

DESAIN ELEKTRIKAL, AC DAN KAPASITAS GROUND WATER TANK PADA GEDUNG FAKULTAS EKONOMI BISNIS UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Eric Taffy Fernando; Hasyim Asy'ari

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Meningkatnya daya tampung mahasiswa di Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Muhammadiyah Surakarta dan peningkatan layanan pembelajaran, maka pimpinan Universitas akan membangun gedung bertingkat, gedung tersebut direncanakan 6 lantai dengan total luas bangunan adalah 4500 m². Sebelum pembangunan gedung maka perlu dilakukan desain gedung, struktur gedung dan desain Mechanical - Electrical Plumbing. Tujuan penelitian ini adalah mendesain sistem kelistrikan, AC dan kapasitas ground water tank pada desain gedung tersebut. Adapun metode penelitian ini dilakukan penentuan jumlah titik lampu tiap ruang dengan menggunakan perhitungan dan software Dialux, sedangkan pada penentuan kapasitas AC dan GWT dilakukan dengan perhitungan. Load flow yang dilakukan dengan simulasi program aplikasi ETAP. Total kapasitas GWT pada gedung mencapai 730 m³ untuk mensuplai kebutuhan air bersih sebesar 45 m³ dan kebutuhan air hydrant 570 m³. Total kapasitas AC pada gedung adalah 3.434.000 BTU/h yang disuplai dengan kompresor outdoor sebesar 3.460.000 BTU/h. Total kebutuhan daya pada gedung adalah 690 kVA dengan memakai proteksi ACB 1250 A dan jenis penghantar menggunakan kabel NYY 12 x 1 x 150 mm².

Kata kunci : Mechanical, Electrical, Plumbing

Abstract

Increasing student capacity at the Faculty of Business Economics, Muhammadiyah University of Surakarta and improving learning services, the University leadership will build a multi-storey building, the building is planned to be 6 floors with a total building area of 4500 m². Before building construction, it is necessary to design the building, building structure and Mechanical - Electrical Plumbing design. The aim of this research is to design the electrical system, AC and ground water tank capacity in the building design. This research method determines the number of light points in each room using calculations and Dialux software, while determining the AC capacity and GWT is done using calculations. The planned load flow is carried out by simulating the ETAP application program. The total GWT capacity in the building reaches 730 m³ to supply clean water needs of 45 m³ and hydrant water needs of 570 m³. The total AC capacity in the building is 3,434,000 BTU/h which is supplied by an outdoor compressor of 3,460,000 BTU/h. The total power requirement for the building is 690 kVA using ACB 1250 A protection and the conductor type using NYY 12 x 1 x 150 mm² cable.

Keywords: Electrical, Mechanical, Plumbing.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi memberikan tantangan baru bagi instansi pendidikan agar lebih maju dan berinovasi guna menciptakan fasilitas pembelajaran yang efisien dan nyaman di era

globalisasi. Dalam hal memajukan kualitas sarana pendidikan bagi mahasiswa, Universitas Muhammadiyah Surakarta sedang membangun bangunan baru FEB (Fakultas Ekonomi Bisnis) agar meningkatkan sarana dan prasarana kegiatan akademik di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sarana dan prasarana tersebut perlu memperhatikan aspek keamanan dan kenyamanan. Keamanan dan kenyamanan suatu bangunan erat kaitannya dengan sistem MEP (*mechanical, electrical, & plumbing*) yang terdapat dalam bangunan itu (Marsudi et al., 2018).

Pembangunan gedung baru Universitas Muhammadiyah Surakarta memerlukan perencanaan MEP (*mechanical, electrical, & plumbing*). Untuk perencanaan sistem instalasi listrik yang aman dan bermutu, maka perencanaan sistem instalasi listrik harus berpedoman dan memenuhi syarat-syarat umum instalasi listrik, yaitu PUIL 2011 dan UU Ketenaga listrikan 2017 (Tanjung et al., 2021). Dengan merencanakan dan menghitung kebutuhan arus beban pada saat distribusi tenaga listrik pada gedung bertingkat, maka kebutuhan listrik dalam jumlah besar dapat terpenuhi secara optimal (Wang Lie et al., 2016).

Perencanaan *mechanical* salah satunya meliputi menghitung dan penentuan jumlah kebutuhan AC atau pengkondisian udara. Pengkondisian udara adalah proses mengubah karakteristik udara, khususnya kelembaban dan suhu, untuk menghasilkan kondisi yang diinginkan (Ashok et al., 2017). Sistem pengkondisian udara penting dalam menunjang aktivitas manusia. Peranan AC ruangan adalah mengkoordinasikan udara dan menciptakan udara yang berkualitas, nyaman, bersih, dan sehat bagi manusia (Habibi et al., 2023). Menurut kondisi desain tertentu, pemilihan jenis AC yang digunakan dapat disesuaikan kapasitas daya AC dengan kebutuhan BTU ruang (Ramadhani et al., 2022). Oleh karena itu, penentuan jenis AC yang dapat mencegah pemborosan energi berlebihan harus sesuai dengan ruangan (Baharudin dkk., 2019).

Perencanaan *electrical* terdiri dari perhitungan titik penerangan pada setiap ruangan dan penentuan kapasitas stop kontak. Penerangan menjadi salah satu faktor penting untuk mendukung sarana dan prasarana dalam bangunan (Soetjipto et al., 2019). Desain pencahayaan harus diperhatikan ketika merencanakan sebuah bangunan, karena aktivitas penghuni ruangan mempengaruhi distribusi cahaya dalam ruangan (Jamala et al., 2017). Pencahayaan memegang peranan yang sangat penting dalam menunjang fungsionalitas suatu ruang, melaksanakan berbagai aktivitas di dalamnya, menciptakan gambaran visual yang estetis, bahkan menciptakan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna ruang (Averina al., 2019).

Perencanaan *plumbing* meliputi perhitungan air bersih, air *hydrant*, kapasitas GWT (*ground water tank*), dan kapasitas *roof tank*. *Plumbing* adalah sistem pipa dan saluran pembuangan yang dipasang di sebuah bangunan untuk distribusi air bersih dan kotor (Laxmi et al., 2016) &

(Suhardianto et al., 2016). Tahap perancangan plumbing pada gedung meliputi perhitungan jumlah orang, perhitungan kebutuhan air bersih setiap hari, perhitungan kapasitas tanki bawah (GWT), tanki atas (*roof tank*), perancangan jaringan pipa air bersih, dan jaringan pipa air buangan (Ireine et al., 2023). Perancangan air *hydrant* juga sebagai salah satu aspek krusial pada penyelenggaraan bangunan. Air *hydrant* ini bertujuan untuk realisasi tindakan pengamanan, upaya pencegahan serta penanggulangan kebakaran. (Agusri et al., 2018).

2. METODE

Perancangan *mechanical, electrical, dan plumbing* di gedung FEB UMS mempunyai beberapa tahap antara lain :

2.1 Studi literatur

Studi literatur ialah pembelajaran yang memberikan dukungan teoritis melalui buku, artikel majalah, dan perencanaan MEP. Selain itu, studi literatur ini untuk mencari informasi mengenai bahasan perancangan MEP dari jurnal nasional maupun internasional untuk penyusunan naskah publikasi.

2.2 Memahami rancangan bangunan

Tujuan kegiatan observasi disini adalah untuk mengetahui spesifikasi dan karakteristik bangunan. Selanjutnya mengacu pada data dimensi setiap ruangan pada bangunan, menghitung jumlah titik penerangan, jumlah stopkontak, kapasitas AC, jumlah pasokan air yang dibutuhkan, air untuk hidran kebakaran, dll. Setelah menentukan tahapan perencanaan tersebut kemudian membuat perencanaan panel SDP (*Sub Distribution Panel*) dan MDP (*Main Distribution Panel*) dengan melihat arus beban yang terpasang. Perencanaan ini harus berdasarkan puil 2011 dan UU Ketenaga listrikan 2017.

2.3 Penentuan Peralatan

Alat- alat yang digunakan dalam membuat perencanaan antara lain Excel, Autocad, Etap, dll. Selain peralatan tersebut terdapat data-data yang menjadi landasan perancangan MEP, seperti lux ruangan, kebutuhan air rata-rata, dll.

2.4 Proses perancangan

Proses desain penyusunan perencanaan meliputi:

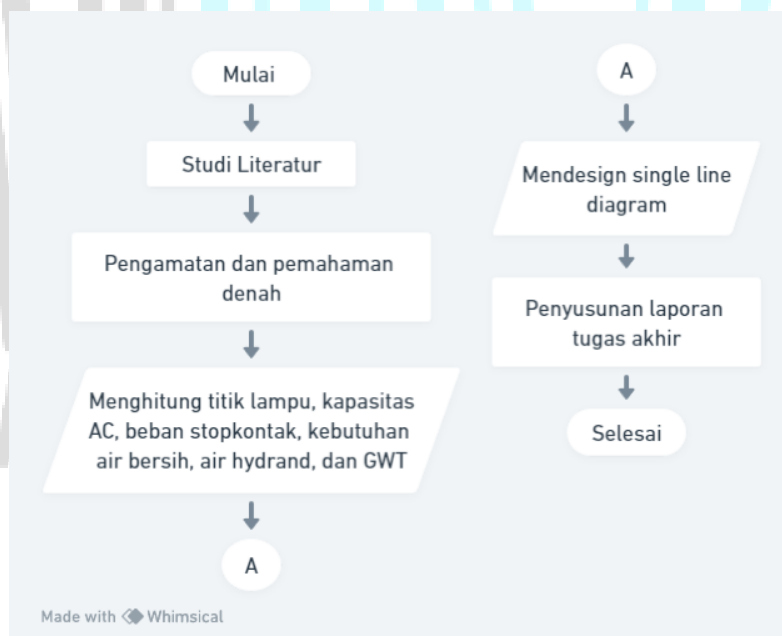
1. Menentukan sistem instalasi pada gedung meliputi perencanaan titik lampu dan stop kontak.
2. Menentukan mechanical pada gedung meliputi perhitungan BTU ruang dan AC yang akan dipakai.

3. Menentukan sistem plumbing pada gedung meliputi kebutuhan air bersih, kebutuhan air hydrant, dan kebutuhan kapasitas GWT (*ground water tank*).

2.5 Pengujian dan pengumpulan data

Melakukan pengujian dan observasi terhadap desain yang telah disiapkan. Pengujian dan observasi berdasarkan rumus penentuan titik lampu, penentuan kapasitas AC, dan penentuan kapasitas GWT (*ground water tank*). Persamaan rumus tersebut bersumber dari jurnal yang telah teruji. Kemudian untuk persamaan rumus mencari arus berdasarkan persamaan segitiga daya terutama daya aktif. Selain dengan persamaan rumus, pengujian juga dilakukan dengan software Dialux untuk simulasi titik pencahayaan dan software Etap untuk simulasi *Load flow*. Jika ada kesalahan yang terjadi selama pengujian, kesalahan tersebut akan diperbaiki terlebih dahulu. Setelah selesai akan diuji kembali hingga tidak ada kesalahan. Setelah pengujian *design* akan dilakukan pengumpulan data.

2.6 Flowchart penelitian



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

Untuk kegiatan penelitian memerlukan *flowchart* yang bertujuan membantu perencanaan sesuai dengan alur. Untuk diagram alirnya terdapat pada gambar 1.

2.7 Penyusunan laporan akhir

Tahap ini bertujuan untuk mendokumentasi laporan tugas akhir. Hal ini agar menjadi pengukur tingkat keberhasilan dalam pembuatan tugas akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan observasi dan analisis terhadap desain bangunan baru Fakultas Ekonomi Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperoleh data yang dapat menjadi acuan perhitungan desain MEP. Gedung baru Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Muhammadiyah Surakarta memiliki 6 lantai, dengan total luas pembangunan 4.500 m². Total kapasitas AC pada gedung adalah 3.434.000 BTU/h yang disuplai dengan kompresor outdoor sebesar 3.460.000 BTU/h. Total kapasitas GWT pada gedung mencapai 730 m³ untuk mensuplai kebutuhan air bersih sebesar 45 m³ dan kebutuhan air *hydrant* 570 m³. Total kebutuhan daya pada gedung adalah 690 kVA dengan memakai proteksi ACB 1250 A dan jenis penghantar menggunakan kabel NYY 12 x 1 x 150 mm².

3.1 Jumlah titik lampu

3.1.1 Tempat sidang kecil

Tempat sidang kecil berukuran 3,6 m panjangnya, dan 6,2 m lebarnya. Tempat sidang kecil dirancang menggunakan *tubular lamp* (TL) LED 18 Watt 1800 lumen dengan setiap titiknya dipasang 3 karena efisien daya yang baik dan nilai lumen yang cukup besar, kuat penerangan (LUX) 300, faktor Cahaya 0,8, serta pemanfaatan cahaya 0,6.

$$N = E \times W \times L / \Phi \times LLF \times CU \times n \quad (1)$$

$$N = 300 \times 3,6 \times 6,2 / 1800 \times 0,8 \times 0,6 \times 3 = 2,6 \text{ titik}$$

Jadi ruang sidang kecil direncanakan menggunakan lampu TL 3 x 18 Watt sebanyak 3 titik.

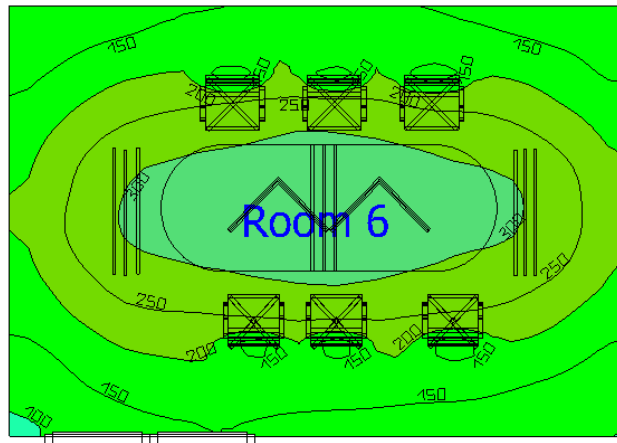
3.1.2 Ruang lainnya

Untuk penentuan banyaknya titik pencahayaan pada ruangan lain tetap pakai persamaan yang seperti di atas, hanya menyesuaikan ukuran ruangan, jenis lampu, dan intensitas pencahayaan ruangan.

3.1.3 Simulasi Dialux

Pada simulasi ini diambil sampel ruang sidang kecil dan ruang dekan, berikut ini adalah hasil dari simulasinya :

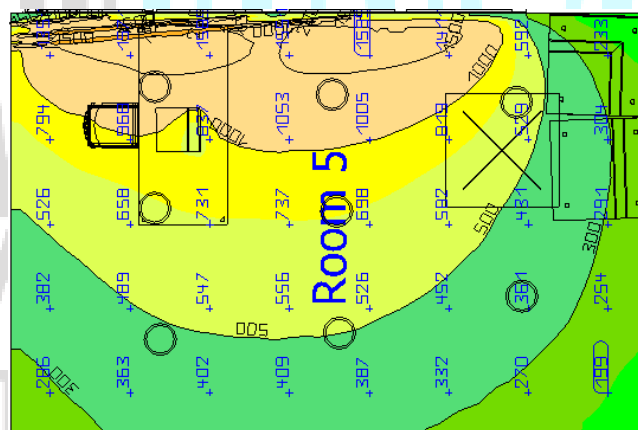
a. Ruang sidang kecil



Gambar 2. Hasil simulasi tingkat pencahayaan dengan Dialux

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa titik lampu pada ruang sidang kecil sudah sesuai dengan intensitas cahaya ruangan. Perbedaan zona warna dan nilai angka tersebut merupakan nilai intensitas cahaya tersebut. Contohnya pada bagian tengah ruang memiliki intensitas sebesar 300, kemudian samping zona warna bagian Tengah memiliki intensitas sebesar 250.

b. Ruang dekan



Gambar 3. Hasil simulasi tingkat pencahayaan dengan Dialux

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa titik lampu pada ruang dekan sudah sesuai dengan intensitas cahaya ruangan. Perbedaan zona warna dan nilai angka tersebut merupakan nilai intensitas cahaya tersebut. Contohnya pada bagian tengah ruang memiliki intensitas sebesar 387. Untuk nilai intensitas pada bagian atas nilainya besar karena terdapat jendela pada bagian tersebut.

3.2 Stop kontak

Stopkontak di setiap lantai ruangan direncanakan dilengkapi dengan pembatas arus berkapasitas 20 A. Hal ini dikarenakan beban stop kontak belum diketahui sehingga dipasang MCB 20 A dengan kabel NYM 3 x 2,5 mm². Pemilihan proteksi tersebut diharapkan dapat

digunakan untuk beban kecil maupun beban yang besar. Jalur AC dan Jalur penerangan berbeda dengan Jalur pemasangan stop kontak, jalur keluaran stop kontak tetap tersambung dengan sumber listrik meskipun penerangan atau jalur AC mati.

3.3 Kapasitas AC

3.3.1 Tempat dekan

Tempat dekan berukuran 5,3 m panjangnya, 3,4 m lebarnya, dan 3 m tingginya. Oleh karena itu, ruang dekan memiliki kapasitas AC sebesar:

$$\begin{aligned} \text{BTU / h} &= (\text{Faktor 1} \times 37 \times T \times L \times P) + (\text{Jml orang} \times \text{faktor 2}) \quad (2) \\ &= (6 \times 37 \times 5,3 \times 3,4 \times 3) + (4 \times 600) \\ &= 14.400 \end{aligned}$$

Maka ruang dekan direncanakan menggunakan AC indoor VRV (*Variable Refrigerant Volume*) kapasitas 19.100 BTU/h sebanyak satu unit. Penentuan pemilihan AC ini berdasarkan nilai BTU/h yang memadai, memiliki efisiensi yang lebih tinggi, desain sistem yang *scalable* (sistem yang dapat ditingkatkan) dan dapat disesuaikan.

3.3.2 Ruang lainnya

Untuk menentukan kapasitas AC di ruang lain masih menggunakan rumus yang sama, hanya penyesuaian ukuran ruangan, dan jumlah orang di ruang tersebut.

3.4 Plumbing

1. Menentukan banyaknya orang

$$\begin{aligned} \text{banyaknya orang / lantai} &= (\text{luas bangunan / lantai} \times \text{netto}) / (\text{pemakaian air}) \\ (3) &= (80\% \times 780) / 10 \\ &= 62,5 \text{ orang} \\ \text{Jumlah penghuni total} &= 62,5 \times 6 \\ &= 375 \end{aligned}$$

2. Menentukan kebutuhan air bersih

$$\begin{aligned} \text{air bersih} &= \text{total orang} \times \text{kebutuhan air rata-rata} \quad (4) \\ &= 375 \times 120 \\ &= 45000 \text{ l (45 m}^3\text{)} \end{aligned}$$

3. Menentukan air *hydrant*

1 *Standpipe* maksimal menyuplai area seluas 800 hingga 1000 m² tiap lantai. Oleh karena itu, untuk bangunan dengan luas 780 m² / tiap lantai, cukup dipasang satu *standpipe* 500 GPM (gallon per menit).

$$\text{Air hydran} = (\text{GPM}) \times \text{waktu pemadam}$$

(5)

$$= 500 \times 50 = 25000 \text{ GPM}$$

$$= 25000 \times 3,785 = 94635 \text{ lt}$$

$$\text{Kebutuhan air hydran seluruh lantai} = 95 \text{ m}^3 \times 6 = 570 \text{ m}^3$$

4. Menentukan GWT(*ground water tank*)

GWT dirancang dapat menyimpan kebutuhan air selama 2 hari.

$$\text{GWT} = (\text{air bersih} \times 2) + \text{air hydrant} \quad (6)$$

$$= (45 \times 2) + 577$$

$$= 660 \text{ m}^3$$

$$\text{Safety factor} = (10\% \times 660) + 660$$

$$= 730 \text{ m}^3 (18 \text{ m} \times 16,22 \text{ m} \times 2,5 \text{ m})$$

5. Menentukan kapasitas *roof tank*

Tangki atap dicari dengan menghitung jumlah FU (*Fixture Unit*) per lantai. Berdasarkan jumlah FU bangunan, aliran air dapat ditentukan dari diagram unit peralatan penyediaan air. Pada gedung FEB Universitas Muhammadiyah Surakarta, jumlah FU sebanyak 570 FU dan debit aliran 600 l/menit (diagram sistem perpipaan). Pengisian tangki atap diisi selama 30 menit.

$$\text{Tangki atap} = \text{debit total air} \times \text{lama pengisian tangki atap} \quad (7)$$

$$= 600 \times 30$$

$$= 18000 \text{ lt/menit}$$

$$= 18 \text{ m}^3$$

3.5 Pembagian arus

3.5.1 SDP AC, lampu, & stop kontak

a. SDP 1 gedung FEB

Pada SDP 1 gedung FEB memiliki beban AC, lampu, & stop kontak.

$$R = 24,3 \text{ Ampere}$$

$$S = 24,5 \text{ Ampere}$$

$$T = 28,4 \text{ Ampere}$$

SDP 1 gedung FEB memiliki beban maksimal 28,4 A. Oleh karena itu, pengaman yang dipakai ialah MCCB berkapasitas 50A & kabel NYY 4 x 10 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

Tabel 1. *Sub Distribution Panel*

Panel	Arus max (A)	MCCB (A)	Kabel (NYY)
Sdp 1 FEB	28,4	50	4 x 10 mm ²
Sdp 2 FEB	27,9	50	4 x 10 mm ²
Sdp 3 FEB	28,9	50	4 x 10 mm ²
Sdp 4 FEB	29	50	4 x 10 mm ²
Sdp 5 FEB	28,8	50	4 x 10 mm ²
Sdp 6 FEB	27,2	50	4 x 10 mm ²
Sdp 1 Parkiran	25,1	50	4 x 10 mm ²
Sdp 2 Parkiran	25,2	50	4 x 10 mm ²
Sdp 3 Parkiran	25,2	50	4 x 10 mm ²
Sdp 4 Parkiran	25,2	50	4 x 10 mm ²

3.5.2 Sub Distribution Panel AC outdoor

a. SDP 1 AC outdoor

Pada SDP 1 memiliki beban AC outdoor kapasitas 268000 BTU/h 2 unit, AC outdoor kapasitas 171000 BTU/h 2 unit, AC outdoor kapasitas 251000 BTU/h 1 unit, dan AC outdoor kapasitas 191000 BTU/h 3 unit.

- i. AC outdoor kapasitas 268000 BTU/h, daya 21,6 kW, dan tegangan 380 V.

$$\begin{aligned}
 I &= P / VL-L \times \sqrt{3} \times \cos \theta \\
 &= 21600 / 380 \times \sqrt{3} \times 0,8 \\
 &= 40,9 \text{ A}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Tabel 2. *Data AC Outdoor*

Unit	Jumlah	Daya (kW)	Arus (A)
VRV 268000 BTU/h	1	21,6	40,9
VRV 268000 BTU/h	1	21,6	40,9
VRV 171000 BTU/h	1	15,3	28,9
VRV 171000 BTU/h	1	15,3	28,9
VRV 251000 BTU/h	1	19,4	36,7

VRV 191000 BTU/h	1	17,7	33,5
VRV 191000 BTU/h	1	17,7	33,5
VRV 191000 BTU/h	1	17,7	33,5

Total arus yang terhubung ke SDP 1 adalah 277,08 A. Oleh karena itu, pengaman yang dipakai MCCB berkapasitas 300 A & kabel NYY 4 x 150 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

b. SDP 2 AC outdoor

Pada SDP 2 memiliki beban AC outdoor kapasitas 229000 BTU/h 2 unit, AC outdoor kapasitas 154000 BTU/h 1 unit, dan AC outdoor kapasitas 191000 BTU/h 6 unit.

- i. AC outdoor kapasitas 229000 BTU/h, daya 17,4 kW, dan tegangan 380 V.

$$\begin{aligned}
 I &= P / V_{L-L} \times \sqrt{3} \times \cos \theta \\
 &= 17400 / 380 \times \sqrt{3} \times 0,8 \\
 &= 32,9 \text{ A}
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Tabel 3. Data AC Outdoor

Unit	Jumlah	Daya (kW)	Arus (A)
VRV 191000 BTU/h	1	17,7	33,5
VRV 191000 BTU/h	1	17,7	33,5
VRV 191000 BTU/h	1	17,7	33,5
VRV 191000 BTU/h	1	17,7	33,5
VRV 191000 BTU/h	1	17,7	33,5
VRV 191000 BTU/h	1	17,7	33,5
VRV 229000 BTU/h	1	17,4	32,9

VRV 229000 BTU/h	1	17,4	32,9
VRV 154000 BTU/h	1	12,9	24,4

Total arus yang terhubung ke SDP 2 adalah 291,5 A. Oleh karena itu, pengaman yang dipakai MCCB berkapasitas 320 A & kabel NYY 4 x 150 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

3.5.3 Sub Distribution pompa dan lift

a. Sub Distribution Panel pompa

Pada SDP pompa memiliki beban pompa *transfer* 2 unit, pompa *jockey*, dan pompa *electric*.

i. Pompa *transfer* 2 unit, 7,5 kW, tegangan 380 V.

$$\begin{aligned}
 I &= P / VL-L \times \sqrt{3} \times \cos \theta \\
 &= 7500 / 380 \times \sqrt{3} \times 0,8 \\
 &= 13,4 \text{ A}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Tabel 4. Data Pompa

unit	Jumlah	Daya (kW)	Arus (A)
Pompa <i>transfer</i>	1	7,5	13,4
Pompa <i>transfer</i>	1	7,5	13,4
Pompa <i>jockey</i>	1	5,5	9,8
Pompa <i>electric</i>	1	45	80,2

Total arus pada sdp pompa 116,8 A. oleh karena itu, pengaman yang dipakai MCCB berkapasitas 160 A & kabel NYY 4 x 70 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

b. Sub Distribution Panel pompa *booster* dan lift

Beban yang terdapat pada SDP pompa *booster* dan lift adalah pompa *booster* 3 unit, dan lift 2 unit

- i. Pompa booster 3 unit, daya 2 kW, dan tegangan 380 V.

$$I = P / \sqrt{3} \times V_{L-L} \times \cos \theta \quad (11)$$

$$= 2000 / 380 \times \sqrt{3} \times 0,8$$

$$= 3,6 \text{ A}$$

Tabel 5. Data Pompa *Booster* & Lift

Unit	Jumlah	Daya (kW)	Arus (A)
Pompa <i>Booster</i>	1	2	3,6
Pompa <i>Booster</i>	1	2	3,6
Pompa <i>Booster</i>	1	2	3,6
lift	1	6,7	12,7
lift	1	6,7	12,7

Total arus pada sdp pompa & lift 36,1 A. oleh karena itu, pengaman yang dipakai MCCB berkapasitas 50 A & kabel NYY 4 x 10 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

3.5.4 Panel Distribusi Utama (MDP)

Dengan menjumlahkan arus total fasa R, S, dan T untuk setiap subpanel distribusi, kita dapat menghitung arus beban yang disuplai ke panel MDP.

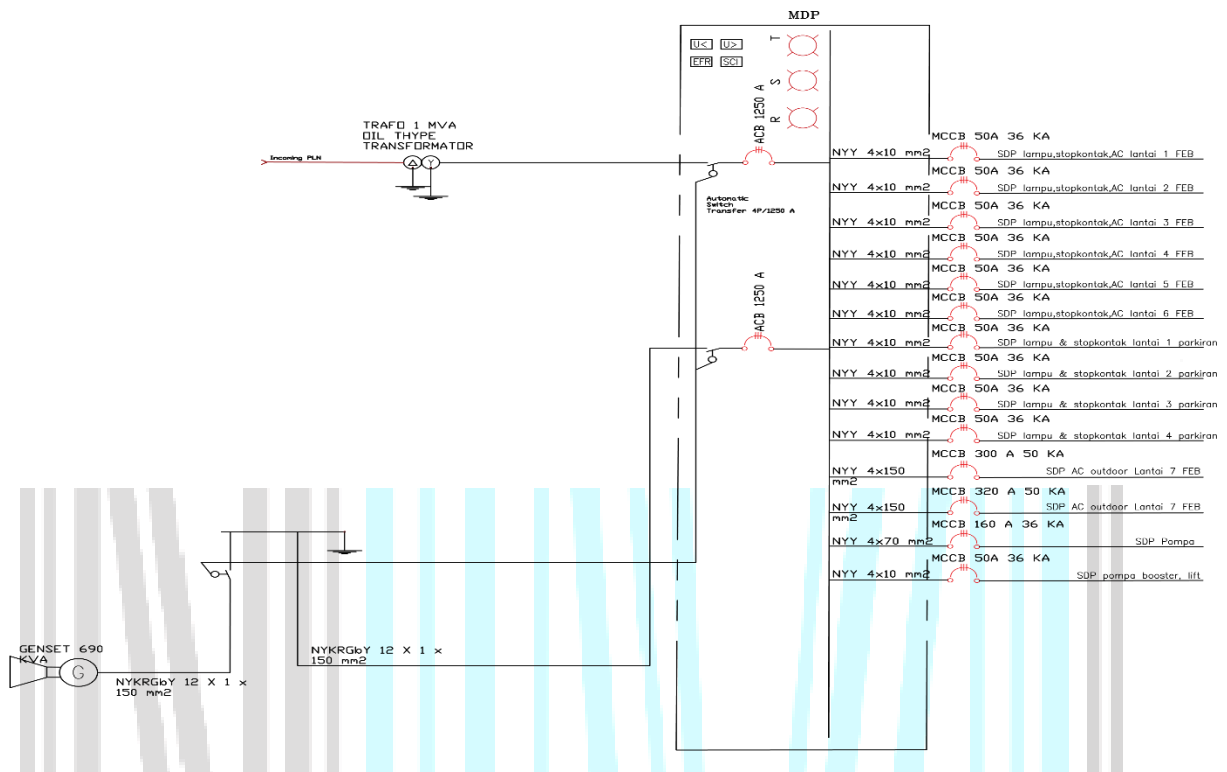
$$R = 989,7 \text{ Ampere}$$

$$S = 990,9 \text{ Ampere}$$

$$T = 989,7 \text{ Ampere}$$

Berdasarkan arus total beban SDP, beban maksimum panel MDP ialah 990,9 A. Oleh karena itu, digunakan ACB 1250 A untuk perangkat proteksi dan digunakan kabel NYKRGbY 12 x 1 x 150 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

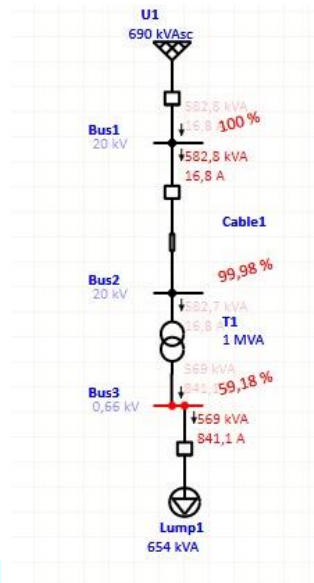
3.6 panel distribusi utama (MDP)



Gambar 4. Panel distribusi utama

3.7 Simulasi *load flow* menggunakan Etap

Pada simulasi *load flow* ini diambil dari sumber PLN terhubung pada trafo, kemudian terhubung pada beban gedung FEB. Sumber PLN direncanakan memakai 690 kVA, kemudian terhubung pada trafo sebesar 1 MVA karena nilai daya trafo harus lebih besar dari nilai daya pada gedung. Setelah itu Listrik akan terhubung pada beban gedung sebesar 654 kVA. Untuk hasil dari simulasi didapatkan arus sebesar 841 A dan pada bus3 masih terjadi *over voltage*, dengan pertanda warna merah pada bus3. Berikut ini hasil dari simulasi *load flow* menggunakan Etap.



Gambar 5. Simulasi Etap

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil perhitungan dan perencanaan sistem (MEP) pada bangunan baru FEB Universitas Muhammadiyah Surakarta dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Bangunan baru FEB Universitas Muhammadiyah Surakarta sebaiknya menggunakan ACB tiga fasa 1250 A untuk perangkat proteksi dan digunakan kabel NYKRGbY 12 x 1 x 150 mm². Hal ini dikarenakan gedung baru FEB direncanakan mempunyai beban arus tiap fasanya, antara lain R = 1117,6 Ampere, S = 1118,7 Ampere, dan T = 1118,5 Ampere, arus beban maksimumnya adalah 1118,7 A.
2. Bangunan baru FEB Universitas Muhammadiyah Surakarta direncanakan memiliki kapasitas air bersih sebesar 45 m³ per hari, karena pada gedung baru FEB direncanakan pengguna gedung sebanyak 375 orang.
3. Gedung baru FEB Universitas Muhammadiyah Surakarta direncanakan memiliki kapasitas air *hydrant* sebesar 570 m³, karena gedung baru FEB memiliki luas 780 m² tiap lantainya.
4. Gedung baru FEB Universitas Muhammadiyah Surakarta direncanakan memakai kompresor outdoor sebesar 3.460.000 BTU/h, hal ini karena perencanaan perhitungan total kapasitas AC pada gedung adalah 3.434.000 BTU/h.
5. Ukuran penyimpanan ground reservoir untuk air *hydrant* kebakaran dan air bersih direncanakan memiliki ukuran 18 m x 16,22 m x 2,5 m, hal ini karena perencanaan perhitungan GWT selama dua hari mendapatkan perhitungan sebesar 730 m³.
6. Pada simulasi Etap, bagian bus3 dianjurkan menggunakan *Tap Changer* (perubah perbandingan trafo) dan *Capasitor Bank* pada sistemnya agar tidak terjadi over voltage.

PERSANTUNAN

Kami panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya sehingga dapat terselesaikannya laporan akhir ini. Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang mendukung laporan akhir ini, yaitu :

1. Orang tua dan keluarga besar saya yang selalu memberikan dukungan dan doa yang tiada henti kepada penulis.
2. Bapak Hasyim Asy'ari, S.T, M.T. sebagai pembimbing tugas akhir dan dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Rekan-rekan Teknik Elektro angkatan 2020 yang sudah saling memberi semangat dan bantuannya.

DAFTAR PUSAKA

- Agusri Erny, & Kimi² Sudirman. (2018). ANALISA KEBUTUHAN AIR UNTUK HYDRANT DAN SPRINKLER DI TRANSMART MALL PALEMBANG. *E-Jurnal Universitas Muhammadiyah Palembang*, Volume 5. No 4.
- Ary Bachtiar Krishna Putra, Wahyu Priatna. (2016). Perencanaan Ulang Sistem Pengkondisian Udara Gedung Surabaya Suite Hotel di Surabaya. *Jurnal TEKNIK ITS*, Vol. 5 No. 2.
- Averina, G., & Putri, O. T. (2019). Analisis Pemilihan Material, Pencahayaan, Dan Penghawaan Pada Apartemen Trillium Surabaya. Seminar Nasional Infrastruktur Berkelanjutan Era Revolusi Industri 4.0, 11–18. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/semsina/article/view/2267>.
- Baharudin, B.B. & Mardina, M.M. (2019). Perencanaan Sistem Tata Udara Pada Gedung Kantor Kepala Desa Keban 2, *PETRA : Jurnal Teknologi Pendingin dan Tata Udara*, 6(1), hal. 24-32.
- Dr. V. V. Bharathi Prathibha, Ajay Kodliwad, Kumar Ashok Busi, & Naga Deepthi. (2017). Design of Air Conditioning System for Residential/Office Building, *International Journal of Emerging Research in Management & Technology*, Volume-6, Issue-3.
- Gusti Rusydi Furqon Syahrillah, Muhammad Marsudi. (2018). Perencanaan Sistem Mekanikal Elektrikal dan Plumbing (MEP) pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, Vol. 03 No. 02.
- Kartika, Budi. (2017). Perencanaan Instalasi Listrik 220 Volt Gedung Hanggar Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, Vol. 10 No.2 Hal 1 : 60.
- Laxmi C. Gupta, dan Samruddhi Thawari. (2016). Plumbing System in High Rise Building. *International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, Volume 2 (11).
- Nurul Jamala. (2017). “The effect of building façade on natural lighting.” *AIP Conference Proceedings*. (Vol. 1831, No. 1, p. 020061).
- PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) (2011), BSN, Jakarta.
- Santoso Habibi. (2023). Perancangan Sistem Pendingin dan Tata Udara pada Ruang Mesin produksi di PT. X untuk Menjaga Performa dan Ketahanan Komponen Mesin, *Jurnal univpancasila*, Volume 5, hal. 243-250.
- Ramadhani Sentosa & Puji Slamet. (2022). ANALISA PEMAKAIAN DAYA UNTUK PENGHEMATAN ENERGI PADA GEDUNG DISTRIBUSI TAWANGSARI PDAM DELTA TIRTA SIDOARJO. *Jurnal Elsains: Jurnal Elektro*, Volume 4, Nomor 1.

- Siwi Ireine O., Legrans Roski R. I., & Thambas Arthur H.. (2023). Desain Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Buangan Pada Gedung Rusunawa Kelurahan Karama Kota Manado, <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno> Volume 21, No. 85.
- Soetjipto Soewono & Evi Suhaevi. (2019). Perencanaan Sistem Penerangan Ruangan. *Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*, Vol. 11, No. 2.
- Suhardianto. (2016). Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 5(3).
- Tanjung, A., Setiawan, D., & Hamzah. (2021). Penerapan Persyaratan Umum Instalasi Listrik dan Standarisasi Kelistrikan di Kelurahan Maharani Kecamatan Rumbai. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 32–38.
- Wang, Lie & Liette, Vernanda. (2016), “Formalized Knowledge Representation For Spatial Conflict Coordination Of Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP) System In New Building Projects. *journal homepage: www.elsevier.com/locate/autcon. Automation in Construction 64 20–26.*

