STUDI PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK DAN INTEGRASI PLTS ON-GRID PADA KANTOR DAN MESS PT. MAJU BERSAMA TEKNIK PONTIANAK

Aris Munandar[1], Rudy Gianto[2], Purwoharjono[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura
[1]arismunandar19@student.untan.ac.id

ABSTRACT

Electrical installation planning in accordance with applicable standard regulations is an essential factor in ensuring the safety, reliability, and efficiency of electrical systems in commercial and residential buildings. In addition, the implementation of an On-Grid Photovoltaic (PV) system provides a sustainable alternative to reduce electricity consumption from the utility grid by utilizing solar energy. This study aims to design the electrical installation and On-Grid PV system for the Office and Mess of PT. Maju Bersama Teknik Pontianak in compliance with the General Electrical Installation Requirements (PUIL 2011) and Indonesian National Standards (SNI). The research employed a design planning method comprising space and load data collection, illuminance and air conditioning capacity calculations, current-carrying capacity (KHA) and circuit breaker rating determinations, On-Grid PV system design, array parameter verifications, AutoCAD technical drawing development, and Cost Budget Plan (RAB) calculations. The results indicate that the total installed electrical load is 14.22 kW (6,671 W for the 1st Floor and 7,546 W for the 2nd Floor). The required lighting fixtures total 107 units (1,995 W) and 7 Air Conditioner units (6,240 W). The On-Grid PV system is designed using 28 Monocrystalline PERCH Half-Cell 550 Wp solar modules (15.4 kWp total capacity) configured in 14 series and 2 parallel strings, connected to a 15 kW three-phase inverter (Huawei SUN2000-15KTL-M5). The total estimated cost budget (RAB) is IDR 332,182,283.00. This design serves as a comprehensive technical reference for safe and standard-compliant electrical installations.

***Keywords**: Electrical Installation, On-Grid PV System, PUIL 2011, SNI 03-6197-2011, Cost Budget Plan (RAB).*

Article History
Received: July 2026
Reviewed: July 2026
Published: August 2026

Plagiarism Checker No.: 237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

ABSTRAK

Perencanaan instalasi listrik yang sesuai standar merupakan salah satu faktor penting dalam menjamin keamanan, keandalan, dan efisiensi sistem kelistrikan pada bangunan gedung perkantoran dan hunian. Selain itu, penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid dapat menjadi alternatif solutif untuk mengurangi konsumsi energi listrik dari jaringan PLN melalui pemanfaatan energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan instalasi listrik dan sistem PLTS On-Grid pada Kantor dan Mess PT. Maju Bersama Teknik Pontianak sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011) dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Metode yang digunakan adalah metode perencanaan teknis (design planning) yang meliputi pengumpulan data ruangan dan beban, perhitungan kuat penerangan (iluminasi) serta kapasitas pendingin udara (AC), penentuan Kuat Hantar Arus (KHA) dan rating pengaman, perancangan sistem PLTS On-Grid, verifikasi parameter elektrik array, penyusunan gambar kerja AutoCAD, serta perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Hasil penelitian menunjukkan total beban terpasang bangunan sebesar 14,22 kW (Lantai 1 sebesar 6.671 W dan Lantai 2 sebesar 7.546 W). Total armatur lampu yang dibutuhkan sebanyak 107 titik (daya 1.995 W) dan 7 unit AC (daya 6.240 W). Sistem PLTS On-Grid dirancang menggunakan 28 modul surya Monocrystalline PERCH Half-Cell 550 Wp (total daya 15,4 kWp) dengan konfigurasi 14 seri x 2 paralel serta inverter tiga fasa berkapasitas 15 kW (Huawei SUN2000-15KTL-M5). Total estimasi biaya investasi perencanaan (RAB) adalah sebesar Rp332.182.283,00. Perencanaan ini diharapkan menjadi acuan teknis yang andal dan aman dalam pelaksanaan konstruksi kelistrikan gedung.

Kata Kunci: Instalasi Listrik, PLTS On-Grid, PUIL 2011, SNI 03-6197-2011, AHSP, Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi dan pembangunan infrastruktur perkantoran serta fasilitas pendukung industri, kebutuhan akan pasokan energi listrik yang aman, handal, kontinyu, dan efisien menjadi aspek fundamental. Bangunan gedung perkantoran dan hunian mess operasional membutuhkan suplai tenaga listrik yang signifikan untuk menunjang aktivitas harian, khususnya sistem pencahayaan (lighting), pendingin udara (Air Conditioning/AC), serta peralatan elektronik perkantoran [1]. Ketidaktepatan dalam perencanaan instalasi listrik dapat menimbulkan bahaya kebakaran akibat korsleting arus listrik, rugi-rugi tegangan yang berlebihan, ketidakseimbangan beban antar fasa, hingga inefisiensi konsumsi daya.

Di Indonesia, perancangan instalasi listrik wajib mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011) serta Standar Nasional Indonesia (SNI), seperti SNI 03-6197-2011 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan [2], [9]. Penerapan standar ini menjamin bahwa seluruh komponen yang dipasang—mulai dari penghantar (kabel), komponen proteksi (MCB/MCCB), hingga panel hubung bagi (PHB)—memiliki ukuran dan kapasitas (Kuat Hantar Arus/KHA) yang sesuai dengan karakteristik beban terpasang [6].

Di sisi lain, sejalan dengan komitmen global dan nasional menuju transisi energi bersih, pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap dengan sistem On-Grid kini menjadi solusi yang sangat potensial untuk diterapkan pada bangunan komersial [3]. Sistem PLTS On-Grid beroperasi secara terhubung dan disinkronkan langsung dengan jaringan listrik PLN. Pada siang hari saat iradiasi matahari melimpah, sistem PLTS memproduksi daya listrik arus searah (DC) yang dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) oleh inverter untuk langsung menyuplai beban gedung. Kelebihan produksi daya (surplus) dapat diekspor ke jaringan PLN melalui fasilitas meteran Ekspor-Impor (EXIM), sehingga secara signifikan menurunkan tagihan listrik bulanan dan mengurangi jejak karbon operasional perusahaan [15], [18].

PT. Maju Bersama Teknik Pontianak merupakan perusahaan swasta yang bergerak di bidang jasa teknik mekanikal, elektrikal, plumbing (MEP), tata udara, dan gas medis. Sebagai perusahaan engineering, gedung kantor dan mess operasional PT. Maju Bersama Teknik Pontianak memerlukan perencanaan kelistrikan yang ideal, memenuhi kaidah standar PUIL 2011, berkinerja tinggi, serta mengintegrasikan energi terbarukan berbasis PLTS On-Grid. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilaksanakan untuk menyusun studi perencanaan komprehensif instalasi listrik dan integrasi PLTS On-Grid pada Kantor dan Mess PT. Maju Bersama Teknik Pontianak, lengkap dengan analisis beban, pemilihan pengaman dan penghantar, gambar skematik AutoCAD, hingga Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian studi perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan jumlah titik lampu dan tingkat kuat penerangan (iluminasi) pada setiap ruangan kantor dan mess PT.Maju Bersama Teknik Pontianak sesuai standar SNI 03-6197-2011?
2. Bagaimana menentukan kapasitas dan jumlah unit Air Conditioner (AC) yang dibutuhkan pada ruangan kantor agar mencapai tingkat kenyamanan termal yang optimal?
3. Bagaimana menentukan total beban terpasang, pembagian sirkit cabang (grouping), ukuran luas penampang kabel penghantar, serta rating komponen pengaman (MCB/MCCB) berdasarkan PUIL 2011?
4. Bagaimana merancang konfigurasi sistem PLTS On-Grid (modul PV, inverter, proteksi, dan verifikasi parameter array) yang tepat untuk memenuhi sebagian kebutuhan energi gedung?
5. Berapa besar perkiraan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pekerjaan instalasi elektrikal, tata udara, dan PLTS On-Grid berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang berlaku?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Menghitung dan menentukan jumlah titik lampu dan kebutuhan daya penerangan di setiap ruangan Kantor dan Mess PT. Maju Bersama Teknik Pontianak secara akurat.

2. Menghitung kebutuhan kapasitas pendinginan AC (BTU/hr dan PK) serta daya listrik pendingin udara yang dibutuhkan.
3. Menganalisis total beban awal terpasang, merancang pembagian sirkit cabang tiga fasa, serta menentukan luas penampang kabel dan rating MCB/MCCB pengaman.
4. Merancang sistem PLTS On-Grid terintegrasi mencakup penentuan kapasitas Wp, pemilihan modul PV, inverter 3 fasa, konfigurasi rangkaian seri-paralel, serta estimasi energi yang dihasilkan.
5. Menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan elektrikal dan PLTS On-Grid berdasarkan Peraturan Wali Kota Pontianak No. 43 Tahun 2023.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan penelitian lebih fokus dan terarah, batasan-batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian berfokus pada perencanaan instalasi penerangan, stop kontak, sistem AC, dan sistem PLTS On-Grid pada gedung Kantor dan Mess PT. Maju Bersama Teknik Pontianak (Lantai 1 dan Lantai 2).
2. Perhitungan teknis mengacu pada standar nasional PUIL 2011 dan SNI 03-6197-2011.
3. Simulasi dan perhitungan penerangan dilakukan secara komputasi spreadsheet dan manual, sedangkan pemodelan iradiasi surya menggunakan data Software Homer-Pro.
4. Perencanaan tidak membahas perhitungan spesifik kapasitas transformator daya PLN, sistem pemadam kebakaran (fire alarm), instalasi lift, serta pompa-pompa air skala industri.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Landasan Teori

A. Ketentuan Umum dan Standar Kelistrikan

Perencanaan instalasi listrik berpatokan pada PUIL 2011 yang menetapkan prinsip keselamatan, keandalan, keterjangkauan, kemudahan perbaikan, dan keekonomisan [10]. Prinsip proteksi mensyaratkan bahwa seluruh beban listrik harus dilindungi oleh gawai proteksi arus lebih (MCB/MCCB) yang memiliki rating pembatas arus (I_{rat}) lebih besar dari arus nominal beban (I_n), serta kabel penghantar dengan Kuat Hantar Arus (KHA) melebihi batas trip pengaman.

B. Perhitungan Sistem Penerangan (Lighting)

Kebutuhan iluminasi ruangan dihitung berdasarkan metode lumen. Langkah awal dimulai dengan menentukan Indeks Ruang (k) yang dirumuskan [10]:

$$k = (p \times l) / [h \times (p + l)] \quad (1)$$

dimana p adalah panjang ruangan (m), l adalah lebar ruangan (m), dan h adalah tinggi armatur terhadap bidang kerja (m) (biasanya h = t - 0.8 m). Selanjutnya, Efisiensi Ruangan (η) diperoleh melalui interpolasi data faktor utilitas batas bawah (η_1) dan batas atas (η_2) berdasarkan Tabel Efisiensi Penerangan [11]:

$$\eta = \eta_1 + [(k - k_1) / (k_2 - k_1)] \times (\eta_2 - \eta_1) \quad (2)$$

Jumlah total armatur/titik lampu ($N_{armatur}$) yang diperlukan untuk memenuhi tingkat kuat penerangan (E dalam Lux) dihitung dengan persamaan [11]:

$$N_{armatur} = (E \times A) / (\Phi_{armatur} \times \eta \times d) \quad (3)$$

dimana A adalah luas ruangan (m^2), $\Phi_{armatur}$ adalah fluks cahaya total per armatur (lumen), η adalah efisiensi ruangan, dan d adalah faktor depresiasi/pemeliharaan (diambil 0,8).

C. Perhitungan Kapasitas Pendingin Udara (Air Conditioner)

Kapasitas beban pendinginan AC ditentukan berdasarkan luas ruangan dan faktor kebutuhan kalor (BTU/hr/m^2, standar ruangan kantor rata-rata 500–600 BTU/hr/m^2) [11]:

Kapasitas Pendinginan (BTU/hr) = Luas Ruangan (m^2) × 550 BTU/hr (4)

Nilai BTU/hr konversikan ke satuan Daya Kuda (PK) sesuai konversi standar: 5.000 BTU/hr ≈ ½ PK, 7.000 BTU/hr ≈ ¾ PK, 9.000 BTU/hr ≈ 1 PK, 12.000 BTU/hr ≈ 1½ PK, dan 25.600 BTU/hr ≈ 3 PK. Daya listrik (W) dihitung dari penjumlahan watt unit yang terpilih [11].

D. Perhitungan Arus Nominal, KHA, dan Proteksi

Arus nominal (I_n) untuk sistem 1-fasa (V_f = 220 V) dan 3-fasa (V_L = 380 V) dirumuskan [12]:

$I_{n\ (1\text{-}fasa)} = P_{1\phi} / (V_f \times \cos \varphi)$ (5)

$I_{n\ (3\text{-}fasa)} = P_{3\phi} / (\sqrt{3} \times V_L \times \cos \varphi)$ (6)

Berdasarkan PUIL 2011, Kuat Hantar Arus (KHA) minimal penghantar dan rating pengaman (I_{rat}) ditentukan sebesar [12]:

$KHA \geq 125\% \times I_n$ dan $I_{rat} \geq 115\% \times I_n$ (7)

E. Perancangan Sistem PLTS On-Grid

Kapasitas puncak sistem P_V (P_{PV} dalam kWp) dihitung dengan memperhitungkan Kebutuhan Energi Harian (E_{Load}), nilai Peak Sun Hours (PSH), dan Performance Ratio (PR = 0,80) [15], [19]:

$P_{PV} = E_{Load} / (PSH \times PR)$ (8)

2.2 Data Perencanaan Gedung dan Peralatan

Gedung Kantor dan Mess PT. Maju Bersama Teknik Pontianak terdiri dari dua lantai. Rincian dimensi dan fungsi setiap ruangan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Ukuran dan Dimensi Ruangan Lantai 1

No	Nama Ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Fungsi Perencanaan
1	Basement	5.0	8.0	3.0	40.00	Area Parkir / Servis
2	Teras	2.2	1.3	3.0	2.86	Area Luar / Masuk
3	Ruang Tunggu	2.2	3.8	3.0	8.36	Penerimaan Tamu
4	Ruang Administrasi	4.0	3.0	3.0	12.00	Area Kerja Staf
5	Ruang Arsip	4.0	1.3	3.0	5.20	Penyimpanan Dokumen
6	Gudang	2.9	4.8	3.0	13.92	Penyimpanan Material
7	Pantry	2.0	2.5	3.0	5.00	Dapur Kantor
8	Toilet Kantor	2.0	1.5	3.0	3.00	Fasilitas Sanitasi
9	Toilet Mess	2.0	1.5	3.0	3.00	Fasilitas Sanitasi
10	Kamar Mandi Mess	2.0	2.5	3.0	5.00	Fasilitas Sanitasi
11	Dapur Mess	3.0	2.0	3.0	6.00	Area Memasak Mess
12-21	Kamar Mess (Kamar 1-10)	3.0	2.0	3.0	6.00/kmr	Hunian Mess (10 Unit)

22	Koridor Mess	18.0	1.2	3.0	21.60	Akses Sirkulasi Mess
23	Koridor Kantor 1	3.0	1.1	3.0	3.30	Akses Sirkulasi Kantor
24	Koridor Kantor 2	4.0	1.0	3.0	4.00	Akses Sirkulasi Kantor

Tabel 2. Data Ukuran dan Dimensi Ruangan Lantai 2

No	Nama Ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Fungsi Perencanaan
1	Ruang Rapat	5.0	9.2	3.0	46.00	Meeting Room
2	Ruang Komisaris	5.2	4.5	3.0	23.40	Ruang Eksekutif
3	Ruang Direktur & Staf	4.8	3.5	3.0	16.80	Ruang Kerja Pimpinan
4	Mushola	3.0	3.5	3.0	10.50	Fasilitas Ibadah
5	Ruang Bersama	5.5	3.3	3.0	18.50	Area Komunal Staf
6	Toilet Lantai 2	2.0	2.0	3.0	4.00	Fasilitas Sanitasi
7	Koridor Utama L2	9.0	1.2	3.0	10.80	Akses Sirkulasi Utama
8	Tempat Wudhu	1.12	3.5	3.0	4.20	Fasilitas Wudhu
9	Tempat Cuci Tangan	2.0	2.0	3.0	4.00	Fasilitas Kebersihan

Spesifikasi teknis armatur lampu, unit AC, modul surya PERCH 550 Wp, serta iradiasi surya bulanan Kota Pontianak (Homer-Pro) ditunjukkan pada Tabel 3, 4, 5, dan 6.

Tabel 3. Spesifikasi Lampu yang Digunakan

No	Jenis Lampu	Tipe / Seri Spesifikasi	Daya (Watt)	Fluks Cahaya (Lumen)
1	Downlight LED 15W	Philips DN020B G4 LED15	15	1.600
2	Downlight LED 20W	Philips DN027B G4 LED120	20	2.000
3	TL Tube LED 23W	Philips MAS LEDTUBE 1200mm	23	3.700

Tabel 4. Spesifikasi Unit Air Conditioner (Daikin Katalog)

No	Tipe Unit AC	Kapasitas (PK)	Kapasitas Pendinginan (BTU/hr)	Daya Listrik (Watt)
1	Daikin FTV15CXV14	½ PK	5.000	380
2	Daikin FTV20CXV14	¾ PK	7.000	590
3	Daikin FTV25CXV14	1 PK	9.000	780
4	Daikin FTV35CXV14	1½ PK	12.000	1.100
5	Daikin FTKC71TVM4	3 PK	25.600	2.230

Tabel 5. Spesifikasi Modul Surya Monocrystalline PERCH 550 Wp

Parameter Spesifikasi	Nilai Spesifikasi Teknis	Parameter Spesifikasi	Nilai Spesifikasi Teknis
Merk / Tipe Modul	PERCH Half-Cell 550Wp	Tegangan Vmp	41,96 V
Daya Maksimum (Pmax)	550 Wp	Arus Imp	13,11 A
Dimensi Modul (P x L)	2.279 mm x 1.134 mm	Arus Short Circuit (Isc)	13,90 A
Luas Modul	2,58 m^2	Tegangan Open Circuit (Voc)	49,90 V
Efisiensi Modul	21,3%	Max. System Voltage	1.500 VDC

Tabel 6. Data Iradiasi Surya Harian Kota Pontianak (Homer-Pro Software)

Bulan	Clearness Index	Iradiasi Harian (kWh/m^2/hari)	Bulan	Clearness Index	Iradiasi Harian (kWh/m^2/hari)
Januari	0,496	4,99	Juli	0,555	5,23
Februari	0,514	5,34	Agustus	0,545	5,40
Maret	0,504	5,30	September	0,501	5,18
April	0,506	5,16	Oktober	0,487	5,05
Mei	0,534	5,15	November	0,471	4,76
Juni	0,561	5,22	Desember	0,467	4,63
Rata-Rata PSH Tahunan	5,12 jam/hari		Nilai PSH Acuan Perancangan	5,00 jam/hari	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Titik Lampu dan Daya Penerangan

Sampel perhitungan penerangan disajikan untuk Ruang Basement (Lantai 1):

- Dimensi: p = 5.0 m, l = 8.0 m, t = 3.0 m, tinggi kerja h = 2,2 m. Luas A = 40,0 m^2.
- Indeks Ruang: k = (5 × 8) / [2,2 × (5 + 8)] = 40 / 28.6 = 1.38.
- Efisiensi Ruangan (η) dengan interpolasi (k_1 = 1.5, η_1 = 0.47; k_2 = 2.0, η_2 = 0.52): η = 0.45.
- Jumlah Armatur (E = 100 Lux, Downlight LED 20W Φ = 2.000 lm):
  $N_{armatur}$ = (100 × 40) / (2000 × 0.45 × 0.8) = 4000 / 720 = 5.55 ≈ 6 unit.
- Daya Penerangan Basement: 6 unit × 20 W = 120 Watt.

Rekapitulasi lengkap hasil perhitungan jumlah armatur dan kebutuhan daya penerangan seluruh ruangan ditampilkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Iluminasi dan Titik Lampu

No	Nama Ruangan	Luas (m^2)	Target Lux (E)	Jenis Lampu	Indeks k	Efisiensi (η)	Jumlah Lampu
LANTAI 1 (KANTOR DAN MESS)							
1	Basement	40.00	100	DL LED 20W	1.38	0.45	6
2	Teras	2.86	60	DL LED 15W	0.26	0.13	1
3	Ruang Tunggu	8.36	200	DL LED 20W	0.63	0.28	4
4	Ruang Administrasi	12.00	250	TL LED 23W	0.83	0.34	4
5	Ruang Arsip	5.20	150	DL LED 15W	0.44	0.20	3
6	Gudang	13.92	100	DL LED 20W	0.82	0.34	3
7	Pantry	5.00	200	DL LED 20W	0.50	0.23	3
8	Toilet Kantor	3.00	100	DL LED 15W	0.38	0.18	1
9	Toilet Mess	3.00	100	DL LED 15W	0.38	0.18	1
10	Kamar Mandi Mess	5.00	200	DL LED 20W	0.50	0.23	3
11	Dapur Mess	6.00	200	DL LED 20W	0.54	0.24	3
12-21	Kamar Mess (10 kamar)	6.00/kmr	150	DL LED 15W	0.54	0.24	30 (3/kmr)
22	Koridor Mess	21.60	100	TL LED 23W	0.51	0.23	3
23	Koridor Kantor 1	3.30	100	DL LED 15W	0.36	0.17	2
24	Koridor Kantor 2	4.00	100	DL LED 15W	0.36	0.17	2
LANTAI 2 (KANTOR OPERASIONAL)							
1	Ruang Rapat	46.00	300	TL LED 23W	1.47	0.46	10
2	Ruang Komisaris	23.40	350	TL LED 23W	1.09	0.40	7
3	Ruang Direktur & Staf	16.80	350	TL LED 23W	0.92	0.37	5
4	Mushola	10.50	200	TL LED 23W	0.73	0.32	2
5	Ruang Bersama	18.50	250	TL LED 23W	0.88	0.36	4
6	Toilet Lantai 2	4.00	100	DL LED 15W	0.45	0.21	1
7	Koridor Utama L2	10.80	100	DL LED 15W	0.48	0.22	4
8	Tempat Wudhu	4.20	150	DL LED 15W	0.40	0.19	3
9	Tempat Cuci Tangan	4.00	150	DL LED 15W	0.45	0.21	2
TOTAL ARMATUR LAMPU GEUDNG							107 Armatur

Tabel 8. Rekapitulasi Kebutuhan Daya Penerangan Gedung

Jenis Armatur Lampu	Jumlah Terpasang L1	Jumlah Terpasang L2	Total Armatur	Daya Per Unit (W)	Total Daya (Watt)
Downlight LED 15 Watt	40	10	50	15	750
Downlight LED 20 Watt	22	6	28	20	560
TL Tube LED 23 Watt	7	22	29	23	667
TOTAL BEBAN PENERANGAN GEDUNG			107 Titik		1.995 Watt (1,995 kW)

3.2 Perhitungan Kapasitas Pendingin Udara (AC)

Kebutuhan pendinginan AC dihitung pada ruangan perkantoran yang memerlukan kenyamanan termal operasional. Contoh untuk Ruang Tunggu (Luas = 8,36 m²):

- Kapasitas Pendinginan = 8,36 × 550 = 4.598 BTU/hr → Dipilih AC ½ PK (Daikin FTV15CXV14, 5.000 BTU/hr, Daya 380 W).
  Daya 380 W). Rekapitulasi lengkap pemilihan unit AC ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan dan Pemilihan Unit Air Conditioner (AC)

No	Nama Ruangan	Luas (m²)	Kebutuhan (BTU/hr)	Kapasitas Terpilih (PK)	Tipe Unit AC	Daya Listrik (W)
LANTAI 1						
1	Ruang Tunggu	8.36	4.598	½ PK	Daikin FTV15CXV14	380
2	Ruang Administrasi	13.60	7.480	¾ PK	Daikin FTV20CXV14	590
LANTAI 2						
3	Ruang Rapat	46.00	25.300	3 PK	Daikin FTKC71TVM4	2.230
4	Ruang Komisaris	23.40	12.870	1½ PK	Daikin FTV35CXV14	1.100
5	Ruang Direktur & Staf	16.80	9.240	1 PK	Daikin FTV25CXV14	780
6	Mushola	10.50	5.775	½ PK	Daikin FTV15CXV14	380
7	Ruang Bersama	16.50	9.075	1 PK	Daikin FTV25CXV14	780
TOTAL BEBAN AC GEDUNG				7 Unit AC		6.240 Watt (6,24 kW)

3.3 Analisis Beban Terpasang dan Pembagian Sirkit Cabang

Beban stop kontak umum (STK) direncanakan sebesar 300 W per titik stop kontak. Rekapitulasi beban gedung Lantai 1 dan Lantai 2 ditunjukkan pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Rekapitulasi Beban Terpasang Lantai 1

No	Jenis Kategori Beban	Daya Satuan (W)	Jumlah Terpasang	Total Daya (Watt)
1	Downlight LED 15W	15	40	600
2	Downlight LED 20W	20	22	440
3	TL Tube LED 23W	23	7	161
4	AC ½ PK	380	1	380
5	AC ¾ PK	590	1	590
6	Stop Kontak General (STK 300W)	300	15	4.500
TOTAL BEBAN TERPASANG LANTAI 1				6.671 Watt (6,67 kW)

Tabel 11. Rekapitulasi Beban Terpasang Lantai 2

No	Jenis Kategori Beban	Daya Satuan (W)	Jumlah Terpasang	Total Daya (Watt)
1	Downlight LED 15W	15	10	150
2	Downlight LED 20W	20	6	120
3	TL Tube LED 23W	23	22	506
4	AC ½ PK	380	1	380
5	AC 1 PK	780	2	1.560
6	AC 1½ PK	1.100	1	1.100
7	AC 3 PK	2.230	1	2.230
8	Stop Kontak General (STK 300W)	300	5	1.500
TOTAL BEBAN TERPASANG LANTAI 2				7.546 Watt (7,55 kW)
GRAND TOTAL BEBAN TERPASANG GEDUNG (L.1 + L.2)				14.217 Watt ≈ 14,22 kW

3.4 Perhitungan Luas Penampang Kabel dan Proteksi Pengaman

Berdasarkan beban terpasang pada masing-masing group/sirkit cabang, dilakukan perhitungan In , KHA, rating MCB/MCCB, serta spesifikasi jenis kabel. Pembagian group sirkit SDP Lantai 1 dan Lantai 2 ditunjukkan pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Pembagian Group Sirkit, Kabel, dan Pengaman SDP Lantai 1

Kode Group	Fungsi/Peruntukan Beban	Total Daya (W)	Arus In (A)	KHA Min (A)	Rating MCB (A)	Tipe Kabel Terpilih
Group PP.1	Penerangan Kantor Depan (DL15)	180	0,93	1,16	6 A (1P)	NYM 3 x 1,5 mm²
Group PP.2	Penerangan Administrasi & Arsip	234	1,21	1,51	6 A (1P)	NYM 3 x 1,5 mm²
Group PAC.1	AC R.Tunggu & R.Administrasi	970	5,01	6,26	10 A (1P)	NYM 3 x 2,5 mm²

Group PK.1	Stop Kontak R.Administrasi (3 titik)	900	4,65	5,81	10 A (1P)	NYM 3 x 2,5 mm²
Group PP.3	Penerangan Gudang & Pantry	152	0,79	0,98	6 A (1P)	NYM 3 x 1,5 mm²
Group PP.4	Penerangan Kamar Mess 1-5	230	1,19	1,49	6 A (1P)	NYM 3 x 1,5 mm²
Group PK.2	Stop Kontak Mess & Pantry (6 titik)	1.800	9,29	11,61	16 A (1P)	NYM 3 x 2,5 mm²
Group PP.5	Penerangan Koridor & Teras	180	0,93	1,16	6 A (1P)	NYM 3 x 1,5 mm²
Group PP.6	Penerangan Kamar Mess 6 - 10	225	1,16	1,45	6 A (1P)	NYM 3 x 1,5 mm²
Group PK.3	Stop Kontak Mess Belakang (6 titik)	1.800	9,29	11,61	16 A (1P)	NYM 3 x 2,5 mm²
MAIN INCOMING SDP LANTAI 1 (3-FASA)		6.671 W	12,67 A	15,84 A	3 x 25 A (3P)	NYY 4 x 6 mm²

Tabel 13. Pembagian Group Sirkit, Kabel, dan Pengaman SDP Lantai 2

Kode Group	Fungsi/Peruntukan Beban	Total Daya (W)	Arus In (A)	KHA Min (A)	Rating MCB (A)	Tipe Kabel Terpilih
Group PP.2-1	Penerangan R. Rapat & R. Komisaris	391	2,02	2,53	6 A (1P)	NYM 3 x 1,5 mm²
Group PAC.2-1	AC Ruang Rapat 3 PK	2.230	11,52	14,40	16 A (1P)	NYM 3 x 2,5 mm²
Group PK.2-1	Stop Kontak R. Rapat & Komisaris	900	4,65	5,81	10 A (1P)	NYM 3 x 2,5 mm²
Group PP.2-2	Penerangan R. Direktur, Mushola, Bersama	253	1,31	1,63	6 A (1P)	NYM 3 x 1,5 mm²
Group PAC.2-2	AC R. Komisaris & R. Direktur	1.880	9,71	12,14	16 A (1P)	NYM 3 x 2,5 mm²
Group PP.2-3	Penerangan Koridor, Toilet, Wudhu	150	0,78	0,97	6 A (1P)	NYM 3 x 1,5 mm²
Group PAC.2-3	AC Mushola & R. Bersama	1.160	5,99	7,49	10 A (1P)	NYM 3 x 2,5 mm²
Group PK.2-2	Stop Kontak R. Staf & Bersama (2 titik)	600	3,10	3,88	10 A (1P)	NYM 3 x 2,5 mm²
MAIN INCOMING SDP LANTAI 2 (3-FASA)		7.546 W	14,33 A	17,91 A	3 x 25 A (3P)	NYY 4 x 6 mm²
MAIN DISTRIBUTION PANEL (MDP) GEDUNG		14.217 W	27,00 A	33,75 A	MCCB 3 x 50 A (3P)	NYY 4 x 16 mm²

3.5 Perancangan Integrasi Sistem PLTS On-Grid

Sistem PLTS On-Grid dirancang untuk menutup mayoritas beban harian siang hari gedung (estimasi operasi beban harian E_{Load} = 61.5 kWh/hari). Dengan PSH = 5,0 jam dan PR = 0,80, kapasitas PV yang dibutuhkan adalah:

$$P_{PV} = 61.5 / (5,0 \times 0,80) = 15,375 \text{ kWp} \approx 15,4 \text{ kWp}$$

Dengan modul Monocrystalline PERCH 550 Wp, jumlah modul yang dibutuhkan:

$$N_{PV} = 15.400 \text{ Wp} / 550 \text{ Wp} = 28 \text{ unit modul PV}$$

A. Pemilihan Inverter On-Grid

Digunakan Inverter 3-fasa Huawei SUN2000-15KTL-M5 berkapasitas daya nominal 15 kW AC. Rasio DC/AC sistem adalah 15,4 kWp / 15 kW = 1,027 (memenuhi rentang rekomendasi optimal 1,0–1,25) [20]. Spesifikasi inverter ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Spesifikasi Inverter Huawei SUN2000-15KTL-M5

Parameter Inverter DC Input	Nilai Spesifikasi	Parameter Inverter AC Output	Nilai Spesifikasi
Max. DC Input Voltage	1.100 VDC	Rated AC Output Power	15.000 W (15 kW)
MPPT Operating Voltage Range	160 V - 950 V	Nominal AC Voltage	220/380 V, 3-Phase
Number of MPPTs	2 MPPT	Max. AC Output Current	25,2 A
Max. Input Current per MPPT	30 A	Max. Efficiency	98,65%

B. Konfigurasi Rangkaian dan Verifikasi Array

Modul sebanyak 28 unit dikonfigurasikan menjadi 2 string paralel, di mana masing-masing string terdiri dari 14 modul yang dihubung seri (N_Seri = 14, N_Paralel = 2). Hasil verifikasi parameter array disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Verifikasi Parameter Array PV terhadap Limit Inverter

Parameter Array PV	Rumus Perhitungan Array	Hasil Perhitungan Array	Batas Spesifikasi Inverter	Status Verifikasi
Tegangan Open Circuit (Voc,array)	14 Seri x 49,90 V	698,60 V	< 1.100 VDC	MEMENUHI (AMAN)
Tegangan Kerja MPPT (Vmp,array)	14 Seri x 41,96 V	587,44 V	160 V - 950 V	MEMENUHI (OPTIMAL)
Arus Short Circuit (Isc,array)	2 Paralel x 13,90 A	27,80 A	< 30,00 A per MPPT	MEMENUHI (AMAN)

Arus Kerja Maksimum (Imp,array)	2 Paralel x 13,11 A	26,22 A	< 30,00 A per MPPT	MEMENUHI (AMAN)

C. Estimasi Produksi Energi dan Pemenuhan Beban

Estimasi produksi energi listrik harian sistem PLTS On-Grid 15,4 kWp:

$$E_PV = 15,4 \text{ kWp} \times 5,0 \text{ jam} \times 0,80 = 61,60 \text{ kWh/hari}$$

Persentase pemenuhan kebutuhan energi harian gedung (E_Load = 61,5 kWh/hari) adalah:

$$\%P_Load = (61,60 / 61,50) \times 100\% = 100,16\%$$

Artinya, pada siang hari dengan iradiasi matahari optimal, PLTS On-Grid mampu menyuplai seluruh beban gedung secara mandiri dan mengirimkan surplus energi bersih ke jaringan PLN via EXIM Meter [18].

3.6 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dan RAB

Analisis biaya disusun berdasarkan Peraturan Wali Kota Pontianak No. 43 Tahun 2023 [23], mencakup material, upah tenaga kerja, serta pengujian kelistrikan. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) komprehensif disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek Kelistrikan & PLTS On-Grid

No	Uraian Sub-Pekerjaan Utama	Jumlah Material / Volume	Total Biaya Pekerjaan (Rp)	Bobot (%)
I	Pekerjaan Persiapan & Sistem Proteksi Utama (MDP/SDP)	1 Paket Utama	Rp 38.450.000,00	11,57%
II	Pekerjaan Instalasi Penerangan & Armatur LED (107 Titik)	107 Titik + Kabel	Rp 42.180.000,00	12,70%
III	Pekerjaan Instalasi Stop Kontak General & Daya (20 Titik)	20 Titik + PIP	Rp 18.250.000,00	5,49%
IV	Pekerjaan Pengadaan & Pemasangan Unit AC (7 Unit)	7 Unit Lengkap PIP	Rp 54.800.000,00	16,49%
V	Pekerjaan Sistem PLTS On-Grid 15,4 kWp (PV + Inverter + Rack)	28 Modul + 1 Inv 15kW	Rp 146.500.000,00	44,10%
VI	Pekerjaan Pengujian (Testing, Commissioning, SLO, EXIM Meter)	1 Paket Legalitas	Rp 12.000.000,00	3,61%
	JUMLAH SUB-TOTAL PEKERJAAN		Rp 312.180.000,00	93,98%
	Overhead & Profit Kontraktor (2,5%) [23]		Rp 7.804.500,00	2,35%
	PPN 11% (Sesuai Regulasi Perpajakan)		Rp 12.197.783,00	3,67%
	TOTAL RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) OVERALL		Rp 332.182.283,00	100,00%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan teknis yang telah dilakukan pada perencanaan instalasi listrik dan integrasi PLTS On-Grid Kantor dan Mess PT. Maju Bersama Teknik Pontianak, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan penerangan menghasilkan total 107 titik armatur lampu (50 unit Downlight LED 15W, 28 unit Downlight LED 20W, dan 29 unit TL Tube LED 23W) dengan total daya penerangan sebesar 1.995 Watt (1,995 kW) yang memenuhi standar tingkat iluminasi SNI 03-6197-2011. 2. 3. 4. 5.
2. Sistem pendingin udara (AC) membutuhkan 7 unit AC (2 unit ½ PK, 1 unit ¾ PK, 2 unit 1 PK, 1 unit 1½ PK, dan 1 unit 3 PK) dengan total beban pendingin sebesar 6.240 Watt (6,24 kW).
3. Total beban terpasang gedung adalah 14,22 kW (Lantai 1 sebesar 6,67 kW dan Lantai 2 sebesar 7,55 kW). Sirkit utama MDP menggunakan kabel NYY 4 x 16 mm^2 dengan proteksi MCCB 3 x 50 A, sedangkan SDP tiap lantai diproteksi MCB 3 x 25 A.
4. Sistem PLTS On-Grid menggunakan 28 unit modul surya Monocrystalline PERCH Half-Cell 550 Wp (total daya 15,4 kWp) dengan konfigurasi 14 seri x 2 paralel, terhubung ke inverter 3-fasa Huawei SUN2000-15KTL-M5 (15 kW). Seluruh parameter array (Voc = 698,6 V; Vmp = 587,44 V; Isc = 27,8 A) terverifikasi aman dan optimal sesuai batas standar inverter.
5. Sistem PLTS On-Grid mampu memproduksi energi listrik estimasi sebesar 61,60 kWh/hari, mencukupi 100,16% kebutuhan energi harian gedung di siang hari. Total Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan adalah sebesar Rp332.182.283,00

SARAN

1. Pada tahap pelaksanaan fisik instalasi, disarankan untuk melakukan penyeimbangan beban tiga fasa (R, S, T) secara presisi pada setiap sub-panel untuk mencegah arus netral berlebih.
2. Pengadaan komponen PLTS wajib memastikan garansi manufaktur modul PV (minimal 25 tahun garansi daya) dan inverter (minimal 5 tahun garansi unit).
3. Pemasangan sistem grounding/pentanahan PLTS dan penangkal petir gedung disarankan memiliki nilai tahanan pembumian < 2 Ohm guna melindungi peralatan inverter dari surja petir.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Standarisasi Nasional (BSN), "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)," SNI 0225:2011, BSN, Jakarta, 2011.
[2] P. A. Dermawan, "Studi Evaluasi Perencanaan Instalasi Penerangan Hotel Neo by Aston Pontianak," Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, vol. 5, no. 1, pp. 1-10, 2017.
[3] R. R. Ramadhana, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid," Skripsi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar, 2022.
[4] M. R. Irhami, "Studi Analisis Perencanaan Instalasi Kelistrikan Yang Efisien Di Gedung Fakultas Teknik UMA," Skripsi Teknik Elektro Universitas Medan Area, Medan, 2020.
[5] A. Nurjamil, "Studi Sistem Instalasi Listrik pada Masjid Raya Jakarta Timur," Tugas Akhir Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung, 2022.
[6] PT PLN (Persero), "Standar Konstruksi Distribusi Tenaga Listrik Tegangan Rendah," Buku 3 PT PLN (Persero), Jakarta, 2010.
[7] A. Kasim, Teknik Instalasi Tenaga Listrik, Bandung: Armico, 2015.

[8] M. Mardiana, S. Supriono, dan H. Hartono, "Perencanaan Sistem Penerangan dan Efisiensi Energi Listrik Gedung Bertingkat," Jurnal Energi & Kelistrikan, vol. 10, no. 2, pp. 112-120, 2018.
[9] Badan Standarisasi Nasional (BSN), "Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan," SNI 03-6197-2011, BSN, Jakarta, 2011.
[10] T. S. Hutauruk, Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan, Jakarta: Erlangga, 1999.
[11] J. Marpaung, Perancangan Instalasi Listrik Bangunan Bertingkat, Pontianak: Untan Press, 2019.
[12] R. Gianto, Analisis Sistem Tenaga Listrik, Pontianak: Untan Press, 2020.
[13] Purwoharjono, "Optimasi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Algoritma Genetika," Jurnal Teknologi Industri Untan, vol. 8, no. 1, pp. 45-52, 2021.
[14] M. I. Arsyad dan Z. Abidin, "Studi Potensi Energi Surya sebagai Pembangkit Listrik Atap di Kota Pontianak," Jurnal Power & Energy Untan, vol. 4, no. 2, pp. 88-95, 2022.
[15] S. Kalogirou, Solar Energy Engineering: Processes and Systems, 2nd ed., Academic Press, 2013.
[16] A. Luque and S. Hegedus, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, John Wiley & Sons, 2011.
[17] Global Solar Atlas, "Solar Resource Data for Pontianak, West Kalimantan, Indonesia," World Bank Group, 2024.
[18] PT PLN (Persero), "Peraturan Direksi PT PLN tentang Pemasangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap," Jakarta, 2021.
[19] N. Jumpon, C. Sirisamphanwong, and N. Ketjoy, "Performance ratio assessment of on-grid solar photovoltaic systems in tropical climate conditions," Energy Reports, vol. 6, pp. 412-420, 2020.
[20] A. Hazim, M. Y. Hassan, and H. Shareef, "Optimal DC/AC ratio sizing for grid-connected photovoltaic inverter system," IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 12, no. 3, pp. 1450-1458, 2021.
[21] International Electrotechnical Commission, "Photovoltaic (PV) systems Requirements for testing, documentation and maintenance," IEC 62446-1:2016, 2016.
[22] Heaven Designs, "Solar PV System Design Guidelines according to IEC 62548 Standard," Technical Whitepaper, 2022.
[23] Pemerintah Kota Pontianak, "Peraturan Wali Kota Pontianak Nomor 43 Tahun 2023 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Konstruksi Kota Pontianak," Pontianak, 2023.