskonto	Nilai Sekarang (Rp)
0	- 7.835.000,00	1	-Rp 7.835.000,00
1	3.566.888,59	0,9091	Rp 3.242.625,99
2	3.566.888,59	0,8264	Rp 2.947.841,81
3	3.566.888,59	0,7513	Rp 2.679.856,19
4	3.566.888,59	0,6830	Rp 2.436.232,90
5	3.566.888,59	0,6209	Rp 2.214.757,18
6	3.566.888,59	0,5645	Rp 2.013.415,62
7	3.566.888,59	0,5132	Rp 1.830.377,84
8	3.566.888,59	0,4665	Rp 1.663.979,85
9	3.566.888,59	0,4241	Rp 1.512.708,95
10	3.566.888,59	0,3855	Rp 1.375.189,96
11	3.566.888,59	0,3505	Rp 1.250.172,69
12	3.566.888,59	0,3186	Rp 1.136.520,63
13	3.566.888,59	0,2897	Rp 1.033.200,57
14	3.566.888,59	0,2633	Rp 939.273,25
15	3.566.888,59	0,2394	Rp 853.884,77
Total NPV			Rp 19.295.038,19

Internal Rate of Return (IRR)

Tahun	Aliran Kas
0	-Rp 7.835.000,00
1	Rp 3.566.888,59
2	Rp 3.566.888,59
3	Rp 3.566.888,59
4	Rp 3.566.888,59
5	Rp 3.566.888,59
6	Rp 3.566.888,59
7	Rp 3.566.888,59
8	Rp 3.566.888,59
9	Rp 3.566.888,59
10	Rp 3.566.888,59
11	Rp 3.566.888,59
12	Rp 3.566.888,59
13	Rp 3.566.888,59
14	Rp 3.566.888,59
15	Rp 3.566.888,59
IRR	45%

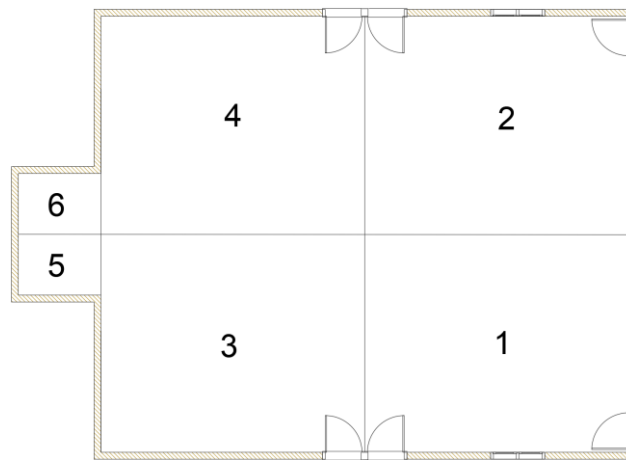
Benefit Cost Ratio (BCR)

Investasi Awal (Rp)	7.835.000,00
Penghematan Energi Tahunan (kWh)	2098,75
Harga satuan Energi (3.500-5.500 VA)	1.699,53
Penghematan Tahunan (Rp)	3.566.888,59
Umur Proyek (Tahun)	15
Tingkat Diskonto	10%
Total Manfaat (Benefit)	53.503.328,81
BCR	6,8

*BCR>1, Audit Energi pada sistem HVAC telah layak untuk dilakukan.

3. BUILDING ENVELOPE

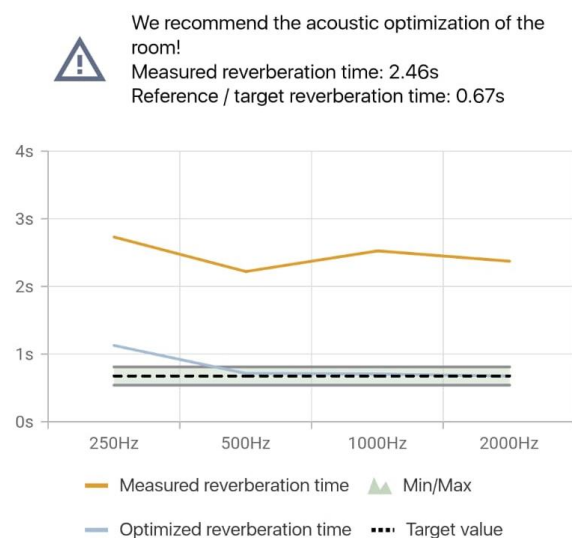
3.1 Selubung Bangunan



Gambar 3.1 Denah *Building Envelope* Masjid Nurul Huda

Selubung	Luas (m ²)
Jendela	12,6
Pintu	15
Atap	114,02
Lantai	114,02
Dinding Kotor	182,4
Dinding Bersih	154,8
Total Luas Selubung	395,44

3.2 Acoustic Building



Gambar 3.1 *Room Acoustic* Masjid Nurul Huda

Berdasarkan **Gambar 3.1** diketahui bahwa nilai *reverberation time* aktual yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan target yaitu sebesar 2,46s sedangkan target sebesar 0,67s. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa adanya nilai fluktuasi dari nilai *reverberation time* di dalam ruangan.

3.3 Sound Measurement

Standar: 40-50 dB

No	Tingkat Kebisingan
1	29,5 dB
2	30,6 dB
3	31,5 dB
4	33,2 dB
5	29,1 dB
6	28,4 dB

Lokasi bangunan masjid nurul huda berada di pinggir jalan sehingga suara kendaraan dapat masuk ke dalam bangunan dengan intensitas yang besar

- **Rekomendasi Perbaikan**

1. Pemasangan *Window Seal* pada 4 pintu masuk bangunan
2. Pemasangan *Door Seal* pada 4 jendela bangunan

3.3 Analisis Ekonomi *Building Envelope*

Kebutuhan	Link Pembelian/Refrensi	Kebutuhan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
<i>Door Seal</i> Bulu 5 Meter	https://tokopedia.link/MdVj4kyc0Ob	6	40.000,00	240.000,00
<i>Window Seal</i> 2 Meter	https://tokopedia.link/pXE1pMxd0Ob	7	23.000,00	161.000,00
Jumlah Total				401.000,00

4. WATER MANAGEMENT

Jumlah Keran Wudhu : 8
 Jumlah Keran Wudhu Berfungsi : 7
 Debit 1 Keran (*output*) : 0,25 L/s
 Durasi Wudhu : 30 s

Menentukan *Water Consumption*:

$$\text{Debit} = 0,25 \text{ L/s} \times 7 = 1,75 \text{ L/s}$$

$$\text{Debit Harian} = 1,75 \text{ L/s} \times 5 = 8,75 \text{ L/s}$$

$$\text{Volume air yang digunakan (consumption)} = \text{Debit} \times \text{Waktu} = 1,75 \text{ L/s} \times 30 \text{ s} = 52,5 \text{ L}$$

$$\text{Volume air yang digunakan (consumption) harian} = 52,5 \text{ L} \times 5 = 262,5 \text{ L}$$

4.1 Water Use Intensity (WUI)

$$\begin{aligned}
 \text{WUI (Harian)} &= \frac{\text{Total Consumption (Harian)}}{\text{Total Output (Harian)}} \\
 &= \frac{262,5}{8,75} \\
 &= 30
 \end{aligned}$$

Air yang keluar dari keran tampak cukup keruh, 1 buah keran pada area wudhu tidak bisa digunakan.

- **Rekomendasi Perbaikan**

1. Penggantian keran air yang tidak berfungsi dengan 1 unit keran ukuran ½ inch
2. Pemasangan Filter Air dengan kapasitas 500 L/jam sebanyak 1 unit

4.2 Analisis Ekonomi *Water Management*

Kebutuhan	Link Pembelian/Refrensi	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Keran air 1/2 inch	https://tokopedia.link/Vm7HsWt30Ob	1	39.000,00	39.000,00
Filter Air Kapasitas 500 L/jam	https://tokopedia.link/c3Ri5Cv30Ob	1	2.750.000,00	2.750.000,00
Pemasangan Filter Air	https://tokopedia.link/okdCTyn50Ob	1	450.000,00	450.000,00
Jumlah Total				3.239.000,00

Energy Conservation Measures (ECMs)

Sektor	Investasi Awal (Rp)	Penghematan Energi per Tahun (kWh/th)	Penghematan Biaya per Tahun (Rp)	Simple Payback Periode (SPP)
Lighting	1.043.961,00	104,755	178.034,27	6
HVAC	7.835.000,00	2098,75	3.566.888,59	2
Building Envelope	401.000,00	-	-	-
Water Management	3.239.000,00	-	-	-
Total	12.518.961,00	2203,505	3.744.922,85	8

Proyek audit energi dengan biaya investasi total sebesar Rp 12.518.961,00 akan menghasilkan penghematan tahunan sebesar Rp 3.744.922,85 pada tiap tahunnya. Proyek ini dikalkulasikan akan balik modal dalam jangka waktu kurang lebih 8 Tahun

Kesimpulan

Menerapkan langkah-langkah konservasi dan efisiensi energi yang direkomendasikan dapat memberikan dampak yang signifikan berupa mengurangi konsumsi biaya energi tahunan, meningkatkan kenyamanan jamaah yang beribadah dalam bangunan, dan berkontribusi terhadap tujuan keberlanjutan.

LAMPIRAN

