

IMPLEMENTASI KONSEP *BUILDING INFORMATION MODELLING* PADA PEKERJAAN PLUMBING (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN KAMPUS ULU GADUT UNIVERSITAS NEGERI PADANG)

Hayatul Hifzan¹, Muvi Yandra²

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

² Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: hifzanha0526@gmail.com, muviyandra@ft.unp.ac.id

Abstrak: *Building Information Modelling* (BIM) digunakan untuk memberikan gambaran konsep konstruksi visual sebelum konstruksi fisik dimulai untuk mengurangi dan menyelesaikan masalah, menganalisis keadaan serta menghindari tabrakan desain. Dengan adanya *Building Information Modelling* (BIM) tahap-tahap pembangunan dimungkinkan untuk dilakukan dengan cepat, akurat, serta efektif dan efisien, sehingga dapat meminimalisir kesalahan teknis. Studi kasus penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Kampus Ulu Gadut Universitas Negeri Padang belum diterapkan konsep *Building Information Modelling* (BIM). Tujuan dari penelitian ini untuk mengimplementasikan *Building Information Modelling* (BIM) dalam bentuk 3D Pemodelan dan 4D Penjadwalan pada pekerjaan plumbing. Pemodelan 3D pada penelitian ini menggunakan *software* Autodesk Revit yang menghasilkan visualisasi 3D instalasi plumbing dan estimasi *quantity take off* (QTO) instalasi plumbing. Sedangkan Penjadwalan 4D menggunakan *software* Autodesk Naviswork Manage yang menghasilkan visualisasi penjadwalan berupa simulasi pekerjaan instalasi plumbing. Berdasarkan penerapan konsep *Building Information Modelling* (BIM) yang dilakukan pada pekerjaan plumbing, diperoleh *quantity take off* instalasi plumbing menggunakan *software* Autodesk Revit dengan total panjang pipa 764 m dan total durasi dari pekerjaan instalasi pekerjaan plumbing adalah adalah 70 hari kerja.

Kata Kunci: *Building Information Modelling* (BIM), Plumbing, Autodesk Revit

Abstract: *Building Information Modeling* (BIM) is used to provide a visual depiction of construction concepts before physical construction begins to reduce and resolve problems, analyze conditions and avoid design collisions. With *Building Information Modeling* (BIM), construction stages can be carried out quickly, accurately, effectively and efficiently, thereby minimizing technical errors. The case study for this research is the construction of the Lecture Building Project at the Ulu Gadut Campus, Padang State University, which has not yet implemented the *Building Information Modeling* (BIM) concept. The aim of this research is to implement *Building Information Modeling* (BIM) in the form of 3D Modeling and 4D Scheduling in plumbing work. 3D modeling in this research uses Autodesk Revit software which produces 3D visualization of plumbing installations and estimates of quantity take off (QTO) of plumbing installations. Meanwhile, 4D Scheduling uses Autodesk Naviswork Manage software which produces scheduling visualization in the form of plumbing installation work simulations. Based on the application of the *Building Information Modeling* (BIM) concept carried out on plumbing work, the take off quantity for plumbing installations was obtained using Autodesk Revit software with a total pipe length of 764 m and the total duration of the plumbing work installation work was 70 working days.

Keyword: *Building Information Modelling* (BIM), Plumbing, Autodesk Revit

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman dan teknologi, kebutuhan akan inovasi dan teknologi yang efisien terhadap waktu, biaya dan ketepatan kerja merupakan hal yang sangat diprioritaskan. Begitu pula terkait dengan dunia konstruksi dalam hal visualisasi perencanaan dan perancangan proyek. Pemodelan bangunan yang akurat, dapat menampilkan bentuk virtual menggunakan teknologi BIM atau *Building Information Modelling* (Sadad et al., 2022).

Building Information Modelling (BIM) digunakan untuk memberikan gambaran konsep konstruksi visual sebelum konstruksi fisik dimulai untuk mengurangi dan menyelesaikan masalah, menganalisis keadaan serta menghindari tabrakan desain. Dengan adanya *Building Information Modelling* (BIM) memungkinkan tahap-tahap pembangunan dilakukan dengan cepat, akurat, serta efektif dan efisien, sehingga dapat meminimalisir kesalahan teknis (Pongai et al., 2023).

Dengan penerapan *Building Information Modelling* (BIM) dapat memperoleh dimensi 3D hingga 10D. Dimensi 3D berkaitan dengan pemodelan geometri bangunan berbasis objek, 4D (Penjadwalan) mencakup urutan dan penjadwalan proyek, 5D (Perkiraan Biaya) digunakan untuk melakukan estimasi biaya proyek, 6D (Keberlanjutan) mempertimbangkan dampak lingkungan melalui analisis energi dan deteksi konflik 7D (Building Management) dilakukan pada saat bangunan konstruksi dalam masa operasionalnya, 8D (Safety) merupakan model keamanan untuk memeriksa resiko, dan mencegah terjadinya bahaya kecelakaan saat bekerja, 9D (Lean Construction) yang terkait dengan konstruksi ramping (*lean construction*) yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi setiap pekerjaan selama proses konstruksi, dan 10D (Industrial Construction) berkaitan dengan manfaat keseluruhan untuk industrialisasi konstruksi.

Bidang mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP) adalah elemen konstruksi yang memiliki peran sangat vital. Proyek-proyek MEP dapat dianalisis dengan memanfaatkan prinsip *Building Information Modelling* (BIM) untuk memperoleh model komponen 3D yang lebih terperinci serta menyusun jadwal konstruksi 4D untuk pekerjaan plumbing (Mahendra, 2021).

Pada Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Kampus Ulu Gadut Universitas Negeri Padang yang berlokasi di Kampus Ulu Gadut Universitas Negeri Padang Jl. Raya Gadut, Padang Besi, Kec. Lubuk Kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat, konsep BIM belum diterapkan. Padahal proyek ini adalah bangunan 4 lantai dan memiliki luas 1980

m² yang memenuhi syarat untuk penerapan BIM pada proyek berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018. Pekerjaan plumbing pada proyek ini hanya memodelkan instalasi plumbing dalam bentuk gambar 2D saja. Hal ini bisa menimbulkan ketidakcocokan antara desain instalasi plumbing.

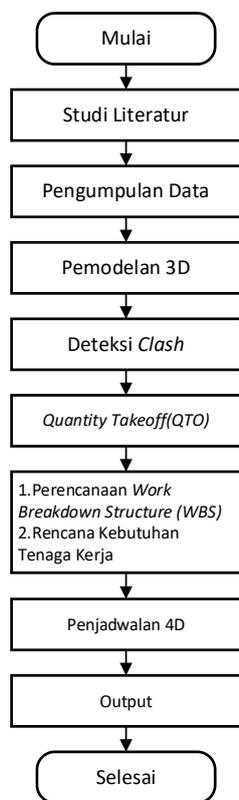
Belum adanya pemodelan 3D antara instalasi plumbing dalam dokumen gambar memberi peluang untuk dilakukannya analisis menggunakan konsep *Building Information Modelling* (BIM). Penerapan konsep BIM yang dilakukan adalah pemodelan 3D dan dilanjutkan dengan Estimasi Penjadwalan 4D. Dengan menggunakan konsep *Building Information Modelling* (BIM), pemodelan dan penjadwalan pekerjaan plumbing bisa dimodelkan secara 3D agar mendapatkan pemodelan yang lebih akurat, terkoordinasi dan mempermudah kontraktor dalam melaksanakan pekerjaan konstruksi.

Software yang mendukung konsep BIM adalah Autodesk Revit dan Autodesk Navisworks. Autodesk Revit merupakan salah satu *tools* BIM yang bisa mewujudkan 3D *modelbase* pekerjaan struktur, arsitektur, mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP). *Software* Autodesk Navisworks merupakan salah satu *tools* BIM yang bisa mewujudkan 4D *scheduling* dan mampu mengintegrasikan dengan konsep 3D *modelbase* (Nugraha, 2020).

METODE PENELITIAN

Prosedur dan Rencana Rancangan

Perancangan ini dilakukan untuk menghasilkan penjadwalan 4D pekerjaan plumbing pada Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Kampus Ulu Gadut Universitas Negeri Padang menggunakan konsep *Building Information Modelling* (BIM) dengan bantuan *software* Autodesk Revit untuk pemodelan 3D dan *software* Autodesk Navisworks untuk penjadwalan. Secara garis besar langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar diagram alir di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir

Tahapan Perancangan

1. Studi Literatur

Pada tahap studi literatur dilakukan dengan membaca dan mencari berbagai sumber yang mendukung pengerjaan penelitian ini yang berasal dari internet, jurnal, buku, dan SNI.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan penulis berupa data sekunder yaitu Detailed Engineering Design (DED) dan dokumen AHSP.

3. Pemodelan 3D Bangunan

Setelah gambar rencana Detailed Engineering Design dipelajari, maka akan dilanjutkan dengan pemodelan 3D menggunakan tools *software* Autodesk Revit. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan structural template dan architectural template terlebih dahulu lalu dilanjutkan dengan plumbing template. Adapun pemodelan yang dilakukan yaitu:

a. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur pada penelitian ini mencakup:

- 1)Pemodelan Kolom
- 2)Pemodelan Balok

b. Pemodelan Arsitektur

Pemodelan arsitektur pada penelitian ini mencakup:

- 1)Pemodelan Dinding
- 2)Pemodelan Plat Lantai
- 3)Pemodelan Atap
- 4)Pemodelan Pintu dan Jendela

c. Pemodelan Sistem Instalasi Plumbing

Pemodelan sistem instalasi plumbing pada penelitian ini mencakup:

- 1) Pemodelan instalasi air bersih
- 2) Pemodelan instalasi air kotor
- 3) Pemodelan instalasi air bekas
- 4) Pemodelan instalasi vent
- 5) Pemodelan instalasi air hujan

4. Deteksi Clash

Pendeteksian clash dilakukan setelah pemodelan 3D selesai untuk memastikan pemodelan 3D akurat. Untuk pendeteksian clash ini dilakukan pada *software* Autodesk Revit menggunakan fitur interference check antara elemen plumbing template.

5. Quantity Take Off

Setelah dilakukannya pendeteksian clash, dan tidak ditemukan adanya clash antara architectural template dan plumbing template maka selanjutnya mengetahui QTO pada *software* Autodesk Revit menggunakan fitur schedule quantities untuk memperoleh quantity takeoff dari pemodelan 3D.

6. Perencanaan Work Breakdown Structure (WBS)

Perencanaan work breakdown structure (WBS) dan keterkaitan hubungan dalam konteks pekerjaan plumbing diterapkan dengan mempertimbangkan pekerjaan plumbing yang lain. Hal ini bertujuan untuk menyusun rencana jadwal yang efektif, memastikan urutan pekerjaan yang sesuai, dan mencegah terjadinya clash antara berbagai jenis pekerjaan.

7. Rencana Kebutuhan Tenaga Kerja

Dalam konteks pekerjaan konstruksi, perencanaan alokasi tenaga kerja bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi jumlah tenaga kerja yang tersedia, sehingga waktu pekerjaan dapat diatur dan dioptimalkan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan jumlah tenaga kerja per hari yang direncanakan secara optimal untuk proyek penelitian. Dari jumlah tenaga kerja per hari ini, penulis dapat melakukan alokasi sesuai dengan urutan pekerjaan yang telah direncanakan, memungkinkan optimalisasi penggunaan sumber daya tenaga kerja yang tersedia.

8. Penerapan Konsep 4D

Setelah mendapatkan hasil durasi total pekerjaan plumbing pada pemodelan 3D, selanjutnya pada tahapan ini akan dilakukan penjadwalan 4D. Penyusunan penjadwalan dibantu dengan Microsoft Project untuk penginputan data ke *software* Autodesk Naviswork. Pada *software* Autodesk Naviswork dilakukan simulasi penjadwalan sesuai dengan yang direncanakan untuk mendapatkan *bar chart/gantt chart* dan

menunjukkan visualisasi dari penjadwalan estimasi durasi.

9. Penyajian Hasil

Hasil dari penelitian ini berupa pemodelan 3D dan penjadwalan 4D dari estimasi durasi total pekerjaan plumbing dalam Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Kampus Ulu Gadut Universitas Negeri Padang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan 3D

Pemodelan 3D instalasi plumbing pada penelitian ini berupa gambar 3D yang dimodelkan *software* Autodesk Revit dengan digunakan beberapa *template*, yaitu *structural template*, *architectural template* dan *plumbing template*. Pemodelan instalasi plumbing dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Pemodelan 3D Instalasi Plumbing

Pendeteksian Clash

Pendeteksian clash dilakukan setelah pemodelan 3D selesai untuk memastikan pemodelan 3D akurat, tidak terjadi tabrakan, perpotongan ataupun elemen yang ganda.

Apabila antara elemen bangunan yang di *chek* ditemukan perpotongan atau *clash*, maka revit otomatis memberikan *interference dialog report*. Jika tidak ada nya perpotongan atau *clash*, revit secara otomatis akan menampilkan *no interference detected*. Pendeteksian *clash* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 3. Pendeteksian Clash

Quantity take off Instalasi Plumbing

Berdasarkan hasil *quantity take off* yang didapatkan dari *software* Autodesk Revit diperoleh total panjang pipa instalasi plumbing yang digunakan pada penelitian ini. Rekapitulasi *quantity take off* instalasi pekerjaan plumbing dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

| <Pipe Schedule> | | | | |
|------------------------|--|---------------------|----------|------------|
| A | B | C | D | E |
| Lantai | Family and Type | System Type | Diameter | Length (m) |
| Lantai 1 | Pipe Types: Pipa PPR Air Bersih 20 | Domestic Cold Water | 20.0 mm | 97 |
| Lantai 1 | Pipe Types: Pipa PPR Air Bersih 32 | Domestic Cold Water | 32.0 mm | 31 |
| Lantai 1 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Vent 32 | Vent | 32.0 mm | 8 |
| Lantai 1 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Vent 40 | Vent | 40.0 mm | 9 |
| Lantai 1 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Bekas 60 | Sanitary | 60.0 mm | 27 |
| Lantai 1 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Kotor 100 | Sanitary | 100.0 mm | 26 |
| Lantai 1 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Bekas 150 | Sanitary | 150.0 mm | 7 |
| Lantai 1 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Kotor 150 | Sanitary | 150.0 mm | 18 |
| Lantai 2 | Pipe Types: Pipa PPR Air Bersih 20 | Domestic Cold Water | 20.0 mm | 40 |
| Lantai 2 | Pipe Types: Pipa PPR Air Bersih 32 | Domestic Cold Water | 32.0 mm | 27 |
| Lantai 2 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Vent 32 | Vent | 32.0 mm | 7 |
| Lantai 2 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Vent 40 | Vent | 40.0 mm | 8 |
| Lantai 2 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Bekas 60 | Sanitary | 60.0 mm | 21 |
| Lantai 2 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Kotor 100 | Sanitary | 100.0 mm | 22 |
| Lantai 2 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Bekas 150 | Sanitary | 150.0 mm | 7 |
| Lantai 2 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Kotor 150 | Sanitary | 150.0 mm | 7 |
| Lantai 3 | Pipe Types: Pipa PPR Air Bersih 20 | Domestic Cold Water | 20.0 mm | 40 |
| Lantai 3 | Pipe Types: Pipa PPR Air Bersih 32 | Domestic Cold Water | 32.0 mm | 27 |
| Lantai 3 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Vent 32 | Vent | 32.0 mm | 7 |
| Lantai 3 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Bekas 60 | Sanitary | 60.0 mm | 21 |
| Lantai 3 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Kotor 100 | Sanitary | 100.0 mm | 22 |
| Lantai 3 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Bekas 150 | Sanitary | 150.0 mm | 6 |
| Lantai 4 | Pipe Types: Pipa PVC - DWV Air Hujan 100 | Sanitary | 100.0 mm | 176 |
| Pipa Ke Lantai 1 | Pipe Types: Pipa PPR Air Bersih 65 | Domestic Cold Water | 65.0 mm | 35 |
| Pipa Ke lantai 2 dan 3 | Pipe Types: Pipa PPR Air Bersih 65 | Domestic Cold Water | 65.0 mm | 26 |
| Water Tank ke Roof Ta | Pipe Types: Pipa PPR Air Bersih 65 | Domestic Cold Water | 65.0 mm | 41 |
| Grand total: | | | | 754 |

Gambar 4. Quantity take off Pekerjaan Instalasi Plumbing

Perencanaan Work Breakdown Structure (WBS)

Perencanaan *Work Breakdown Structure (WBS)* dibuat untuk memudahkan pengelompokan dan pengurutan pekerjaan plumbing pada proyek. *Work Breakdown Structure (WBS)* ini gunanya juga untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas pekerjaan plumbing yang dimodelkan sebagai pedoman dalam Penjadwalan. Uraian pekerjaan plumbing dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Uraian Pekerjaan

| NO | URAIAN PEKERJAAN |
|-----------|--|
| I | Pekerjaan Plumbing |
| 1 | Pekerjaan Plumbing 1 |
| | Pekerjaan Biofilter Tank |
| | Pekerjaan Water Tank Lantai 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 20 mm Lantai 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 32 mm Lantai 1 |
| 2 | Pekerjaan Plumbing 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 4"/100 mm Lantai 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 1 |
| 3 | Pekerjaan Plumbing 3 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 2"/ 60 mm Lantai 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1"/ 32 mm Lantai 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1 1/4"/ 40 mm Lantai 1 |
| 4 | Pekerjaan Plumbing 4 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 20 mm Lantai 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 32 mm Lantai 2 |
| 5 | Pekerjaan Plumbing 5 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 4"/100 mm Lantai 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 2 |
| 6 | Pekerjaan Plumbing 6 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 2"/ 60 mm Lantai 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1"/ 32 mm Lantai 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1 1/4"/ 40 mm Lantai 2 |
| 7 | Pekerjaan Plumbing 7 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 20 mm Lantai 3 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 32 mm Lantai 3 |
| 8 | Pekerjaan Plumbing 8 |
| | Pekerjaan Instalasi Air Bersih Ke Roof Tank \varnothing 65 mm |
| | Pekerjaan Instalasi Air Bersih Roof Tank ke Lantai 1 \varnothing 65 mm |
| | Pekerjaan Instalasi Air Bersih Roof Tank ke Lantai 2 dan 3 \varnothing 65 mm |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 4"/100 mm Lantai 3 |
| 9 | Pekerjaan Plumbing 9 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 2"/ 60 mm Lantai3 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 3 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1"/ 32 mm Lantai3 |
| 10 | Pekerjaan Plumbing 10 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Hujan 100 |
| | Pekerjaan Pemasangan Roof Tank |
| II | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing |
| 1 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain Lantai 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Closet Duduk Lantai 1 |
| 2 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 2 |
| | Pekerjaan Pemasangan Urinoir Lantai 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Wastafel Lantai 1 |
| 3 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 3 |
| | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain Lantai 2 |
| | Pekerjaan Pemasangan Closet Duduk Lantai 2 |
| 4 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 4 |
| | Pekerjaan Pemasangan Urinoir Lantai 2 |
| | Pekerjaan Pemasangan Wastafel Lantai 2 |
| 5 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 5 |
| | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain Lantai 3 |
| | Pekerjaan Pemasangan Closet Duduk Lantai 3 |
| 6 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 6 |
| | Pekerjaan Pemasangan Urinoir Lantai 3 |
| | Pekerjaan Pemasangan Wastafel Lantai 3 |
| | Pekerjaan Pemasangan Roof Drain |

Rencana Kebutuhan Tenaga Kerja

1. Alokasi Tenaga Kerja

Untuk mempermudah pengelompokan pekerjaan plumbing sesuai uraian pekerjaan, rekapitulasi *quantity take off* instalasi plumbing dibuat menggunakan bantuan Microsoft Excel. Sedangkan alokasi tenaga kerja berdasarkan data lapangan penetapan jumlah tenaga kerja untuk pekerjaan instalasi plumbing Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Kampus Ulu Gadut Universitas Negeri Padang yaitu maksimal 4 tenaga kerja tukang perhari. Rekapitulasi *quantity take off* dan alokasi tenaga kerja pada pekerjaan plumbing pada proyek ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2 Rekapitulasi *Quantity take off* dan Alokasi Tenaga Kerja

| NO | URAIAN PEKERJAAN | Volume | Satuan | Alokasi Tenaga Kerja |
|-----------|--|--------|--------|----------------------|
| I | Pekerjaan Plumbing | | | |
| 1 | Pekerjaan Plumbing 1 | | | |
| | Pekerjaan Biofilter Tank | | Unit | 2 |
| | Pekerjaan Water Tank Lantai 1 | 1 | Unit | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 20 mm Lantai 1 | 97 | m | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 32 mm Lantai 1 | 31 | m | 2 |
| 2 | Pekerjaan Plumbing 2 | | | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 4"/100 mm Lantai 1 | 26 | m | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 1 | 18 | m | 1 |
| 3 | Pekerjaan Plumbing 3 | | | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 2"/ 60 mm Lantai 1 | 27 | m | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 1 | 7 | m | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1"/ 32 mm Lantai 1 | 8 | m | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1 1/4"/ 40 mm Lantai 1 | 9 | m | 1 |
| 4 | Pekerjaan Plumbing 4 | | | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 20 mm Lantai 2 | 40 | m | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 32 mm Lantai 2 | 27 | m | 2 |
| 5 | Pekerjaan Plumbing 5 | | | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 4"/100 mm Lantai 2 | 22 | m | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 2 | 7 | m | 1 |
| 6 | Pekerjaan Plumbing 6 | | | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 2"/ 60 mm Lantai 2 | 21 | m | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 2 | 7 | m | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1"/ 32 mm Lantai 2 | 7 | m | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1 1/4"/ 40 mm Lantai 2 | 8 | m | 1 |
| 7 | Pekerjaan Plumbing 7 | | | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 20 mm Lantai 3 | 40 | m | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR \varnothing 32 mm Lantai 3 | 27 | m | 2 |
| 8 | Pekerjaan Plumbing 8 | | | |
| | Pekerjaan Instalasi Air Bersih Ke Roof Tank \varnothing 65 mm | 41 | m | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Air Bersih Roof Tank ke Lantai 1 \varnothing 65 mm | 35 | m | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Air Bersih Roof Tank ke Lantai 2 dan 3 \varnothing 65 mm | 26 | m | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC \varnothing 4"/100 mm Lantai 3 | 22 | m | 2 |
| 9 | Pekerjaan Plumbing 9 | | | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 2"/ 60 mm Lantai3 | 21 | m | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC \varnothing 6"/150 mm Lantai 3 | 6 | m | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC \varnothing 1"/ 32 mm Lantai3 | 7 | m | 1 |
| 10 | Pekerjaan Plumbing 10 | | | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Hujan 100 | 176 | m | 2 |
| | Pekerjaan Pemasangan Roof Tank | 1 | m | 1 |
| II | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing | | | |
| 1 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 1 | | | |
| | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain Lantai 1 | 10 | unit | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Closet Duduk Lantai 1 | 10 | unit | 2 |
| 2 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 2 | | | |
| | Pekerjaan Pemasangan Urinoir Lantai 1 | 5 | unit | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Wastafel Lantai 1 | 2 | unit | 1 |
| 3 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 3 | | | |
| | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain Lantai 2 | 8 | unit | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Closet Duduk Lantai 2 | 8 | unit | 2 |
| 4 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 4 | | | |
| | Pekerjaan Pemasangan Urinoir Lantai 2 | 3 | unit | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Wastafel Lantai 2 | 2 | unit | 1 |
| 5 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 5 | | | |
| | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain Lantai 3 | 8 | unit | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Closet Duduk Lantai 3 | 8 | unit | 2 |
| 6 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 6 | | | |
| | Pekerjaan Pemasangan Urinoir Lantai 3 | 3 | unit | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Wastafel Lantai 3 | 2 | unit | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Roof Drain | 26 | unit | 1 |

Koefisien tenaga kerja diperoleh dari dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) PU. Indeks produktivitas digunakan dalam penentuan koefisien yang menjelaskan kebutuhan durasi dan tenaga kerja atau orang dan hari pada dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).

Indeks produktivitas digunakan untuk menentukan faktor yang menjelaskan jumlah waktu dan jumlah pekerja atau hari yang dibutuhkan dalam dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan. Dokumen analisa harga satuan pekerjaan diasumsikan sendiri berdasarkan acuan dari SNI-T-15-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Pipa dan Saniter dan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya dan Perumahan. Koefisien tenaga kerja dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Tabel 3. Koefisien Tenaga Kerja

| No | URAIAN PEKERJAAN | Koefisien Tukang | Satuan |
|----|--|------------------|--------|
| 1 | Pekerjaan Biofilter Tank | 2 | OH |
| 2 | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain | 0.01 | OH |
| 3 | Pekerjaan Pemasangan closet duduk | 0.5 | OH |
| 4 | Pekerjaan Pemasangan wastafel | 1.2 | OH |
| 5 | Pekerjaan Pemasangan Urinoir | 1 | OH |
| 6 | Pekerjaan Pemasangan Roof drain | 0.01 | OH |
| 7 | Pekerjaan Pemasangan Roof Tank | 1 | OH |
| 8 | Pekerjaan Instalasi Pipa PPR ϕ 20 mm | 0.06 | OH |
| 9 | Pekerjaan Instalasi Pipa PPR ϕ 32 mm | 0.06 | OH |
| 10 | Pekerjaan Instalasi Pipa PPR ϕ 65 mm | 0.135 | OH |
| 11 | Pekerjaan Instalasi Pipa PVC ϕ 1"/32 mm | 0.06 | OH |
| 12 | Pekerjaan Instalasi Pipa PVC ϕ 1 1/4"/40 mm | 0.09 | OH |
| 13 | Pekerjaan Instalasi Pipa PVC ϕ 2"/60 mm | 0.09 | OH |
| 14 | Pekerjaan Instalasi Pipa PVC ϕ 2"/65 mm | 0.135 | OH |
| 15 | Pekerjaan Instalasi Pipa PVC ϕ 4"/100 mm | 0.135 | OH |
| 16 | Pekerjaan Instalasi Pipa PVC ϕ 6"/150 mm | 0.135 | OH |

2. Estimasi Dursai Tiap Aktivitas

Informasi data pada pemodelan 3D dari *software* Autodesk Revit digunakan untuk pengestimasi durasi pada pekerjaan plumbing yang dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$T = \frac{k \times V}{N}$$

Dimana:

T = Lama Pekerjaan

k = Koefisien Tenaga Kerja dalam Analisis Harga Satuan

N = Jumlah Tenaga Kerja

V = Kuantitas Pekerja

Adapun contoh perhitungan estimasi durasi pekerjaan plumbing pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

Pekerjaan Instalasi Air Bersih PPR ϕ 20 mm lantai 1

Diketahui:

N = 2 tukang

k = 0.06

V = 97m

$$T = \frac{0.06 \times 97}{2}$$

$$T = 2.91 = 3 \text{ hari}$$

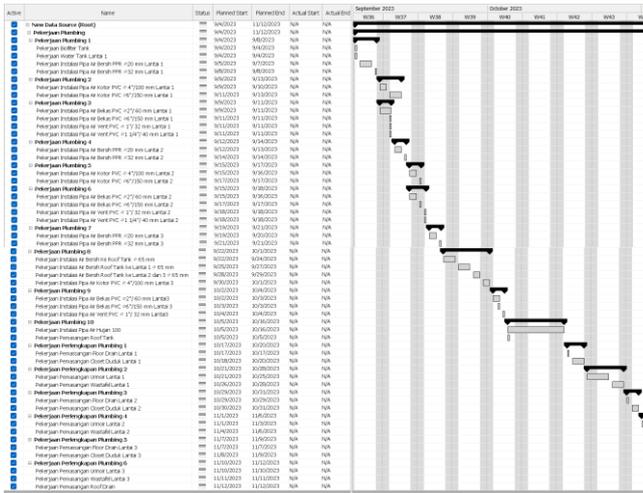
Rekapitulasi estimasi durasi aktivitas pada pekerjaan plumbing pada proyek ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Rekapitulasi Estimasi Durasi Aktivitas pada Pekerjaan Plumbing

| NO | URAIAN PEKERJAAN | Hari |
|-----------|---|------|
| 1 | Pekerjaan Plumbing | |
| 1 | Pekerjaan Plumbing 1 | |
| | Pekerjaan Biofilter Tank | 1 |
| | Pekerjaan Water Tank Lantai 1 | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR ϕ 20 mm Lantai 1 | 3 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR ϕ 32 mm Lantai 1 | 1 |
| 2 | Pekerjaan Plumbing 2 | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC ϕ 4"/100 mm Lantai 1 | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC ϕ 6"/150 mm Lantai 1 | 3 |
| 3 | Pekerjaan Plumbing 3 | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC ϕ 2"/60 mm Lantai 1 | 3 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC ϕ 6"/150 mm Lantai 1 | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC ϕ 1"/32 mm Lantai 1 | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC ϕ 1 1/4"/40 mm Lantai 1 | 1 |
| 4 | Pekerjaan Plumbing 4 | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR ϕ 20 mm Lantai 2 | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR ϕ 32 mm Lantai 2 | 1 |
| 5 | Pekerjaan Plumbing 5 | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC ϕ 4"/100 mm Lantai 2 | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC ϕ 6"/150 mm Lantai 2 | 1 |
| 6 | Pekerjaan Plumbing 6 | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC ϕ 2"/60 mm Lantai 2 | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC ϕ 6"/150 mm Lantai 2 | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC ϕ 1"/32 mm Lantai 2 | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC ϕ 1 1/4"/40 mm Lantai 2 | 1 |
| 7 | Pekerjaan Plumbing 7 | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR ϕ 20 mm Lantai 3 | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih PPR ϕ 32 mm Lantai 3 | 1 |
| 8 | Pekerjaan Plumbing 8 | |
| | Pekerjaan Instalasi Air Bersih Ke Roof Tank ϕ 65 mm | 3 |
| | Pekerjaan Instalasi Air Bersih Roof Tank ke Lantai 1 ϕ 65 mm | 3 |
| | Pekerjaan Instalasi Air Bersih Roof Tank ke Lantai 2 dan 3 ϕ 65 mm | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor PVC ϕ 4"/100 mm Lantai 3 | 2 |
| 9 | Pekerjaan Plumbing 9 | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC ϕ 2"/60 mm Lantai3 | 2 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bekas PVC ϕ 6"/150 mm Lantai 3 | 1 |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Vent PVC ϕ 1"/32 mm Lantai3 | 1 |
| 10 | Pekerjaan Plumbing 10 | |
| | Pekerjaan Instalasi Pipa Air Hujan 100 | 12 |
| | Pekerjaan Pemasangan Roof Tank | 1 |
| II | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing | |
| 1 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 1 | |
| | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain Lantai 1 | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Closet Duduk Lantai 1 | 3 |
| 2 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 2 | |
| | Pekerjaan Pemasangan Urinoir Lantai 1 | 5 |
| | Pekerjaan Pemasangan Wastafel Lantai 1 | 3 |
| 3 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 3 | |
| | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain Lantai 2 | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Closet Duduk Lantai 2 | 2 |
| 4 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 4 | |
| | Pekerjaan Pemasangan Urinoir Lantai 2 | 3 |
| | Pekerjaan Pemasangan Wastafel Lantai 2 | 3 |
| 5 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 5 | |
| | Pekerjaan Pemasangan Floor Drain Lantai 3 | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Closet Duduk Lantai 3 | 2 |
| 6 | Pekerjaan Perlengkapan Plumbing 6 | |
| | Pekerjaan Pemasangan Urinoir Lantai 3 | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Wastafel Lantai 3 | 1 |
| | Pekerjaan Pemasangan Roof Drain | 1 |

Penjadwalan 4D

Hasil yang didapatkan berupa penjadwalan proyek konstruksi pada pekerjaan plumbing dengan menerapkan konsep *Building Information Modelling* (BIM). Hasil yang didapatkan berupa *bar chart* dari setiap pekerjaan plumbing dan simulasi dari penjadwalan. Berdasarkan simulasi yang dilakukan dengan konsep *Building Information Modelling* (BIM) dapat diketahui bahwa durasi pekerjaan plumbing yang diperoleh adalah 70 hari. Hasil *bar chart* dari penjadwalan yang diperoleh dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Output Penjadwalan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil akhir Penulis yang berjudul Implementasi Konsep Building Information Modelling (BIM) Pada Pekerjaan Plumbing (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Kampus Ulu Gadut Universitas Negeri Padang) dapat diambil kesimpulan:

1. Diperolehnya pemodelan 3D yang terdiri dari struktur, arsitektur, dan instalasi plumbing menggunakan *software* Autodesk Revit 2022.
2. Diperolehnya *quantity take off* instalasi plumbing berdasarkan pemodelan di *software* Autodesk Revit 2022. Dimana seluruh total panjang pipa yang digunakan yakni 764 m diantaranya adalah:
 - a. Pipa Air Bersih PPR $\varnothing 20$ mm: 177m
 - b. Pipa Air Bersih PPR $\varnothing 32$ mm: 84 m
 - c. Pipa Air Bersih PPR $\varnothing 65$ mm: 102 m
 - d. Pipa Air Bekas PVC $\varnothing 2$ " / 60 mm: 69 m
 - e. Pipa Air Bekas PVC $\varnothing 6$ " / 150 mm: 21 m
 - f. Pipa Air Kotor PVC $\varnothing 4$ " / 100 mm: 70 m
 - g. Pipa Air Kotor PVC $\varnothing 6$ " / 150 mm: 25 m
 - h. Pipa Air Hujan PVC $\varnothing 4$ " / 100 mm: 176 m
 - i. Pipa Vent PVC $\varnothing 1$ " / 32 mm: 23 m
 - j. Pipa Vent PVC $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ " / 40 mm : 16 m
3. Diperolehnya durasi total pekerjaan instalasi plumbing yakni 70 hari dan visualisasi penjadwalan 4D menggunakan *software* Autodesk Navisworks manage 2022 berupa *bar chart* dari setiap pekerjaan plumbing dan simulasi dari penjadwalan

DAFTAR PUSTAKA

- Mahendra, M. F. (2021). *Penerapan Konsep Building Information Modelling (BIM) Dalam Bentuk Tiga Dimensi untuk Menunjuk Estimasi Biaya Pekerjaan Plumbing (Application Of Building Information Modelling (BIM) Concept In Three Dimensions To Support Cost Estimation Plumbing Instal.* 1–112.
- Nugraha, A. K. (2020). *Implementasi Konsep Building Information Modelling (Bim) Dalam Estimasi Quantity take off Material Pekerjaan Plumbing (Implementation the Concept of Building Information Modelling (Bim) in Quantity take off Plumbing Job Material Estimation).*
- Pongai, T. M., Tjakra, J., & Dundu, A. K. T. (2023). Analisis *Quantity take off* Pekerjaan Plumbing Dengan Menggunakan Autodesk Revit Pada Pembangunan. *Tekno*, 21(83).
- Sadad, I., Jaya, F. H., & Januar, I. W. (2022). Implementasi BIM Take Off Quantity Material Struktur Abutment Jembatan Terhadap Volume Rencana Implementation of BIM Take Off Quantity Material of Bridge Abutment Structure on Planned Volume. *Jurnal Teknik Sains*, 07(02), 2022.

