

DESAIN MECHANICAL-ELECTRICAL DAN PHOTOVOLTAIC SISTEM ON GRID PADA GEDUNG FAKULTAS EKONOMI BISNIS UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Muhammad Fadlika Nurohman; Hasyim Asy'ari
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatan, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan social, dan lainnya. Ada beberapa unsur yang harus diperhatikan melakukan perancangan gedung. Unsur-unsur yang harus diperhatikan yaitu unsur arsitektur, struktur, dan mekanikal elektrik. Melalui metode Building Information Modelling (BIM) informasi dalam perancangan saling terintegrasi maka kesalahan antar informasi menjadi lebih kecil. Rancangan dilakukan pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Muhammadiyah Surakarta. Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis direncanakan akan membangun gedung bertingkat 8 Lantai dengan total luas bangunan 1.800 m². Adapun penelitian ini dilakukan untuk memperhitungkan desain Mechanical-Electrical Plumbing pada gedung Fakultas Ekonomi Bisnis, pada perhitungan titik pencahayaan gedung Fakultas Ekonomi Bisnis selain menggunakan perhitungan titik lampu akan digunakan simulasi menggunakan software Dialux, sedangkan pada perancangan pemipaan untuk sistem plumbing akan disimulasikan pada software BIM (Building Information Modelling) agar kesalahan perpotongan pada pipa dapat lebih kecil. Perancangan kapasitas AC dan GWT (Ground Water Tank) menggunakan perhitungan. Kapasitas GWT pada gedung Fakultas Ekonomi Bisnis mencapai 680 m³, sedangkan total kapasitas kebutuhan AC 8.784.000 BTU/h. Instalasi pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis memiliki total daya 1,65 MVA dengan menggunakan pengaman ACB 2500 A serta penghantar kabel menggunakan NYY 12x1x300mm². Selain menggunakan sumber daya melalui PLN pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis akan dibuat perancangan photovoltaic sistem On Grid dengan menggunakan simulasi software PVsyst. Hasil simulasi PVsyst memberikan informasi sistem menggunakan photovoltaic dengan kapasitas 307 kWp. Mampu menghasilkan 501.764 kWh/tahun. Area yang digunakan untuk perancangan panel surya adalah 1441m².

Kata kunci : BIM, elektrik, mekanikal, plumbing, Dialux, PVsyst.

Abstract

A building is a physical form resulting from construction work that is integrated with its location, which functions as a place for humans to carry out activities, whether for housing or living, religious activities, business activities, social activities, and others. There are several elements that must be considered when designing a building. The elements that must be considered are architectural, structural and electrical mechanical elements. Through the Building Information Modeling (BIM) method, information in design is integrated, so errors between information become smaller. The design was carried out at the Faculty of Business Economics Building, Muhammadiyah University of Surakarta. The Faculty of Business Economics building is planned to build an 8-storey building with a total building area of 1.800 m². In order to obtain electrical resources, correct mechanical, electrical and plumbing design is required. In addition to calculating lighting points, simulations will be used to determine lighting points using Dialux software, while piping design for plumbing systems will be simulated using BIM (Building Information Modeling) software so that intersection

errors in pipes can be smaller. AC capacity and GWT (Ground Water Tank) design using calculations. The GWT capacity in the Faculty of Business Economics building reaches 680 m³, while the total AC capacity requirement is 8,784,000 BTU/h. The installation in the Faculty of Business Economics Building has a total power of 1,65 MVA using ACB 2500 A protection and cable conductors using NYY 12x1x300mm². Apart from using resources through PLN in the Faculty of Business Economics Building, an On Grid photovoltaic system will be designed using PVsyst software simulation. The PVsyst simulation results provide system information using photovoltaics with a capacity of 307 kWp. Capable of producing 501,764 kWh/year. The area used for designing solar panels is 1441m².

Keywords : BIM, elektrik, mekanikal, plumbing, Dialux, PVsyst.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan suatu gedung dengan penggunaannya dimaksudkan untuk tempat kegiatan manusia sangatlah penting dari segi aspek keselamatan dan kenyamanan. Dengan kata lain, kenyamanan dan keselamatan bagi pekerja/pegawai/mahasiswa yang berada di suatu gedung harus benar-benar diperhitungkan pada bangunan tersebut.(Putra & Abrar, 2017). Unsur-unsur yang harus diperhatikan yaitu unsur arsitektur, struktur, dan mekanikal elektrik. . Unsur arsitektur yaitu unsur yang mengutamakan sisi keindahan atau estetika dari sebuah gedung. Unsur struktur merupakan unsur mengutamakan pada kekuatan bangunan. Unsur mekanikal elektrik merupakan unsur yang mengutamakan sisi fungsi/utilitas sehingga pada unsur ini ada beberapa sistem yang akan digunakan sesuai standart yang berlaku.(Hakim et al., 2023).

Sistem MEP pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis sangatlah penting diperhatikan untuk keselamatan dan kenyamanan. Perancangan sistem MEP sangat berpengaruh terhadap biaya keseluruhan yang terkait dalam pembangunan dan pengoperasiannya. Perhitungan MEP pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis mencakup instalasi lampu, AC, air kotor, air bersih, sistem pemadam kebakaran dan sistem penangkal petir. Dengan rumitnya perencanaan, maka disitulah perumusan yang standart dengan PUIL tahun 2011.(Marsudi & Syahrillah, 2018).

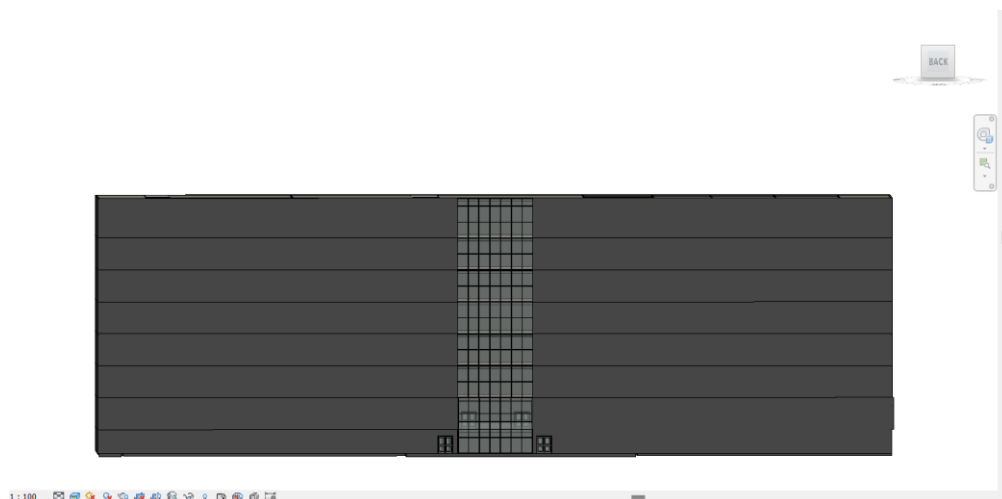
Perancangan mechanical meliputi perhitungan dan penentuan jumlah kebutuhan AC atau sirkulasi udara. Sirkulasi udara adalah proses karakteristik udara, khususnya kelembaban dan suhu, untuk menghasilkan kondisi udara yang nyaman, bersih, dan sehat bagi manusia.(Rachman et al., 2022). Perancangan electrical meliputi perhitungan titik penerangan dan penentuan kapasitas stop kontak. Pada instalasi pencahayaan sangat berpengaruh bagi kesehatan mata jika pencahayaan gedung tersebut kurang terpenuhi. Instalasi pencahayaan pada dasarnya sangat penting dalam perancangan, bukan hanya pemasangan lampu saja akan tetapi harus diperhitungkan dalam mekanisme fungsionalitas suatu ruangan.(Abast et al., 2023). Perancangan plumbing meliputi perhitungan air bersih, air hydrant, kapasitas GWT (ground water tank), dan kapasitas roof tank. Pada sistem plumbing bermanfaat untuk menyuplai air bersih kepada setiap lantai dengan tekanan yang cukup dan membuang air kotor yang sudah disediakan.(Hadi et al., 2023).

Proses perancangan MEP akan lebih baik menambahkan informasi BIM atau Building Information Modeling suatu sistem atau teknologi yang berisi informasi dalam proses desain perancangan dan konstruksi dalam permodelan tiga dimensi. Pada Building Information Modeling (BIM) dapat memodelkan perancangan struktur, arsitek dan MEP dalam satu konsep dengan Virtual Building agar kesalahan dalam perancangan MEP dapat lebih kecil. Permodelan BIM mampu memberikan perancangan yang lebih terstruktur, biaya yang dikeluarkan, daya energi yang digunakan, dan keselamatan kerja. Pada tahun 2021 pemerintah mengeluarkan peraturan dengan pelaksanaan pembangunan pada gedung wajib menggunakan BIM.(Layyinatussifah et al., 2023).

Proses perkembangan teknologi pemanfaatan energy surya system photovoltaic (pv) sebagai alternatif penambahan suplai listrik system kelistrikan PLTS on Grid. Merupakan system integrasi dengan jaringan PLN sehingga energy listrik dari jaringan PLN akan tetap menjadi pemasok utama, kemudian panel surya mengubah sinar matahari menjadi arus DC (Direct Current) arus ini kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus AC (Alternating Current), selanjutnya menyalurkan kepada beban yang terpasang. Ketika panel surya menghasilkan energi yang berlebihan, kelebihan listrik tersebut akan dikirim otomatis kepada jaringan PLN. Perancangan PLTS on Grid dapat juga kita simulasikan pada software PVsyst. Fungsi pada simulasi ini untuk mengetahui berapa PV yang dapat digunakan dan dapat mengetahui berapa keluaran yang kita dapatkan pada PV tersebut.(Naim & Wardoyo, 2017).

2. METODE

Perancangan dilakukan pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Muhammadiyah Surakarta. Perencanaan dilakukan untuk mengetahui sistem mekanikal, elektrikal, dan plumbing. Perencanaan dilakukan dengan mengikuti standart PUIL 2011. Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis terdiri dari 8 lantai dengan luas bangunan 2.100 m2 ditiap lantainya.



Gambar 1. Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis

2.1 Studi literatur

Studi literatur merupakan kegiatan menganalisis standart dan dasar-dasar teori dari artikel jurnal

maupun buku untuk membuat perancangan MEP untuk penyusunan naskah publikasi.

2.2 Menentukan penggunaan peralatan

Peralatan yang digunakan untuk proses perancangan pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis, antara lain Building Information Modeling (BIM), Microsoft Excel, Autocad 2021, Etap, Dialux, dan PVsyst. Pada pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) mampu memberikan perancangan yang lebih terstruktur antara perancangan mechanical, electrical, dan plumbing agar kesalahan pada perancangan dapat lebih kecil. Pada pengaplikasian PVsyst memberikan informasi sistem menggunakan photovoltaic dengan kapasitas yang direncanakan.

2.3 Pengujian dan pengumpulan data

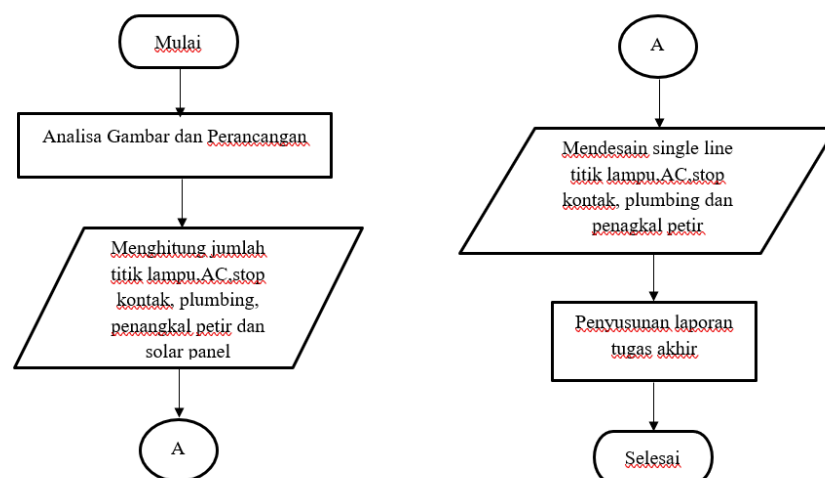
Melakukan pengujian dan pengamatan pada design yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dilokasi yang telah ditentukan sebelumnya, jika pada pengujian terdapat kesalahan maka akan melalui perbaikan terlebih dahulu. Jika telah siap maka akan dilakukan pengujian ulang sehingga kesalahan pada perancangan dapat lebih kecil. Setelah pengujian design akan dilakukan pengumpulan data.

2.4 Proses perancangan

1. Menentukan kebutuhan instalasi listrik yang tersedia seperti lampu, stop kontak, AC, saklar dan lain-lain yang akan digunakan pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis.
2. Menentukan sistem plumbing dengan menentukan perhitungan kebutuhan air bersih, kebutuhan air hydrant, dan kebutuhan kapasitas GWT (ground water tank).
3. Menentukan sistem solar panel dengan menentukan photovoltaic menggunakan 307kWp dengan pengaplikasian luas daerah yang digunakan.

2.5 Flowchart penelitian

Alur perencanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 2 .



Gambar 2. Flowchart penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis merupakan sarana untuk belajar bagi mahasiswa Universitas Muhammadiyah Surakarta. Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis memiliki 8 lantai, dengan luas bangunan 18.000 m². Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis harus mempunyai fasilitas yang menunjang sarana Pendidikan yang baik, dengan perancangan MEP yang memenuhi standart PUIL 2011 sangatlah penting untuk keselamatan dan kenyamanan untuk mahasiswa.

Perhitungan titik lampu

Perhitungan titik lampu, meliputi:

1. Ruang kelas mahasiswa

Ruang kelas memiliki Panjang 8,5 m x lebar 8 m. Ruang kelas ini menggunakan lampu tubular lamp (TL) LED 18 Watt 1800 lumen dengan satu titiknya terpasang 2 karena efisiensi pencahayaan cukup besar dan efisiensi daya yang baik. Standart pencahayaan PUIL 2011 dengan kuat penerangan (LUX) 250. Factor cahaya 0,8, serta pemanfaatan cahaya 0,6. maka untuk ruang kelas mahasiswa akan dirancang menggunakan lampu TL 2 x 18 watt sebanyak 10 titik.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\theta \times LLF \times Cuxn} \quad (1)$$
$$= 250 \times 8,5 \times 8 / 1800 \times 0,8 \times 0,6 \times 2 = 9,8 \text{ titik}$$

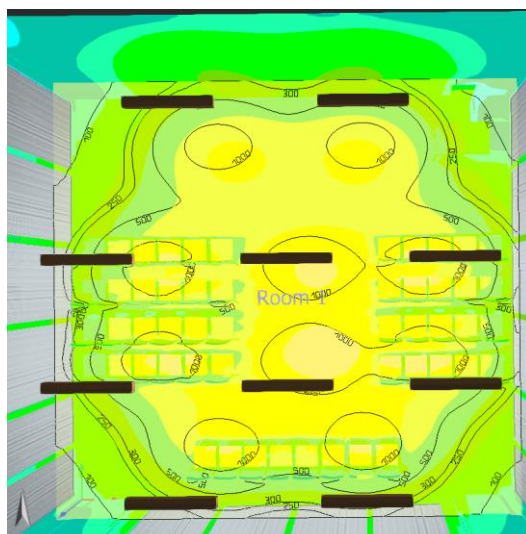
2. Penentuan ruang lain

Pada dasarnya untuk menentukan lampu pada ruang lain, prinsipnya sama menggunakan persamaan seperti perhitungan titik lampu, hanya saja ada perubahan setiap ruangan seperti ukuran ruangan, jenis lampu, dan intensitas pencahayaan ruangan.

3. Simulasi Dialux

Pada simulasi pencahayaan sampel yang digunakan ruang kelas dan ruang dekan, berikut ini adalah hasil dari simulasinya:

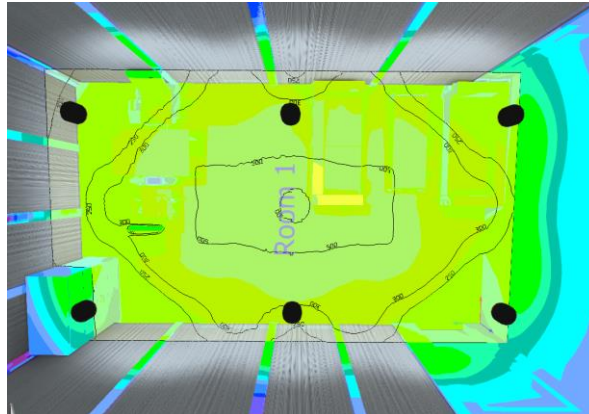
Ruang kelas



Gambar 3. Hasil simulasi pencahayaan dengan Dialux

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa titik lampu pada ruangan kelas sesuai dengan intensitas cahaya ruangan. Perbedaan warna pada zona tersebut merupakan intensitas pada cahaya lampu yang dikeluarkan tersebut, dimana pada bagian ruang tengah memiliki intensitas cahaya sebesar 500, kemudian pada bagian samping memiliki intensitas cahaya sebesar 250.

Ruang Dekan



Gambar 4. Hasil simulasi pencahayaan dengan Dialux

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa titik lampu pada ruangan dekan sesuai dengan intensitas cahaya ruangan. Pada ruangan dekan menggunakan lampu jenis Downlight, Perbedaan warna pada zona tersebut merupakan intensitas pada cahaya lampu yang dikeluarkan tersebut, dimana pada bagian ruang tengah memiliki intensitas cahaya sebesar 500, kemudian pada bagian samping memiliki intensitas cahaya sebesar 300.

4. Stop Kontak

Kebutuhan stop kontak disetiap lantai ruangan direncanakan dengan pembatasan arus dengan kapasitas 16 A, dikarenakan stop kontak yang digunakan untuk beban belum diketahui maka dipasangkan MCB 16 A dengan jenis kabel NYM 3 x 2,5mm² . pemilihan proteksi MCB tersebut dapat digunakan untuk beban kecil maupun beban besar. Pada pemasangan stop kontak langsung terhubung kepada sumber listrik, tidak tersambung dengan jalur penerangan dan AC.

5. Kapasitas AC

Ruang kelas

Ruangan kelas berukuran Panjang 8,5 m, lebarnya 8 m dan tingginya 4 m. Maka untuk menentukan kebutuhan BTU AC sebesar:

$$\begin{aligned} \text{BTU/h} &= (\text{faktor1} \times 37 \times T \times L \times P) + (\text{jumlah orang} \times \text{faktor2}) \\ &= (6 \times 37 \times 4 \times 8 \times 8,5) + (52 \times 600) \\ &= 91.584 \end{aligned} \quad (2)$$

Kebutuhan AC (Air Conditioner) pada ruangan kelas sebesar 91.584 BTU, sehingga AC yang digunakan AC indoor tipe VRV (Variable Refrigerant Volume) dengan kapasitas BTU sebesar 24.200 BTU/h sebanyak 3 unit. Pemilihan AC menggunakan sistem VRV, karena hanya

memerlukan sedikit compressor outdoor yang dapat melayani beberapa indoor.

Ruangan lainnya

Untuk menentukan kapasitas BTU pada ruangan lainnya menggunakan rumus kebutuhan kapasitas AC, hanya saja ada perbedaan pada BTU AC yang akan digunakan dan jumlah AC yang dipakai.

6. Menentukan kebutuhan air

Untuk menentukan kapasitas ground tank dan roof tank dapat dilakukan dengan perhitungan luas total gedung dan jumlah total penghuni.

Menentukan jumlah total penghuni

$$\begin{aligned}\text{Banyaknya orang} &= (\text{luas bangunan} \times \text{netto}) / (\text{pemakaian air}) \\ &= (2100 \times 80\%) / 10 \\ &= 168 \text{ orang}\end{aligned}\tag{3}$$

Jumlah penghuni total = Jumlah orang x Jumlah lantai

$$\begin{aligned}&= 168 \text{ orang} \times 6 \text{ lantai} \\ &= 1008\end{aligned}$$

Menentukan kebutuhan air bersih

$$\begin{aligned}\text{kebutuhan air bersih} &= \text{Total penghuni} \times \text{kebutuhan air rata-rata} \\ &= 1008 \times 80 \\ &= 80640 \text{ (80,6 m}^3\text{)}\end{aligned}\tag{4}$$

Menentukan air hydrant

1 Standpipe dapat menyuplai area seluas 800 – 1000 m² per lantai. Maka dapat menggunakan 1 Standpipe 500 GPM (Galon Per Menit) di tiap lantai.

1 GPM = 3,785 Liter per menit

Pemadam kebakaran diasumsikan menuju lokasi 30 menit

$$\begin{aligned}\text{kebutuhan air hydrant} &= (\text{GPM}) \times \text{waktu pemadam kebakaran} \\ &= 500 \times 30 = 15000 \\ &= 15000 \times 3,785 = 56775\end{aligned}\tag{5}$$

Kebutuhan air hydrant seluruh lantai = 56 m³ x 8 = 448 m³

Menentukan kapasitas ground tank

Penggunaan air pada ground tank dirancang dapat menampung kebutuhan air selama 2 hari.

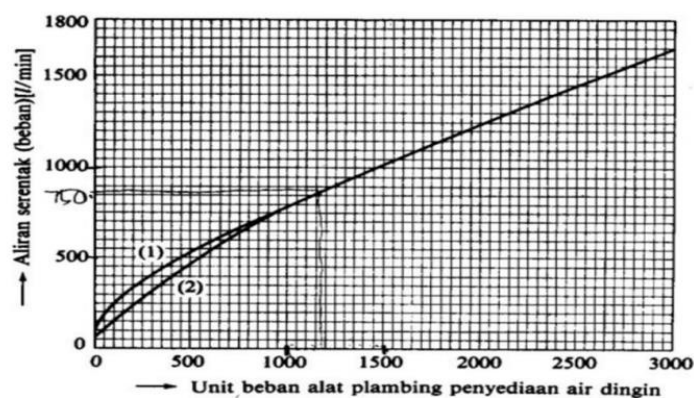
$$\begin{aligned}\text{kapasitas ground tank} &= (\text{air bersih} \times 2) + \text{air pemadam kebakaran} \\ &= (80,6 \times 2) + 448 \\ &= 609,2 \text{ m}^3\end{aligned}\tag{6}$$

$$\begin{aligned}\text{Safety factor} &= (10\% \times 609,2) + 60,92 \\ &= 680 \text{ m}^3 \text{ (17 m} \times 16 \text{ m} \times 2,5 \text{ m)}\end{aligned}$$

Menentukan kapasitas roof tank

Kapasitas roof tank dicari dengan menghitung jumlah FU (Fixture Unit) per lantai. Dari kebutuhan air plambing ditentukan dengan nilai unit beban alat plambing (UBAP), setiap alat plumbing dikonversikan dengan melihat grafik hubung UBAP dengan laju debit air. Pada gedung Fakultas Ekonomi Bisnis menghasilkan jumlah FU sebanyak 1152 FU. Berdasarkan grafik laju debit air dapat dilihat pada gambar 5, untuk 1152 FU debit air yang ideal yaitu 900 l/menit. Pengisian roof tank direncanakan selama 30 menit.

$$\begin{aligned}\text{Roof tank} &= \text{debit total air} \times \text{lama pengisian roof tank} \\ &= 900 \times 30 \\ &= 27000 \text{ lt/menit} \\ &= 28 \text{ m}^3\end{aligned}\tag{7}$$



Gambar 5. Grafik laju debit air

7. Pembagian daya listrik

Sub Distribution Panel lampu, AC, dan sop kontak

SDP 1 gedung FEB

Pada SDP 1 gedung Fakultas Ekonomi Bisnis beban lampu, AC, dan stop kontak.

$$R = 13,1 \text{ A}$$

$$S = 13,3 \text{ A}$$

$$T = 14,8 \text{ A}$$

Pada SDP 1 memiliki beban maksimal 14,8 A. Maka dari itu proteksi yang digunakan ialah MCCB berkapasitas 50 A dan jenis penghantar NYY 4 x 10mm². Pemilihan proteksi 50 A tersebut agar ketika ada tambahan ruangan atau yang lainnya pemasangan akan lebih mudah. Mengacu kepada perumusan standart PUIL 2011 dimana Arus beban < Rating MCB < KHA Kabel ($I_n < I_{MCB} < I_{KHA}$).

Tabel 1. Sub Distribution Panel

Panel	Arus max (A)	MCCB (A)	Penghantar (NYY)
SDP 1	14,8	50	4 x 10 mm ²
SDP 2	13,8	50	4 x 10 mm ²
SDP 3	36,6	50	4 x 10 mm ²
SDP 4	37,2	50	4 x 10 mm ²
SDP 5	38,0	50	4 x 10 mm ²
SDP 6	38,3	50	4 x 10 mm ²
SDP 7	38,0	50	4 x 10 mm ²
SDP 8	43,3	50	4 x 10 mm ²

Sub Distribusi Panel AC Outdoor

SDP 1 AC Outdoor

Pada beban AC outdoor menggunakan kapasitas 30700 BTU/h sebanyak 4 unit. Daya yang digunakan berkapasitas 26,0 kW, dan tegangan 380 V

$$\begin{aligned}
 I &= P / V_{1-\phi} \times \sqrt{3} \times \cos\theta \\
 &= 26000 / 380 \times \sqrt{3} \times 0,8 \\
 &= 49,38 \text{ A}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Tabel 2. Data SDP 1 AC Outdoor

Unit	Jumlah	Daya (kW)	Arus (A)
VRV 30700 BTU/h	1	26,0	49,3
VRV 30700 BTU/h	1	26,0	49,3
VRV 30700 BTU/h	1	26,0	49,3
VRV 30700 BTU/h	1	26,0	49,3
VRV 30700 BTU/h	1	26,0	49,3
VRV 30700 BTU/h	1	26,0	49,3

Total arus yang terdapat pada SDP 1 sebesar 370,35 A. Oleh karena itu Proteksi yang dipakai berkapasitas MCCB 400 A dan jenis penghantar NYY 4 x 1 x 150 mm². Mengacu kepada perumusan standart PUIL 2011 dimana Arus beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

SDP AC Outdoor lainnya

Pada SDP AC Outdoor lainnya menggunakan kapasitas 30700 BTU/h, akan tetapi unit yang dipakai berbeda dan arus yang didapat setiap SDP berbeda. Akan tetapi rumus arus yang digunakan sama saja dengan yang diatas.

Sub Distribution Panel Pompa

SDP pompa

Beban ruang mesin atau pompa seperti pompa transfer, pompa jockey, submersible, dan pompa electric. Pada pompa tranfer menggunakan 2 unit pompa dengan kapasitas daya 5,5 kW dan tegangan 380 V.

$$\begin{aligned}
 I &= \text{jumlah unit} \times P / V_{l-l} \times \sqrt{3} \times \cos\theta \\
 &= 2 \times 5500 / 380 \times \sqrt{3} \times 0,8 \\
 &= 20,89 \text{ A}
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Tabel 3. Data SDP pompa

Unit	Jumlah	Daya (kW)	Arus (A)
Pompa <i>transfer</i>	2	5,5	20,89
Pompa <i>submersible</i>	1	22	41,7
Pompa <i>jockey</i>	1	4	7,59
Pompa <i>electric</i>	1	22	41,7

Total arus yang terdapat pada SDP pompa sebesar 112,5 A. Oleh karena itu Proteksi yang dipakai berkapasitas MCCB 150 A dan jenis penghantar NYY 4 x 1 x 35 mm². Mengacu kepada perumusan standart PUIL 2011 dimana Arus beban < Rating MCB < KHA Kabel ($I_n < I_{MCB} < I_{KHA}$).

Sub Distribution Panel Lift

SDP lift

Pada lift menggunakan 3 unit dengan kapasitas sebesar 6,7 kW dan tegangan 380 V, dengan kapasitas muatan sebesar 1000 kg atau 13 orang.

$$\begin{aligned}
 I &= P / V_{l-l} \times \sqrt{3} \times \cos\theta \\
 &= 6700 / 380 \times \sqrt{3} \times 0,8 \\
 &= 12,72 \text{ A}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Tabel 4. Data SDP lift

Unit	Jumlah	Daya (kW)	Arus (A)
Lift 1	1	6,7	12,72
Lift 2	1	6,7	12,72
Lift 3	1	6,7	12,72

Total arus yang terdapat pada SDP lift sebesar 47,71 A. Oleh karena itu Proteksi yang dipakai berkapasitas MCCB 63 A dan jenis penghantar NYY 4 x 25 mm². Mengacu kepada perumusan standart PUIL 2011 dimana Arus beban < Rating MCB < KHA Kabel ($I_n < I_{MCB} < I_{KHA}$).

Panel Distribusi Utama (MDP)

Total arus fasa pada setiap subpanel distribusi kita dapat menghitung setiap fasa R, S, dan T. Agar arus beban yang masuk kepada MDP dapat mensuplai dengan tegangan yang maksimal.

$$R = 2260,92 \text{ A}$$

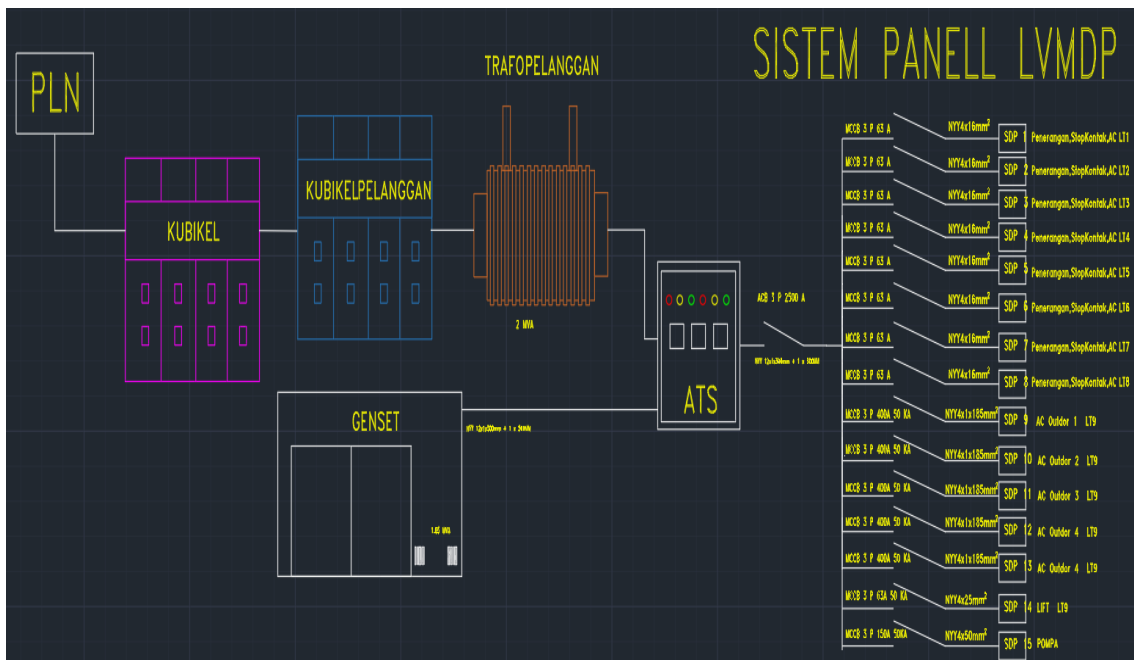
$$S = 2271,72 \text{ A}$$

$$T = 2265,16 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan pada beban SDP, beban yang disuplai oleh MDP adalah 2271,72 A. Oleh karena itu Proteksi yang dipakai berkapasitas ACB 2500 A dan jenis penghantar NYY 12 x 1 x 300 mm². Mengacu kepada perumusan standart PUIL 2011 dimana Arus beban < Rating

MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

Panel Distribusi Utama (MDP)



Gambar 6. Panel MDP

Penangkal Petir

Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Muhammadiyah Surakarta. Memasang perancangan penangkal petir yang kuat untuk melindungi Gedung dari sambaran petir tersebut, maka dari perancangan menggunakan jenis penangkal petir Lighting Protection Early Streamer Type dengan penghantar jenis NYY 1 x 70 mm².

Simulasi beban Load Flow menggunakan software Etap

Pada simulasi load flow beban yang digunakan hanya untuk beban yang SDP AC outdoor, karena beban pada AC outdoor sangat besar perlu simulasikan terlebih dahulu. Load flow terhubung oleh sumber PLN dan terhubung kembali kepada trafo. Sumber PLN direncanakan mencapai 190 MVA, selanjutnya trafo yang terhubung dengan sumber PLN mencapai 2 MVA, selanjutnya terhubung kepada beban AC outdoor. Hasil dari simulasi didapatkan arus pada AC outdoor sebesar:

AC outdoor 1 = 365,5 A

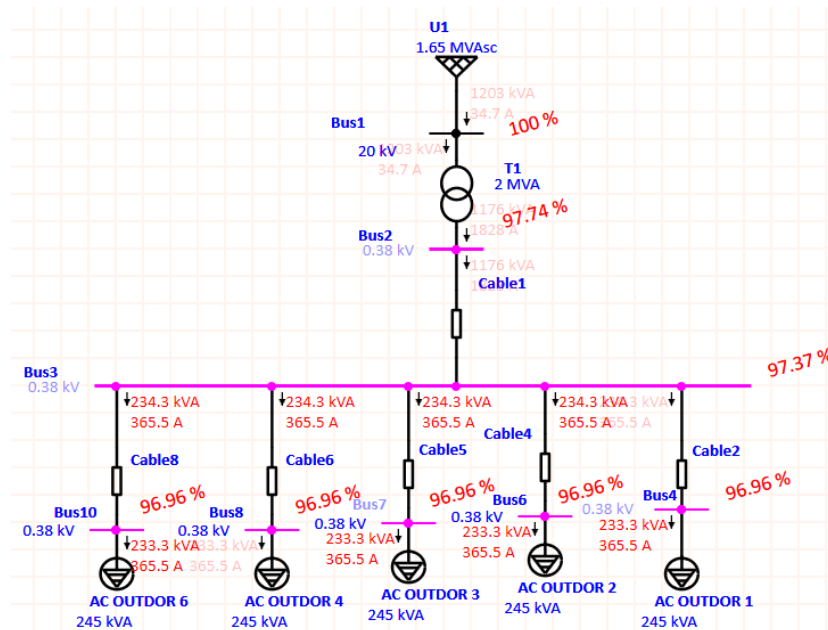
AC outdoor 2 = 365,5 A

AC outdoor 3 = 365,5 A

AC outdoor 4 = 365,5 A

AC outdoor 5 = 365,5 A

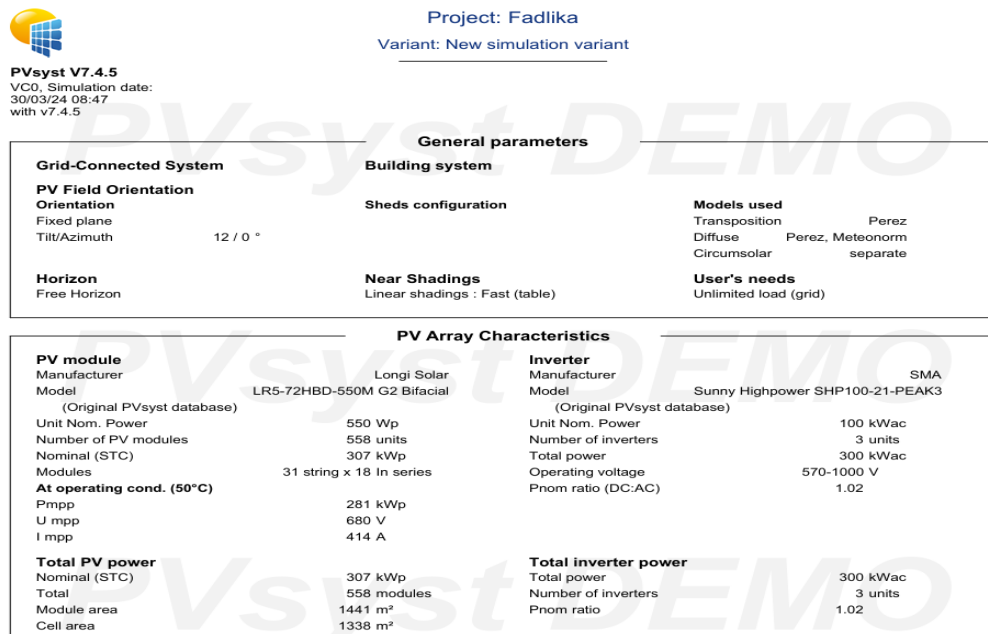
Dapat dilihat pada simulasi terdapat pada bus 2, 3, 4, 6, 7, 8, dan 10 berwarna pink, berwarna seperti itu dikarenakan hampir terjadi over voltage, akan tetapi masih aman untuk digunakan. Gambar 7 adalah hasil dari simulasi load flow menggunakan software Etap.



Gambar 7. Simulasi Etap beban AC Outdoor

Simulasi perancangan solar panel menggunakan software PVsyst

Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Muhammadiyah Surakarta akan menggunakan solar panel dengan sistem on grid yang akan terhubung langsung oleh sistem PLN, sistem on grid penggunaanya ketika siang hari menggunakan sumber solar panel dan ketika malam hari menggunakan sumber PLN. Panel surya yang dipakai sebesar 550Wp, sedangkan penggunaan inverter yang digunakan 100 kWac sebanyak 3 unit. Solar panel ini memproduksi daya sebesar 501764 kWh/year. Gambar 8 dan 9 adalah hasil dari simulasi solar panel menggunakan software PVsyst.



Gambar 8. Karakteristik PV dan parameter



PVsyst V7.4.5

VC0, Simulation date:
30/03/24 08:47
with v7.4.5

Project: Fadlika
Variant: New simulation variant

Project summary			
Geographical Site UMS Indonesia	Situation		
	Latitude	-7.56 °S	
	Longitude	110.77 °E	
	Altitude	103 m	
Meteo data Trakilan Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic	Time zone	UTC+7	
Project settings			
	Albedo	0.20	
System summary			
Grid-Connected System		Building system	
PV Field Orientation		Near Shadings	
Fixed plane		Linear shadings : Fast (table)	
Tilt/Azimuth		12 / 0 °	
System information		User's needs	
PV Array		Unlimited load (grid)	
Nb. of modules			
Pnom total			
		Inverters	
		Nb. of units	3 units
		Pnom total	300 kWac
		Pnom ratio	1.023
Results summary			
Produced Energy	501764 kWh/year	Specific production	1635 kWh/kWp/year
		Perf. Ratio PR	82.94 %

Gambar 9. Hasil kapasitas Sel Surya dan Inverter serta Produksi Energi Listrik

Jumlah solar panel dan inverter dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

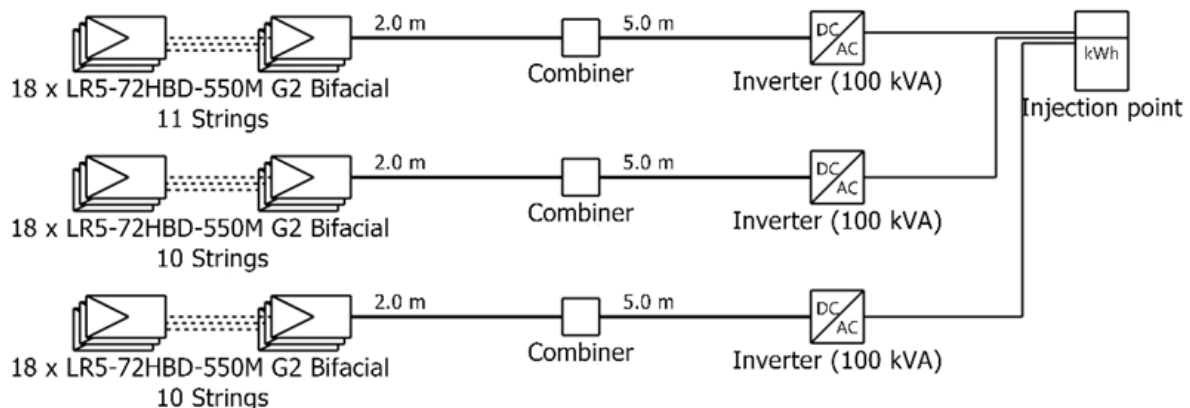
$$\text{Jumlah solar panel} = 307000 / 550$$

$$= 558,18 \text{ unit}$$

$$\text{Jumlah inverter} = 300000 / 100000$$

$$= 3 \text{ unit}$$

Sistem perancangan solar panel akan menggunakan 558 unit dengan kapasitas solar panel 550 Wp, kapasitas inverter yang digunakan sebesar 100 kW sebanyak 3 unit. Gambar 10 adalah single line diagram pada perancangan solar panel.



Gambar 10. Single line diagram perancangan solar panel

4. PENUTUP

Perancangan MEP pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Muhammadiyah Surakarta dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis menggunakan proteksi MCCB sebesar 2500 A dan jenis

penghantar NYM 12 x 1 x 300 mm².

2. Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis mempunyai kebutuhan roof tank sebesar 27000 liter.
3. Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis direncanakan akan membuat ground reservoir sebesar 680 m³, dengan dimensi ukuran 17 m x 16 m x 2,5 m.
4. Perancangan stop kontak direncanakan menggunakan proteksi sebesar 16 A dan jenis penghantar NYM 3 x 2,5mm², diasumsikan digunakan untuk 1 proyektor dan computer.
5. Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Muhammadiyah Surakarta direncanakan menggunakan solar panel dengan sistem on grid yang terhubung langsung oleh PLN. Pada siang hari menggunakan sumber solar panel dan malam hari menggunakan sumber PLN.

PERSANTUNAN

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta nikmat sehat, nikmat iman, dan hidayahnya. Sehingga penulis dapat membuat naskah publikasi untuk laporan tugas akhir dengan baik.

Tidak lupa penulis mengucapkan kepada:

1. Orang tua, Bapak Muhammad Soleh dan Ibu Puji Rahayu yang selalu memberikan dukungan dan tiada henti memberikan doa.
2. Pembimbing Bapak Hasyim Asy'ari, S.T., .M.T., yang memberikan motivasi, doa, dan dukungan untuk mengerjakan laporan.
3. Teman teman Fakultas Teknik Elektro Angkatan 2020 yang sudah banyak membantu dan memberi semangat untuk mengerjakan laporan.
4. Fakultas Keperawatan NIM 200711078 yang telah memberikan support dan semangat untuk mengerjakan laporan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abast, K., Kilis, B., Angmalisang, H., Rapar, J., & Sangi, N. (2023). Analisis dan Perancangan Instalasi Penerangan Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Manado. *JURNAL EDUNITRO Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 3(2), 127–134. <https://doi.org/10.53682/edunitro.v3i2.6324>
- Hadi, N. A., Tharo, Z., & Anisah, S. (2023). Perencanaan Mep (Mechanical, Electrical Dan Plumbing) Pada Bangunan Cagar Budaya Warenhuis Di Medan. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 18(2), 86. <https://doi.org/10.30587/e-link.v18i2.6138>
- Hakim, Z., Purnomo, A., & Yasinta, R. B. (2023). Struktur Bangunan Gedung Menggunakan Software Bim Revit (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Graha Pemuda Kompleks Katedral Jakarta). 7, 26292–26299.
- Layyinatusshefah, Purnomo, A., & Yasinta, R. B. (2023). Analisa Quantity Take Off Arsitektur dalam Penerapan Metode Building Modeling (BIM) Menggunakan Software Autodesk Revit 2023 Pada Pembangunan Graha Pemuda Kompleks Katedral Jakarta. *Jurnal Pendidikan Sejarah*, 7(3), 26300–26306.
- Marsudi, M., & Syahrillah, G. R. F. (2018). Perencanaan Sistem Mekanikal Elektrikal Dan Plumbing (Mep) Pada Gedung Bertingkat. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 54–59. <https://doi.org/10.31602/al-jazari.v3i1.1392>
- Naim, M., & Wardoyo, S. (2017). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS on Grid 1500 Watt Dengan Back Up Battery di Desa Timampu Kecamatan Towuti. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2), 11–17.

- Putra, R. C., & Abrar, M. (2017). Perencanaan Instalasi Sistemair Conditionertipe Vrfpada Gedung Perkantoran Enam Lantai Untuk Mendukung Program Green Building. Motor Bakar : Jurnal Teknik Mesin, 1(2). <https://doi.org/10.31000/mbjtm.v1i2.730>
- Rachman, A., Nesti, L., & Yanto, A. (2022). Kajian Sistem Pengkondisian Udara VRF/VRV di Rumah Sakit: Tinjauan Aspek Ekonomi dan Lingkungan. Jurnal Teknik Mesin, 12(1), 18–25.