


DESAIN MECHANICAL ELECTRICAL DAN PLUMBING GEDUNG RUMAH SAKIT MUHAMMADIYAH SELOGIRI

Muhammad Razan Marjuwan¹, Hasyim Asy'ari²

¹Universitas Muhammadiyah SURakarta, Surakarta, Indonesia

² Universitas Muhammadiyah SURakarta, Surakarta, Indonesia

 Email korespondensi: d400210067@student.ums.ac.id

Abstrak. Rumah sakit merupakan fasilitas yang menuntut standar tinggi dalam hal kenyamanan, efisiensi energi, dan keamanan. Sistem Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) memiliki peran krusial dalam mendukung operasional rumah sakit, namun sering menghadapi kendala koordinasi desain antar sistem dan disiplin. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan Building Information Modeling (BIM) dengan perangkat lunak Autodesk Revit dalam perancangan sistem MEP pada Gedung Rumah Sakit Muhammadiyah Selogiri. Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif melalui simulasi desain MEP berbasis Revit dan dibandingkan dengan metode konvensional berbasis AutoCAD 2D. Data diperoleh dari perhitungan teknis, simulasi pemodelan tiga dimensi, serta validasi lapangan terhadap kebutuhan aktual gedung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Revit mampu menghasilkan desain yang terkoordinasi secara menyeluruh untuk gedung lima lantai seluas 7500 m². Sistem kelistrikan dirancang dengan total kebutuhan daya sebesar 920 KVA, didukung proteksi ACB 2000 A. Sistem pendingin ruangan dirancang dengan kapasitas 6.191.600 BTU/h dan sistem penyediaan air mencakup kapasitas Ground Water Tank sebesar 247 m³. Implementasi BIM terbukti efektif dalam mendeteksi konflik antar sistem, meningkatkan efisiensi waktu perancangan, serta memberikan visualisasi yang akurat. Dengan demikian, teknologi BIM melalui Autodesk Revit direkomendasikan sebagai solusi perancangan MEP yang efisien, integratif, dan berkelanjutan dalam proyek fasilitas kesehatan.

Kata kunci: BIM, Revit, Mechanical Electrical Plumbing.



PENDAHULUAN

Pembangunan fasilitas kesehatan semakin berkembang pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan layanan medis yang berkualitas. Rumah sakit sebagai salah satu infrastruktur vital memiliki standar yang tinggi dalam aspek keamanan, efisiensi, dan kenyamanan. Salah satu aspek krusial dalam desain rumah sakit adalah sistem Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) yang mencakup instalasi listrik, ventilasi, pemanas, pendingin, dan sistem perpipaan. Perencanaan dan implementasi sistem MEP yang baik akan berkontribusi pada efisiensi operasional rumah sakit serta kenyamanan bagi pasien dan tenaga medis [1].

Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) telah menjadi standar dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi perencanaan proyek melalui integrasi data lintas disiplin seperti arsitektur, teknik sipil, serta mekanikal dan elektrikal, sehingga mengurangi kesalahan desain dan mempercepat pelaksanaan proyek [2]. Autodesk Revit merupakan salah satu perangkat lunak BIM yang paling umum digunakan karena mampu menyediakan solusi desain dan analisis bangunan berbasis model tiga dimensi [3].

Sektor fasilitas kesehatan, terutama rumah sakit, sangat bergantung pada efisiensi desain konstruksi karena sistem MEP yang kompleks berperan penting dalam menjamin kenyamanan, efisiensi energi, dan keberlanjutan operasional jangka panjang [1]. Sistem HVAC harus memenuhi standar kesehatan melalui penggunaan HEPA filter, kontrol kelembaban, serta sistem tekanan udara positif dan negatif, khususnya pada ruang operasi dan isolasi [4]. Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) memungkinkan perhitungan beban termal dan distribusi udara secara akurat, serta mendeteksi potensi masalah teknis sejak dini, sehingga sistem HVAC dapat berjalan optimal dan hemat energi [5]. Dalam sistem elektrikal, BIM mampu meningkatkan efisiensi energi hingga 30% melalui penerapan LED dan otomatisasi, serta memungkinkan pemantauan konsumsi daya secara real-time dengan integrasi IoT, termasuk dalam perancangan sistem cadangan seperti UPS dan generator darurat [6], [7]. Sementara itu, sistem plumbing berperan dalam memastikan distribusi air bersih dan pengelolaan limbah medis yang aman sesuai standar sanitasi, di mana BIM membantu mengoptimalkan desain perpipaan dan mencegah konflik antar sistem teknis [8]; [9].

Studi terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan BIM, khususnya melalui Autodesk Revit, mampu menurunkan kesalahan desain MEP hingga 35% dan meningkatkan efisiensi konstruksi serta penghematan biaya operasional [3], [2]. Namun, penerapannya dalam proyek rumah sakit di Indonesia masih minim kajian, menciptakan celah penelitian. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas desain MEP berbasis Revit pada Rumah Sakit Muhammadiyah Selogiri, dengan fokus pada



peningkatan efisiensi perencanaan, pengurangan konflik sistem, serta perbandingan antara pendekatan BIM dan metode konvensional dalam konteks desain fasilitas kesehatan.

Secara teoritis, penelitian ini akan memperkaya literatur mengenai implementasi BIM dalam desain MEP rumah sakit, khususnya dalam konteks Indonesia. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh perencana, insinyur, dan kontraktor dalam mengoptimalkan desain dan implementasi sistem MEP di rumah sakit.

METODE

1. Studi literatur

Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman konseptual dan teoritis mengenai perancangan sistem Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) pada fasilitas kesehatan. Kajian literatur dilakukan terhadap referensi dari jurnal ilmiah, buku teks, standar teknis, dan peraturan yang relevan guna mendukung penyusunan desain dan pemodelan MEP berbasis Building Information Modeling (BIM). Literatur juga digunakan untuk mengidentifikasi kesenjangan penelitian dan merumuskan pendekatan yang sesuai dalam pengembangan desain yang efisien.

2. Penentuan Peralatan dan Perangkat Lunak

Peralatan yang digunakan dalam proses perancangan meliputi perangkat lunak Autodesk Revit untuk pemodelan MEP berbasis BIM, AutoCAD untuk gambar dua dimensi, Microsoft Excel untuk perhitungan teknis. Penggunaan Autodesk Revit memfasilitasi koordinasi antar sistem secara digital, sehingga dapat meminimalkan konflik desain. Selain itu, perangkat lunak pendukung memungkinkan visualisasi kinerja energi dan efisiensi sistem yang dirancang.

3. Pengujian dan Pengumpulan Data

Pengujian dilakukan terhadap desain MEP yang telah disimulasikan menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit. Observasi lapangan dilakukan untuk memverifikasi parameter desain seperti jumlah titik lampu, kapasitas AC, dan volume air pada tangki GWT. Jika ditemukan ketidaksesuaian selama proses validasi, perbaikan dilakukan sebelum data akhir dikumpulkan. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan sesuai dengan kondisi aktual dan standar teknis yang berlaku.

4. Proses Perancangan

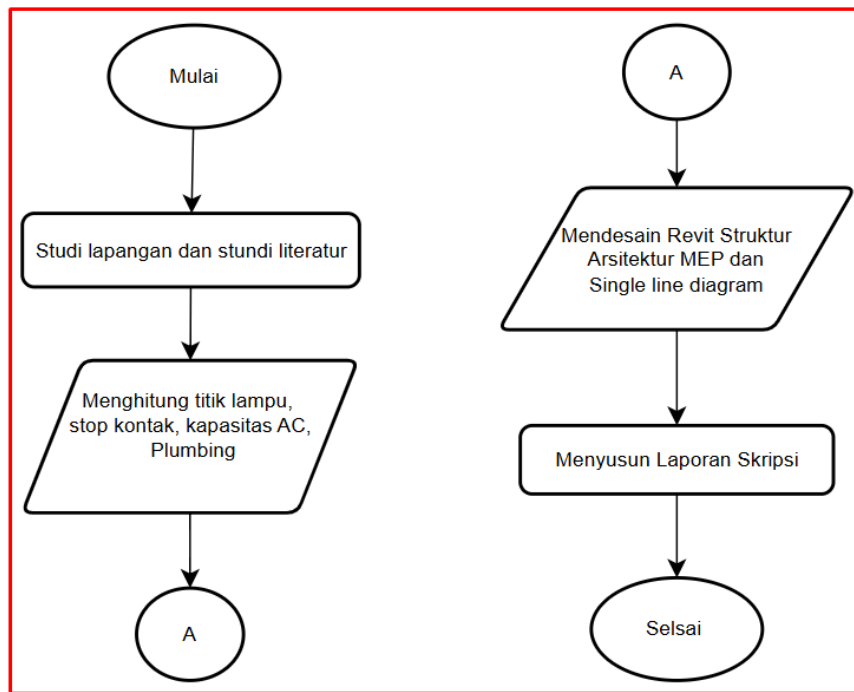
Langkah-langkah perancangan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Perancangan sistem elektrik, meliputi penghitungan jumlah titik lampu, stop kontak, AC, dan kebutuhan distribusi daya berdasarkan pembagian panel.



- b. Perancangan sistem mekanikal, mencakup perhitungan kapasitas pendingin udara (BTU/h) untuk setiap ruangan, pemilihan jenis sistem AC, serta penyusunan jalur distribusi.
- c. Perancangan sistem plumbing, yang meliputi penentuan jumlah penghuni, kebutuhan air bersih, kapasitas ground water tank, dan kebutuhan sistem pemadam kebakaran.
- d. Pemodelan sistem menggunakan BIM, dilakukan secara menyeluruh pada komponen struktur, arsitektur, dan MEP guna memperoleh model tiga dimensi yang komprehensif dan akurat.

5. Flowchart penelitian



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

HASIL

Berdasarkan observasi dan analisis terhadap desain bangunan baru Rumah Sakit Muhammadiyah Selogiri, telah diperoleh data yang dapat menjadi acuan perhitungan desain MEP. Gedung baru Rumah Sakit Muhammadiyah Selogiri memiliki 5 lantai, dengan total luas pembangunan 7500 m². Total kapasitas AC pada gedung adalah 6.191.600 BTU/h yang disuplai dengan kompresor outdoor sebesar 6.501.600 BTU/h. Total kapasitas GWT pada gedung mencapai 247 m³ untuk mensuplai kebutuhan air bersih sebesar 48 m³ dan kebutuhan air *hydrant* 128 m³. Total kebutuhan daya pada gedung



adalah 920 KVA dengan memakai proteksi ACB 2000 A dan jenis penghantar menggunakan kabel NYY 16 x 1 x 300 mm².

1. Jumlah Titik Lampu

a. Ruang Tindakan

Ruang dokter berukuran 3,78 m panjangnya, dan 3,88 m lebarnya. Tempat sidang kecil dirancang menggunakan Lampu Philips LEDtube (TL) 8 Watt 800 lumen dengan setiap titiknya dipasang 3 karena efisien daya yang baik dan nilai lumen yang cukup besar, kuat penerangan (LUX) 400, faktor Cahaya 0,85, serta pemanfaatan cahaya 0,6.

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

$$N = 400 \times 3,78 \times 3,88 / 800 \times 0,85 \times 0,6 \times 3 = 4,11 \text{ titik}$$

Keterangan:

- N = Jumlah titik pencahayaan
- E = Tingkat pencahayaan (lux)
- L = Panjang Ruangan (m)
- W = Lebar (m)
- \varnothing = Lumen
- LLF = Loss light factor (0,7 – 0,9)
- CU = Coeffisien of utilization (65% - 85%)
- n = Jumlah lampu dalam satu titik

Jadi ruang tindakan direncanakan menggunakan lampu TL 3 x 8 Watt sebanyak 4 titik.

b. 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.

2. Jumlah Stop Kontak

Stopkontak di setiap lantai ruangan direncanakan dilengkapi dengan pembatas arus berkapasitas 16 A. Hal ini dikarenakan beban stop kontak belum diketahui sehingga



dipasang MCB 16 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. Kapasitas AC

a. Ruang Tindakan

Ruang Tindakan berukuran 3,78 m panjangnya, 3,88 m lebarnya, dan 4 m tingginya. Oleh karena itu, ruang dekan memiliki kapasitas AC sebesar:

$$\begin{aligned} \text{BTU / h} &= (\text{Faktor 1} \times 37 \times T \times L \times P) + (\text{Jml orang} \times \text{faktor 2}) \\ &= (7 \times 37 \times 4 \times 3,88 \times 3,78) + (4 \times 600) \\ &= 17.629 \end{aligned} \quad (2)$$

Keterangan:

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

T = Tinggi (m)

Faktor 1 : Fungsi ruangan

Kamar Pasien = 5

Ruang Dokter = 6

Ruang Tindakan = 7

Faktor 2 : Jenis penghuni pada ruangan

Dewasa = 600

Anak – anak = 300

Maka ruang dekan direncanakan menggunakan AC Daikin Central VRV (*Variable Refrigerant Volume*) kapasitas 12.300 BTU/h sebanyak dua unit. Penentuan pemilihan AC ini berdasarkan nilai BTU/h yang memadai, memiliki efisiensi yang lebih tinggi, dapat disesuaikan, memerlukan sedikit compressor outdoor yang dapat melayani beberapa indoor.

b. Ruang Lainnya

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

4. Plumping

a. Menentukan Banyak Orang

$$\begin{aligned} \text{banyaknya orang / lantai} &= (\text{luas bangunan} \times \text{netto}) / (\text{pemakaian air}) \\ &= (1500 \times 80\%) / 10 \\ &= 120 \text{ orang} \end{aligned} \quad (3)$$

Jumlah penghuni total = Jumlah orang x Jumlah lantai



$$= 120 \times 5$$

$$= 600 \text{ orang}$$

b. Menentukan Kebuthan Air Bersih

$$\begin{aligned} \text{Air bersih} &= \text{total orang} \times \text{kebutuhan air rata-rata} && (4) \\ &= 600 \times 80 \\ &= 48000 \text{ (48 m}^3\text{)} \end{aligned}$$

c. Menentukan Air Hydrant

Berdasarkan ketentuan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1745-2000, jumlah standpipe ditentukan oleh luas area yang dilindungi. Untuk bangunan dengan luas lantai dalam rentang 900 m² hingga 2000 m², standar mensyaratkan penggunaan dua standpipe. Karena bangunan perencanaan memiliki luas lantai 1500 m², maka ditetapkan penggunaan dua standpipe dengan total debit aliran 750 GPM (gallon per minute).

$$\begin{aligned} \text{Air} &= (\text{GPM}) \times \text{waktu pemadam} && (5) \\ \text{hydran} &= 750 \times 45 = 33750 \text{ GPM} \\ &= 33750 \times 3,785 = 127.757,65 \text{ lt} \\ \text{Kebutuhan air hydran seluruh lantai} &= 127,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

d. Menentukan GWC (*Ground Water Tank*)

GWT dirancang dapat menyimpan kebutuhan air selama 2 hari.

$$\begin{aligned} \text{GWT} &= (\text{air bersih} \times 2) + \text{air hydrant} && (6) \\ &= (48 \times 2) + 128 \\ &= 224 \text{ m}^3 \\ \text{Safety factor} &= (10\% \times 224) + 22,4 \\ &= 247 \text{ m}^3 (12 \text{ m} \times 8,23 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}) \end{aligned}$$

e. 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 Rumah Sakit Muhammadiyah Selogiri, jumlah FU sebanyak 1880 FU dan debit aliran 1223 l/menit (diagram sistem perpipaan). Pengisian tangki atap diisi selama 40 menit.

$$\begin{aligned} \text{Tangki atap} &= \text{debit total air} \times \text{lama pengisian tangki atap} && (7) \\ &= 1223 \times 40 \\ &= 48920 \text{ lt/menit} \\ &= 49 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



5. Pembagian Arus

a. SDP AC, Lampu & Stop Kontak

SDP 1 Gedung RS Muhammadiyah Selogiri

| | |
|---|---------------|
| R | = 27,9 Ampere |
| S | = 29,7 Ampere |
| T | = 26,7 Ampere |

SDP 1 gedung RS Muhammadiyah Selogiri memiliki beban maksimal 29,6 A. Oleh karena itu, pengaman yang dipakai ialah MCCB berkapasitas 40A & kabel NYY 4 x 6 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 Bagian 4-43, Klausul 433.1. dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

Tabel 1. Sub Distribution Panel

| Panel | Arus max (A) | MCCB (A)/KA | Kabel (NYY) |
|-------|--------------|-------------|-------------------------|
| SDP 1 | 29,74 | 40/16 | 4 x 10 mm ² |
| SDP 2 | 34,92 | 50/16 | 4 x 10 mm ² |
| SDP 3 | 30,38 | 40/16 | 4 x 10 mm ² |
| SDP 4 | 29,19 | 40/16 | 4 x 10 mm ² |
| SDP 5 | 8,65 | 16/6 | 4 x 2,5 mm ² |

b. Sub Distributor Panel AC Outdoor

1) SDP 1 AC Outdoor

Pada SDP 1 memiliki beban AC outdoor kapasitas 307000 BTU/h 5 unit, daya 26 kW, dan tegangan 380 V.

$$\begin{aligned}
 I &= P / VL - L x \sqrt{3} x \cos \theta & (8) \\
 &= 26000 / 380 x \sqrt{3} x 0,8 \\
 &= 49,38 A
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Data AC Outdoor

| Unit (BTU/h) | Jumlah | Daya (kW) | Arus (A) | I SDP (A) | MU (A) | MO (A) | KU (mm ²) | K0 (mm ²) |
|--------------|--------|-----------|----------|-----------|--------|--------|-----------------------|-----------------------|
| VRV 307000 | 5 | 26,0 | 49,4 | 247 | 350 | 5x63 | 185 | 16 |



| | | | | | | | | |
|--------------|---|------|------|-----|--|------|--|---|
| VRV 54600 | 1 | 16,0 | 30,4 | 277 | | 1x50 | | 6 |
|--------------|---|------|------|-----|--|------|--|---|

Keterangan :

I SDP (A) : Total Arus system sdp outdoor (A)

MU (A) : Mccb utama (A)

MO (A) : Mcb tiap outdoor (A)

KU (mm²) : Luas penampang kabel dari mdp ke sdp (mm²)

KO (mm²) : Kabel sdp ke unit outdoor (mm²)

Total arus yang terhubung ke SDP 1 adalah 277 A. Oleh karena itu, pengaman yang dipakai MCCB berkapasitas 350 A & kabel NYY 4 x 1 x 185 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 Bagian 4-43, Klausul 433.1. dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA) dan $\sum I_n \text{ Kecil} \times I_n \text{ Besar} \times 125\%$.

2) SDP AC Outdoor Lainnya

Pada SDP AC Outdoor lainnya menggunakan kapasitas 307000 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.

c. Sub Distribution Pompa dan Lift

1) Sub Distribution Panel Pompa

Pada SDP pompa memiliki beban pompa *transfer* 2 unit, pompa *jockey*, dan pompa *electric*. Pompa *transfer* 2 unit, 15 kW, tegangan 380 V.

$$\begin{aligned}
 I &= \text{Jumlah unit} \times P / VL - L \times \sqrt{3} \times \cos \theta & (9) \\
 &= 2 \times 15000 / 380 \times \sqrt{3} \times 0,8 \\
 &= 56,97 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Data Pompa

| unit | Jumlah | Daya (kW) | Arus (A) |
|-----------------------|--------|-----------|----------|
| Pompa <i>transfer</i> | 2 | 15 | 56,97 |
| Pompa submersible | 1 | 22 | 41,7 |
| Pompa <i>jockey</i> | 1 | 4 | 7,59 |
| Pompa <i>electric</i> | 1 | 22 | 41,7 |



Total arus pada sdp pompa 148,14 A. oleh karena itu, pengaman yang dipakai MCCB berkapasitas 200 A & kabel NYY 4 x 95 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 Bagian 4-43, Klausul 433.1. dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

2) Sub Distribusi Panel Lift

Beban yang terdapat pada lift adalah 2 unit, daya 22 kW, dan tegangan 380 V.

$$\begin{aligned}
 I &= P / \sqrt{3} \times V_L - L \times \sqrt{3} \times \cos \theta & (10) \\
 &= 22000 / 380 \times \sqrt{3} \times 0,8 \\
 &= 41,78 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Data Pompa *Booster* & Lift

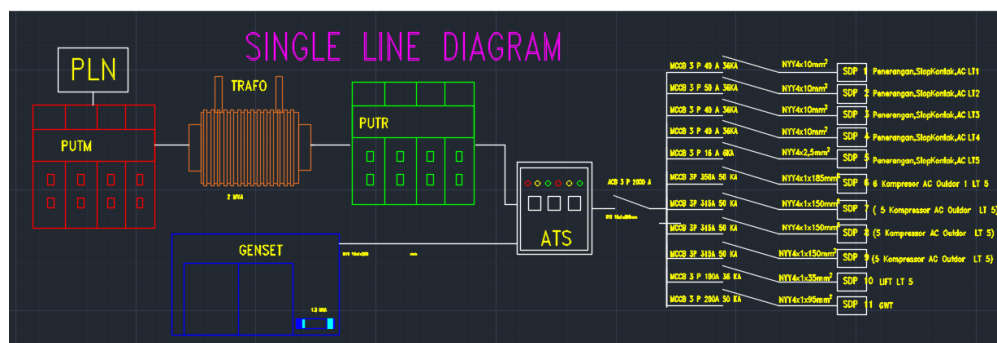
| Unit | Jumlah | Daya (kW) | Arus (A) |
|------|--------|-----------|----------|
| Lift | 1 | 22 | 41.78 |
| Lift | 1 | 22 | 41.78 |

Total arus pada SDP lift 94 A. oleh karena itu, pengaman yang dipakai MCCB berkapasitas 100 A & kabel NYY 4 x 35 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 Bagian 5.5.1.6 - Konduktor Fider yang Menyuplai Dua Motor atau Lebih. KHA fider $\geq (125\% \times I \text{ motor_terbesar}) + \sum I \text{ motor_lainnya}$. Dengan menjumlahkan arus total fasa R, S, dan T untuk setiap subpanel distribusi, kita dapat menghitung arus beban yang disuplai ke panel MDP.

$$\begin{aligned}
 R &= 1.388,23 \text{ Ampere} \\
 S &= 1.390,37 \text{ Ampere} \\
 T &= 1.389,19 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan arus total beban SDP, beban maksimum panel MDP ialah 1.390,37 A. Oleh karena itu, digunakan ACB 2000 A untuk perangkat proteksi dan digunakan kabel NYKRGbY 16 x 1 x 300 mm². Pemilihan proteksi tersebut berdasarkan puil 2011 dimana Arus Beban < Rating MCB < KHA Kabel (In < I MCB < I KHA).

6. Panel Distribusi Utama (MDP)



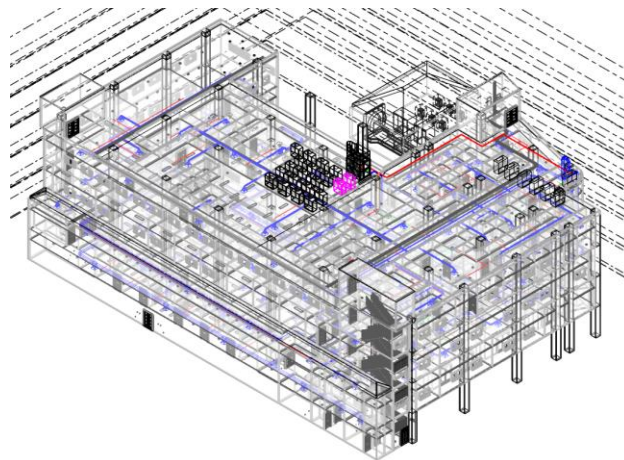
Gambar 2. Panel distribusi



7. Simulasi 3 Dimensi Menggunakan Revit

Proses perancangan untuk Gedung RS Muhammadiyah Selogiri diinisiasi melalui pemodelan tiga dimensi (3D) menggunakan Autodesk Revit, yang mengintegrasikan template dari berbagai disiplin ilmu meliputi struktur, arsitektur, plumbing, mekanikal, dan elektrikal. Manfaat utama dari pendekatan Building Information Modeling (BIM) ini adalah kemampuannya dalam melakukan deteksi konflik (clash detection) pada tahap pra-konstruksi. Seperti yang tervisualisasi pada model integratif (Revit Keseluruhan), sebuah contoh koordinasi spasial menunjukkan bagaimana jalur ducting sistem tata udara (mekanikal) dimodifikasi untuk menghindari interferensi dengan jalur pipa hidran. Identifikasi dini terhadap potensi konflik semacam ini sangat krusial untuk memitigasi risiko pengerjaan ulang, keterlambatan jadwal, dan eskalasi biaya yang umumnya terjadi pada tahap konstruksi di lapangan.

a. Revit Keseluruhan

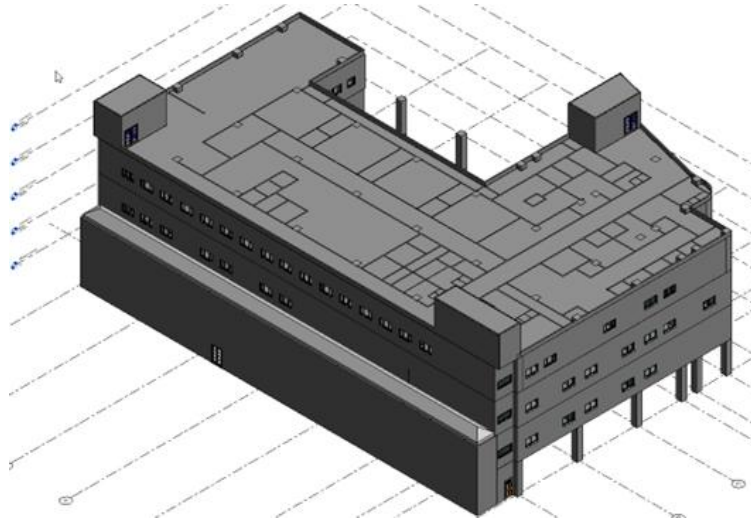


Gambar 3. Revit Keseluruhan

Model keseluruhan dalam Revit digunakan untuk koordinasi antara berbagai disiplin. Aspek pentingnya adalah fitur clash detection yang memungkinkan identifikasi konflik atau interferensi antara sistem mekanikal, elektrikal, plumbing, struktural, dan arsitektural secara otomatis, serta dokumentasi terintegrasi yang mempercepat proses koordinasi proyek.



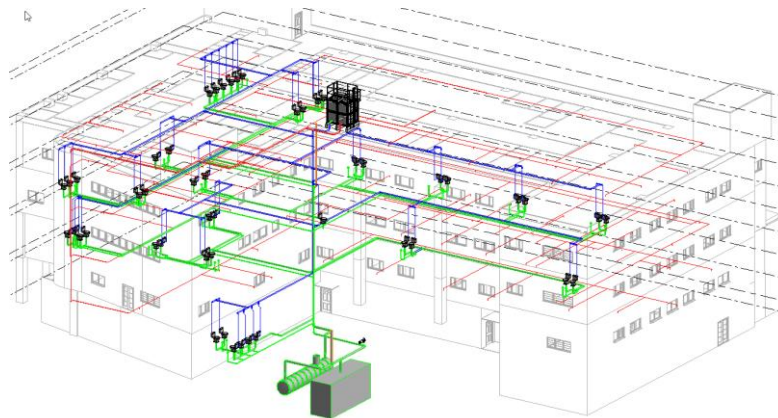
b. Revit Arsitektur



Gambar 4. Revit Arsitektur

Dalam disiplin arsitektural, aspek teknis yang diatur dalam Revit meliputi tinggi lantai (*floor-to-floor height*), dimensi ruang, luasan bukaan, hingga parameter bahan yang digunakan. Revit memungkinkan penyesuaian detail seperti ketebalan dinding, isolasi termal, serta transparansi material kaca dalam visualisasi.

c. Revit Plumbing



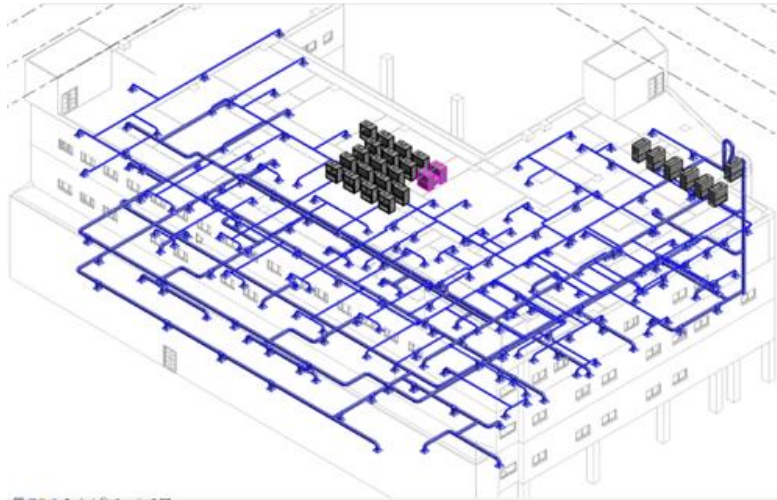
Gambar 5. Revit Plumbing

Pemodelan sistem perpipaan (*plumbing*) menggunakan Autodesk Revit, kemiringan pipa merupakan aspek krusial untuk memastikan aliran gravitasi yang efektif, terutama pada sistem pembuangan air kotor dan air hujan. Revit memungkinkan pengguna untuk menetapkan nilai kemiringan pipa secara presisi, baik dalam bentuk persentase maupun rasio. Sebagai contoh, kemiringan



1:80 atau sekitar 1,25% sering digunakan untuk memastikan aliran yang optimal. Fitur ini dapat diakses melalui tab "Modify | Place Pipe" dengan opsi "Slope" yang tersedia.

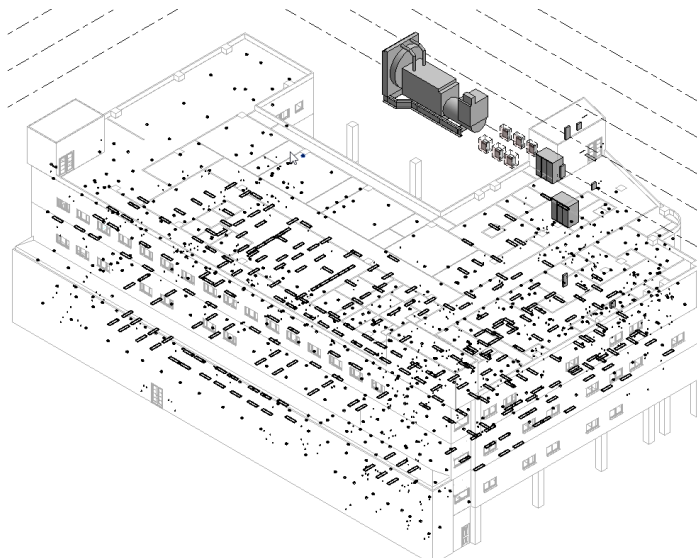
d. Revit Mekanikal



Gambar 6. Revit Mekanikal

Sistem mekanikal (HVAC), pemodelan ducting harus mempertimbangkan parameter kecepatan udara, tekanan statis, dan dimensi saluran. Revit memudahkan desain dengan menetapkan parameter spesifik, seperti kecepatan udara (biasanya 2,5-5 m/detik), tekanan kerja saluran udara, serta tipe isolasi termal agar efisiensi termal tercapai optimal.

e. Revit Elektrikal



Gambar 7. Revit Elektrikal



Pemodelan elektrik dalam Revit mencakup pengaturan standar kabel, penentuan kapasitas panel distribusi daya, tegangan operasional, serta faktor keselamatan listrik. Parameter penting lainnya adalah daya maksimum per rangkaian, penentuan ukuran kabel sesuai standar IEC, serta penyesuaian otomatis untuk tegangan jatuh (voltage drop).

PEMBAHASAN

Hasil rancangan sistem MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing) untuk gedung Rumah Sakit Muhammadiyah Selogiri memperlihatkan bahwa penggunaan Autodesk Revit dalam pendekatan BIM (Building Information Modeling) memberikan keunggulan nyata dalam koordinasi dan visualisasi antar sistem teknis. Gedung lima lantai dengan luas 7.500 m² ini memiliki kebutuhan kelistrikan sebesar 920 KVA yang diproteksi menggunakan ACB 2000 A dan kabel jenis NYY 16 x 1 x 300 mm² sebagai penghantar utama. Sistem tata udara dirancang berdasarkan kapasitas total sebesar 6.191.600 BTU/h, dengan unit outdoor sebesar 6.501.600 BTU/h yang mampu mendistribusikan beban pendinginan ke seluruh ruangan secara efisien. Pemilihan sistem VRV dinilai tepat karena fleksibilitas dan kemampuannya dalam melayani beberapa unit indoor menggunakan satu unit outdoor, serta efisiensinya dalam konsumsi energi.

Sementara itu, sistem penyediaan air bersih dan pemadam kebakaran dirancang menyesuaikan kebutuhan 600 penghuni, dengan kapasitas Ground Water Tank (GWT) sebesar 247 m³ dan tangki atap sebesar 49 m³. Nilai ini diperoleh dari perhitungan kebutuhan air harian dan kapasitas standar hydrant berdasarkan regulasi nasional. Penerapan Revit dalam pemodelan plumbing memberikan kemudahan dalam menentukan kemiringan pipa dan posisi jalur pembuangan, yang sangat penting untuk memastikan kelancaran aliran gravitasi, khususnya pada sistem air limbah dan air hujan.

Integrasi antar sistem melalui pemodelan tiga dimensi juga memungkinkan deteksi konflik sejak awal (clash detection), seperti jalur ducting mekanikal yang bersinggungan dengan pipa hidran, sehingga penyesuaian desain dapat dilakukan sebelum tahap konstruksi. Hal ini secara signifikan mengurangi risiko revisi lapangan dan mempercepat waktu pelaksanaan proyek. Modul Revit untuk masing-masing disiplin—struktur, arsitektur, elektrik, mekanikal, dan plumbing—dihubungkan dalam satu platform terpadu, mempermudah koordinasi antar tim perancang. Selain itu, penggunaan parameter teknis secara langsung di dalam perangkat lunak, seperti kecepatan udara, kapasitas beban listrik, dan standar kabel sesuai IEC, meningkatkan akurasi hasil perhitungan dan efisiensi desain.



Dibandingkan metode konvensional menggunakan AutoCAD 2D, pendekatan berbasis BIM terbukti lebih unggul dalam hal efektivitas, akurasi desain, serta ketepatan dalam perencanaan material dan waktu. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung pandangan bahwa BIM—khususnya melalui Autodesk Revit—merupakan solusi ideal dan berkelanjutan dalam pengembangan sistem MEP pada proyek-proyek fasilitas kesehatan yang kompleks dan berskala besar. Penemuan ini sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menyebutkan bahwa BIM mampu menurunkan tingkat kesalahan desain hingga lebih dari 30% serta mempercepat proses desain dan pengambilan keputusan teknis dalam proyek konstruksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan perencanaan sistem (MEP) pada bangunan RS Muhammadiyah Selogiri dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Bangunan bangunan RS Muhammadiyah Selogiri sebaiknya menggunakan ACB tiga fasa 2000 A untuk perangkat proteksi dan digunakan kabel NYKRGbY $16 \times 1 \times 300$ mm². Hal ini dikarenakan gedung direncanakan mempunyai beban arus tiap fasanya, antara lain R = 1.388,23 Ampere, S = 1.390,37 Ampere, dan T = 1.389,19 Ampere, arus beban maksimumnya adalah 1.390,37 A.
2. Bangunan bangunan RS Muhammadiyah Selogiri direncanakan memiliki kapasitas air bersih sebesar 48 m³ per hari, karena pada gedung direncanakan pengguna gedung sebanyak 600 orang.
3. Gedung bangunan RS Muhammadiyah Selogiri direncanakan memiliki kapasitas air *hydrant* sebesar 127,75 m³, karena gedung baru memiliki luas 1500 m².
4. Gedung bangunan RS Muhammadiyah Selogiri direncanakan memakai kompresor outdoor sebesar 6.501.600 BTU/h, hal ini karena perencanaan perhitungan total kapasitas AC pada gedung adalah 6.191.600 BTU/h.
5. Ukuran penyimpanan ground reservoir untuk air *hydrant* kebakaran dan air bersih direncanakan memiliki ukuran 12 m × 8,23 m × 2,5 m, hal ini karena perencanaan perhitungan GWT selama dua hari mendapatkan perhitungan sebesar 247 m³.
6. Pada simulasi Revit tersusun dari Revit struktur,arsitektur,plumbing,mekanikal dan elektrikal yang terpisah dan menjadi satu kesatuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah mendukung dalam proses penyelesaian penelitian ini, terutama kepada :



1. Orang tua dan adik yang senantiasa memberikan dukungan, doa, dan motivasi tanpa henti selama penelitian berlangsung.
2. Bapak Hasyim Asy'ari, S.T, M.T. sebagai pembimbing tugas akhir dan dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Seseorang yang begitu istimewa Sza, yang telah menjadi sumber inspirasi dan pengingat untuk tidak pernah menyerah. Terima kasih atas pengertian, semangat, dan setiap diskusi yang membuat perjalanan ini terasa jauh lebih bermakna.
4. Keluarga besar serta semua pihak yang telah memberikan dukungan berupa semangat dan doa demi kelancaran penelitian ini, serta rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2021 atas kerja sama dan dukungannya selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Khademi, S. Bahmanoo, and K. Wakil, "Practical use of computational building information modeling in repairing and maintenance of hospital building-case study," *Smart Struct Syst*, vol. 22, no. 5, pp. 575–586, 2020, doi: 10.12989/sss.2018.22.5.000.
- [2] J. Wang, X. Wang, W. Shou, H. Y. Chong, and J. Guo, "Building information modeling-based integration of MEP layout designs and constructability," *Autom Constr*, vol. 61, pp. 134–146, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.autcon.2015.10.003.
- [3] D. Aljagoub and R. Na, "Evaluating the Effectiveness of Building Information Modeling (BIM) and Virtual Reality (VR) in Understanding Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) Plans," Newark, Delaware, 2023.
- [4] K. D. Meister *et al.*, "Multidisciplinary Safety Recommendations After Tracheostomy During COVID-19 Pandemic: State of the Art Review," May 01, 2021, *SAGE Publications Inc*. doi: 10.1177/0194599820961990.
- [5] M. Hussain, A. Kumar, S. Malipatil, and R. Holkar, "Based on Google Scholar Citation) Cite this Article: Mohammed Hussain, Anand Kumar S. Malipatil and Rajesh Holkar, Energy Analysis and Design of HVAC System Using BIM," *International Journal of Thermal Engineering (IJTE)*, vol. 12, no. 1, pp. 1–21, Jun. 2024, [Online]. Available: <https://iaeme.com/Home/journal/IJTE1Availableonlineathttps://iaeme.com/Home/issue/IJTE?Volume=12&Issue=1>
- [6] L. Chen, C. Zhai, L. Wang, X. Hu, and X. Huang, "Modular Structure Construction Progress Scenario: A Case Study of an Emergency Hospital to Address the COVID-19 Pandemic," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 18, Sep. 2022, doi: 10.3390/su141811243.



- [7] Nasir & Ahmed, "The role of BIM in hospital MEP design: A case study analysis," 2020. [Online]. Available: <https://socialinc.nl/>
- [8] L. Liu and Y. Huang, "HVAC Design Optimization for Pharmaceutical Facilities with BIM and CFD," *Buildings*, vol. 14, no. 6, Jun. 2024, doi: 10.3390/buildings14061627.
- [9] M. Kassem and B. Succar, "Macro BIM adoption: Comparative market analysis," *Autom Constr*, vol. 81, pp. 286–299, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2017.04.005.

