

EVALUASI PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK BANGUNAN BERKAPASITAS 2200 VA STUDI KASUS MASJID BAITURRAHMAN

EVALUATION ELECTRICAL INSTALATION PLAN OF BUILDING 2200 VA CAPACITY STUDY CASE MASJID BAITURRAHMAN

Ahmad Amrillah¹, Supriyatna, S.T., M.T.², dan Sultan, S.T., M.T.³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jl. Majapahit No.62, Mataram 83125 – NTB

Abstrak

Masjid merupakan tempat berkumpulnya umat islam untuk melakukan kegiatan ibadah, untuk terlaksananya kegiatan ibadah yang aman dan nyaman perlu adanya dukungan fasilitas ibadah yang tergantung dengan kebutuhan energi listrik. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan instalasi listrik yang baik dan benar sesuai dengan PUIL 2011 dan SNI. Namun tak sedikit masjid dibangun tanpa perencanaan yang benar, salah satunya Masjid Baiturrahman yang dijadikan objek dalam penelitian ini. Oleh karena itu perlu adanya evaluasi terhadap perencanaan instalasi listrik yang sudah terpasang.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa daya terpasang sebesar 2200VA yang hanya bisa melayani beban maksimum sementara yaitu beban masjid lantai 1 dan tidak mampu melayani kebutuhan daya maksimum dari peralatan listrik yang terpasang sebesar 6673 Watt. Untuk kapasitas pengaman terpasang perlu adanya penyesuaian berdasarkan hasil perhitungan, sedangkan kapasitas penghantar sudah sesuai. Adapun nilai tingkat pencahayaan dari instalasi penerangan terpasang dibawah dari nilai yang direkomendasikan yaitu 200 lux.

Dalam perencanaan ulang yang dilakukan suplai daya direncanakan sebesar 3500VA agar mampu memenuhi beban masjid lantai 1 dan 2 dengan manajemen pengoprasian yang baik. Untuk pengaman beban daya kotak kontak agar aman direncanakan menggunakan ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*). Dalam upaya memenuhi nilai tingkat pencahayaan yang direkomendasikan lampu yang direncanakan adalah jenis lampu LED agar hemat energi, disamping itu dengan skema penyaklaran yang direncanakan dapat mengatur penerangan sesuai dengan kebutuhan.

Kata kunci : instalasi listrik, instalasi penerangan, PUIL 2011, SNI

Abstract

A mosque is a gathering place for Muslims for doing ibadah activities, for the implementation of safe and comfortable worship activities it is necessary to have the support of worship facilities that depend on the need for electrical energy. Therefore it is necessary to have a good and correct electrical installation planning in accordance with PUIL 2011 and SNI. But not a few masjid were built without proper planning, one of which is the Baiturrahman Mosque which was the object of this research. Therefore, it is necessary to evaluate the planning of installed electrical installations.

From the research results, it is found that the installed power is 2200VA which can only serve the temporary maximum load, it is the load of the 1st floor mosque and unable to serve the maximum power requirements of the installed electrical equipment of 6673 Watt. For the installed safety capacity, an adjustment is needed based on the calculation results, while the carrying capacity is appropriate. The value of the lighting level of the installed lighting installation is below the recommended value of 200 lux.

*In the re-planning, the power supply was planned for 3500VA so that it could supply load of the mosque on the 1st and 2nd floors with good operational management. For safety of the power load of the contact box to be safe it is planned to use an ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*). In an effort to meet the recommended lighting level value, the planned lamps are LED lamps to save energy, in addition to the planned switching scheme, they can adjust the lighting according to the needs.*

Keywords: electrical installation, lighting installation, PUIL 2011, SNI

PENDAHULUAN

Listrik merupakan suatu energi yang berperan sangat penting bagi kehidupan manusia, di zaman ini hampir semua alat pendukung kehidupan manusia membutuhkan energi listrik, seperti lampu penerangan, pompa air, dan perangkat elektronik lainnya, bahkan dapat dikatakan listrik sudah menjadi kebutuhan mendasar, baik dalam kebutuhan hidup rumah tangga, sarana umum, industri, dan pendidikan. Tidak dipungkiri lagi bahwa listrik merupakan tenaga yang sangat dibutuhkan manusia dalam segala hal untuk menunjang aktifitas manusia (Hidayat, 2015).

Masjid merupakan tempat berkumpulnya umat islam untuk melaksanakan kegiatan ibadah baik kegiatan solat, pengajian, hingga acara sosial. Sedikitnya masjid digunakan 5 kali dalam sehari demi melaksanakan salah satu rukun islam yaitu sholat wajib 5 waktu. Untuk terlaksananya kegiatan ibadah yang aman dan nyaman perlu adanya dukungan fasilitas ibadah, seperti penerangan, kipas angin/AC, pompa air, dan peralatan sound system. Fasilitas-fasilitas itu sangat tergantung dengan kebutuhan energi listrik, oleh karenanya listrik menjadi sangat penting dalam terselenggaranya kegiatan keagamaan di sebuah Masjid. Namun tak sedikit masjid yang dibangun tanpa perencanaan yang baik dan matang. Misalnya saja masjid Baiturrahman yang berada di Dusun Are Manis Desa Sandik Kecamatan Batu Layar Kabupaten Lombok Barat.

Oleh karena hal-hal tersebut di atas menarik penulis melakukan penelitian dengan judul "Evaluasi Perencanaan Instalasi Listrik Bangunan Berkapasitas 2200 VA Studi Kasus Masjid Baiturrahman", yang tujuannya untuk mengevaluasi apakah instalasi listrik sudah dan masih sesuai dengan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011) sehingga terselenggara instalasi yang benar-benar layak dan aman bagi para jamaah masjid yang melakukan proses ibadah dan pengajian di dalamnya.

DASAR TEORI

Pengertian instalasi listrik

Instalasi listrik adalah suatu sistem / rangkaian yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik (Electric Power) untuk kebutuhan manusia dalam kehidupannya. Instalasi pada garis besarnya dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Instalasi daya listrik
2. Instalasi penerangan listrik

Prinsip-prinsip dasar instalasi listrik:

- a. Keamanan
- b. Keandalan
- c. Ketersediaan
- d. Ketercapaian
- e. Keindahan
- f. Ekonomis

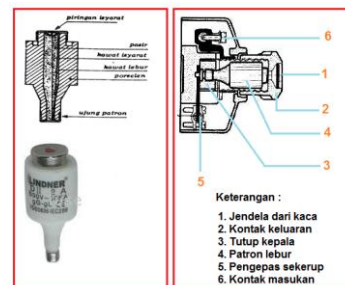
Pengaman

Fungsi dari pengaman dalam distribusi tenaga listrik adalah:

1. Isolasi, yaitu untuk memisahkan instalasi atau bagiannya dari catu daya listrik untuk alasan keamanan
2. Kontrol, yaitu untuk membuka atau menutup sirkit instalasi selama kondisi operasi normal untuk tujuan operasi dan perawatan.
3. Proteksi, yaitu untuk pengaman kabel, peralatan listrik dan manusianya terhadap kondisi tidak normal seperti beban lebih dan hubung singkat dengan memutuskan arus gangguan dan mengisolasi gangguan yang terjadi

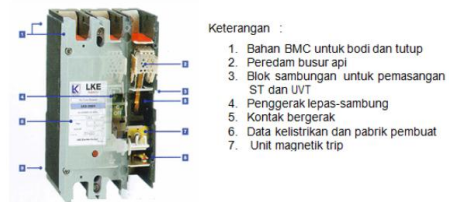
Macam peralatan pengaman yang sering dipakai pada instalasi penerangan listrik adalah :

1. Pengaman lebur (Fuse)



Gambar 2.1 Fuse / Sekering

2. MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)



Gambar 2.2 MCCB

3. MCB (Miniature Circuit Breaker)



Gambar 2.3 MCB

Penghantar

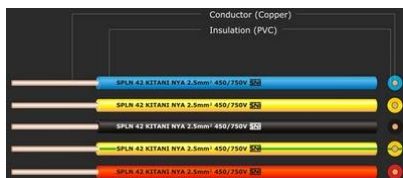
Ada tiga bagian pokok dari suatu penghantar kabel yaitu :

1. Penghantar merupakan media untuk menghantarkan energi listrik
2. Isolasi merupakan bahan elektrik untuk mengisolir antara penghantar satu dengan dengan penghantar lainnya maupun terhadap lingkungannya.
3. Pelindung luar yang memberikan pelindung dari kerusakan mekanis, pengaruh bahan kimia, api dan pengaruh oleh keadaan luar lainnya.

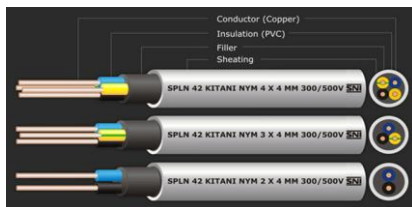
Jenis Penghantar

Jenis penghantar atau kabel dinyatakan dengan singkatan-singkatan terdiri dari sejumlah huruf dan kadang-kadang juga angka. Menurut jenisnya kabel dapat dibedakan menjadi :

A. Kabel Instalasi



Gambar 2.4 Kabel NYA

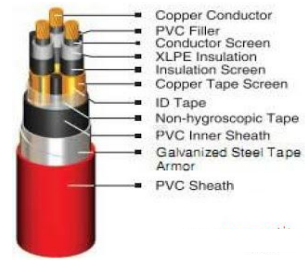


Gambar 2.5 Kabel NYM

B. Kabel Tanah



Gambar 2.6 Kabel NYN



Gambar 2.7 Kabel NYFGbY

Pemilihan Penghantar

1. Kemampuan Hantar Arus

Untuk menentukan luas penampang penghantar yang diperlukan maka, harus ditentukan berdasarkan atas arus yang melewati penghantar tersebut. Arus nominal yang melewati penghantar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

Untuk arus searah DC

$$I = \frac{P}{V} A \quad (2-1)$$

Untuk arus bolak balik satu fasa

$$I = \frac{P}{V \times \cos\theta} A \quad (2-2)$$

Untuk arus bolak balik tiga fasa

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\theta} A \quad (2-3)$$

Dimana :

I = Arus nominal (A)

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

$\cos\theta$ = Faktor daya

2. Drop Tegangan (Susut Tegangan)
3. Kondisi Suhu
4. Kondisi Lingkungan
5. Kekuatan Mekanis
6. Kemungkinan Perluasan

Penerangan atau Pencahayaan

Prinsip umum pencahayaan adalah bahwa cahaya yang berlebihan tidak akan menjadi lebih baik. Penglihatan tidak menjadi lebih baik hanya dari jumlah atau kuantitas cahaya tetapi juga dari kualitasnya

Tabel 2.6 Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Minimum dan Kelompok Renderasi Warna pada Rumah Ibadah

Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Renderasi Warna	Keterangan
Masjid	200	1 atau 2	Untuk tempat-tempat yang membutuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat.
Gereja	200	1 atau 2	Idem
Vihara	200	1 atau 2	Idem

Penentuan jumlah dan kekuatan lampu

1. Macam penggunaan ruangan (fungsi ruangan)
2. Ukuran ruangan,
3. Keadaan dinding
4. Macam jenis lampu dan armatur yang dipakai

Disamping itu harus diperhitungkan juga hal-hal berikut;

1. Efisiensi Armatur (v)

$$V = \frac{\text{Fluks cahaya yang dipantulkan}}{\text{Fluks cahaya yang dipancarkan sumber}} \quad (2-8)$$
2. Faktor-faktor refleksi
Faktor-faktor refleksi dinding (rw) dan faktor refleksi langit-langit (rp) masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit yang mencapai bidang kerja.
3. Indeks ruangan atau indeks bentuk (k)

$$k = \frac{p \times l}{h(p+l)} \quad (2-9)$$
 Dimana:
 - p = Panjang ruangan (meter)
 - l = Lebar ruangan
 - h = Jarak/ tinggi armatur terhadap bidang kerja
4. Faktor penyusutan / depresiasi (kd)

$$kd = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \quad (2-10)$$
5. Bidang kerja dan Efisiensi
Intensitas penerangan harus ditentukan dimana pekerjaan akan dilaksanakan. Bidang kerja pada umumnya diambil 0,8 cm diatas lantai.
6. Koefisien Penggunaan (kp)
Koefisien penggunaan atau *Coefficient of Utilization (CU)* didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminus yang sampai ke bidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh semua lampu.
Koefisien penggunaan dapat ditentukan dengan tabel efisiensi penerangan dengan mencari indeks ruangan (k) yang tepat pada tabel sistem penerangan, efisiensi, dan depresiasi yang sudah ada, bila tidak terdapat secara tepat pada tabel, maka efisiensi penerangan dapat diperoleh

dengan metode interpolasi sebagai berikut:

$$kp = kp1 + \frac{k-k1}{k2-k1}(kp2 - kp1) \quad (2-11)$$

Dimana :

- kp = koefisien penggunaan yang akan ditentukan
- kp 1 = koefisien penggunaan batas bawah
- kp 2 = koefisien penggunaan batas atas
- k = indeks ruangan
- k1 = indeks ruangan batas bawah
- k2 = indeks ruangan batas atas

Dari beberapa parameter di atas, maka untuk mencari jumlah lampu digunakan persamaan sebagai berikut :

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times kd} \quad (2-12)$$

Dimana :

- n = jumlah lampu
- E = iluminasi penerangan yang dibutuhkan ruangan (lux)
- A = luas ruangan (m²)
- F = fluks cahaya yang dikeluarkan oleh lampu (lumen)
- kd = koefisien depresiasi
- kp = koefisien penggunaan

Pentanahan

Pentanahan atau pembumian adalah hubungan listrik yang sengaja dilakukan dari beberapa bagian instalasi listrik ke sistem pentanahan penghantar tanpa isolasi yang ditanam di dalam tanah dianggap sebagai bagian dari elektroda pentanahan dan harus memenuhi ketentuan PUIL 2011.

Berdasarkan PUIL 2011, nilai tahanan jenis tanah sangat berbeda-beda bergantung pada jenis tanahnya

Tabel 2.8 Resistansi Jenis Tanah

Jenis Tanah	Tanah Rawa	Tanah Liat dan Tanah Ladang	Pasir Basah	Krikil Basah	Pasir dan Kerikil Kering	Tanah Berbatu
Resistansi Jenis (ohm-m)	30	100	200	500	1000	3000

Sumber : PUIL 2011

Jenis elektroda pentanahan

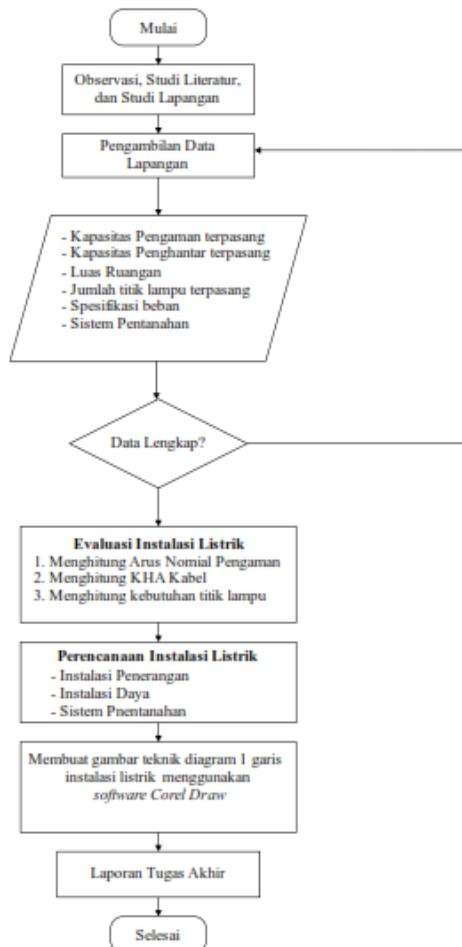
1. Elektroda Batang
2. Elektroda Strip / Pita
3. Elektroda Plat

METODE PENELITIAN

Profil Beban

Grup	Jumlah Titik Beban				Jumlah Beban W
	Lampu TORNADO 12 W	Lampu TORNADO 32 W	KKB 200 W	Kipas Angin 85 W	
1			4		800
2			8		1600
3				4	340
4		18			576
5	5	7			284
Total Beban Lantai 1					3600
1		27			891
2			5		1000
3			5		1000
4				2	170
5	1				12
Total Beban Lantai 2					3073

Beban	Qty	Daya (W)	Total (W)
Lampu 32 Watt	27	32	864
Lampu 18 Watt	4	18	72
Sound System	1	720	720
Pompa Air	1	150	150
Kipas Angin Langit-langit	4	85	340
Kipas Angin dinding	4	64	256
Total Beban			2402

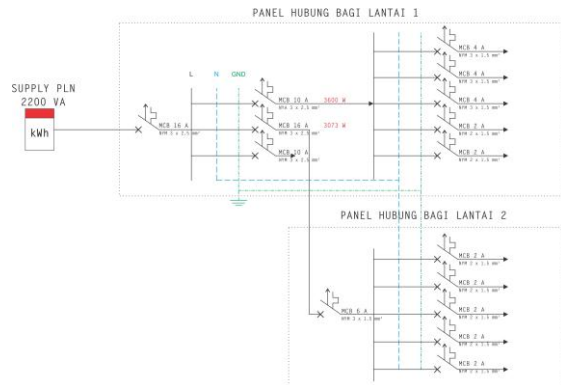


HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Instalasi Listrik Terpasang

Pada tahap ini akan dilakukan evaluasi instalasi listrik yang terpasang mengacu pada data yang telah diperoleh dari observasi, wawancara, perhitungan dan pengamatan langsung di lokasi penelitian. Evaluasi dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem instalasi listrik terpasang sudah sesuai dengan standar yang berlaku.

Evaluasi instalasi sirkit utama



Gambar Diagram Satu Garis Instalasi Listrik Terpasang

Evaluasi kebutuhan beban maksimum sirkit utama

$$\begin{aligned}
 \text{Total beban} &= \text{beban lantai 1} + \text{beban lantai 2} \\
 &= 3600 + 3073 \\
 &= 6673 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Daya terpasang yang disuplai oleh PLN sebesar 2200 VA, sehingga daya yang disuplai oleh PLN belum dapat mencukupi kebutuhan daya terpasang pada Masjid Baiturrahman bila semua beban dinyalakan. Namun menyalakan semua beban terpasang tidak mungkin terjadi, hanya beban-beban tertentu saja yang digunakan, sehingga dengan daya 2200VA masih bisa melayani daya maksimum saat masjid digunakan, hal ini dapat dilihat pada tabel 3.4 bahwa daya maksimum sebesar 2402 Watt.

Evaluasi pengaman dan penghantar sirkit utama

- a. Kapasitas Pengaman Arus Nominal

$$I = \frac{P}{V \times \cos\theta} A$$

$$I = \frac{6673}{220 \times 0.9} A$$

$$I = 33.7 A$$

Dengan diperolehnya nilai arus nominal sebesar 33.7 A maka nilai terdekat untuk kapasitas pengaman MCB yang digunakan adalah 35 A.

Sehingga kapasitas pengaman yang terpasang dari PLN yaitu MCB sebesar 10 A tidak dapat memenuhi kebutuhan daya bila semua beban dinyalakan.

- b. Kuat Hantar Arus Penghantar
 Dalam menentukan KHA penghantar arus nominal dikalikan 1.25 maka,
 $KHA = I_n \times 1.25$
 $= 33.7 \times 1.25$
 $= 42,13 A$

Setelah mendapatkan nilai KHA pemilihan penghantar dapat dilihat pada tabel 2.4 , dari nilai KHA 42,13 A maka penghantar yang baik digunakan yaitu kabel NYM dengan luas penampang 6 mm². Sehingga penghantar yang digunakan pada sirkit utama sebesar 2,5 mm² tidak sesuai dengan standar dan perhitungan.

Evaluasi instalasi sirkit akhir

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan dan Pemilihan Kapasitas Pengaman dan Penghantar grup 1 Sampai Grup 5 Sirkit Akhir Lantai 1

Grup	Jumlah Beban W	In A	KHA A	Kapasitas Pengaman MCB (A)	Penghantar		Kapasitas Pengaman MCB Terpasang (A)	Penghantar Terpasang	
					Jenis Kabel	Luas Penampang (mm ²)		Jenis Kabel	Luas Penampang (mm ²)
1	800	4.04	5.05	4	NYM	3 x 1.5	4	NYM	3 x 1.5
2	1600	8.08	10.10	8	NYM	3 x 1.5	4	NYM	3 x 1.5
3	340	1.72	2.15	2	NYM	3 x 1.5	4	NYM	3 x 1.5
4	576	2.91	3.64	4	NYM	2 x 1.5	2	NYM	2 x 1.5
5	284	1.43	1.79	2	NYM	2 x 1.5	2	NYM	2 x 1.5

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan dan Pemilihan Kapasitas Pengaman dan Penghantar grup 1 Sampai Grup 5 Sirkit Akhir Lantai 2

Grup	Jumlah Beban W	In A	KHA A	Kapasitas Pengaman MCB (A)	Penghantar		Kapasitas Pengaman MCB Terpasang (A)	Penghantar Terpasang	
					Jenis Kabel	Luas Penampang (mm ²)		Jenis Kabel	Luas Penampang (mm ²)
1	825	4.17	5.21	6	NYM	2 x 2.5	2	NYM	2 x 1.5
2	800	4.04	5.05	4	NYM	3 x 2.5	2	NYM	3 x 1.5
3	800	4.04	5.05	4	NYM	3 x 2.5	4	NYM	3 x 1.5
4	170	0.86	1.07	2	NYM	3 x 2.5	4	NYM	3 x 1.5
5	466	2.35	2.94	4	NYM	3 x 2.5	2	NYM	3 x 1.5
6	12	0.06	0.08	2	NYM	3 x 2.5	4	NYM	3 x 1.5

Dari dua tabel diatas dapat dianalisa bahwa pemilihan kapasitas pengaman MCB yang terpasang sebesar belum sesuai dengan hasil perhitungan. Adapun pemilihan penghantar pada sirkit akhir sudah sesuai dengan standar dan perhitungan yaitu jenis kabel NYM dengan luas penampang sebesar 1.5mm² namun untuk beban kotak kontak disarankan

menggunakan penghantar dengan luas penampang 2.5 mm², dengan alasan bilamana kelak ada penambahan beban, penghantar terpasang masih mampu menghantarkan arus.

Evaluasi Instalasi Penerangan

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Tingkat Pencahayaan Pada Setiap Ruangang

No	Nama Ruangang	E1 lux	E2 lux	E3 lux	E4 lux	E5 lux	E6 lux	E7 lux	E8 lux	E9 lux	E rata-rata lux	E rekom endasi lux
1	Ruangang Masjid Lantai 1	27	10	25	31	45	28	40	43	29	30.89	200
2	Teras Utara	3	5	-	-	-	-	-	-	-	4.00	200
3	Teras Selatan	3	24	-	-	-	-	-	-	-	13.50	200
4	Teras Timur	3	9	4	-	-	-	-	-	-	5.33	200
5	Ruang Kontrol	150	-	-	-	-	-	-	-	-	150.00	350
6	Lantai 2	26	0	36	40	50	52	37	42	26	34.33	200
7	Kamar Ustadz 1	47	-	-	-	-	-	-	-	-	47.00	250
8	Kamar Ustadz 1	52	-	-	-	-	-	-	-	-	52.00	250

Dari hasil pengukuran diperoleh nilai tingkat pencahayaan yang sangat jauh dari yang direkomendasikan, nilai yang kecil ini disebabkan beberapa faktor, antara lain lumen lampu yang tidak sesuai dari kebutuhan, usia lampu, tinggi lampu terpasang, dan posisi pengukuran. Untuk mendapatkan nilai perbandingan diperlukan perhitungan menggunakan persamaan dari referensi yang ada.

Evaluasi instalasi penerangan lantai 1

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Nilai Tingkat Pencahayaan Masjid Lantai 1

No	Nama Ruangang	P	L	A	η	kd	F	P	n	E hitung	E rekom endasi
		m	m	m ²			lumen	Watt		lux	lux
1	Ruangang Masjid Lantai 1	18	12	216	0.9	0.8	2160	32	16	115.20	200
2	Teras Utara	6.25	3	18.8	0.9	0.8	2160	32	2	165.89	200
3	Teras Selatan	10	0.9	9	0.9	0.8	2160	32	2	345.60	200
4	Teras Timur	12.3	0.85	10.5	0.9	0.8	2160	32	3	446.26	200
5	Ruang Kontrol	1.5	1	1.5	0.9	0.8	700	12	1	350.00	350

Dari tabel diatas dapat dievaluasi bahwa untuk ruangan masjid lantai 1 dan teras utara memiliki nilai tingkat pencahayaan dibawah standar yang direkomendasikan, sedangkan teras selatan dan teras timur memiliki nilai tingkat pencahayaan diatas standar yang direkomendasikan, dan hanya ruang kontrol yang memiliki nilai tingkat pencahayaan yang sesuai dengan standar yang direkomendasikan.

Evaluasi instalasi penerangan lantai 2

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Nilai Tingkat Pencahayaan Masjid Lantai 2

No	Nama Ruangang	P	L	A	η	kd	F	P	n	E hitung	E rekom endasi
		m	m	m ²			lumen	Watt		lux	lux
1	Lantai 2	19.3	16.5	318.5	0.9	0.8	2160	32	21	102.56	200
2	Kamar Ustadz 1	6.1	2.5	15.3	0.9	0.8	2160	32	1	101.98	250
3	Kamar Ustadz 1	6.1	2	12.2	0.9	0.8	2160	32	1	127.48	250

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa berdasarkan hasil perhitungan nilai tingkat pencahayaan disetiap ruangan lantai 2 di bawah standar yang direkomendasikan.

Data Perbandingan Nilai Tingkat Pencahayaan

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Nilai Tingkat Pencahayaan

No	Nama Ruangan	E Ukur	E Hitung	E rekome ndasi
		lux	lux	lux
1	Ruangan Masjid Lantai 1	30.89	115.2	200
2	Teras Utara	4.00	165.89	200
3	Teras Selatan	13.50	345.6	200
4	Teras Timur	5.33	446.26	200
5	Ruang Kontrol	150.00	350	350
6	Lantai 2	34.33	102.56	200
7	Kamar Ustadz 1	47.00	101.98	250
8	Kamar Ustadz 1	52.00	127.48	250

Dari tabel di atas dapat dianalisa bahwa terdapat perbedaan yang sangat jauh dari hasil pengukuran dan perhitungan, secara umum semua ruangan baik dari hasil pengukuran maupun perhitungan memiliki nilai dibawah dari nilai yang direkomendasikan berdasarkan SNI 03-6575-2001. Namun nilai tingkat pencahayaan teras masjid diperoleh nilai yang jauh berbeda, dimana dari hasil pengukuran diperoleh sangat jauh dari nilai perhitungan, hal ini disebabkan beberapa hal namun faktor utama adalah pada teras masjid tidak terjadi pantulan cahaya yang baik karena hanya memiliki 1 sisi tembok saja.

Evaluasi Sistem Pentanahan

Dari hasil wawancara dengan pengurus masjid, diperoleh informasi bahwa sistem pentanahan yang terpasang hanya menggunakan 1 elektroda batanga atau rod, namun ukuran dan diameter rod yang digunakan tidak diketahui. Hal ini dikarenakan tidak adanya perencanaan yang baik.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Terpasang

Jarak	Skala Pengukuran			Rata-rata (Ω)
	2000 Ω	200 Ω	20 Ω	
10 Meter	11	12.5	12.41	11.97
5 Meter	11	12.2	12.17	11.79

Dari tabel di atas diketahui bahwa hasil pengukuran diperoleh nilai tahanan sebesar 11.97 Ω di jarak 10 meter, maka perlu adanya upaya perbaikan agar sistem pentanahan sesuai dengan standar yang berlaku yaitu

dibawah 5 Ω dengan cara pembongkaran dan perencanaan ulang.

Perencanaan Instalasi Penerangan

Penentuan jumlah titik lampu pada masjid lantai 1

Ruangan Masjid Lantai 1

Dari pengukuran langsung diperoleh ukuran ruangan masjid lantai 1 yaitu panjang 18 m, lebar 12.5 m dengan tinggi 4 m. Untuk menghitung kebutuhan jumlah lampu dapat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- Menentukan jenis lampu yang akan digunakan
Untuk perancangan penerangan masjid lantai 1 ini menggunakan jenis lampu LED Bulb pabrikasi Philips dengan daya 40 watt yang memiliki flux cahaya sebesar 5000 lumen.
- Menentukan faktor-faktor refleksinya berdasarkan warna langit-langit, dinding dan bidang kerja. Maka diperoleh nilai refleksinya yaitu:
Warna langit-langit putih
 $r_p = 0,7$
Warna tembok Coklat Muda
 $r_w = 0,5$
Warna bidang pengukuran gelap
 $r_m = 0,1$
- Menentukan indeks ruangan.
Karena lampu dipasang di langit-langit dan bidang kerja di masjid umumnya 0.3 m diatas lantai karena menggunakan meja pendek, maka diperoleh nilai $h = 4 - 0.3 = 3.7$ m
Dalam menghitung nilai indeks ruangan (k) menggunakan persamaan 2-9

$$k = \frac{18 \times 12}{3.7 (18 + 12)} = 1.95$$

- Menentukan efisiensi penerangan
Nilai efisiensi penerangan dapat dilihat dalam tabel yang diperoleh dari parbik pembuat lampu dengan nilai-nilai k, r_p , r_w , dan r_m . Tabel dapat dilihat dalam lampiran 2
Efisiensi penerangan untuk nilai k = 1.95 tidak terdapat pada tabel, maka dapat ditentukan dengan interpolasi menggunakan persamaan 2-11
Dari tabel diperoleh nilai-nilai;

$$k_1 = 1.5 \quad \eta_1 = 0.64$$

$$k_2 = 2 \quad \eta_2 = 0.71$$

maka

$$\eta = 0.64 + \frac{1.95-1.5}{2-1.5}(0.71 - 0.64) = 0.7$$

- e. Menentukan tingkat pencahayaan yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 2.6 untuk fungsi ruangan masjid tingkat pencahayaan yang direkomendasikan adalah 200 lux
- f. Menghitung kebutuhan jumlah lampu dengan persamaan 2-12

$$n = \frac{E \times A}{F \times \eta \times kd}$$

Dari data-data diatas diketahui

$$E = 200 \text{ lux}$$

$$A = 18 \times 12.5 = 216 \text{ m}^2$$

$$kd = 0.8$$

$$F = 5000 \text{ lumen}$$

$$\eta = 0.7$$

sehingga:

$$n = \frac{200 \times 216}{5000 \times 0.7 \times 0.8} = 15,38$$

$$\approx 16 \text{ titik lampu}$$

Jadi, lampu yang dibutuhkan untuk masjid lantai 1 sebanyak 16 lampu LED 40 Watt.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Penentuan Titik Lampu Masjid

No	Nama Ruangan	L m	W m	Tinggi (m)	A m ²	h	Faktor Refleksi	E lux	Interpolasi				η	kd	F lumen	P Watt	N No tab lar m	P s t a r W	P _a W/m ²							
									k1	k2	q1	q2														
1	Masjid Lantai 1	18	12	4	0.3	216	3.7	0.7	0.5	0.1	200	1.95	1.5	2	0.64	0.71	0.7	0.8	5000	40	15.38	16	640	2.96		
2	Teras Utara	6.25	3	4	0.3	18.8	3.7	0.7	0.5	0.1	200	0.55							0.5	0.8	4000	33	2.34	3	99	5.28
3	Teras Selatan	10	0.9	4	0.3	9	3.7	0.7	0.5	0.1	200	0.22							0.5	0.8	4000	33	1.13	2	66	7.33
4	Teras	12.3	0.85	4	0.3	10.5	3.7	0.7	0.5	0.1	200	0.21							0.5	0.8	4000	33	1.31	2	66	6.31
5	Ruang Kemas	1.5	1	2.5	0.6	1.5	1.9	0.7	0.5	0.1	350	0.32							1	0.8	660	7	0.99	1	7	4.67
6	Masjid Lantai 2	19.3	16.5	4	0.3	318.5	3.7	0.7	0.5	0.1	200	2.4	2	2.5	0.71	0.76	0.75	0.8	5000	40	21.22	21	840	2.64		
7	Kamar Ustadz 1	6.1	2.5	4	0.3	15.3	3.7	0.7	0.5	0.1	250	0.48							0.9	0.8	5000	40	1.06	1	40	2.62
8	Kamar Ustadz 2	6.1	2	4	0.3	12.2	3.7	0.7	0.5	0.1	250	0.41							0.9	0.8	5000	40	0.85	1	40	3.28

Perencanaan Pemilihan Kapasitas Pengaman dan Penghantar

Tabel 4.9 Perencanaan Beban Masjid Lantai 1

Grup	Rincian Beban	Jumlah Titik Beban					Beban Lampu			Beban KKB 200 W	Beban Kipas 85 W	Jumlah Beban W
		Lampu LED 7 W	Lampu LED 33 W	Lampu LED 40 W	KKB 200 W	Kipas Angin 85 W	Lampu LED 7 W	Lampu LED 33 W	Lampu LED 40 W			
1	Penerangan Masjid Lantai 1	1	7	16			7	231	640			878
3	KKB Masjid Lantai 1 Bagian Utara				6					1200		1200
4	KKB Masjid Lantai 1 Bagian Selatan				6					1200		1200
5	Kipas Angin Lantai 1					6					510	510
6	Kamar Mandi + Tempat Wudu	4					28			400		428
Total Daya Lantai 1												4216

Tabel 4.10 Perencanaan Beban Masjid Lantai 2

Grup	Rincian Beban	Jumlah Titik Beban					Beban Lampu			Beban KKB 200 W	Beban Kipas 85 W	Jumlah Beban W
		Lampu LED 7 W	Lampu LED 33 W	Lampu LED 40 W	KKB 200 W	Kipas Angin 85 W	Lampu LED 7 W	Lampu LED 33 W	Lampu LED 40 W			
1	Penerangan Masjid Lantai 2			25					1000			1000
2	KKB Masjid Lantai 2 Bagian Utara				5					1000		1000
3	KKB Masjid Lantai 2 Bagian Selatan				5					1000		1000
4	Kipas Angin Lantai 2					6					510	510
5	Lantai 3	1					7					7
Total Daya Lantai 2												3517

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Pengaman dan Penghantar Sirkuit Akhir dan Cabang

Grup	Rincian Beban	Jumlah Beban		In A	KHA A	Pengaman		Penghantar	
		W	A			Jenis	Rating Arus (A)	Jenis Kabel	Luas Penampang
1	Penerangan Masjid Lantai 1	878	4.43	5.54	MCB	6	NYM	2 x 1.5	
3	KKB Masjid Lantai 1 Bagian Utara	1200	6.06	7.58	ELCB	10	NYM	3 x 2.5	
4	KKB Masjid Lantai 1 Bagian Selatan	1200	6.06	7.58	ELCB	10	NYM	3 x 2.5	
5	Kipas Angin Lantai 1	510	2.58	3.22	MCB	4	NYM	3 x 1.5	
6	Kamar Mandi + Tempat Wudu	428	2.16	2.70	MCB	3	NYM	3 x 1.5	
Total Beban Lantai 1		4216	21.29	26.62	MCB	20	NYM	3 x 2.5	
1	Penerangan Masjid Lantai 2	920	4.65	5.81	MCB	6	NYM	2 x 1.5	
2	KKB Masjid Lantai 2 Bagian Utara	1000	5.05	6.31	ELCB	10	NYM	3 x 2.5	
3	KKB Masjid Lantai 2 Bagian Selatan	1000	5.05	6.31	ELCB	10	NYM	3 x 2.5	
4	Kipas Angin Lantai 2	510	2.58	3.22	MCB	2	NYM	3 x 1.5	
5	Lantai 3	7	0.04	0.04	MCB	2	NYM	3 x 2.5	
Total Beban Lantai 2		3437	17.76	22.20	MCB	20	NYM	3 x 2.5	

Untuk pengaman instalasi daya beban kotak kontak, jenis pengaman yang dipilih dalam perencanaan ini adalah jenis ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) demi keamanan bila terjadi arus bocor yang mengenai manusia melalui piranti elektronik yang digunakan.

Perhitungan pengaman dan penghantar sirkuit utama

Beban total = beban lantai 1 + beban lantai 2

$$= 4216 + 3437$$

$$= 7653 \text{ Watt}$$

- a. Kapasitas Pengaman Arus Nominal

$$I = \frac{7653}{220 \times 0.9} \text{ A}$$

$$I = 38.652 \text{ A}$$

Dengan diperolehnya nilai arus nominal sebesar 38.652 A dapat menjadi dasar pengajuan daya kepada PLN. Adapun standar PLN nilai terdekat untuk kapasitas pengaman MCB yang digunakan adalah 35 A dengan daya sebesar 7700 VA. Namun daya sebesar itu dirasa sangat besar bila dipasang pada masjid. Oleh karena itu dalam perencanaan ini daya sebesar 3500VA dirasa cukup untuk melayani beban masjid dengan upaya membuat skenario pembebanan yang baik.

b. Kuat Hantar Arus Penghantar

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= I_n \times 1.25 \\ \text{KHA} &= 38.652 \times 1.25 \\ &= 48.314 \text{ A} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai KHA pemilihan penghantar dapat dilihat pada tabel 2.4, dari nilai KHA 48.314 A untuk beban penerangan maka penghantar yang baik digunakan yaitu kabel NYM dengan luas penampang 6 mm².

Perencanaan Sistem Pentanahan

Dalam perencanaan pentanahan akan menggunakan jenis pentanahan elektroda batang atau rod dengan panjang 6 meter dan diameter 5/8 inch atau 1.25 cm.

Dari hasil observasi di lokasi penelitian diketahui bahwa masjid baiturrahman berdiri di atas tanah dengan jenis tanah ladang, mengacu pada tabel 2.8 Nilai tanhanan jenis tanah ladang adalah sebesar 100 ohm meter.

Maka dengan persamaan 2-12 dapat dihitung nilai tahanan pada elektroda batang yang akan dipasang.

Diketahui:

$$\rho = 100 \text{ ohm meter}$$

$$L = 6 \text{ m}$$

$$A = 0.125 \text{ m}$$

maka

$$R_G = R_R = \frac{\rho}{2\pi L_R} \left[\ln \left(\frac{8L_R}{A_R} \right) - 1 \right]$$

$$R_G = R_R = \frac{100}{2\pi \times 5} \left[\ln \left(\frac{8 \times 5}{0.125} \right) - 1 \right]$$

$$R_R = 11.3 \text{ ohm}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai tahanan elektroda batang sebesar 11.3 ohm, nilai ini terlalu besar untuk nilai tahanan pentanahan, dimana nilai tahanan sesuai dengan PUIL 2011 adalah lebih kecil atau sama dengan 5 ohm, maka untuk mendapatkan nilai tahanan yang kecil perlu ditambahkan batang elektroda yang dipasangkan paralel atau biasa disebut dengan istilah multi rod. Dalam perencanaan ini akan diparalelkan dengan 4 batang elektroda yang disusun sejajar. Dengan persamaan 2-13 dan 2-14 dapat dihitung nilai tahananannya

Diketahui:

$$\rho = 100 \text{ ohm meter}$$

$$s = 14 \text{ m}$$

$$n = 4$$

$$\lambda = 2.15 \text{ (lihat tabel 2.7)}$$

$$R_R = 11.3 \text{ ohm}$$

Sehingga:

$$R_n = R_R \left(\frac{1 + \lambda \alpha}{n} \right)$$

$$\alpha = \frac{100}{2\pi \times 11.3 \times 12}$$

$$\alpha = 0.1007$$

$$R_n = 11.3 \left(\frac{1 + 2.15 \times 0.1007}{4} \right)$$

$$R_n = 3.4361 \text{ ohm}$$

Dari perhitungan diatas nilai tahanan pentanahan dengan 4 elektroda batang yang disusun sejajar diperoleh sebesar 3.4361 ohm yang berarti nilai ini sudah cukup baik.

Upaya Penghematan Energi Listrik

Masjid merupakan sarana umum yang mana penggunaan energi listrik perlu diupayakan sehemat mungkin tanpa mengurangi fungsi dan kenyamanan para jamaah yang melakukan kegiatan ibadah di masjid. Ada beberapa hal yang dapat dilakukan dalam upaya penghematan antara lain:

1. Mengganti peralatan listrik dengan peralatan yang hemat energi
2. Pemodelan penyaklaran lampu
3. Manajemen Oprasional

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Daya yang disuplai oleh PLN sebesar 2200VA tidak dapat melayani kebutuhan beban maksimum yang terpasang namun sudah dapat memenuhi daya maksimum sementara, namun bilamana beban penerangan lantai 2 dinyalakan daya terpasang tidak mampu melayani beban pada Masjid Baiturrahman.
2. Kapasitas penghantar yang terpasang sudah sesuai dengan standar dan perhitungan, bahkan baik jenis maupun luas penampang yang digunakan lebih baik dari sisi kualitas maupun kuat hantar arus penghantar.
3. Kapasitas pengaman yang terpasang mulai dari sirkit utama hingga sirkit akhir umumnya tidak sesuai dengan standar dan hasil perhitungan.
4. Nilai tingkat pencahayaan pada umumnya memiliki nilai dibawah standar yang direkomendasikan.
5. Sistem pentanahan terpasang memiliki nilai tahanan sebesar 11Ω nilai ini diatas standar yang ada yaitu dibawah 5Ω.

Saran

Adapun saran yang dapat dituliskan oleh peneliti bahwa dari hasil pengujian serta telah mendapat kesimpulan yaitu :

1. Perlu adanya kenaikan daya menjadi 3500 VA agar dapat melayani beban lantai 1 dan lantai 2 dengan manajemen oprasional yang baik.
2. Untuk pihak pengurus masjid perlu melakukan perawatan secara berkala terhadap perangkat yang ada terutama yang terdapat pada ruang kontrol.
3. Dalam upaya penghematan pemakaian energi listrik, hal yang dapat dilakukan adalah mengganti model lampu dari model Tornado menjadi model LED.
4. Kontak kotak yang berada dibawah standar PUIL 2011 supaya diganti dengan KK putar atau tutup agar aman dari jangkauan anak-anak.
5. Dalam upaya meningkatkan keamanan untuk pengaman instalasi daya yang melayani beban kotak kontak perlu diganti dengan *Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)* sesuai dengan hasil perencanaan instalasi listrik.
6. Sistem pentanahan perlu dilakukan perbaikan sesuai dengan hasil perencanaan, yaitu menggunakan 4 batang elektroda sehingga bisa memperoleh nilai tahanan pentanahan sebesar $3,43\Omega$.
7. Bila ada mahasiswa yang ingin melakukan penelitian di masjid, bisa merancang sistem masjid cerdas atau *smart mosque*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (BSN) 2011. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011 2011). Jakarta: Yayasan PUIL 2011.
- Badan Standarisasi Nasional, 2001. Tata Cara Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung (SNI 03-6575-2001).
- P Van Harten; E Setiawan 1981. Instalasi Listrik Arus Kuat 1 dan 2, Binacipta, Jakarta
- Samaulah, Hazairin 2002. Teknik Instalasi Tenaga Listrik, Universitas Sriwijaya, Palembang
- Muhaimin 2001. Teknologi Pencahayaan, PT. Refika Aditama, Bandung
- Muhaimin 1999. Bahan – Bahan Listrik Untuk Politeknik. Pradnya Paramita, Jakarta Hal 67
- Setiabudy, Rudy 2007. Pengukuran Besaran Listrik. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Imansyah, 2009 “Pengukuran Susut Tegangan Pada Gedung Bertingkat”. Jurnal Elektro Vol.1 halaman 7.Universitas Brawijaya, Malang.
- Hidayat, Aris 2015 “Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tangga daya ≤ 900 VA Berumur Di atas 15 Tahun Di Desa Bojong Gede Kecamatan Ngampel Kabupaten Kendal”. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Bahraen, Samsul 2017 “Evaluasi Sistem Instalasi Listrik Di Gedung B Kampus Teknik Universitas Mataram”. Universitas Negeri Mataram, Mataram.
- Azzura, Mastura 2013. Jenis – Jenis Kabel Listrik.
<http://elektro-unimal.blogspot.com/2013/06/jenis-jenis-kabel-listrik.html>,
[diakses 5 Februari 2020]
- Wijdan GRT 2016. Mengenal Elektroda Pentanahan, Jenis Tahanan Tanah, dan Cara Mengukurnya.
<https://www.kelistrikanku.com/2016/05/elektroda-pentanahan.html>
[diakses 25 Februari 2020]
- <https://www.lighting.philips.co.id/home>
[diakses 1 Desember 2020]



Ahmad Amrillah, lahir di Jakarta pada tanggal 04 Maret 1992, Menempuh Pendidikan Program Strata 1 (S1) di Fakultas Teknik Universitas Mataram sejak tahun 2012. Penelitian ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro konsentrasi Sistem Tenaga Listrik Fakultas Teknik Universitas Mataram.