

Journal homepage: <http://jos-mrk.polinema.ac.id/> ISSN: 2722-9203 (media online/daring)

PENERAPAN BIM 5D PADA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG C RUMAH SAKIT UPT VERTIKAL SURABAYA

Rhendy Chandra Andika Pratama¹, Devi Zettyara², M. Khamim³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email : rhendycandraa@gmail.com¹, devizett@polinema.ac.id², chamim@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya khususnya pada Gedung C yang berjumlah 12 lantai mempunyai lingkup pekerjaan yang cukup kompleks karena membutuhkan perencanaan yang matang dengan target waktu selesai pekerjaan 75% dari waktu kontrak sebesar 511 hari. Dalam proyek ini sering kali dihadapkan pada tantangan tidak beraturannya sequence pekerjaan struktur, sehingga berpengaruh dalam estimasi waktu dan biaya, kompleksitas tata letak proyek. Oleh karena itu untuk memperkecil resiko kerugian maka dibutuhkan perencanaan proyek *Building Information Modeling* (BIM) 5D yang meliputi Permodelan 3D, penjadwalan dan anggaran pelaksanaan. Visualisasi *Building Information Modeling* (BIM) 3D menghasilkan permodelan 3D berupa gambar 2D, 3D, dan volume untuk mengecek clash detection, WBS disusun berdasarkan tahap-tahap pekerjaan mulai dari pekerjaan persiapan, struktur, dan arsitektur, Visualisasi *Building Information Modeling* (BIM) 4D menghasilkan visualisasi urutan pekerjaan pada proyek mulai dari pekerjaan persiapan, struktur, dan arsitektur, total Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) sebesar Rp 316.896.754.170,29 dengan deviasi sebesar 6% dari anggaran proyek yang sebesar Rp 336.495.696.788,64.

Kata kunci: BIM 5D, Revit, Naviswork

ABSTRACT

The Construction Project of UPT Vertikal Surabaya Hospital, specifically Building C with 12 floors, involves a complex scope of work due to the need for meticulous planning and a targeted completion of 75% within the contract period of 511 days. This project often faces challenges such as irregular sequencing of structural work, which affects time and cost estimation as well as project layout complexity. Therefore, to minimize potential losses, a Building Information Modeling (BIM) 5D project plan is required, encompassing 3D modeling, scheduling, and execution budgeting. The visualization of Building Information Modeling (BIM) 3D generates 3D modeling in the form of 2D drawings, 3D models, and volume calculations to check for clash detection. The Work Breakdown Structure (WBS) is organized based on the stages of work, starting from preparatory work, structural work, and architectural work. The visualization of Building Information Modeling (BIM) 4D produces a visualization of the sequence of project activities, beginning with preparatory work, followed by structural and architectural work. The total Construction Budget Plan (RAP) amounts to IDR 316,896,754,170.29, with a deviation of 6% from the project budget of IDR 336,495,696,788.64.

Keywords: BIM 5D, Revit, Naviswork

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Proyek Pembangunan Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya yang merupakan salah satu gedung yang selesai dibangun. Jumlah 12 lantai tentu pengerjaan proyek ini cukup kompleks karena membutuhkan perencanaan yang matang dengan target waktu selesai pekerjaan 75% dari waktu kontrak sebesar 511 hari atau direncanakan selama 395 hari. Dalam lokasi yang penulis tinjau, sering kali dihadapkan pada tantangan tidak beraturannya sequence pekerjaan struktur, sehingga berpengaruh dalam estimasi waktu dan biaya, kompleksitas tata letak proyek. Oleh karena itu untuk memperkecil resiko kerugian maka dibutuhkan perencanaan proyek *Building Information Modeling* (BIM) 5D yang meliputi Permodelan 3D, penjadwalan dan anggaran pelaksanaan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana implementasi teknologi BIM 3D pada pembangunan Proyek Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya?
2. Bagaimana *Work Breakdown Structure* (WBS) pada Proyek Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya?
3. Bagaimana visualisasi BIM 4D pada Proyek Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya?
4. Bagaimana hasil estimasi biaya atau Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan setelah dilakukan implementasi BIM pada pembangunan Proyek Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya?

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Studi Terdahulu

Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam proyek konstruksi telah dibahas dalam berbagai penelitian. Steven dan Adisti Eka Saputri (2021) meneliti penerapan BIM hingga tahap pemodelan 4D dalam analisis waktu pada proyek pembangunan workshop kapal. Dengan menggunakan perangkat lunak Revit Structure dan Navisworks, penelitian ini menghasilkan model 3D yang terintegrasi dengan jadwal proyek untuk menghasilkan pemodelan 4D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proyek tidak mengalami keterlambatan, dengan deviasi positif tertinggi sebesar +19,15% dan total anggaran sebesar Rp 5.813.838.429 (*Journal of Civil Engineering*, Universitas Internasional Batam).

Muhammad Wildan Nur Imron (2020) meneliti implementasi BIM pada tahap pelaksanaan konstruksi dengan studi kasus Jembatan Bedadung. Dengan menggunakan perangkat lunak Tekla Structures, penelitian ini menunjukkan bahwa BIM mampu meningkatkan efisiensi dalam perencanaan dan penjadwalan proyek konstruksi.

Hasilnya berupa jadwal yang lebih terintegrasi dan meminimalkan potensi kesalahan dalam pengelolaan proyek (ITS Repository).

Penelitian Sri Lestari (2022) menganalisis perkembangan penerapan teknologi BIM dalam perancangan gedung. Penelitian ini menyoroti bahwa BIM memungkinkan visualisasi 3D, simulasi ruang, dan integrasi data waktu dan biaya. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan BIM mampu mempercepat pengambilan keputusan serta memberikan fleksibilitas dalam menghadapi perubahan desain (Jurnal Perancangan dan Rancang Bangun PNP).

Rayendra Luthfiandi dan tim (2019) mengkaji aplikasi teknologi BIM pada perencanaan logistik proyek konstruksi gedung. Penelitian ini menemukan bahwa penggunaan BIM meningkatkan efisiensi dalam perencanaan logistik, mendeteksi konflik, mengoptimalkan ruang kerja, serta memperbaiki koordinasi antar pihak yang terlibat dalam proyek (Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Surakarta).

B. Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan serangkaian aktivitas yang melibatkan perencanaan, pelaksanaan, dan pengelolaan sumber daya untuk membangun suatu bangunan atau fasilitas fisik. Kegiatan ini bisa mencakup berbagai jenis pekerjaan, seperti pembangunan gedung, jembatan, jalan, infrastruktur, atau instalasi teknis lainnya.

C. *Building Information Modeling* (BIM)

Building Information Modeling (BIM) lebih dari sekadar perangkat lunak. BIM merupakan suatu proses yang didukung oleh perangkat lunak. Penggunaan BIM tidak hanya mencakup model 3D yang cerdas, tetapi juga membawa perubahan besar dalam cara kerja dan pelaksanaan proyek. Untuk berhasil mengimplementasikan BIM, ada tiga elemen utama yang diperlukan, yaitu proses, teknologi, dan sikap.



Gambar 2.1. Hambatan Implementasi BIM di Indonesia

Sumber : BIM Media

Karena adanya beberapa hambatan dalam penerapan BIM, implementasinya di Indonesia masih terbatas. Hal ini menyebabkan banyak pelaku konstruksi di Indonesia tetap menggunakan metode konvensional. Padahal, menurut Pusdiklat SDA dan Konstruksi (2018), BIM dan CAD (*Computer Aided Design*) berasal dari pendekatan yang berbeda, yang menunjukkan bahwa BIM memiliki keunggulan dibandingkan CAD sebagai metode konvensional. Perbedaan antara BIM dan CAD dijelaskan dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Perbedaan BIM dan CAD

No	BIM (Building Information Modeling)	CAD (Computer Aided Design)
1.	Aplikasi BIM meniru proses bangunan sebenarnya.	Aplikasi CAD mendukung proses desain tradisional.
2.	Bangunan dibuat dengan mendasarkan pada elemen konstruksi nyata seperti dinding, jendela, atap, dan lainnya.	Desain dan dokumentasi bangunan dilakukan menggunakan elemen grafis 2D seperti garis, pola, dan teks.
3.	Setiap objek yang digambar dilengkapi dengan informasi seperti material, dimensi, dan keterkaitan dengan gambar lain dalam bentuk 3D.	Semua objek yang digambar hanya berisi informasi berupa vektor.
4.	Setiap objek yang digambar saling terkait karena memiliki hubungan dua arah (<i>bidirectional relationship</i>).	Tidak ada keterkaitan antar objek yang digambar, sehingga perubahan desain perlu dilakukan secara manual pada setiap gambar CAD.

Sumber : BIM Media

D. Manfaat Building Information Modeling (BIM)

Manfaat BIM antara lain dapat mengurangi kesalahan dan kelalaian, menghindari pekerjaan yang berulang, mempercepat durasi proyek, serta meningkatkan keuntungan bagi pihak yang terlibat dalam industri konstruksi. Berikut adalah rincian manfaat BIM :

1. Manfaat untuk Pemilik (*Owner*)
 - a) Membantu memaksimalkan perencanaan konsep, kelayakan, dan manfaat desain.
 - b) Meningkatkan kinerja dan kualitas proyek.
2. Manfaat Desain
 - a) Memberikan visualisasi desain yang lebih akurat.
 - b) Memiliki tingkat koreksi yang tinggi saat melakukan perubahan desain.
 - c) Menghasilkan gambar 2D yang akurat dan konsisten pada setiap tahap desain.
 - d) Mendukung kolaborasi lintas disiplin desain.
 - e) Memudahkan pemeriksaan desain.
 - f) Beberapa kolaborasi disiplin desain.
 - g) Memperkirakan biaya selama tahap desain.
 - h) Meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan.
3. Manfaat Konstruksi dan Fabrikasi

- a) Menemukan kesalahan desain sebelum tahap konstruksi (mengurangi konflik).
 - b) Memungkinkan respons cepat terhadap perubahan desain atau masalah proyek.
 - c) Menggunakan model desain sebagai dasar untuk komponen fabrikasi.
 - d) Meningkatkan implementasi dan teknik konstruksi yang lebih efisien.
 - e) Menyinkronkan pengadaan dengan desain dan konstruksi.
4. Manfaat sesudah konstruksi
 - a) Membantu pengelolaan dan operasional fasilitas yang lebih efisien.
 - b) Mengintegrasikan dengan sistem manajemen fasilitas untuk operasional yang lebih baik.

E. Work Breakdown Structure (WBS)

WBS (*Work Breakdown Structure*) adalah pembagian tugas secara hierarkis yang berfokus pada hasil pekerjaan yang harus dilakukan oleh tim proyek untuk mencapai tujuan dan menghasilkan output yang diperlukan. WBS menjadi landasan untuk perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, pemantauan, dan pelaporan proyek yang efektif.

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam penyusunan WBS umumnya didasarkan pada klasifikasi berikut :

1. Pembagian berdasarkan area atau lokasi yang berbeda.
2. Pembagian kategori yang berbeda untuk tenaga kerja, peralatan, dan material.
3. Pembagian subdivisi pekerjaan sesuai dengan spesifikasi yang ada.

F. Metode Pelaksanaan

Metode merupakan prosedur atau cara yang digunakan untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan. Pelaksanaan adalah upaya atau aktivitas yang dilakukan untuk mewujudkan rencana atau program yang sudah ditetapkan. Konstruksi adalah kegiatan yang berkaitan dengan pembangunan infrastruktur.

Metode pelaksanaan berdasarkan arah kerjanya terdapat beberapa strategi antara lain :

1. Sistem Konvensional
2. Sistem *Top Down*
3. Sistem *Semi Top Down*

G. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan pelaksanaan proyek dapat mengacu pada batas waktu penyelesaian seluruh pekerjaan dalam kontrak. Berdasarkan waktu tersebut, maka dapat disusun jadwal pekerjaan yang pada umumnya terdiri dari bar chart dan kurva "S", atau dapat disebut sebagai Penjadwalan Induk (*Master Scheduling*) yang mencakup perencanaan waktu dari seluruh kegiatan pekerjaan.

H. Rencana Anggaran Proyek (RAP)

Menurut Fimansyah (2011:25) dalam bukunya Rancang Bangun Aplikasi

Rencana Anggaran Pelaksanaan Dalam Pembangunan Rumah, Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) adalah perhitungan total biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, serta biaya lain yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek pembangunan. Berikut adalah beberapa komponen yang termasuk dalam RAP :

1. Biaya Material.
2. Biaya Tenaga Kerja.
3. Biaya Alat.
4. Biaya Lain-lain.
5. Volume Pekerjaan.

3. METODOLOGI

A. Lokasi Penelitian

Proyek Pembangunan Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya ini berada di kawasan strategis wilayah Surabaya yaitu Indrapura No.17, Kecamatan Krembangan, Kota Surabaya. Jawa Timur. Rumah sakit ini berada di pusat Kota Surabaya yang dekat dengan area permukiman, perkantoran, maupun pendidikan.



Gambar 3.1. Lokasi Proyek Pembangunan

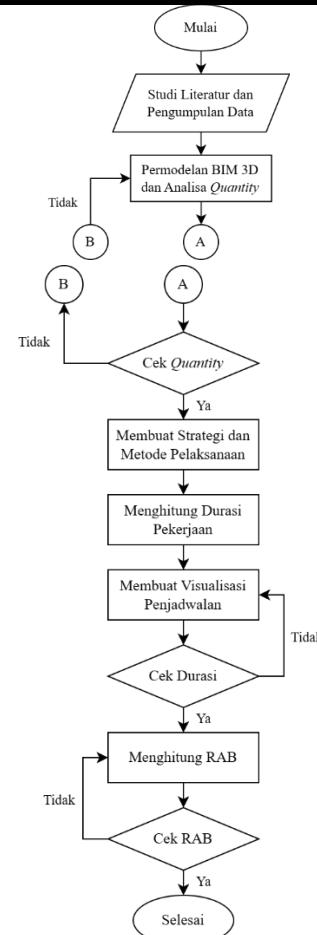
Kondisi eksisting wilayah ini berbatasan dengan beberapa perusahaan, di sebelah timur berbatasan dengan PT. Integra Line Indonesia, di sebelah selatan dengan Gedung Keuangan Negara Kota Surabaya, di sebelah barat dengan Asrama Poltekkes Akper Sutopo, dan di sebelah utara dengan PT. Isa Lines.

B. Data Umum

Proyek Pembangunan Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya merupakan proyek milik Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yang direncanakan oleh PT. Patroon-Pandu KSO dan dibangun oleh PT. Wika Gedung KSO.

C. Diagram Alir

Berikut ini merupakan diagram alir dalam penyusunan perencanaan *Building Modeling Information* :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

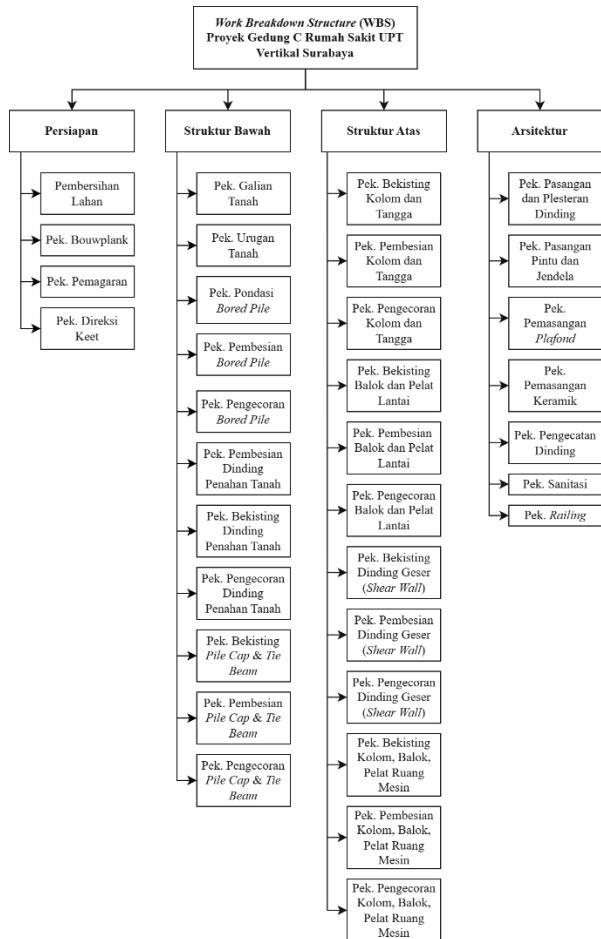
1. Tahap Permodelan 3D
Membuat model 3D menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit untuk merancang elemen arsitektur dan struktur, yang bertujuan untuk mempermudah perhitungan volume serta penyusunan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP).
2. Tahap Visualisasi Penjadwalan Proyek
Menyusun jadwal untuk setiap item pekerjaan yang akan terintegrasi dengan model 3D dari Autodesk Revit, guna memantau progres pekerjaan yang harus diselesaikan setiap minggunya. Proses pembuatan jadwal ini akan didukung oleh *software* Microsoft Project, yang kemudian akan diimpor ke dalam Autodesk Navisworks.
3. Tahap Estimasi Biaya
Menghitung Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) berdasarkan volume kuantitas yang dihitung menggunakan *software* Autodesk Revit. Dengan pendekatan ini, analisis benturan pekerjaan dapat dilakukan untuk mencegah pembengkakan volume yang dapat memengaruhi total RAP. Selain itu, metode ini juga memungkinkan tampilan langsung volume setiap pekerjaan melalui gambar model.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. *Work Breakdown Structure*

Penyusunan *Work Breakdown Structure* (WBS) bertujuan untuk memecah keseluruhan lingkup pekerjaan proyek menjadi bagian-bagian yang lebih terperinci dan terorganisir, sehingga tim proyek dapat menyelesaikan tugas-tugas dengan lebih efisien. Dengan demikian, proyek dapat mencapai tujuannya dan menghasilkan output yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. WBS disusun dengan membagi pekerjaan utama menjadi komponen-komponen yang lebih kecil, di mana setiap level dalam WBS memberikan deskripsi yang lebih spesifik, detail, dan terukur mengenai pekerjaan yang harus dilakukan.

Agar proses perencanaan pelaksanaan dan pengendalian pekerjaan proyek berjalan lebih lancar, diperlukan penyusunan dan pengelompokan item pekerjaan mulai dari pekerjaan utama hingga sub-item yang terlihat pada gambar proyek yang ada.



Gambar 4.1. Work Breakdown Structure

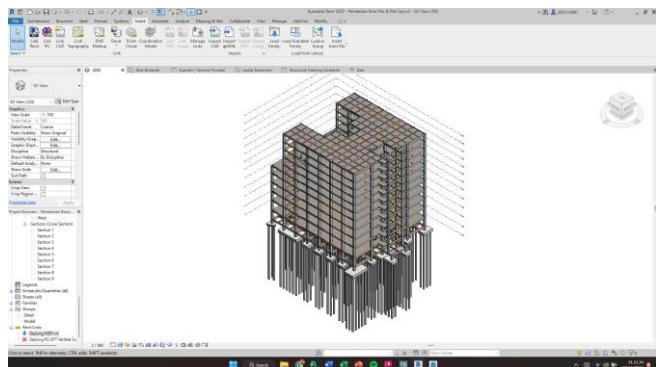
B. Permodelan 3D Dengan Revit

Pada Permodelan 3D pekerjaan proyek Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya peneliti menggunakan Autodesk Revit. Permodelan 3D pada Autodesk Revit

menghasilkan gambar DED (*Detail Engineering Desain*) dan bisa digunakan sebagai gambar *Shop Drawing* ketika proyek berjalan. Pada tahap pertama dilakukan Permodelan 3D pekerjaan persiapan, kedua pekerjaan struktur, ketiga Permodelan 3D arsitektur dan yang terakhir adalah Permodelan 3D MEP. Pada Permodelan 3D menggunakan Autodesk Revit bisa otomatis menghasilkan gambar 2D dan volume dari gambar yang direncanakan.

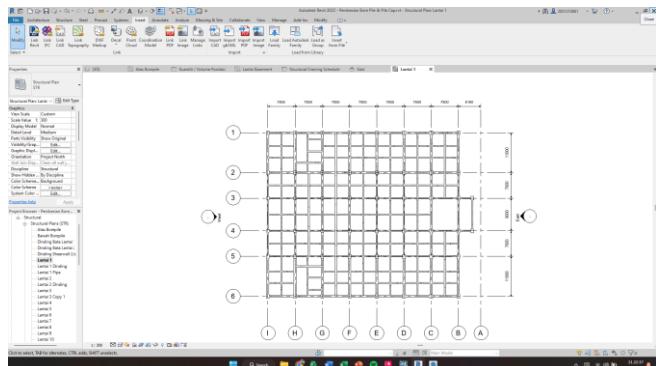
Berikut ini merupakan contoh dari hasil Permodelan 3D :

1. Permodelan 3D



Gambar 4.2. Permodelan 3D Kolom, Balok

2. Gambar 2D



Gambar 4.3. Gambar 2d Kolom dan Balok

3. Rekap Kuantitas Pekerjaan Struktur

Tabel 4.1. Rekap Kuantitas Pekerjaan Struktur

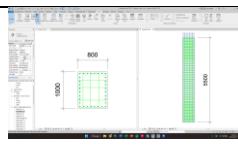
URAIAN PEKERJAAN		SATUAN	VOLUME
1.)	Pekerjaan Pembesian		
	Pembesian Kolom	Kg	353.150,06
	Pembesian Balok	Kg	499.427,18
	Pembesian Pelat Lantai	Kg	1.267.505,87
	Pembesian <i>Shear Wall</i>	Kg	46.395,03
	Pembesian <i>Retaining Wall</i>	Kg	10.698,62
	Pembesian Tangga	Kg	16.815,51
2.)	Ready Mix Beton Mutu K-300		

URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
Beton Kolom	M ³	1.935,95
Beton Balok	M ³	2.074,49
Beton Pelat Lantai	M ³	5.401,98
Beton <i>Shear Wall</i>	M ³	659,82
Beton <i>Retaining Wall</i>	M ³	124,15
Beton Tangga	M ³	139,95
3.) Bekisting Multiplek		
Beton Kolom	M ²	8.947,06
Beton Balok	M ²	19.838,06
Beton Pelat Lantai	M ²	21.775,00
Beton <i>Shear Wall</i>	M ²	2.206,00
Beton <i>Retaining Wall</i>	M ²	941,00
Beton Tangga	M ²	1.282,30

C. Cek Hasil QTO Autodesk Revit

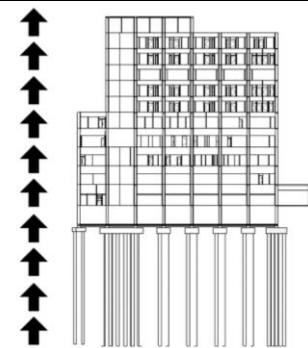
Berikut adalah contoh perbandingan kuantitas pemberian K1 pada lantai 1 antara perhitungan menggunakan *software* Autodesk Revit dan perhitungan konvensional. Kolom K1 pada lantai 1 memiliki dimensi panjang 1000 mm, lebar 800 mm, dan tinggi 5500 mm. Hasil perhitungan otomatis dengan Autodesk Revit menunjukkan 1191,46 kg, dengan deviasi sebesar 15% dibandingkan dengan perhitungan manual yang menghasilkan 1402,21 kg.

Tabel 4.2. Tabel 4.6. Perbandingan Kuantitas Pemberian K1 Lantai 1

Keterangan	Tipe Kolom K1	
	Gambar	Kuantitas
Design Drawing		1.238,72 Kg
Revit		1.191,46 Kg
Deviasi		4%

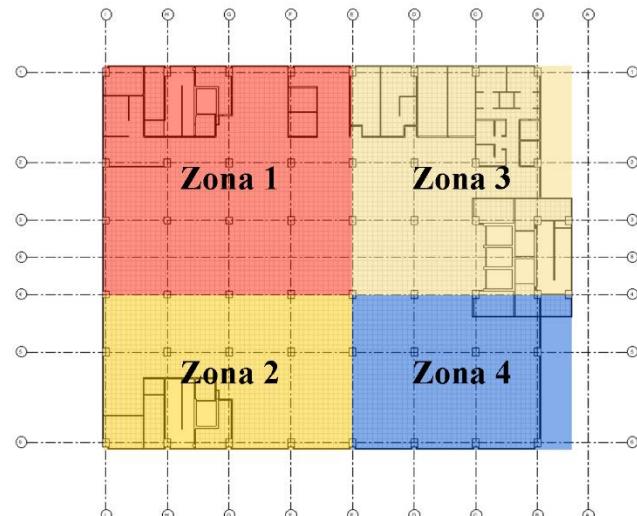
D. Strategi Pelaksanaan

Strategi pelaksanaan yang digunakan dalam Proyek Pembangunan Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya Gedung C menggunakan metode *bottom up*.



Gambar 4.4. Metode Pelaksanaan Bottom Up Pada Proyek Pembangunan Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya

Pada proyek yang sedang ditinjau pelaksanaan pekerjaan akan dibagi beberapa zona. Untuk lantai basement hingga lantai mesin dibagi menjadi 4 zona.



Gambar 4.5. Pembagian Zona Pekerjaan Pada Proyek

E. Durasi Pekerjaan

Perhitungan durasi pekerjaan merupakan proses untuk mengestimasi waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu tugas atau proyek. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua kegiatan dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Dalam perhitungan durasi, volume pekerjaan yang dihasilkan secara otomatis dari model 3D yang telah direncanakan menjadi faktor yang diperhatikan.

Diketahui hasil perhitungan durasi dari *software* Microsoft Project yaitu selama 382 hari, dimana hasil perhitungan dihubungkan dengan *software* Autodesk Navisworks untuk melihat visualisasi pelaksanaan pekerjaan.

F. Cek Jadwal Pekerjaan

Durasi rencana menggunakan BIM lebih cepat dibandingkan durasi rencana tanpa menggunakan BIM yaitu selama 395 hari. Berikut merupakan selisih perbandingan

hari dari jadwal rencana pelaksanaan kontraktor dengan jadwal perencanaan menggunakan BIM :

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih Hari} &= \text{Jadwal Rencana Pelaksanaan Kontraktor} - \\
 &\quad \text{Jadwal BIM} \\
 &= 395 \text{ Hari} - 382 \text{ Hari} \\
 &= \mathbf{13 \text{ Hari}}
 \end{aligned}$$

G. Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP)

Rencana anggaran pelaksanaan disusun dengan memperkirakan biaya langsung dan biaya tidak langsung.

1. Menyusun Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Berikut adalah contoh perhitungan analisis harga satuan untuk pekerjaan bekisting multiplek per 1 m² :

Tabel 4.3. AHSP 1 m² Pekerjaan Bekisting Multiplek

Rujuk 7.3. ATAS / TAHU PERCAYA DENGAN BENTUKAN Multiplex						
NO.	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	KOEF	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH	HARGA (Rp)
A.	Temaga Kerja					
	Pekerja	OH	0.1820	Rp 115.000,00	Rp	20.930,00
	Tukang Kayu	OH	0.1210	Rp 125.000,00	Rp	15.125,00
	Mandor	OH	0.0610	Rp 140.000,00	Rp	8.540,00
				Jumlah Harga Temaga Kerja	Rp	44.595,00
B.	Bahan					
	Doikken Kayu Panjang 4m	Btg	2,0000	Rp 7.500,00	Rp	15.000,00
	Paku 5cm-12cm	kg	0,4000	Rp 16.500,00	Rp	6.600,00
	Minyak Bekisting	ltr	0,2000	Rp 11.800,00	Rp	2.360,00
	Balok Kayu Kelas II	m ³	0,0150	Rp 4.949.000,00	Rp	74.235,00
	Phenolic Tebal 12 mm	lbr	0,2880	Rp 300.000,00	Rp	86.400,00
				Jumlah Harga Bahan	Rp	160.635,00
C.	Peralatan					
				Jumlah Harga Peralatan	Rp	-
D.	Jumlah Harga Temaga Bahan dan Peralatan (A+B+C)				Rp	205.230,00

2. Menyusun Biaya Langsung Dengan Autodesk Revit

Berikut adalah contoh RAP Pekerjaan Bekisting Lantai 1 Zona 1 yang dihitung secara langsung pada *software Autodesk Revit*.

Gambar 4.6. Pembagian Zona Pekerjaan Pada Proyek

3. Menyusun Biaya Tidak Langsung

Perhitungan biaya tidak langsung tidak dapat dilakukan menggunakan *software* Autodesk Revit, karena hanya hasil dari model 3D yang dapat dihitung. Oleh karena itu, perhitungan biaya tidak langsung dilakukan secara manual. Berikut adalah hasil perhitungan biaya tidak langsung :

Tabel 4.4. Hasil Biaya Tidak Langsung

No	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
1	Biaya Persiapan	Rp 3.368.000.000
2	Gaji Karyawan	Rp 8.974.000.000
3	Operasional Kantor	Rp 1.560.971.000
Total Biaya Tidak Langsung		Rp 13.902.971.000

4. Rekapitulasi Rencana Anggaran Proyek

Berikut adalah rangkuman rencana anggaran pelaksanaan untuk proyek Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya :

Tabel 4.5. Rekapitulasi Rencana Anggaran Pelaksanaan

REKAPITULASI BIAYA RAP		
NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
Biaya Langsung		
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 2.267.321.189,51
2	Pekerjaan Struktur Bawah	Rp 49.404.782.374,73
3	Pekerjaan Struktur Atas	Rp 195.290.882.905,85
4	Pekerjaan Arsitektur	Rp 49.250.146.300,20
5	Biaya SMKK	Rp 6.780.650.400,00
Total Biaya Langsung		Rp302.993.783.170,29
Biaya Langsung		
1	Biaya Persiapan	Rp 3.368.000.000,00
2	Gaji Karyawan	Rp 8.974.000.000,00
3	Operasional Kantor	Rp 1.560.971.000,00
Total Biaya Tidak Langsung		Rp 13.902.971.000,00
TOTAL BIAYA RAP		Rp316.896.754.170,29

H. Cek Hasil RAP BIM

Hasil perhitungan Rencana Anggaran Proyek menunjukkan total sebesar Rp 316.896.754.170,29, di mana anggaran yang diperoleh melalui permodelan 3D dengan menggunakan software Autodesk Revit lebih rendah sebesar 6% dibandingkan dengan biaya yang dihitung tanpa menggunakan BIM, yang mencapai Rp 336.495.696.788,64. Selisih Biaya = RAB Kontraktor – RAP Rencana BIM

$$= \text{Rp } 336.495.696.789,64 - \\ \text{Rp } 316.896.754.170,29 \\ = \text{Rp } 19.598.942.618,35$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dalam penyusunan skripsi dengan judul “Penerapan BIM 5D Pada Pelaksanaan Pembangunan Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya” dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pemodelan 3 Dimensi (3D) dilakukan dengan menggunakan Building Information Modeling (BIM), yang menghasilkan gambar 2D, gambar 3D, serta perhitungan volume. Untuk memeriksa benturan (clash detection), digunakan perangkat lunak Autodesk Navisworks.
 2. *Work Breakdown Structure* (WBS) dalam proyek ini disusun berdasarkan tahap-tahap pekerjaan, yaitu persiapan, pembangunan struktur, arsitektur. WBS membantu mempermudah pembagian tugas, pengelolaan sumber daya, serta memastikan pekerjaan berjalan sesuai rencana.

3. Visualisasi Building Information Modeling (BIM) 4D menggunakan perangkat lunak Autodesk Navisworks menghasilkan visualisasi urutan pekerjaan pada proyek Gedung C Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya dari pekerjaan persiapan, struktur dan arsitektur dengan jumlah durasi selama 382 hari.
4. Estimasi biaya yang dihasilkan perangkat lunak Autodesk Revit dari perhitungan volume secara otomatis sebesar
Rp 316.896.754.170,29.

B. Saran

Dari penjelasan setiap bab sebelumnya sebaiknya agar pekerjaan lebih efisien dan cepat dapat diambil saran sebagai berikut :

1. Permodelan 3D dikerjakan dalam *file* terpisah untuk tiap zona nya, untuk mempermudah ketika membuat RAP secara langsung menggunakan *software* Autodesk Revit dan visualisasi penjadwalan proyek menggunakan *software* Autodesk Navisworks serta tidak membuat *device* yang digunakan untuk permodelan menjadi lemot.
2. Untuk strategi pelaksanaan bisa dikerjakan supaya ketika permodelan bisa direncanakan terbagi zona dan tidak perlu membagi lagi ketika permodelan selesai.
3. Untuk volume pekerjaan yang tidak ada dalam permodelan seperti bekisting bisa dibuatkan rumus tersendiri pada fitur *schedule* di *software* Autodesk Revit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah, I. (2021). Panduan Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Gedung. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [2] Adira, V. A. (2023). Penerapan Konsep 5D *Building Information Modeling* (BIM) pada Proyek Gedung: Studi Kasus SMP Islam Al-Azhar 55 Jatimakmur. Universitas Siliwangi.
- [3] Nugraha, A. R. (2022). Analisis *Quantity Takeoff* Berdasarkan *As-Build Drawing* pada Pembangunan Gedung Kuliah Fisipol Kampus Sidotopo Universitas Tidar.
- [4] Anjani, Ammaliya, et al. (2022). "Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dengan *Software* Autodesk Revit pada Gedung 4 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung." *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 10(1), 486228.
- [5] Pamungkas, A. P. (2022). Analisis Optimalisasi Perhitungan RAB Menggunakan Revit: Studi Kasus

Pembangunan Gedung Cank BRI Jl. Sisimangaraja, Medan Kota. Medan.

- [6] Imron, M. W. N. (2020). Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada Tahap Pelaksanaan Konstruksi: Studi Kasus Jembatan Bedadung (Tesis Sarjana). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). Peraturan Menteri PUPR Nomor 8 Tahun 2023.
- [8] Lestari, R. T., Yufrizal, A. H., & Andreas, D. A. (2021). Keunggulan dan Kelemahan BIM dalam Estimasi Biaya.
- [9] Lestari, S. (2022). Analisis Penerapan Teknologi BIM dalam Perancangan Gedung dengan Integrasi Data Ruang, Waktu, dan Biaya. *Jurnal Perancangan dan Rancang Bangun PNP*.