

PERANCANGAN *MECHANICAL ELECTRICAL AND PLUMBING (MEP)* GEDUNG-B FAKULTAS KEHUTANAN UNIVERSITAS GADJAH MADA

Titis Mahamboro; Hasyim Asy'ari, S.T.,M.T.

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Perancangan mekanikal elektrik dan plambing (MEP) sebagai pengatur fungsi sebuah gedung sangat penting untuk diperhatikan. Selanjutnya, perancangan tidak hanya mendirikan gedung yang berfungsi dengan baik, melainkan juga memperhatikan keamanan, keselamatan dan juga pertimbangan estetika secara keseluruhan. Kesesuaian tersebut sulit dicapai apabila perancangan dilakukan secara konvensional antara kakuasi dan gambar kerja. Melalui metode *Building Information Modelling* (BIM) informasi dalam perancangan saling terintegrasi melalui pemodelan sehingga kesalahan antar informasi menjadi lebih kecil. Rancangan dilakukan terhadap Gedung B Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada (UGM). Pemodelan dan perancangan mengacu pada standar SNI dan PUIL melalui software Autodesk Revit dan AutoCad. Rancangan MEP meliputi kebutuhan titik lampu, pendingin/pengkondisian udara ruangan atau *Heating Ventilation and Air Conditioning* (HVAC), kebutuhan daya listrik dan proteksi yang diperlukan, sistem plambing dan sistem pemadam kebakaran. Diperoleh hasil rancangan yaitu total arus listrik yang mengalir sebesar 529,83 A. Adapun kebutuhan proteksi yaitu pemutus daya *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB) sebesar 3 x 1000 A dan kabel utama yang sesuai 2 x NYFGbY 4 x 150mm². Untuk kebutuhan air bersih diperoleh kapasitas *ground tank* sebesar 1.047,52 m³ dan *roof tank* yang dibutuhkan sebesar 24 m³.

Kata Kunci: BIM, elektrik, mekanikal, plambing, terstandar.

Abstract

Mechanical, electrical, and plumbing (MEP) design as the control of a building's functions is crucial to consider. Furthermore, the design not only aims to establish a well-functioning building but also takes into account overall safety, security, and aesthetic considerations. Achieving such alignment can be challenging when conventional methods are used, involving separate calculations and working drawings. Through the implementation of Building Information Modeling (BIM), information in the design is integrated through modeling, reducing errors between different pieces of information. The design was carried out for Building B of the Faculty of Forestry, Universitas Gadjah Mada (UGM). The modeling and design adhere to the Indonesian National Standards (SNI) and the Electrical Installation Code (PUIL) using Autodesk Revit and AutoCAD software. The MEP design includes the requirements for lighting points, room cooling/air conditioning (HVAC), electrical power needs and necessary protection, plumbing systems, and fire suppression systems. The design results indicate a total electric current of 529.83 A. The required protection includes 3 x 1000 A Molded Case Circuit Breakers (MCCB) and the appropriate main cables of 2 x NYFGbY 4 x 150mm². For clean water needs, a ground tank with a capacity of 1,047.52 m³ and a required roof tank of 24 m³ were determined.

Keywords: BIM, electrical, mechanical, plumbing, standardized

1. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung sangat memperhatikan aspek kenyamanan, fungsi, keselamatan dan juga keindahan. Gedung yang akan dibangun memerlukan beberapa perencanaan khususnya di bidang mekanikal elektrik dan juga plambing. Perencanaan mekanikal elektrik dan plambing (MEP) berguna untuk menjamin fasilitas-fasilitas yang ada di gedung nantinya. Kebutuhan primer seperti listrik dan air harus dipastikan keberadaannya dan dipastikan pula berfungsi dengan baik tanpa membahayakan penghuni gedung.

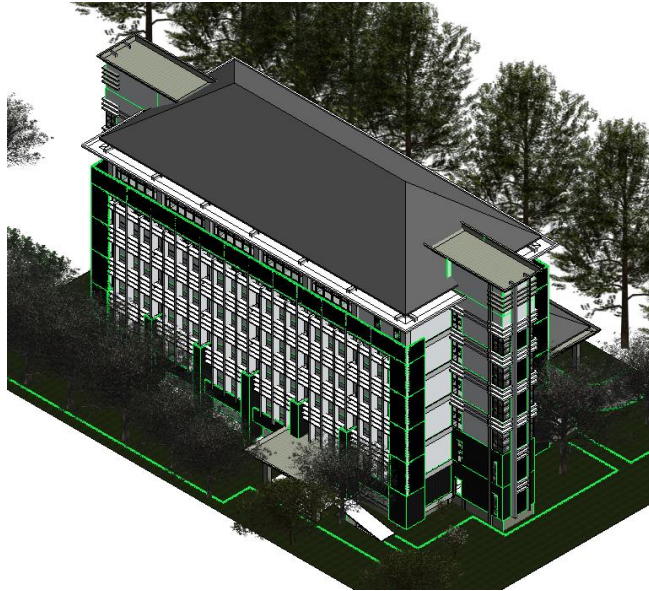
Perancangan instalasi listrik seharusnya mengacu pada standar atau ketentuan yang berlaku. Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 perencanaan instalasi bangunan biasanya membutuhkan supply daya listrik, maka dari itu pendistribusian daya listrik harus diperhitungkan sebaik mungkin supaya daya listrik dapat menjangkau keseluruhan bangunan. Mengacu pada peraturan terstandar, ketercapaian fungsi dan keamanan penghuni dapat dipenuhi sekaligus. Instalasi yang baik dapat mempengaruhi keselamatan dan kenyamanan penghuni. Namun instalasi yang kurang baik malah akan mengakibatkan timbulnya kerusakan seperti arus bocor, kebakaran piranti ataupun hubung singkat yang membahayakan seluruh penghuni gedung.

Dalam perancangan MEP, metode konvensional masih memiliki tingkat kesalahan yang tinggi. Perancangan yang hanya mengacu pada perhitungan dua dimensi banyak menemui kendala ketika pengaplikasian pembangunan secara nyata. Metode Building Information Modelling (BIM) merupakan metode dimana informasi dalam perancangan, konstruksi, dan perawatan terintegrasi dalam pemodelan tiga dimensi. BIM memberikan informasi yang berkelanjutan di setiap fase pembangunan sehingga efektifitasnya semakin tinggi dan dengan data yang terintegrasi informasi lintas bidang seperti MEP dapat saling menyesuaikan dengan cepat. Pemodelan BIM juga mampu memberikan kerangka eksekusi pekerjaan yang lebih terstruktur, prakiraan biaya yang dikeluarkan, analisis penggunaan energi, tata kelola fasilitas, dan keselamatan kerja. Saat ini semakin marak pembangunan dengan mengusung BIM sebagai syarat pelaksanaan pembangunan. Pada tahun 2021 pemerintah juga mengeluarkan peraturan dimana standar pelaksanaan bangunan gedung padat teknologi sudah wajib menggunakan BIM.

Penelitian mengkaji pada Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada (UGM) yaitu pada gedung B. Selama ini pihak fakultas kehutanan UGM tidak mengetahui terkait sistem mekanikal elektrik dan plambing yang ada pada gedung B mengacu pada standar kelistrikan atau tidak. Oleh karenanya dengan latarbelakang tersebut penulis merasa perlu untuk mendesain dan merencanakan ulang sistem MEP Gedung B Fakultas Kehutanan UGM.

2. METODE

Perancangan dilakukan pada Gedung B Fakultas Kehutanan UGM. Gedung B Fakultas Kehutanan UGM merupakan gedung laboratorium dan juga gedung kuliah untuk mahasiswa. Perencanaan dilakukan untuk mengetahui seperti apa sistem mekanikal elektrik yang terstandar menurut SNI dan PUIL 2011. Gedung B terdiri dari 6 lantai dengan luasan 1700 m² di tiap lantainya. Gedung ini biasa digunakan sebagai ruang kelas perkuliahan, laboratorium dan sekaligus sebagai workshop untuk para mahasiswa.



Gambar 1. Gedung B Fakultas Kehutanan UGM

2.1 Perhitungan Titik Lampu

Perancangan menggunakan lampu TL16 watt, dengan pancaran cahaya sebesar 2100 lumen. Standar mengacu pada SNI 03-6575-2001 tentang Perencanaan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung dan Kepmenkes nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Perkantoran dan Industri. Kriteria fungsi gedung sebagai laboratorium atau kelas maka standar pencahayaan yang baik sebesar 500 lux. Perhitungan kebutuhan lampu ruangan menurut SNI 03-6575-2001 seperti pada persamaan 1 berikut.

$$N = \frac{E \times A}{F_1 \times n \times kp \times kd} \quad (1)$$

Keterangan:

N = Jumlah titik armatur

E = Tingkat pencahayaan rata-rata (Lux)

A = Luas ruangan (m²)

F_1 = Fluks luminus lampu (lumen)

n = Jumlah lampu dalam armatur

kp = koefisien penggunaan/ *Coeficien of Utilization* (50% - 65%)

kd = Koefisien depersiasi / *Loss Light Factor* (0,7-0,8)

2.2 Kebutuhan Stop Kontak

Kebutuhan stop kontak didasarkan pada penggunaan beban yang akan terpasang pada ruangan, termasuk beban-beban portabel yang mungkin terhubung seperti gawai elektronik dari dosen atau mahasiswa, maupun piranti laboratorim. Besaran daya stop kontak bersifat perkiraan dari besar daya yang mungkin terhubung nantinya.

2.3 Perancangan Heating Ventilation and Air Conditioning (HVAC)

2.3.1 Exhaust Fan

Besarnya kebutuhan pergantian udara atau *Cubic Meter Hour* (CMH) mengacu standar SNI-03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung, nilai pertukaran udara/ jam atau *Air Change Per Hour* (ACH) disesuaikan dengan fungsi ruangan.

$$\text{Kebutuhan CMH} = V \times \text{ACH} \quad (2)$$

Keterangan:

CMH = *Cubic Meter Hour*

ACH = *Air Change Per Hour* (Berdasarkan standar)

V = Volume ruangan (m^3)

2.3.2 Air Conditioner (AC)

Menentukan kebutuhan BTU AC diperoleh

$$\text{Kebutuhan BTU} = \frac{A \times H \times I \times E}{60} \quad (3)$$

Keterangan:

A = Luas ruangan ($feet^2$)

H = Tinggi ruangan (feet)

I = Nilai 10 jika berinsulasi (ruang berada di bawah atau berhimpitan dengan ruang lain).

Nilai 18 jika ruang tidak berinsulasi.

E = Nilai 16 jika dinding terpanjang ruang menghadap ke utara.

Nilai 17 jika dinding terpanjang ruang menghadap ke timur.

Nilai 18 jika dinding terpanjang ruang menghadap ke selatan.

Nilai 20 jika dinding terpanjang ruang menghadap ke barat.

Nilai yang dihasilkan berupa kebutuhan energi dalam BTU yang disesuaikan dengan spesifikasi AC yang ada di pasaran.

2.4 Perhitungan Plambing

2.4.1 Kebutuhan Air Bersih

Mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Plambing, kebutuhan air untuk siswa yaitu 80 liter/hari dan jumlah penghuni 983 orang.

$$\text{Kebutuhan Air Bersih} = \text{Jumlah Penghuni} \times \text{kebutuhan air bersih orang/hari} \quad (4)$$

2.4.2 Kebutuhan Air Pemadam Kebakaran

Kebutuhan *hydrant* dapat diperoleh dari besaran *standpipe*. 1 *standpipe* 500 GPM dapat mengakomodari bangunan dengan luas 1000m².

$$\text{Kebutuhan Hydrant} = \text{Kapasitas (GPM)} \times \text{Waktu untuk pemadaman} \quad (5)$$

2.4.3 Menentukan Kapasitas *Ground Tank*

Ground tank didesain untuk mampu menampung kebutuhan air bersih selama 2 hari. Volume *ground tank* yaitu kebutuhan air bersih dan juga kebutuhan sistem pemadaman kebakaran dengan juga mempertimbangkan *safety factor* 10%.

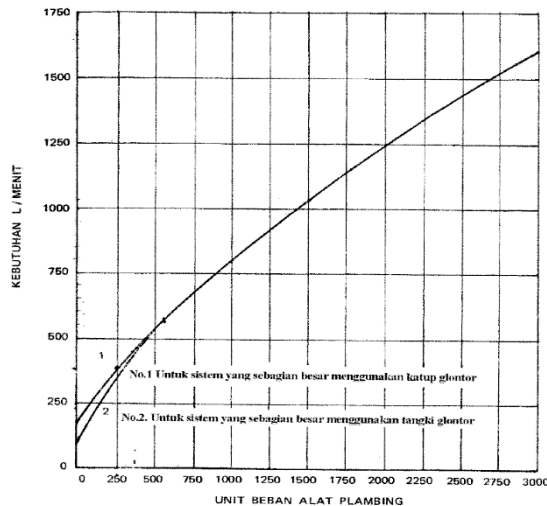
$$\text{Ground Tank} = (2 \text{ Hari} \times \text{Keb. air bersih}) + \text{Keb. air Pemadam Kebakaran} \quad (6)$$

2.4.4 Menentukan Kapasitas *Roof Tank*

Kapasitas *roof tank* diperhitungkan dari kebutuhan air alat plambing yang ditentukan dengan nilai unit beban alat plambing (UBAP). Mengacu pada SNI 03-6481-2000 tentang Sistem Plambing, perkiraan kebutuhan air setiap alat plambing dikonversikan dengan nilai UBAP-nya. Nilai laju air dapat diperoleh dari kurva hubungan beban kebutuhan air terhadap nilai UBAP.

Tabel 1. Unit beban alat plambing

No.	Jenis Alat Plambing	UBAP Pribadi	UBAP Umum
1	Bak Mandi	2	4
2	Bedpan Washer	-	10
3	Bidet	2	4
4	Gabungan abak cuci dan dulang cuci pakaian	3	
5	Unit Dental atau peludahan	0	1
6	Bak cuci tangan untuk dokter gigi	1	2
7	Pancaran air minum	1	2
8	Bak cuci tangan	1	2
9	Bak cuci dapur	2	2
10	Bak cuci pakaian (1 atau 2 kompartemen)	2	4
11	Dus, setiap kepala	2	4
12	Service sink	2	4
13	Peturasan pedestal berkaki	-	10
14	Peturasan, wall lip	-	5
15	Peturasan, Palung	-	5
16	Peturasan dengan kaki glontor	-	3
17	Bak cuci, bulat atau jamak (setiap kran)	-	2
18	Kloset dengan katup glontor	6	10
19	Kloset dengan tangki glontor	3	5



Gambar 2. Kurva laju kebutuhan air untuk UBAP menurut SNI 03-6481-2000

2.5 Menentukan Nilai Arus, Pemilihan *Breaker*, dan Pemilihan Kabel

2.5.1 Baban 1 Fase

Menentukan nilai arus untuk beban 1 fasa dapat diperoleh menggunakan persamaan

$$I_a = \frac{P}{V_{LN} \times \cos \varphi} \quad (7)$$

Keterangan:

I_a = Nilai arus (A)

P = Daya Nyata (watt)

V_{LN} = Tegangan Fase-Netral (volt)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

Pemilihan *breaker* dan kabel mengacu pada standar *The National Electric Code* (NEC) dan PUIL 2011, yakni arus maksimal yang mengalir dari suatu rangkaian sebesar 80 % dari *breaker* yang digunakan.

2.5.2 Beban 3 Fase

Menentukan nilai arus untuk beban 3 fasa dapat diperoleh menggunakan persamaan.

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{LL} \times \cos \varphi} \quad (8)$$

Keterangan:

I_L = Nilai arus (A)

P = Daya Nyata (watt)

V_{LL} = Tegangan Fase-Fase (volt)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Titik Lampu

Ruangan Laboratorium Perencanaan Hutan dan Pengaturan Hutan mempunyai luas 94,25 m². Ruangan direncanakan menggunakan rumah lampu 4 x TL16 watt , dengan pancaran cahaya sebesar 2100 lumen. Kriteria fungsi gedung sebagai laboratorium atau kelas maka standar pencahayaan yang baik sebesar 500 lux, sesuai persamaan 1 maka perhitungan kebutuhan lampu ruangan yaitu

$$N = \frac{E \times A}{F_1 \times n \times kp \times kd}$$
$$N = \frac{500 \times 94,25}{2100 \times 4 \times 0,8 \times 0,65}$$
$$N = 10,79$$

Selain dari perhitungan, hasil akhir jumlah titik lampu juga memperhatikan estetika konfigurasi lampu terhadap ruangan. Jadi pada ruangan laboratorium Perencanaan Hutan dan Pengaturan Hutan membutuhkan 12 titik lampu dengan ukuran 4 x TL16 Watt.

Penentuan jumlah titik lampu ruang lain menggunakan perhitungan yang sama pada Laboratorium Perencanaan Hutan dan Pengaturan Hutan.

3.2 Kebutuhan Stop Kontak

Kebutuhan stop kontak didasarkan pada penggunaan beban yang akan terpasang pada ruangan, termasuk beban-beban *portable* yang mungkin terhubung seperti gawai elektronik dari dosen atau mahasiswa, maupun piranti laboratorim. Kapasitas daya bervariasi, disediakan 300 watt untuk setiap titik dan atau sekitar 1500 watt untuk satu grup stop kontak yang terhubung ke panel SSDP ruangan. Pembatas arus yang digunakan untuk satu group jaringan stop kontak yakni 10A.

3.3 Perancangan *Heating Ventilation and Air Conditioning* (HVAC)

3.3.1 *Exhaust Fan Ruang Toilet*

Toilet mempunyai volume ruangan (V) = 75,21 m³. Mengacu standar SNI-03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung kebutuhan pertukaran udara/ jam (ACH) untuk toilet yakni 10, diperoleh

$$Kebutuhan\ CMH = V \times ACH$$

$$Kebutuhan\ CMH = 75,21 \times 10$$

$$Kebutuhan\ CMH = 752,1$$

sehingga *exhaust fan* yang digunakan memiliki spesifikasi 752,1 CMH atau lebih.

3.3.2 Air Conditioner Ruang Kepala Lab dan Asisten

Ruangan Kepala Lab dan Asisten memiliki luas (A) = 29,36 m² = 316, 06 ft², dan tinggi plafon (H) = 3 m = 9,84 ft, berinsulasi (I)= 10 dan nilai E = 17. Maka untuk menentukan kebutuhan BTU AC diperoleh

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan BTU} &= \frac{A \times H \times I \times E}{60} \\ \text{Kebutuhan BTU} &= \frac{316,06 \times 9,84 \times 10 \times 17}{60} \\ \text{Kebutuhan BTU} &= 8811,75 \text{ BTU}\end{aligned}$$

Kebutuhan AC (Air Conditioner) ruang Kepala Lab dan Asisten yaitu 8811,7 BTU, spesifikasi tersebut tidak tersedia di pasaran sehingga dipilih AC dengan ukuran tidak jauh berbeda yaitu 9000 BTU. Spesifikasi yang lebih besar memberikan dampak umur AC yang lebih panjang.

3.4 Perhitungan Plambing

3.4.1 Menentukan Kebutuhan Air Bersih

Mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Plambing, kebutuhan air untuk siswa yaitu 80 liter/hari. Dengan jumlah penghuni 983 orang, maka diperoleh kebutuhan air bersih sebesar

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Air Bersih} &= \text{Jumlah Penghuni} \times \text{kebutuhan air bersih orang/hari} \\ &= 983 \text{ orang} \times 80 \text{ L/orang /hari} \\ &= 78640 \text{ L/hari} \\ &= 78,64 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

3.4.2 Menentukan Kebutuhan Air Pemadam Kebakaran

Gedung memiliki 7 lantai dengan masing lantai memiliki luas 976 m². Sistem pemadaman kebakaran direncanakan dapat bekerja selama 60 menit, maka kebutuhan *hydrant* diperoleh

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Hydrant} &= \text{Kapasitas (GPM)} \times \text{Waktu untuk pemadaman} \\ &= 7 \times 500 \text{ GPM} \times 60 \text{ menit} = 210.000 \text{ GPM} \\ &= 210.000 \text{ GPM} \times 3,785 \text{ liter} \\ &= 794.850 \text{ L/menit} \\ &= 795 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3.4.3 Menentukan Kapasitas Ground Tank

Ground Tank didesain untuk mampu menampung kebutuhan air bersih selama 2 hari.

$$\begin{aligned}\text{Ground Tank} &= (2 \text{ Hari} \times \text{Keb. air bersih}) + \text{Keb. air Pemadam Kebakaran} \\ &= (2 \times 78,64) \text{ m}^3 + 795 \text{ m}^3 \\ &= 952,28 \text{ m}^3 \\ \text{Safety Factor 10\%} &= 110 \times \text{Ground Tank} \\ &= 1.047,51 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih sebanyak $1.047,51\text{m}^3$ maka dimensi *ground tank* yang diperlukan sebesar $20\text{m} \times 10\text{m} \times 5,5\text{m}$.

3.4.4 Menentukan Kapasitas *Roof Tank*

Kapasitas *roof tank* mengacu dari kebutuhan air alat plambing yang ditentukan dengan nilai unit beban alat plambing (UBAP). Mengacu pada SNI 03-6481-2000 setiap alat plambing dikonversikan dengan nilai UBAP-nya. Nilai laju air dapat diperoleh dari grafik hubung UBAP dengan laju debit air.

Nilai konversi UBAP alat-alat plambing dari gedung B disajikan secara terlampir. Didapatkan gedung B memiliki alat plambing yang bervariasi menghasilkan akumulasi UBAP sebesar 314. Berdasarkan grafik laju debit air, laju debit air ideal untuk 314 UBAP yaitu 400 liter/menit. *Roof tank* direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air selama 60 menit, maka

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas roof tank} &= \text{Laju aliran air} \times \text{waktu} \\ &= 400 \frac{\text{liter}}{\text{menit}} \times 60 \text{ menit} \\ &= 24.000 \text{ liter} \\ &= 24 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3.5 Menentukan Nilai Arus, Pemilihan *Breaker*, dan Pemilihan Kabel

3.5.1 Baban 1 Fase

Salah satu rangkaian lampu pada Laboratorium Perencanaan Hutan dan Pengaturan Hutan terdiri dari 6 titik lampu, masing-masing titik lampu terdiri dari 4 buah lampu 16 watt sehingga memiliki total beban sebesar 384 watt.

$$I_a = \frac{P}{V_{LN} \times \cos \varphi} = \frac{384 \text{ w}}{220 \text{ V} \times 0,85} = 2,05 \text{ A}$$

$$\text{Breaker } 125 \% = 1,25 \times 2,05 = 2,56 \text{ A}$$

Pemilihan *breaker* yakni arus maksimal yang mengalir dari suatu rangkaian sebesar 80 % dari *breaker* yang digunakan (The National Electric Code [NEC]-410,1967). Oleh karenanya nilai *breaker* sebesar 1,25 kali dari nilai arus 2,05 A. Nilai *breaker* dipilih dari hasil perhitungan dan disesuaikan dengan ketersediaan produk yang ada dipasaran, maka dipilih 4 A.

Untuk beban stop kontak, nilai beban yang terhubung secara aktual tidak diketahui, akan tetapi direncanakan dengan pertimbangan fungsi ruangan yaitu perangkat apa saja yang mungkin terhubung.

Pemilihan kabel mengacu PUIL 2011 dimana kapasitas hantar arus (KHA) kabel harus memadai dari nilai arus yang mengalir, untuk arus sebesar 4 A yaitu kabel dengan luas penampang 1,5 mm².

3.5.2 Beban 3 Fase

Pompa air yang digunakan Gedung B memiliki beban sebesar 6,15 kW.

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{LL} \times \cos \phi} = \frac{6150 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 0,85} = 10,99 \text{ A}$$

Nilai arus yang mengalir pada rangkaian sebesar 10,99 A. Pemilihan *breaker* yakni 250% dari nilai arus rangkaian (NEC-430,1967). Oleh karenanya nilai *breaker* sebesar 27,45 A. Nilai *breaker* dipilih dari hasil perhitungan dan disesuaikan dengan ketersediaan produk yang ada dipasaran, dipilihlah 35 A.

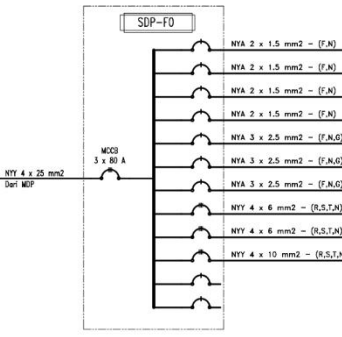
Pemilihan kabel mengacu pada PUIL 2011 dimana kapasitas hantar arus kabel harus memadai dari nilai arus yang mengalir, yaitu kabel dengan luas penampang 4 mm².

3.6 Pembagian Beban Listrik

Arus R, S, dan T diharapkan mengalir sama besar sehingga terjadi keseimbangan beban di dalam sistem. Beban yang sering digunakan atau beban yang jarang digunakan keduanya dipisahkan dan dibagi secara merata. Perhitungan pembagian beban secara lebih efisien dilakukan menggunakan *software* komputer Autodesk Revit.

3.6.1 Beban Lantai Basement

Beban lantai *basement* meliputi lampu penerangan, stop kontak, dan panel sub distribusi ruangan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1	Lighting	MCB 1P 4 A	96 VA			0,44 A
2	Lighting	MCB 1P 4 A		192 VA		0,87 A
4	Lighting	MCB 1P 4 A	192 VA			0,87 A
5	Lighting	MCB 1P 4 A		220 VA		1,00 A
6	Receptacle	MCB 1P 6 A	360 VA			1,64 A
7	Receptacle	MCB 1P 6 A		360 VA		1,64 A
8	Receptacle	MCB 1P 6 A			360 VA	1,64 A
9,10,11	SSDP-0.1	MCCB 3P 20 A	2334 VA	2352 VA	2323 VA	10,65 A
12,13,14	SSDP-0.2	MCCB 3P 16 A	1381 VA	1296 VA	1272 VA	6,00 A
15,16,17	SSDP-0.3	MCCB 3P 50 A	7459 VA	7409 VA	8445 VA	35,42 A
18	Spare	MCB 1P 6A				
19	Spare	MCB 1P 6A				
Total Load:			11822 VA	11829 VA	12400 VA	36051 VA
Total Amps:			53,7 A	53,8 A	56,4 A	54,77 A

Gambar 3. SDP-F0

Fasa R = 53,7 A

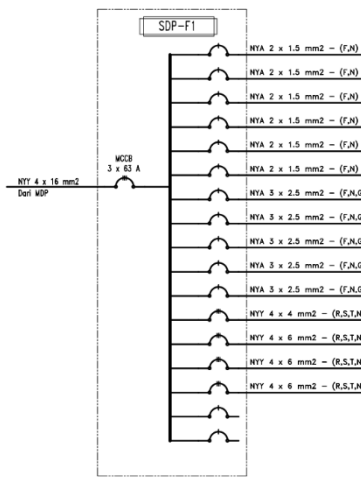
Fasa S = 53,8 A

Fasa T = 56,4 A

Dengan diperoleh arus terbesar 54,77 A maka diperlukan pengaman MCCB yang sesuai yaitu 3 x 80 A dan dengan jalur kabel NYY 4 x 25 mm².

3.6.2 Beban Lantai 1

Beban lantai 1 meliputi lampu penerangan, stop kontak, dan panel sub distribusi ruangan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1	Lighting	MCB 1P 4 A			209 VA	0,95 A
2	Lighting	MCB 1P 4 A	245 VA			1,11 A
3	Lighting	MCB 1P 4 A		263 VA		1,20 A
4	Lighting	MCB 1P 4 A			268 VA	1,22 A
5	Lighting	MCB 1P 4 A			412 VA	1,87 A
6	Lighting	MCB 1P 4 A			539 VA	2,45 A
7	Receptacle	MCB 1P 6 A	398 VA			1,81 A
8	Receptacle	MCB 1P 10 A		1200 VA		5,45 A
9	Receptacle	MCB 1P 6 A			360 VA	1,64 A
10	Receptacle	MCB 1P 6 A	180 VA			0,82 A
11	Receptacle	MCB 1P 6 A		180 VA		0,82 A
12,13,14	PABX	MCCB 3P 6 A	860 VA	0 VA	42 VA	1,37 A
15,16,17	SSDP-1.1	MCCB 3P 10 A	1628 VA	1531 VA	1347 VA	6,85 A
18,19,20	SSDP-1.2	MCCB 3P 16 A	1562 VA	2168 VA	2130 VA	8,90 A
21,22,23	SSDP-1.3	MCCB 3P 20 A	3240 VA	2768 VA	2808 VA	13,39 A
24	Spare	MCB 1P 6 A				
25	Spare	MCB 1P 6 A				
Total Load:			8113 VA	8111 VA	8115 VA	24338 VA
Total Amps:			36,9 A	36,9 A	36,9 A	36,98 A

Gambar 4. SDP-F1

Fasa R = 36,9 A

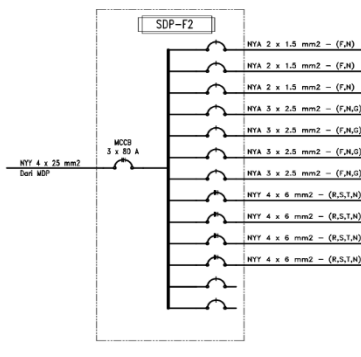
Fasa S = 36,9 A

Fasa T = 36,9 A

Dengan diperoleh arus terbesar 36,98 A maka diperlukan pengaman MCCB yang sesuai yaitu 3 x 63 A dan dengan jalur kabel NYY 4 x 16 mm².

3.6.3 Beban Lantai 2

Beban lantai 2 meliputi lampu penerangan, stop kontak, dan panel sub distribusi ruangan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 5.



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1	Lighting	MCB 1P 4 A	164 VA			0,74 A
2	Lighting	MCB 1P 6 A		362 VA		1,65 A
3	Lighting	MCB 1P 4 A			539 VA	2,45 A
4	Receptacle	MCB 1P 6 A		180 VA		0,82 A
5	Receptacle	MCB 1P 6 A			218 VA	0,99 A
6	Receptacle	MCB 1P 10 A	1200 VA			5,45 A
7	Receptacle	MCB 1P 6 A		360 VA		1,64 A
8,9,10	SSDP-2.1	MCCB 3P 20 A	3380 VA	3426 VA	3196 VA	15,20 A
11,12,13	SSDP-2.2	MCCB 3P 16 A	2042 VA	2212 VA	2311 VA	9,97 A
14,15,16	SSDP-2.3	MCCB 3P 20 A	3082 VA	3171 VA	3320 VA	14,54 A
17,18,19	SSDP-2.4	MCCB 3P 20 A	3292 VA	3421 VA	3570 VA	15,62 A
20	Spare	MCB 1P 6 A				
21	Spare	MCB 1P 6 A				
Total Load:			13160 VA	13132 VA	13153 VA	39445 VA
Total Amps:			59,8 A	59,7 A	59,8 A	59,93

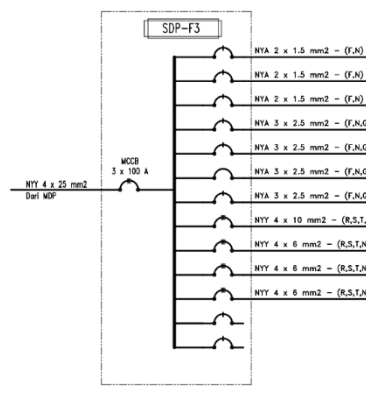
Gambar 5. SDP-F2

Fasa R	= 59,8 A
Fasa S	= 59,7 A
Fasa T	= 59,8 A

Dengan diperoleh arus terbesar 59,93 A maka diperlukan pengaman MCCB yang sesuai yaitu 3 x 80 A dan dengan jalur kabel NYY 4 x 25 mm².

3.6.4 Beban Lantai 3

Beban lantai 3 meliputi lampu penerangan, stop kontak, dan panel sub distribusi ruangan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 6.



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1	Lighting	MCB 1P 4 A	164 VA			0,74 A
2	Lighting	MCB 1P 4 A		539 VA		2,45 A
3	Lighting	MCB 1P 4 A			362 VA	1,65 A
4	Receptacle	MCB 1P 6 A	360 VA			1,64 A
5	Receptacle	MCB 1P 6 A		218 VA		0,99 A
6	Receptacle	MCB 1P 6 A			180 VA	0,82 A
7	Receptacle	MCB 1P 10 A			1200 VA	5,45 A
8,9,10	SSDP-3.1	MCCB 3P 35 A	6691 VA	6222 VA	5938 VA	28,64 A
11,12,13	SSDP-3.2	MCCB 3P 20 A	4235 VA	4096 VA	3937 VA	18,64 A
14,15,16	SSDP-3.3	MCCB 3P 16 A	1951 VA	1950 VA	1516 VA	8,23 A
17,18,19	SSDP-3.4	MCCB 3P 16 A	1406 VA	1770 VA	1666 VA	7,36 A
20	Spare	MCB 1P 6 A				
21	Spare	MCB 1P 6 A				
Total Load:			14806 VA	14795 VA	14799 VA	44400 VA
Total Amps:			67,3 A	67,3 A	67,3 A	67,46 A

Gambar 6. SDP-F3

Fasa R = 67,3 A

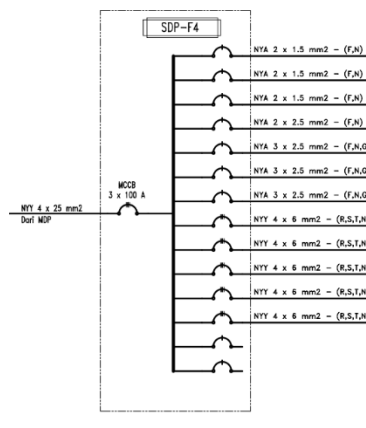
Fasa S = 67,3 A

Fasa T = 67,3 A

Dengan diperoleh arus terbesar 67,46 A maka diperlukan pengaman MCCB yang sesuai yaitu 3 x 100 A dan dengan jalur kabel NYY 4 x 25 mm².

3.6.5 Beban Lantai 4

Beban lantai 4 meliputi lampu penerangan, stop kontak, dan panel sub distribusi ruangan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 7.



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1	Lighting	MCB 1P 4 A	164 VA			0,74 A
2	Lighting	MCB 1P 4 A		362 VA		1,65 A
3	Lighting	MCB 1P 4 A	539 VA			2,45 A
4	Receptacle	MCB 1P 6 A		180 VA		0,82 A
5	Receptacle	MCB 1P 6 A			218 VA	0,99 A
6	Receptacle	MCB 1P 6 A		360 VA		1,64 A
7	Receptacle	MCB 1P 10 A			1200 VA	5,45 A
8,9,10	SSDP-4.1	MCCB 3P 16 A	2063 VA	1712 VA	2001 VA	8,78 A
11,12,13	SSDP-4.2	MCCB 3P 20 A	3523 VA	3486 VA	2971 VA	15,16 A
14,15,16	SSDP-4.3	MCCB 3P 16 A	3013 VA	2983 VA	2582 VA	13,03 A
17,18,19	SSDP-4.4	MCCB 3P 16 A	1921 VA	1532 VA	1687 VA	7,81 A
20,21,22	SSDP-4.5	MCCB 3P 20 A	3357 VA	3953 VA	3923 VA	17,07 A
23	Spare	MCB 1P 6 A				
24	Spare	MCB 1P 6 A				
Total Load:			14580 VA	14568 VA	14581 VA	43730 VA
Total Amps:			66,3 A	66,2 A	66,3 A	66,44 A

Gambar 7. SDP-F4

Fasa R = 66,3 A

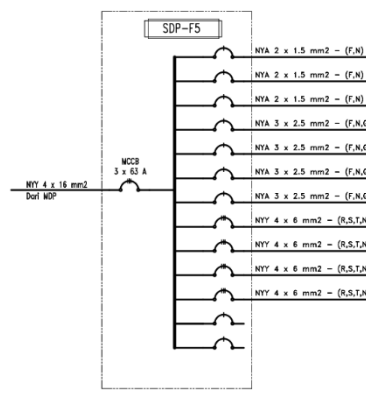
Fasa S = 66,2 A

Fasa T = 66,3 A

Dengan diperoleh arus terbesar 66,44 A maka diperlukan pengaman MCCB yang sesuai yaitu 3 x 100 A dan dengan jalur kabel NYY 4 x 25 mm².

3.6.6 Beban Lantai 5

Beban lantai 5 meliputi lampu penerangan, stop kontak, dan panel sub distribusi ruangan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 8.



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1	Lighting	MCB 1P 4 A	164			0,74 A
2	Lighting	MCB 1P 4 A		362 VA		1,65 A
3	Lighting	MCB 1P 4 A	539 VA			2,45 A
4	Receptacle	MCB 1P 6 A	360 VA			1,64 A
5	Receptacle	MCB 1P 6 A			180 VA	0,82 A
6	Receptacle	MCB 1P 6 A			218 VA	0,99 A
7	Receptacle	MCB 1P 10 A	1200 VA			5,45 A
8,9,10	SSDP-5.1	MCCB 3P 16 A	1764 VA	2798 VA	2255 VA	10,36 A
11,12,13	SSDP-5.2	MCCB 3P 16 A	1404 VA	2226 VA	2225 VA	8,90 A
14,15,16	SSDP-5.3	MCCB 3P 16 A	1741 VA	1238 VA	1800 VA	7,26 A
17,18,19	SSDP-5.4	MCCB 3P 16 A	1238 VA	1800 VA	1741 VA	7,26 A
20	Spare	MCB 1P 6 A				
21	Spare	MCB 1P 6 A				
Total Load:			8411 VA	8424 VA	8418 VA	25253 VA
Total Amps:			38,2 A	38,3 A	38,3 A	38,37 A

Gambar 8. SDP-F5

Fasa R = 38,2 A

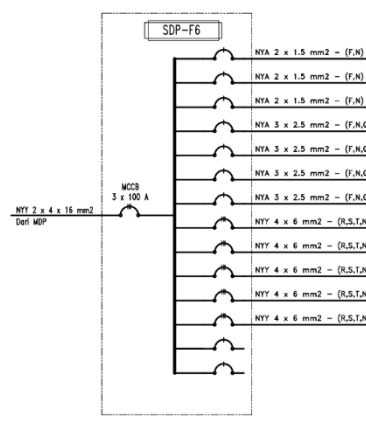
Fasa S = 38,3 A

Fasa T = 38,3 A

Dengan diperoleh arus terbesar 38,37 A maka diperlukan pengaman MCCB yang sesuai yaitu 3 x 63 A dan dengan jalur kabel NYY 4 x 16 mm².

3.6.7 Beban Lantai 6

Beban lantai 6 meliputi lampu penerangan, stop kontak, dan panel sub distribusi ruangan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 9.



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1	Lighting	MCB 1P 4 A	164 VA			0,74 A
2	Lighting	MCB 1P 4 A		362 VA		1,65 A
3	Lighting	MCB 1P 4 A			539 VA	2,45 A
4	Receptacle	MCB 1P 10 A	1200 VA			5,45 A
5	Receptacle	MCB 1P 6 A		180 VA		0,82 A
6	Receptacle	MCB 1P 6 A			218 VA	0,99 A
7	Receptacle	MCB 1P 6 A			360 VA	1,64 A
8,9,10	SSDP-6.1	MCCB 3P 20 A	3078 VA	3279 VA	3563 VA	15,07 A
11,12,13	SSDP-6.2	MCCB 3P 16 A	1461 VA	1590 VA	1285 VA	6,59 A
14,15,16	SSDP-6.3	MCCB 3P 16 A	1456 VA	1461 VA	1456 VA	6,64 A
17,18,19	SSDP-6.4	MCCB 3P 25 A	4278 VA	4517 VA	4249 VA	19,82 A
20,21,22	SSDP-6.5	MCCB 3P 25 A	4278 VA	4517 VA	4249 VA	19,82 A
23	Spare	MCB 1P 6 A				
24	Spare	MCB 1P 6 A				
Total Load:			15916 VA	15905 VA	15919 VA	47740 VA
Total Amps:			72,4 A	72,3 A	72,4 A	72,53 A

Gambar 9. SDP-F6

Fasa R = 72,4 A

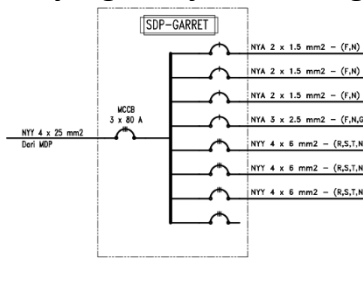
Fasa S = 72,3 A

Fasa T = 72,4 A

Dengan diperoleh arus terbesar 72,53 A maka diperlukan pengaman MCCB yang sesuai yaitu 3 x 100 A dan dengan jalur kabel NYY 2 x 4 x 16 mm².

3.6.8 Beban Loteng/Garret

Beban loteng meliputi lampu penerangan, *lift*, dan pompa *booster* distribusi ruangan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 10.



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1	Lighting	MCB 1P 4 A	32 VA			0,15 A
2	Lighting	MCB 1P 4 A	64 VA			0,29 A
3	Lighting	MCB 1P 4 A		192 VA		0,87 A
4	HVAC	MCB 1P 6 A			860 VA	3,91 A
5,6,7	Motor-Lift 1 - 9.9 kW	MCCB 3P 25 A	3880 VA	3880 VA	3880 VA	17,69 A
8,9,10	Motor-Lift 2 - 9.9 kW	MCCB 3P 25 A	3880 VA	3880 VA	3880 VA	17,69 A
11,12,13	SSDP-Booster Pump	MCCB 3P 16 A	990 VA	990 VA	990 VA	8,77 A
14,15,16	Spare	MCCB 3P 25 A				
Total Load:			8846 VA	8942 VA	9610 VA	27398 VA
Total Amps:			40,2 A	40,7 A	43,8 A	41,63 A

Gambar 10. SDP-Garret

Fasa R = 40,2 A

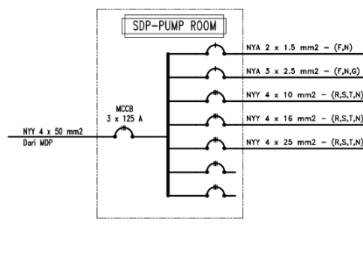
Fasa S = 40,7 A

Fasa T = 43,8 A

Dengan diperoleh arus terbesar 41,63 A maka diperlukan pengaman MCCB yang sesuai yaitu 3 x 80 A dan dengan jalur kabel NYY 4 x 25 mm².

3.6.9 Beban Ruang Mesin/Pompa

Beban ruang mesin atau pompa meliputi lampu penerangan, pompa sumur, pompa transfer, dan panel sub-sistem *hydrant* ruangan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 11.



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1	Lighting	MCB 1P 4 A	64 VA			0,29 A
2	HVAC	MCB 1P 6 A		125 VA		0,57 A
3,4,5	Motor-Transfer Pump 6,6 KW	MCCB 3P 35 A	2600 VA	2600 VA	2600 VA	11,85 A
6,7,8	Motor-Deepwell Pump 15 kW	MCCB 3P 50 A	5880 VA	5880 VA	5880 VA	26,80 A
9,8,10	SSDP-Hydrant System	MCCB 3P 80 A	11580 VA	11580 VA	11580 VA	52,78 A
11,12,13	Spare	MCCB 3P 35 A				
14,15,16	Spare	MCCB 3P 50 A				
Total Load:			20124 VA	20185 VA	20060 VA	60369 VA
Total Amps:			91,5 A	91,8 A	91,2 A	91,72 A

Gambar 11. SDP-Pump Room

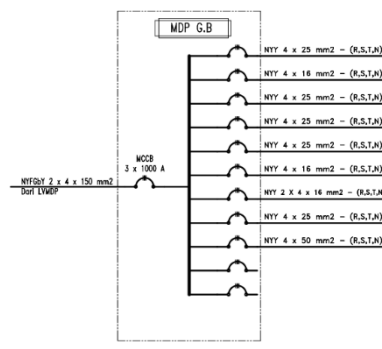
Fasa R = 91,5 A

Fasa S = 91,8 A

Fasa T = 91,2 A

Dengan diperoleh arus terbesar 91,72 A maka diperlukan pengaman MCCB yang sesuai yaitu 3 x 125 A dan dengan jalur kabel NYY 4 x 50 mm²

Gabungan panel-panel SDP menginduk pada satu jaringan panel utama gedung atau *Main Distributed Panel (MDP)*. Daftar beban panel MDP ditunjukkan oleh gambar 12. Nilai arus yang mengalir untuk Gedung B sebesar 529,83 A, sehingga kebutuhan pengamanan MCCB 3 x 1000 A dan dua jalur kabel NYFGbY 2 x 4 x 150 mm².



CKT	NAMA BEBAN	BREAKER	R	S	T	ARUS NOMINAL
1,2,3	SDP-F0	MCCB 3P 80 A	11822 VA	11829 VA	12400 VA	54,77 A
4,5,6	SDP-F1	MCCB 3P 63 A	8115 VA	8113 VA	8111 VA	36,98 A
7,8,9	SDP-F2	MCCB 3P 80 A	13160 VA	13132 VA	13153 VA	59,93 A
10,11,12	SDP-F3	MCCB 3P 100 A	14806 VA	14795 VA	14799 VA	67,46 A
13,14,15	SDP-F4	MCCB 3P 100 A	14580 VA	14568 VA	14581 VA	66,44 A
16,17,18	SDP-F5	MCCB 3P 63 A	8424 VA	8418 VA	8411 VA	38,37 A
19,20,21	SDP-F6	MCCB 3P 100 A	15916 VA	15905 VA	15919 VA	72,53 A
22,23,24	SDP-Garret	MCCB 3P 80 A	8942 VA	9610 VA	8846 VA	41,63 A
25,26,27	SDP-Pump Room	MCCB 3P 125 A	20185 VA	20060 VA	20124 VA	91,72 A
28,29,30	Spare	MCCB 3P 63 A				
31,32,33	Spare	MCCB 3P 25 A				
Total Load:			115949 VA	116431 VA	116344 VA	348724 VA
Total Amps:			527,0 A	529,5 A	529,1 A	529,83 A

Gambar 12. MDP Gedung B

4. PENUTUP

Dari analisis dan perancangan mekanikal elektrik dan plambing Gedung B Fakultas Kehutanan UGM, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Arus beban maksimal untuk satu gedung B sebesar 529,83 A sehingga kebutuhan pengamanan yang memadai yaitu menggunakan MCCB 3 x 1000 A dan penggunaan kabel penyulang yang sesuai yaitu 2 x NYFGbY 4 x 150 mm².
2. Dengan perkiraan jumlah penghuni 983 orang, kebutuhan air bersih sebesar 78.640 liter/hari.
3. Kebutuhan air untuk sistem pemadam kebakaran 7 lantai Gedung B dengan waktu 60 menit sebesar 795 m³.
4. Kebutuhan daya tampung dari *ground tank* dan *roof tank* masing-masing sebesar 1.047,52 m³ dan 24 m³.

PERSANTUNAN

Syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan hidayah dan rahmat-Nya dapat terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak- pihak terkait yang turut andil

1. Kedua orang tua dan keluarga sebagai *support system* dari segala jenis kendala yang ada.
2. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Bapak Hasyim Asy'ari S.T., M.T. yang dengan sabar membantu dan membimbing selama ini
3. Teman teman Teknik Elektro Angkatan 2019 2018 yang sedikit banyak membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional (2001). SNI 03-6575-2001. *Perencanaan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (2005). SNI 03-7065-2005. *Tata Cara Perancangan Sistem Plambing*. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (2011). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011*. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2002). Kepmen Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002. *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Perkantoran dan Industri*. PT ERM Indonesia: Balikpapan.
- The National Fire Protection Association. (1967). NEC-Article 410. *Luminaires (Lighting Fixtures), Lampholders, and Lamps*. The National Fire Protection Association: Quincy.
- The National Fire Protection Association (1967). NEC-Article 430. *Motors, Motor Circuits And Controllers*. The National Fire Protection Association: Quincy.
- Handbook for Electrical Safety in the workplace 2009: NFPA 70E*. (2009). National Fire Protection Association, c.
- Plumbing, electrical, and Mechanical Systems. (2017). *Building Materials*, 213–228. doi:10.1201/9781315371269-13
- Sampaio, A., Fernandes, V., & Gomes, A. (2023). The use of BIM-based tools to improve collaborative building projects. *Procedia Computer Science*, 219, 2027–2034. doi:10.1016/j.procs.2023.01.504
- Syed, E. U., & Manzoor, K. M. (2022). Analysis and design of buildings using Revit and ETABS software. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1478–1485. doi:10.1016/j.matpr.2022.04.463
- Wang, L., & Leite, F. (2016). Formalized knowledge representation for spatial conflict coordination of mechanical, electrical and plumbing (MEP) systems in New Building Projects. *Automation in Construction*, 64, 20–26. doi:10.1016/j.autcon.2015.12.020
- Wang, Y., Zhang, L., Yu, H., & Tiong, R. (2022). Detecting logical relationships in mechanical, electrical, and plumbing (MEP) systems with BIM using graph matching. *Advanced Engineering Informatics*, 54, 101770. doi:10.1016/j.aei.2022.101770
- Zhang, J., Zhu, X., Khan, A. M., Houda, M., Kashif Ur Rehman, S., Jameel, M., ... Alrowais, R. (2023). BIM-based architectural analysis and optimization for construction 4.0 concept (a comparison). *Ain Shams Engineering Journal*, 14(6), 102110. doi:10.1016/j.asej.2022.102110

LAMPIRAN

Tabel 2. Nilai Unit Beban Alat Plambing (UBAP) Gedung B

Alat Plambing	Kuantitas	Unit Beban	Jumlah Unit Beban
Lantai Basement			
Bak Cuci Tangan	3	2	6
Lantai 1			
Kloset dengan tangki penggelontor	2	5	10
Peturasan dengan tangki penggelontor	3	3	9
Bak Cuci Tangan	10	2	20
Bak Cuci Piring	1	2	2
Pancaran air (Kran)	10	2	20
Lantai 2			
Kloset dengan tangki penggelontor	2	5	10
Peturasan dengan tangki penggelontor	3	3	9
Bak Cuci Tangan	15	2	30
Bak Cuci Piring	1	2	2
Pancaran air (Kran)	4	2	8
Lantai 3			
Kloset dengan tangki penggelontor	2	5	10
Peturasan dengan tangki penggelontor	3	3	9
Bak Cuci Tangan	19	2	38
Bak Cuci Piring	1	2	2
Pancaran air (Kran)	4	2	8
Lantai 4			
Kloset dengan tangki penggelontor	2	5	10
Peturasan dengan tangki penggelontor	3	3	9
Bak Cuci Tangan	7	2	14
Bak Cuci Piring	1	2	2
Pancaran air (Kran)	4	2	8
Lantai 5			
Kloset dengan tangki penggelontor	2	5	10
Peturasan dengan tangki penggelontor	3	3	9
Bak Cuci Tangan	6	2	12
Bak Cuci Piring	1	2	2
Pancaran air (Kran)	4	2	8
Lantai 6			
Kloset dengan tangki penggelontor	2	5	10
Peturasan dengan tangki penggelontor	3	3	9
Bak Cuci Tangan	4	2	8
Bak Cuci Piring	1	2	2
Pancaran air (Kran)	4	2	8
Total UBAP			314