

PERENCANAAN SISTEM MEKANIKAL ELEKTRIKAL DAN PLUMBING PADA GEDUNG FEBI UINSU

¹M. Zakaria Alhafiz Nasution, ²Ricky Sumantri
Fakultas Teknik, Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia (UPMI) Medan
Email: ¹mzakariaalhafiznst@gmail.com, ²rickysumantri560@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur di Indonesia mulai berkembang dan merambah di sejumlah kota – kota besar seperti Sumatra utara dan lainnya. Hal tersebut ditandai dengan adanya pembangunan infrastruktur di bidang pendidikan di Medan yaitu pembangunan gedung FEBI UINSU. Gedung FEBI UINSU merupakan suatu sarana khayalak umum khususnya bagi mahasiswa untuk memenuhi kebutuhan dibidang pendidikan. Dalam pembangunan gedung ini tidak akan terlepas dari ahli arsitektur, sipil, mekanikal, dan ahli kelistrikan. Guna memperoleh suatu gedung yang aman nyaman dan handal serta ekonomis dalam pengoperasiannya maka perlu adanya perencanaan mekanikal dan kelistrikan yang menggunakan software AutoCAD. Dalam Perencanaan tersebut hal yang perlu diperhatikan adalah menentukan jumlah titik lampu dalam suatu ruangan, jumlah pendingin ruangan (Air Conditioner) dalam satu ruangan, sistem plumbng, sistem pemadam kebakaran, sistem penangkal petir, serta total beban yang dibutuhkan gedung tersebut. Dengan adanya hasil perhitungan diatas diharapkan semua pengunjung gedung tersebut akan merasa nyaman serta kelancaran dalam melakukan aktifitas di dalam maupun luar gedung. Hasil perhitungana n menunjukkan total beban tertinggi sebesar 175,47 Ampere serta menggunakan pengaman utama MCCB 3 Fasa 200 Ampere dengan besar luas penampang penghantar NYY 4 x 95 mm². Kapasitas groundtank untuk pemadam kebakaran dan kebutuhan air bersih adalah 924 M³ dengan dimensi groundtank 22 x 14 x 3 meter serta kapasitas rooftank 2 x 5000 liter.

Kata Kunci : AutoCAD, kapasitas pengaman, mekanikal dan kelistrikan, plumbng.

ABSTRACT

Infrastructure development in Indonesia is beginning to grow and expand in several major cities, including North Sumatra and others. This is marked by the construction of educational infrastructure in Medan, such as the construction of the FEBI UINSU building. The FEBI UINSU building serves as a public facility, especially for students, to meet their educational needs. In the construction of this building, the involvement of experts in architecture, civil engineering, mechanical engineering, and electrical engineering is indispensable. In order to obtain a safe, comfortable, reliable, and cost-effective building operation, it is necessary to have mechanical and electrical planning using AutoCAD software. In this planning process, factors to be considered include determining the number of light points in a room, the number of air conditioners in a room, plumbing systems, fire extinguishing systems, lightning protection systems, and the total load required by the building. With the results of the calculations above, it is expected that all visitors to the building will feel comfortable and smooth in carrying out activities both inside and outside the building. The calculations indicate the highest total load of 175.47 Amperes and the use of a 3-Phase 200 Ampere MCCB as the main circuit breaker with a conductor cross-section of NYY 4 x 95 mm². The ground tank capacity for fire protection and clean water needs is 924 m³, with ground tank dimensions of 22 x 14 x 3 meters, and a rooftop tank capacity of 2 x 5000 liters.

Keywords: AutoCAD, circuit breaker capacity, mechanical and electrical, plumbng.

PENDAHULUAN

Sistem mekanikal elektrik dan plumbing merupakan suatu sistem instalasi listrik, instalasi air bersih dan air kotor yang dipergunakan untuk penerangan dan saluran air bersih serta air kotor pada suatu gedung yang didesain sedemikian rupa sehingga gedung tersebut aman dan nyaman saat dihuni.

Pembangunan gedung FEBI UINSU terdapat beberapa perencanaan dari ahli arsitektur, sipil, mekanikal, dan ahli kelistrikan. Pada perencanaan sistem instalasi listrik pada suatu bangunan haruslah mengacu pada peraturan dan ketentuan yang berlaku sesuai dengan PUIL 2000 dan undang – undang ketenagalistrikan tahun 2002. Pada gedung bertingkat biasanya membutuhkan energi listrik yang cukup besar, oleh karena itu pendistribusian energi listrik harus diperhitungkan sebaik mungkin agar energi listrik dapat terpenuhi dengan baik. (Wang lie and Liete Vernand 2016).

Pendistribusian energi listrik yang baik meliputi perencanaan menentukan titik lampu dalam suatu ruangan, menentukan jumlah pendingin dalam suatu ruangan (AC), dan asumsi jumlah beban yang terpakai pada stop kontak harus dipertimbangkan tingkat efisiensinya. Apabila pendistribusian energi listrik tidak sesuai dengan aturan yang berlaku maka akan terjadi beberapa masalah misal pemasangan instalasi listrik yang salah, terjadi ketidakseimbangan beban listrik, kurangnya daya, dan peralatan – peralatan listrik dapat rusak ketika listrik tidak stabil bahkan fatalnya dapat terjadi kebakaran.

Mengantisipasi terjadinya kebakaran selain sistem instalasi yang sesuai dengan peraturan yang berlaku juga perlu perhitungan sistem plumbing yang terdiri dari kebutuhan air bersih dan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran. Sistem penyediaan air bersih direncanakan pada tempat – tempat yang ditentukan dengan tekanan yang cukup dan membuang air kotor ke tempat tertentu tanpa mencemari lingkungan sekitarnya, sedangkan perhitungan kebutuhan air pemadam kebakaran (hydrant) diharapkan mampu meminimalisir terjadinya kebakaran pada gedung tersebut. Dalam perencanaan sistem plumbing harus diperhatikan fungsi dari gedung yang direncanakan dan jumlah penghuni yang akan menempati gedung tersebut serta sumber air yang akan digunakan dan sistem pembuangan yang baik.

Demi kelancaran aktifitas didalam maupun diluar gedung maka sistem mekanikal elektrik dan plumbing yang direncanakan mengacu pada peraturan dan ketentuan berdasarkan standart nasional maupun internasional diharapkan mampu memaksimalkan kebutuhan, menjamin keamanan gedung beserta peralatannya dan keselamatan bagi penggunanya.

METODE

Dalam perencanaan sistem mekanikal, elektrik, dan plumbing di gedung FEBI UINSU metode yang digunakan antara lain :

2.1 Persiapan

Persiapan yang dilakukan dalam perencanaan sistem mekanikal, elektrik, dan plumbing di gedung FEBI UINSU antara lain :

2.1.1 Observasi

Observasi merupakan suatu cara pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap suatu objek dalam suatu periode tertentu dan mengadakan pencatatan secara sistematis tentang hal – hal tertentu yang diamati.

2.1.2 Study Literature

Study literature merupakan penelusuran literature yang bersumber dari buku, media, pakar maupun dari hasil penelitian orang lain yang bertujuan untuk menyusun dasar teori yang penulis gunakan untuk melakukan penelitian.

2.1.3 Perancangan

Perancangan gedung FEBI UINSU meliputi :

1) Menentukan karakteristik gedung

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui beban yang akan digunakan kebutuhan instalasi

- kelistrikan maupun sistem plumbing.
 2) Menentukan Sistem Instalasi

Instalasi yang baik dan benar akan mengacu pada peraturan yang berlaku yaitu Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000).

- 3) Menentukan berbagai bahan yang akan digunakan

Pemilihan bahan – bahan yang tepat dan sesuai dengan standart yang berlaku dapat menghindari bahaya terhadap manusia dan mendukung keandalan instalasi listrik. Seluruh peralatan yang dipakai pada instalasi tersebut harus handal dan baik secara mekanik maupun secara kelistrikannya.

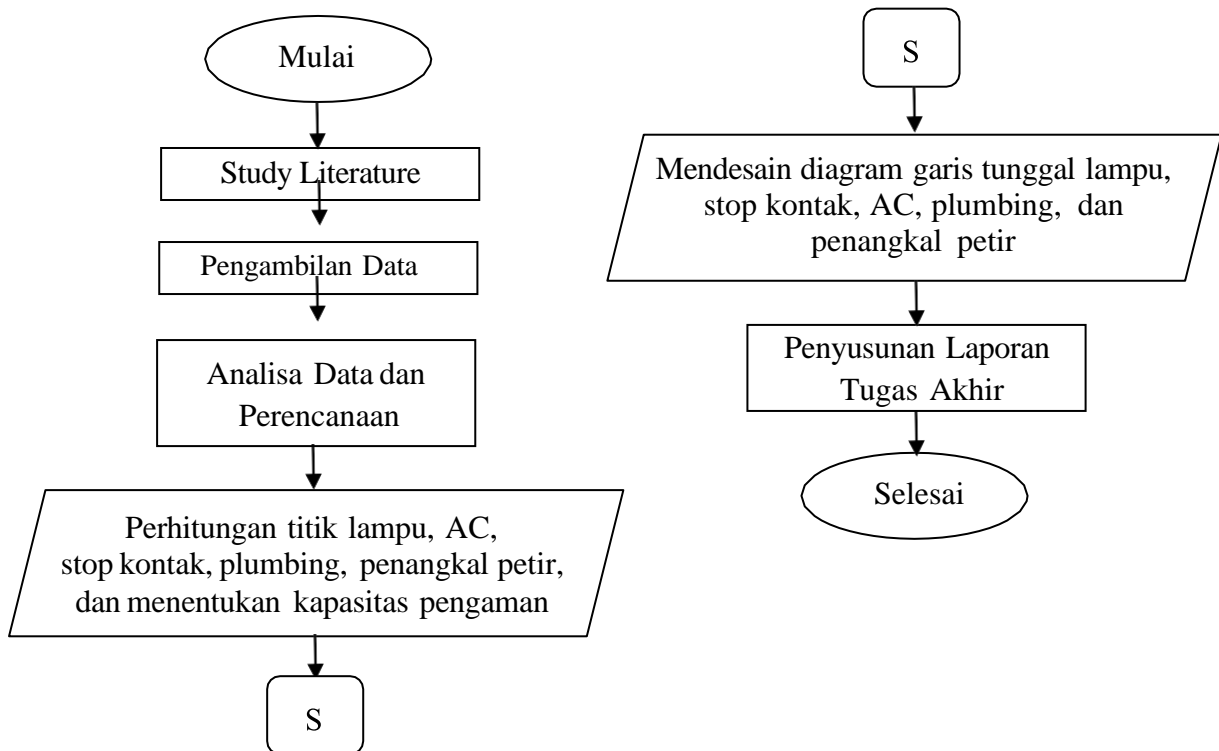
2.2 Waktu dan Tempat

Pelaksanaan perencanaan sistem mekanikal, elektrikal, dan plumbing beserta pembuatan laporan di gedung FEBI UINSU dapat diselesaikan dalam waktu sekitar 3 bulan.

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Perancangan

No.	Kegiatan	Oktober 2022				November 2022					Desember 2022			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
1.	Konsultasi Pembimbing													
2.	Study Literature													
3.	Analisa Perencanaan													
4.	Penyusunan Laporan													

2.1 Bagian Alir Perencanaan



Gambar 1. Bagian Alir Perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan sistem mekanikal, elektrik, dan plumbing di gedung FEBI UINSU dapat dilakukan berdasarkan hasil perhitungan dari beberapa aspek, salah satunya yaitu dimensi gedung yang memiliki Panjang 38 meter, lebar 24,5 meter dan tinggi 16 meter serta memiliki 3 lantai. Gedung tersebut memiliki luas tiap lantai yaitu 931 m² dan luas total yaitu 2793 m²

3.1 Perhitungan Titik Lampu

3.1.1 Ruang Pelayanan

Ruang ini memiliki panjang 9 meter, lebar 4 meter. Ruang pelayanan akan menggunakan penerangan lampu merk Phillips LED tube 16 watt dengan lumen sebesar 1600 lumen. Karena ruang pelayanan masuk dalam kategori kantor maka target penerangan yang akan dicapai sebesar 200 lux. Light Loss Factor / Faktor cahaya rugi yang dipakai sebesar 0,80 dan Coeffesien of Utilization / Faktor Pemanfaatan sebesar 65 %. Sedangkan jumlah lampu dalam satu titik lampu yaitu 2 lampu dalam satu titik. Maka jumlah titik lampu dalam ruang pelayanan adalah :

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times CU \times n}$$

$$N = \frac{200 \times 9 \times 4}{1600 \times 0,80 \times 0,65 \times 2}$$

$$N = 4,33 \text{ Titik Lampu}$$

Jadi ruang pelayanan cukup dipasang 4 titik lampu dengan 2 buah lampu dalam satu titik.

3.1.2 Ruang lainnya

Jumlah titik lampu dalam suatu ruangan di berbagai lantai dapat ditentukan dengan menggunakan rumus yang sama.

3.2 Kapasitas AC (Air Cnditioner)

Kapasitas AC yang digunakan dalam ruang pelayanan yang memiliki panjang 9 meter, lebar 4 meter dan tinggi 4 meter maka dapat ditentukan dengan menghitung kebutuhan BTU per jam. Dalam perhitungan AC yang awalnya menggunakan satuan meter harus diubah dulu dalam satuan feet dengan ketentuan tiap 1 meter = 3,28 feet. Maka kebutuhan AC untuk ruang pelayanan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kebutuhan BTU} = \frac{L \times W \times H \times I \times E}{60}$$

$$\text{Kebutuhan BTU} = \frac{(9 \times 3,28) \times (4 \times 3,28) \times (4 \times 3,28) \times 10 \times 20}{60}$$

60

Kebutuhan BTU = 16938 BTU per jam

Dari hasil perhitungan kebutuhan BTU maka ditentukan AC jenis split untuk ruang pelayanan dengan kapasitas 1 PK (9000 BTU per jam) berjumlah 2 AC. Untuk menentukan kapasitas ruangan lainnya menggunakan persamaan yang sama.

3.3 Stop Kontak

Kapasitas yang disediakan untuk ruang pelayanan adalah 6 A yang mana diasumsikan bahwa instalasi pada stop kontak dipisah dengan instalasi penerangan maupun instalasi AC. Hal tersebut bertujuan agar meminimalisir gangguan dalam arti jika instalasi penerangan maupun AC terjadi gangguan maka supply sumber dari stop kontak masih tersedia begitu juga sebaliknya. Luas penampang penghantar pada stop kontak minimal $2,5 \text{ mm}^2$ (PUIL 2000).

3.4 Perhitungan Plumbing

3.4.1 Menentukan Jumlah Penghuni

$$\text{jumlah orang / lt} = \frac{80 \% \times 931 \text{ m}^2 / \text{lt}}{10 \text{ m}^2 / \text{orang} / \text{lt}} = 75 \text{ orang} / \text{lt}$$

$$\begin{aligned} \text{jumlah total} &= 3 \text{ lt} \times 75 \text{ orang} / \text{lt} \\ &= 225 \text{ orang} \end{aligned}$$

3.4.2 Kebutuhan Air Bersih

$$\begin{aligned} \text{Jadi total kebutuhan air} &= \text{Jumlah total penghuni} \times \text{Kebutuhan air orang} \\ &\quad \text{rata-rata / hari} \\ &= 225 \text{ orang} \times 100 \text{ lt} / \text{orang} / \text{hari} \\ &= 22.500 \text{ liter} / \text{hari} \\ &= 22,5 \text{ m}^3 / \text{hari} \end{aligned}$$

3.4.3 Kebutuhan Air Untuk Pemadam Kebakaran

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan hydrant} &= \text{Kapasitas standpipe yang digunakan (GPM)} \times \\ &\quad \text{Waktu pemadaman} \\ &= 3.500 \text{ GPM} \times 60 \text{ menit} = 210.000 \text{ GPM} \\ &= 210.000 \text{ GPM} \times 3,785 \text{ lt} / \text{menit} \\ &= 794.850 \text{ lt} / \text{menit} \\ &= 795 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3.4.4 Kapasitas Ground Tank

Ground tank diharapkan menampung kebutuhan penghuni selama 2 hari. Kapasitas ground tank = (2 hari x Kebutuhan air bersih) +
kebutuhan air untuk pemadam kebakaran

$$\begin{aligned}
 &= (2 \text{ hari} \times 22,5 \text{ m}^3 / \text{hari}) \\
 &= 45 \text{ m}^3 + 795 \text{ m}^3 \\
 &= 840 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Safety Factor } 10 \% &= 840 + 84 \\
 &= 924 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dengan kapasitas ground tank 924 m^3 , maka dimensi ground tank adalah $22 \text{ m} \times 14 \text{ m} \times 3 \text{ m}$.

3.4.5 Menentukan Kapasitas Rooftank

Kapasitas rooftank dihitung berdasarkan pada jumlah unit beban (FU) tiap lantai. Hasil FU bisa dilihat pada grafik unit alat plumbing dengan debit aliran serentak (beban / lt / min) yang terdapat pada terlampir. Maka didapat jumlah FU tiap lantai. Lantai 1 yaitu $123 \text{ FU} / \text{lt}$, lantai 2 yaitu $99 \text{ FU} / \text{lt}$, lantai 3 yaitu $64 \text{ FU} / \text{lt}$, jadi total keseluruhan FU yaitu 286 FU (lihat grafik). Dari hubungan grafik antara unit beban penyediaan air dengan aliran serentak maka $286 \text{ FU} = 260 \text{ lt} / \text{min}$.

Rooftank direncanakan mampu menampung air selama 30 menit, maka :

Kapasitas rooftank = jumlah debit aliran air x rencana waktu pengisian

$$\begin{aligned}
 &\text{rooftank} \\
 &= (260 \text{ liter} / \text{menit} \times 30 \text{ menit}) \\
 &= 7,800 \text{ liter} \\
 &= 7,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3.5 Perhitungan Kebutuhan Air Kotor (Septictank)

Data : Jumlah penghuni = $75 \text{ orang} / \text{lt}$

Karena gedung memiliki 3 lt maka = $3 \times 75 = 225 \text{ orang}$

Kebutuhan air per orang (kantor) : $60 \text{ lt} / \text{orang} / \text{hari}$ Lama
pembusukan : 3 hari

Perhitungan :

a) Asumsi tinggi rencana septictank sesuai struktur bangunan misal 2 m

b) Tinggi muka air = $\frac{2}{3} \times 2 \text{ m} = 1,3 \text{ m}$

c) Tinggi ruang udara = $2 - 1,3 = 0,7 \text{ m}$

d) Volume air yang masuk = $225 \times 60 \times 3 = 40.500 \text{ lt} = 40,5 \text{ m}^3$

e) Luas alas septictank = $40,5 \text{ m}^3 / 1,3 \text{ m} = 31,12 \text{ m}^2$

f) Menghitung panjang dan lebar septictank, panjang diasumsikan 7 m , sehingga didapat lebar = $31,15 \text{ m}^2 / 7 \text{ m} = 4,45 \text{ m} \sim 4,5 \text{ m}$

Dari perhitungan diatas maka didapat volume septictank yang aman untuk gedung FEBI UINSU dengan asumsi penghuni 225 orang yaitu : panjang = 7 m (asumsi), lebar = $4,5 \text{ m}$, tinggi = 2 m (asumsi).

3.6 Penangkal Petir

Gedung FEBI UINSU memiliki panjang 38 meter , lebar $24,5 \text{ meter}$ dan tinggi bangunan kurang lebih 16 meter . Maka gedung ini akan dipasang penangkal petir elektrostatis dengan jenis Kurn

Lightning Protection. Jenis yang dipakai yaitu seri Kurn R- 150 dengan tinggi tiang 20 meter. Jadi untuk melindungi gedung FEBI UINSU yang memiliki luas 931 m² cukup dengan tinggi tiang 4 m dari permukaan tertinggi gedung yang memiliki radius proteksi hingga 30 meter.

3.7 Pembagian Beban Listrik

Dalam pembagian beban listrik harus dibagi dan dikelompokkan secara merata antara beban yang selalu digunakan atau *standby* dengan beban yang digunakan tidak *standby* seperti, lampu emergency dan stop kontak yang terhubung ke fasa R, S, dan T. Agar didapatkan pembagian beban yang seimbang. (Edi Ridwan, 2015)

3.7.1 Panel SDP lantai 1

Beban lampu, stop kontak, AC

- 1) Fasa R $4,28 + 18 + 27,93 = 50,21$ A
- 2) Fasa S $4,34 + 14 + 31,91 = 54,25$ A
- 3) Fasa T $4,10 + 20 + 31,91 = 54,01$ A

Jadi instalasi listrik di lantai 1 dengan total beban maksimal 54,25 A, menggunakan pengaman MCCB 3 fasa dengan kapasitas 63 A dengan penampang penghantar NYY 4 x 16 mm².

3.7.2 Panel SDP lantai 2

Beban lampu, stop kontak, AC

- 1) Fasa R $4,06 + 18 + 27,93 = 45,99$ A
- 2) Fasa S $3,84 + 12 + 27,93 = 43,77$ A
- 3) Fasa T $3,71 + 18 + 27,93 = 39,64$ A

Jadi instalasi listrik di lantai 2 dengan total beban maksimal 45,99 A, menggunakan pengaman MCCB 3 fasa dengan kapasitas 63 A dengan penampang penghantar NYY 4 x 16 mm².

3.7.3 Panel SDP lantai 3

Beban lampu, stop kontak, AC

- 1) Fasa R $3,79 + 18 + 27,93 = 51,72$ A
- 2) Fasa S $3,59 + 18 + 27,93 = 49,52$ A
- 3) Fasa T $3,98 + 12 + 27,93 = 43,91$ A

Jadi instalasi listrik di lantai 3 dengan total beban maksimal 51,91 A, menggunakan pengaman MCCB 3 fase dengan kapasitas 63 A dengan penampang penghantar NYY 4 x 16 mm².

3.7.4 Panel SDP Pompa Air

- 1) Booster pump 1 fasa dengan daya 400 watt

$$I_n = \frac{P}{V_{L-N} \times \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{400}{220 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{400}{1433} = 2,27 \text{ A}$$

Pada pompa booster menggunakan pengaman MCB 1 fasa dengan kapasitas 6 A, dengan penampang penghantar yang digunakan yaitu NYY 3 x 1,5 mm².

2) Transfer pump 3 fasa dengan daya 3000 watt

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{L-L} \times \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{3000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8}$$

$$I_n = 5,70 \text{ A}$$

Pada pompa transfer menggunakan pengaman MCB 3 fasa dengan kapasitas 16 A, dengan penampang penghantar yang digunakan yaitu NYY 4 x 2,5 mm².

Total beban pompa air yaitu =

Fasa R 5,70 = 5,70 A

Fasa S 5,70 + 2,27 = 7,97 A

Fasa T 5,70 = 5,70 A

Dari total beban pompa air maka pengaman utama yang digunakan yaitu MCB 3 Fasa dengan kapasitas 20 A serta ukuran penampang penghantar yang digunakan yaitu NYY 4 x 4 mm².

3.7.5 Panel SDP Pompa Hydrant

1) Joyckey pump 3 fasa dengan daya 3000 watt

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{L-L} \times \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{3000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8}$$

$$I_n = 5,70 \text{ A}$$

Pada Joyckey pump menggunakan pengaman MCB 3 fasa dengan kapasitas 16 A, dengan penampang penghantar yang digunakan yaitu NYY 4 x 2,5 mm².

2) Electric pump 3 fasa dengan daya 7500 watt

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{L-L} \times \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{7500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8}$$

$$I_n = 1434$$

$$I_n = 14,26 \text{ A}$$

Pada electric pump menggunakan pengaman MCB 3 fasa dengan kapasitas 32 A, dengan penampang penghantar yang digunakan yaitu NYY 4 x 6 mm².

Total beban pompa hydrant yaitu =

$$\text{Fasa R } 5,70 + 14,26 = 19,96 \text{ A}$$

$$\text{Fasa S } 5,70 + 14,26 = 19,96 \text{ A}$$

$$\text{Fasa T } 5,70 + 14,26 = 19,96 \text{ A}$$

Dari total beban pompa hydrant maka pengaman utama yang digunakan yaitu MCB 3 Fasa dengan kapasitas 40 A serta ukuran penampang penghantar yang digunakan yaitu NYY 4 x 10 mm².

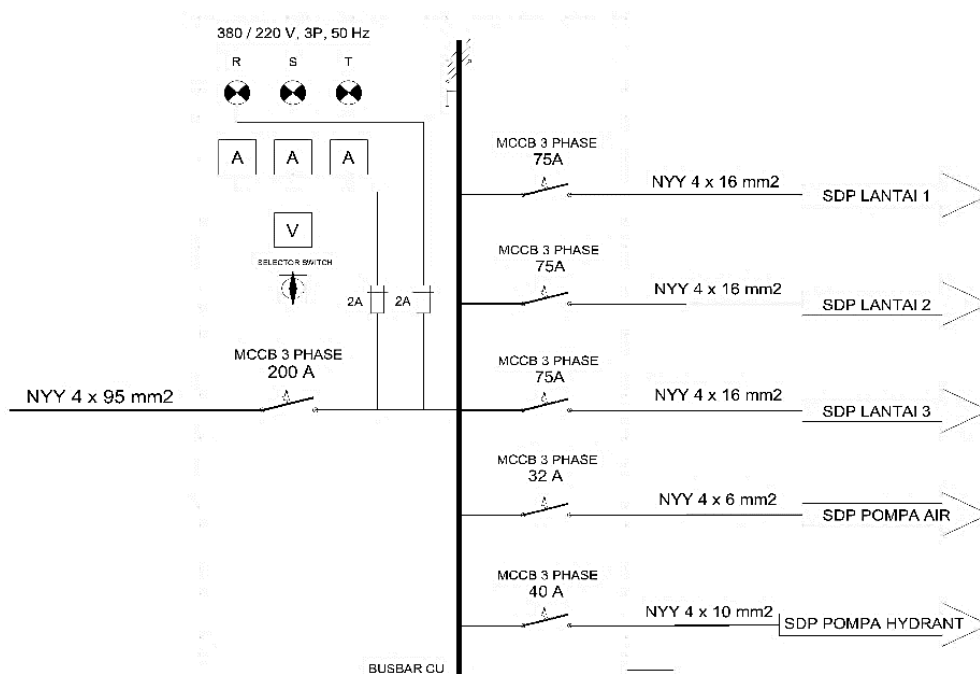
3.7.6 Panel MDP

MDP (Main Distribution Panel) adalah panel utama yang terdiri dari line pembagi dengan MCCB, yang men-suply power ke panel lanjutan atau panel SDP. Perhitungan beban pada panel MDP ditentukan dengan menghitung jumlah arus R,S, dan T tiap panel SDP.

$$\text{Fasa R} = 173,58 \text{ A}$$

$$\text{Fasa S} = 175,47 \text{ A}$$

$$\text{Fasa T} = 173,22 \text{ A}$$



Gambar 2. Diagram Garis Tunggal Panel MDP

KESIMPULAN

Dari analisa perhitungan dan perencanaan sistem mekanikal, elektrikal, dan plumbing di gedung FEBI UINSU dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 4.1 Gedung FEBI UINSU memiliki total arus beban tertinggi sebesar 175,47 A, menggunakan pengaman MCCB 3 fasa dengan kapasitas 200 A, dengan penampang penghantar NYY 4 x 95 mm².
- 4.2 Kebutuhan air bersih pada gedung FEBI UINSU sebesar 7,8 m³ / hari dengan asumsi apabila penghuni gedung tersebut sebanyak 225 orang.
- 4.3 Kebutuhan air untuk pemadam kebakaran dengan waktu 60 menit untuk mensupply 3 lantai sebesar 924 m³.

- 4.4 Penampungan air bersih dan air pemadam kebakaran dalam ground tank untuk kebutuhan penghuni selama 2 hari dengan nilai *safety factor* 10 % sebesar 924 m^3 , dengan dimensi ground tank yaitu $22 \text{ m} \times 14 \text{ m} \times 3 \text{ m}$.

Penampungan septictank yang aman untuk gedung FEBI UINSU dengan asumsi penghuni 225 orang yaitu : panjang = 7 m (asumsi), lebar = 4,5 m, tinggi = 2 m (asumsi).

DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, S.T., M.T, Hasyim. 2016. *Kuliah Umum Arsitektur MEP*.
- Mustofa, Z. (2017). Perencanaan Sistem Mekanikal Elektrikal Pada Gedung SMAMuhammadiyah Medan. Diambil dari <http://eprints.ums.ac.id>.
- Nugroho, S. G. (2017). Perencanaan MEP Pada Gedung Rektorat Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Provinsi Banten. Diambil dari <http://eprints.ums.ac.id>.
- PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik). (2000), BSN, Jakarta.
- Ridwan, E. (2015). Analisa Perencanaan Pembagian Beban Dan Instalasi Listrik Pada Hotel Golden Tulip di Kota Pontianak. Diambil dari <http://jurnal.utan.ac.id>.
- Wang Lie & Lieta 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.

