

ESTIMASI BIAYA DAN PENJADWALAN PEMBANGUNAN PROTOTIPE RUANG MODULAR OPERATING THEATRE

(Cost Estimation and Scheduling Modular Operating Theatre Prototype Construction)

Aulia Ramahwati¹, Prima Jiwa Osly¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

E-mail: 4222218037@univpancasila.ac.id

Diterima 7 Agustus 2024, Disetujui 25 Agustus 2024

ABSTRAK

Pembangunan rumah sakit khususnya ruang operasi dibangun dengan spesifikasi khusus yang sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. maka dari itu dilakukan perencanaan pekerjaan ruang operasi ini menggunakan sistem Modular Operating Theatre (MOT). Perencanaan pekerjaan ruang MOT bertujuan untuk menghasilkan estimasi biaya dan penjadwalan pembangunan ruang MOT. Dengan material ruang MOT yang akan ditinjau yaitu dari material dinding yang terbuat dari sandwich panel dan stainless steel, yang selanjutnya akan dilakukan analisa terkait material tersebut. Penelitian ini menggunakan data denah PERMENKES RI No 40 tahun 2022, AHS dari PERMEN PUPR No 1 tahun 2022, dan DHS dari PERGUB DKI Jakarta No 1 tahun 2020. Setelah data didapatkan dilakukan Perencanaan terkait estimasi biaya dan penjadwalan ruang MOT sandwich panel dan ruang MOT stainless steel, modelling menggunakan aplikasi revit dengan pendekatan BIM, selanjutnya hasil modelling akan mengeluarkan volume pekerjaan. Selanjutnya menyusun Bill of Quantity (BOQ). BOQ ini nantinya akan dihitung biaya per meter persegi dalam rekapitulasi harga. Perencanaan jadwal dengan kurva s dan Precedence Diagramming Method (PDM) dengan bantuan Microsoft Excel dan Microsoft Project dengan membuat WBS, menghitung produktivitas, lalu menghitung durasi pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi biaya yang dilakukan dengan pendekatan BIM melalui Revit untuk ruang MOT sandwich panel sebesar Rp. 177.474.090,47 dan untuk ruang MOT stainless steel sebesar Rp. 173.290.235,24. Dan untuk estimasi waktu pekerjaan ruang MOT sandwich panel sebesar 7 hari, sedangkan untuk pelaksanaan pekerjaan ruang MOT stainless steel sebesar 14 hari. Hasil analisa perbandingan dindingnya yang mempunyai kelebihan, pada dinding sandwich panel kemudahan pada proses instalasi dan kelebihan properti isolasi termal. Sedangkan dinding stainless steel mempunyai kelebihan anti korosi dan kemudahan pada pemeliharaan material konstruksinya.

Kata kunci: *Estimasi Biaya, Penjadwalan, Modular Operating Theatre (MOT)*

ABSTRACT

The construction of the hospital, especially the operating room, is built with special specifications in accordance with the regulations of the Minister of Health of the Republic of Indonesia. Therefore, the planning of this operating room work is carried out using the Modular Operating Theatre (MOT) system. The planning of the MOT room work aims to produce cost estimates and scheduling for the construction of the MOT room. With the MOT room material that will be reviewed, namely the wall material made of sandwich panels and stainless steel, which will then be analyzed related to the material. This study uses floor plan data from PERMENKES RI No. 40 of 2022, AHS from PERMEN PUPR No. 1 of 2022, and DHS from PERGUB DKI Jakarta No. 1 of 2020. After the data is obtained, planning is carried out related to cost estimates and scheduling of the sandwich panel MOT room and stainless steel MOT room, modeling using the revit application with a BIM approach, then the modeling results will produce the volume of work. Then prepare the Bill of Quantity (BOQ). This BOQ will later be calculated per square meter in the price recapitulation. Schedule planning with s curve and Precedence Diagramming Method (PDM) with the help of Microsoft Excel and Microsoft Project by creating WBS, calculating productivity, then calculating the duration of the work. The results of the study showed that the cost estimate carried out with the BIM approach through Revit for the sandwich panel MOT room was Rp177,474,090.47 and for the stainless steel MOT room was Rp173,290,235.24. And for the estimated time for the sandwich panel MOT room work is 7 days, while for the implementation of the stainless steel MOT room work is 14 days. The results of the comparative analysis of the walls that have advantages, on the sandwich panel wall the ease of the installation process and the advantages of thermal insulation properties. While the stainless steel wall has the advantages of anti-corrosion and ease of maintenance of its construction materials.

Keywords: *Cost Estimation, Scheduling, Modular Operating Theatre (MOT)*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam bidang perancangan dan pengadaan konstruksi bangunan gedung rumah sakit selama berjalannya waktu semakin maju, salah satunya pada ruang operasi rumah sakit. Perkembangan teknologi dalam konstruksi bangunan gedung rumah sakit ini memberikan efek besar dalam pelaksanaan perencanaan pembangunan bangunan gedung, sehingga lebih efektif dan efisien untuk membantu pengadaan pembangunan rumah sakit.

Pembangunan rumah sakit khususnya ruang operasi dibangun dengan spesifikasi khusus yang sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia baik itu dari dinding, lantai, pintu maupun plafonnya. Yang mana dalam spesifikasi itu tertulis bahwasannya material harus kuat, mudah dibersihkan, dan materialnya tidak mengandung logam berat. Maka dari itu dilakukan perencanaan pekerjaan ruang operasi ini menggunakan sistem *Modular Operating Theatre* (MOT).

Perencanaan pekerjaan ruang MOT (*Modular Operating Theatre*) meliputi perencanaan estimasi biaya dan penjadwalan. Penelitian ini menggunakan metode *Building Information Modelling* (BIM) dengan bantuan aplikasi *Revit* untuk merancang dan menghitung volume pekerjaan ruang MOT. Untuk estimasi biaya dilakukan pada aplikasi *Microsoft Excel* dengan membuat Analisa Harga Satuan (AHS) dan membuat *Bill of Quantity* (BOQ). Dan untuk estimasi penjadwalan dibuat dengan menggunakan metode kurva s dan PDM dengan bantuan aplikasi *Microsoft Excel* dan *Microsoft Project*. Penelitian ini dibuat untuk masing-masing dua material dinding yang berbeda, yang nantinya hasil akhirnya akan dibandingkan berdasarkan material.

Material ruang MOT yang akan ditinjau yaitu dari material dinding yang terbuat dari *sandwich panel* dan *stainless steel*. Analisa dua bahan tersebut akan dilakukan dengan cara studi literatur. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi acuan dalam perencanaan pembangunan ruang operasi di rumah sakit. Selain itu dapat menjadi landasan untuk inovasi dan perbaikan di masa yang akan datang terkait desain dan pemilihan material bangunan untuk menunjang pembangunan yang berkelanjutan.

Ruang Operasi Rumah Sakit

Menurut Kementerian Kesehatan- RI tentang Pedoman Teknis Ruang Operasi Rumah Sakit Tahun 2012 ruang operasi rumah sakit adalah suatu unit khusus di rumah sakit yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan tindakan pembedahan secara elektif maupun akut, yang membutuhkan kondisi steril dan kondisi khusus lainnya [4].

Menurut Kementerian Kesehatan- RI tentang Pedoman Teknis Ruang Operasi Rumah Sakit Tahun 2012 ruang operasi rumah sakit adalah suatu unit khusus di rumah sakit yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan tindakan pembedahan secara elektif maupun akut, yang membutuhkan kondisi steril dan kondisi khusus lainnya [4].

Building Information Modelling (BIM)

Menurut ISO 19650: 2019 mendefinisikan BIM sebagai penggunaan bersama representasi digital dari aset yang dibangun untuk memfasilitasi proses desain, konstruksi dan operasi untuk membentuk dasar yang andal untuk pengambilan keputusan (*Use of a shared digital representation of a built asset to facilitate design,*

construction and operation processes to form a reliable basis for decisions) [2].

Penggunaan BIM menjadikan pemodelan dalam bentuk 3D dengan elemen panjang, lebar dan tinggi yang berbasis objek pemodelan parametrik. Penambahan elemen waktu untuk penjadwalan menjadikan BIM dalam 4D. Selanjutnya BIM dikembangkan menjadi 5D dengan penambahan elemen biaya untuk melakukan estimasi. Lalu BIM dapat dimanfaatkan perancang kinerja bangunan sebagai analisis energi dan pertimbangan dampak lingkungan yang disebut 6D. Setelah elemen-elemen informasi yang terkandung dalam BIM lengkap dapat digunakan *owner* untuk manajemen fasilitas seperti perawatan dan operasional yang disebut 7D.

BIM sudah mulai diadopsi di industri konstruksi namun pemakaian BIM di Indonesia masih rendah/terbatas. BIM digunakan hanya pada proyek-proyek besar sebagian besar dalam fase desain dan Teknik. Pelaku konstruksi mengenali *software* yang mendukung *Revit* dan *ArchiCAD* BIM, namun mereka hanya menggunakan *AutoCAD* dan *Microsoft Office* dalam proyek mereka sementara ada juga yang telah menggunakan BIM secara terbatas seperti *StaadPro* dan *ArchiCAD*. Hal ini menunjukkan bahwa masih rendahnya tingkat kesadaran BIM dan implementasi BIM di antara pelaku konstruksi profesional. Merujuk pada hasil penelitian *Davies et al.* (2018), sebagian besar tingkat pemakaian BIM dalam organisasi/ perusahaan di Indonesia masih berada pada level 1, yaitu BIM digunakan untuk pekerjaan desain konseptual dengan pemodelan 3D, data dan informasi proyek dikolaborasi dalam bentuk elektronik. Namun pertukaran data antar lintas disiplin belum terstandarisasi.

BIM di Indonesia sudah mulai diadopsi oleh beberapa pelaku konstruksi meski masih terbatas yang sebagian besar dimanfaatkan pada fase desain dan teknik untuk proyek-proyek besar. Hal tersebut kemungkinan disebabkan kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang konsep BIM dalam siklus hidup proyek dan juga belum adanya standar dan regulasi untuk implementasi BIM di Indonesia. Tantangan tersebut berdampak beragamnya kesadaran dan motivasi para pelaku konstruksi dalam mengadopsi BIM.

Estimasi Biaya

Ditinjau dari pencarian mengenai estimasi biaya, ada beberapa definisi estimasi biaya yang dikeluarkan oleh para ahli. Menurut *Degostino dan Feigenbaum* (2003) Estimasi biaya adalah penentuan kemungkinan biaya konstruksi dari setiap proyek yang diberikan. Banyak item (yaitu, bahan, tenaga kerja, peralatan, asuransi, dan overhead, serta perkiraan laba dan lain-lain) memengaruhi dan berkontribusi pada biaya proyek bangunan [6]. Setiap item harus dianalisis, dikuantifikasi, dan diberi harga.

Estimasi dalam arti luas adalah upaya untuk memperkirakan suatu nilai melalui analisis perhitungan berlandaskan pengetahuan dan pengalaman. Estimasi biaya proyek adalah upaya untuk memperkirakan seluruh biaya yang dibutuhkan dalam melaksanakan suatu proyek dari tahap awal hingga selesai proyek, hingga pemeliharaan melalui analisis perhitungan.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan, definisi estimasi biaya adalah suatu seni pekerjaan yang dilakukan untuk memperkirakan atau memprediksi biaya terbaik yang akan dibutuhkan untuk mengerjakan suatu proyek dari awal hingga selesai berdasarkan ketentuan dan peraturan yang

berlaku.

Penjadwalan

Penjadwalan menurut Callahan (1992) adalah perangkat yang digunakan untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dimana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis [8].

Menurut Widiasanti dan Lenggogeni (2013) dalam buku Manajemen Konstruksi, perencanaan adalah suatu proses penentuan tujuan dan sasaran melibatkan persiapan sumber daya dalam pencapaiannya. Sedangkan penjadwalan proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh suatu kegiatan dalam penyelesaian. Di samping itu, juga sebagai alat untuk menentukan kapan mulai dan selesainya kegiatan-kegiatan tersebut [9].

Perencanaan penjadwalan pada proyek konstruksi secara umum terdiri dari penjadwalan waktu, penjadwalan tenaga kerja, penjadwalan peralatan, penjadwalan material dan penjadwalan keuangan. Dalam melakukan proses perencanaan penjadwalan sendiri terdapat metode yang digunakan yaitu metode diagram balok (*barchart*), dan metode diagram preseden (PDM).

METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi studi penelitian prototipe terletak di RSUD Dr. A. Dadi Tjokrodipo. Untuk penelitian MOT ini masih dalam proses tender sehingga masih belum ada pembangunan konstruksi. Rumah Sakit Umum Daerah Dr. A. Dadi Tjokrodipo (RSUDADT) adalah sebuah rumah sakit milik Pemerintah kota Bandar Lampung yang bertipe C. Rumah sakit ini terletak di Jalan Basuki Rahmat No. 73, Kelurahan Gulak Galik, Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung.



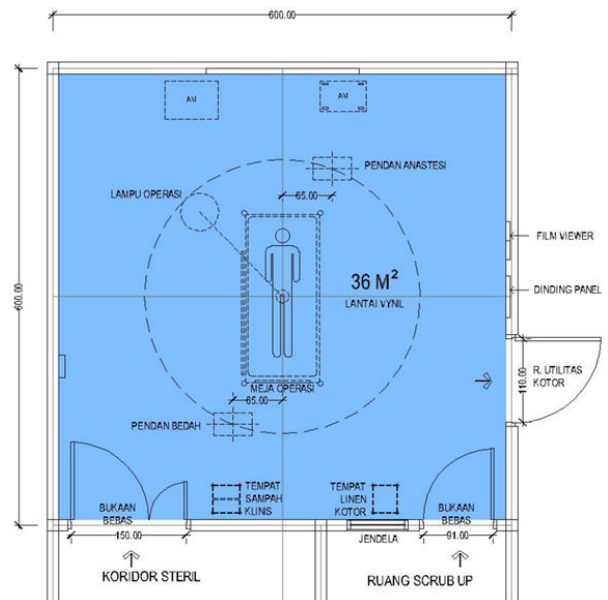
Gambar 1. Lokasi RSUD Dr. A. Dadi Tjokrodipo.

Sumber Data

Terdapat satu sumber data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu data sekunder. Data sekunder merupakan data pendukung yang didapatkan dari studi kepustakaan yang dikumpulkan melalui kajian teori buku, jurnal, dan lain-lain mengenai spesifikasi material dan bangunan, estimasi biaya dan BIM, daftar harga satuan, dan analisa harga satuan yang dipakai untuk data sekunder penelitian ini.

Layout Denah dan Standar Ruang Operasi

Standar ruang operasi diatur dalam Pedoman Teknis Ruang Operasi Rumah Sakit Kementerian Kesehatan RI tahun 2012 dijelaskan bahwa area yang dibutuhkan untuk membangun ruang operasi minor yakni dengan ukuran ruangan panjang x lebar x tinggi adalah 6 m x 6 m x 3 m. Sehingga area total untuk ruang operasi minor yani sebesar 36 m². Adapun gambar standar ruang operasi minor sebagai berikut.



Gambar 2. Contoh Layout Denah Ruang Operasi Minor

Adapun contoh ruang operasi minor pada ruang operasi yaitu sebagai berikut.



Gambar 3. Contoh Ruang Operasi Minor

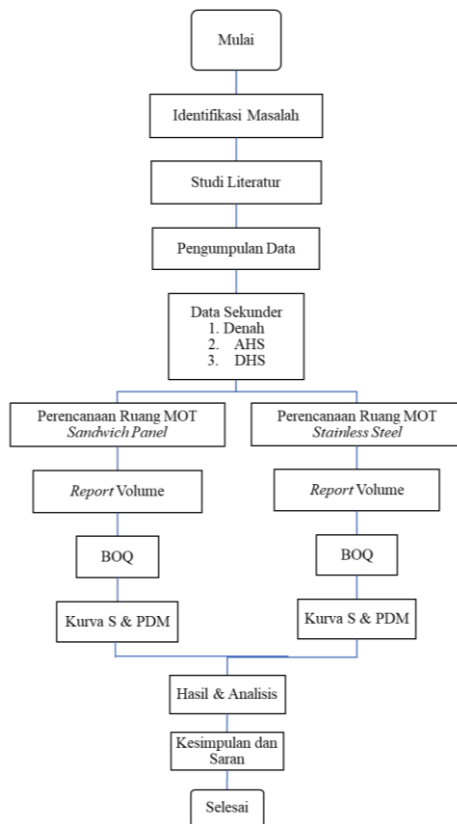
Diagram Alir

Diagram alir digunakan sebagai penggambaran visual terhadap alur proses kegiatan-kegiatan yang akan berjalan. Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah masalah dari latar belakang masalah itu terjadi, merumuskan masalah dan tujuan dilakukan penelitian ini. Setelah itu lanjut ke tahap studi literatur untuk mengetahui konsep dan dilakukan pengumpulan data pada proses selanjutnya.

Data penelitian yang digunakan yaitu data sekunder dimana data ini adalah data denah yang berasal dari PERMENKES RI No 40 tahun 2022, AHS dari PERMEN PUPR No 1 tahun 2023, dan DHS berasal dari PERGUB DKI Jakarta No 1 tahun 2020. Setelah data sekunder didapatkan dilakukan Perencanaan terkait estimasi biaya dan penjadwalan ruang MOT *sandwich panel* dan ruang MOT

stainless steel. Dengan cara melakukan membuat *modelling* menggunakan aplikasi *revit* dengan metode *Building Information Modelling (BIM)*, yang mana selanjutnya dari hasil *modelling* itu akan mengeluarkan hasil perhitungan volume secara otomatis. Perhitungan itu selanjutnya akan dikalikan dengan harga satuan sehingga akan menghasilkan *Bill of Material (BOQ)*. BOQ ini nantinya akan dihitung biaya per meter persegi dalam rekapitulasi harga. Lalu penelitian berlanjut untuk perencanaan jadwal dengan metode kurva s dan diagram PDM yang dilakukan di aplikasi *Microsoft Excel* dan *Microsoft Project*. Setelah itu dilanjutkan dengan menganalisa material dinding yang digunakan pada MOT dengan studi literatur.

Setelah proses estimasi biaya, penjadwalan dan analisis material tahapan selanjutnya dapat ditarik kesimpulan dari hasil pembahasan penelitian yang telah dilakukan dengan diikuti penyampaian saran-saran.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Work Breakdown Structure (WBS)

WBS (*Work Breakdown Structure*) merupakan suatu metode pengorganisasian proyek menjadi struktur pelaporan hierarkis. WBS berisi tentang uraian pekerjaan yang dilaksanakan pada suatu proyek. Adapun WBS untuk pekerjaan ruang MOT dapat dilihat pada tabel berikut.

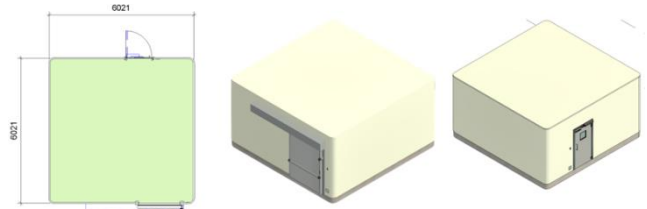
Tabel 1. *Work Breakdown Structure* Pekerjaan Ruang MOT

No	Uraian Pekerjaan	Satuan
Pekerjaan Arsitektur		
1	Pekerjaan Pemasangan Dinding	m ²
2	Pekerjaan Pemasangan Lantai	m ²
3	Pekerjaan Pemasangan Ceiling	m ²

4	Pekerjaan Pemasangan Pintu	Unit
4.1	Pemasangan <i>Hermetic Sliding Door</i>	Unit
4.2	Pemasangan <i>Hermetic Swing Door</i>	Unit

Modelling MOT Sandwich Panel

Pembentukan model komponen ruang MOT menggunakan perangkat lunak *Revit 2024*. Komponen yang dibuat adalah lantai, dinding, pintu, dan *ceiling*. Berikut adalah gambar MOT *sandwich panel* yang dibuat dari *revit*. Adapun gambarnya sebagai berikut.



Gambar 4. Modelling MOT Sandwich Panel

Bill of Quantity (BOQ)

BOQ diperoleh dari total volume di kali total harga satuan pekerjaan pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Adapun BOQ dari pekerjaan ruang MOT adalah sebagai berikut.

Tabel 2. BOQ Pekerjaan Arsitektur Ruang MOT

No	Uraian Pekerjaan	U n it	V o l. l.	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pekerjaan Pemasangan Dinding	m ²	65	143.895	9.353.178
2	Pekerjaan Pemasangan Lantai	m ²	36	167.896	6.044.287
3	Pekerjaan Pemasangan Ceiling	m ²	37	125.363	4.638.444
4	Pekerjaan Pemasangan Pintu				
4.1	Pemasangan <i>Hermetic Sliding Door</i>	Unit	1	78.738.476	78.738.476
4.2	Pemasangan <i>Hermetic Swing Door</i>	Unit	1	78.699.704	78.699.704
Jumlah					177.474.090

Kurva S

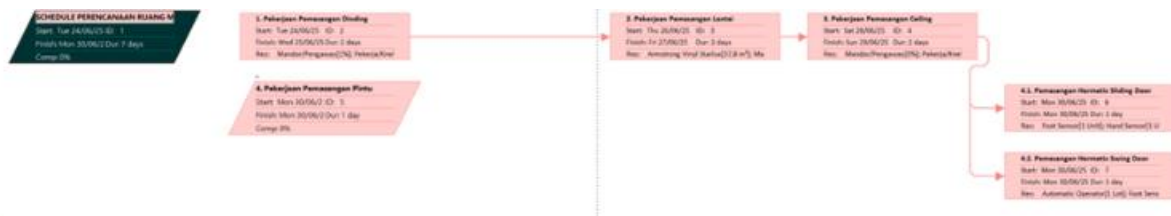
Kurva S pada ruang MOT dibuat menggunakan *Microsoft Excel* dan *Microsoft Project*. Adapun data yang dibutuhkan dalam pengerjaan Kurva S ini antara lain jenis pekerjaan, durasi, sub harga per pekerjaan, bobot pekerjaan, total harga seluruh pekerjaan, progress rencana harian dan kumulatif, kebutuhan biaya dan biaya kumulatif. Dengan rincian sumbu horizontal merupakan waktu atau durasi dan vertikal merupakan progress kumulatif atau biaya kumulatif. Adapun gambar kurva s yang dibuat dengan *Microsoft Project* sebagai berikut.

KURVA S MODULAR OPERATING THEATRE (MOT)																		
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Bobot (%)	Harf													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pekerjaan Arsitektur																		
1	Pekerjaan Pemasangan Dinding	m ²	Rp. 6.250.048,13	3,61	0,90	0,90	0,90	0,90										
2	Pekerjaan Pemasangan Lantai	m ²	Rp. 6.044.287,14	3,49					0,87	0,87	0,87	0,87						
3	Pekerjaan Pemasangan Ceiling	m ²	Rp. 3.557.719,70	2,05									0,51	0,51	0,51	0,51		
4	Pekerjaan Pemasangan Pintu	Unit																
4.1	Pemasangan Hermetic Sliding Door	Unit	Rp. 78.738.476,12	45,44												22,72		
4.2	Pemasangan Hermetic Swing Door	Unit	Rp. 78.699.704,15	45,41												22,71		
JUMLAH			Rp. 173.290.235,24	100,00														
PROGRESS RENCANA HARIAN					0,90	0,90	0,90	0,90	0,87	0,87	0,87	0,87	0,51	0,51	0,51	0,51		
PROGRESS RENCANA MINGGUAN KUMULATIF					0,90	1,80	2,71	3,61	4,48	5,35	6,22	7,09	7,61	8,12	8,63	9,15		
KEBUTUHAN BIAYA					Rp. 1.562.512,03	Rp. 1.562.512,03	Rp. 1.562.512,03	Rp. 1.562.512,03	Rp. 1.511.071,79	Rp. 1.511.071,79	Rp. 1.511.071,79	Rp. 1.511.071,79	Rp. 889.429,93	Rp. 889.429,93	Rp. 889.429,93	Rp. 889.429,93		
KEBUTUHAN BIAYA KUMULATIF					Rp. 1.562.512,03	Rp. 3.125.024,06	Rp. 4.687.536,09	Rp. 6.250.048,13	Rp. 7.761.119,91	Rp. 9.272.191,70	Rp. 10.783.263,48	Rp. 12.294.335,27	Rp. 13.805.407,10	Rp. 15.316.479,03	Rp. 16.827.550,96	Rp. 18.338.622,89		

Gambar 5. Kurva S Microsoft Excel Diagram PDM MOT Sandwich Panel

PDM dari penjadwalan ruang MOT yang dihasilkan setelah memasukkan data urutan pekerjaan dan durasi pekerjaan

pada aplikasi Microsoft Project. Adapun Gambar PDM yakni sebagai berikut.



Gambar 6. Penjadwalan Ruang MOT Sandwich Panel menggunakan PDM Material Sandwich Panel

Panel sandwich struktur merupakan struktur yang memiliki jenis material berbeda yakni bagian plat dan isian sebagai bahan pembentuknya yang diproses menjadi satu lapisan. Material sandwich panel ini terdiri atas dua permukaan yang tipis dan memiliki inti (core) yang diisikan untuk pemisah kedua permukaan. Inti tersebut memiliki kepadatan yang rendah sehingga menciptakan suatu struktur yang kaku dan ringan. Dua lapisan tipis yang terdapat pada struktur sandwich ini disebut dengan lapisan kulit, dan satu lapisan tengah disebut dengan lapisan inti sebagai gambar berikut. [11]

Sandwich panel sebagai komponen dinding telah diadopsi secara luas dalam teknik sipil sebab memiliki keunggulan di bidang rasio kekuatan terhadap berat yang besar, properti isolasi termal, dan kemudahan pemasangan material panel sehingga dalam proses instalasi konstruksi dapat diselesaikan dalam waktu yang relatif singkat serta kemampuan anti korosi yang cukup baik.

Work Breakdown Structure (WBS)

WBS (Work Breakdown Structure) merupakan suatu metode pengorganisasian proyek menjadi struktur pelaporan hierarkis. WBS berisi tentang uraian pekerjaan yang dilaksanakan pada suatu proyek. Adapun WBS untuk pekerjaan ruang MOT dapat dilihat pada tabel berikut.

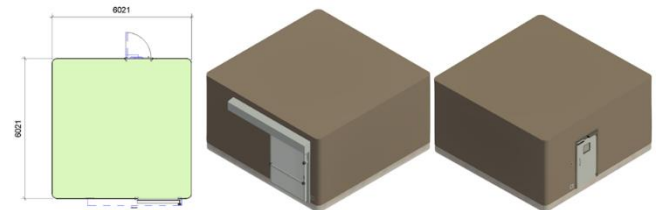
Tabel 3. Work Breakdown Structure Pekerjaan Ruang MOT

No	Uraian Pekerjaan	Satuan
Pekerjaan Arsitektur		
1	Pekerjaan Pemasangan Dinding	m ²
2	Pekerjaan Pemasangan Lantai	m ²
3	Pekerjaan Pemasangan Ceiling	m ²

4	Pekerjaan Pemasangan Pintu	Unit
4.1	Pemasangan Hermetic Sliding Door	Unit
4.2	Pemasangan Hermetic Swing Door	Unit

Modelling MOT Stainless Steel

Pembentukan model komponen ruang MOT menggunakan perangkat lunak Revit 2024. Adapun gambarnya sebagai berikut.



Gambar 7. Modelling MOT Stainless Steel

Bill of Quantity (BOQ)

BOQ diperoleh dari total volume di kali total harga satuan pekerjaan pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Adapun BOQ dari pekerjaan ruang MOT adalah sebagai berikut.

Tabel 4. BOQ Pekerjaan Arsitektur Ruang MOT

No	Uraian Pekerjaan	Unit	Vol.	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pekerjaan Pemasangan Dinding	m ²	65	96.154	6.250.048
2	Pekerjaan Pemasangan Lantai	m ²	36	167.896	6.044.287
3	Pekerjaan Pemasangan Ceiling	m ²	37	96.154	3.557.719

No	Uraian Pekerjaan	Unit	Vol.	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
<i>Ceiling</i>					
4	Pekerjaan Pemasangan Pintu				
4.1	Pemasangan Hermetic Sliding Door	Unit	1	78.738.476	78.738.476
4.2	Pemasangan Hermetic Swing Door	Unit	1	78.699.704	78.699.704
Jumlah					173.290.235

Kurva S

Kurva S pada ruang MOT dibuat menggunakan *Microsoft Excel* dan *Microsoft Project*. Adapun data yang dibutuhkan dalam pengerjaan Kurva S ini antara lain jenis pekerjaan, durasi, sub harga per pekerjaan, bobot pekerjaan, total harga seluruh pekerjaan, progress rencana harian dan kumulatif, kebutuhan biaya dan biaya kumulatif. Dengan rincian sumbu horizontal merupakan waktu atau durasi dan vertikal merupakan progress kumulatif atau biaya kumulatif. Adapun gambar kurva s yang dibuat dengan *Microsoft Project* sebagai berikut.

KURVA S MODULAR OPERATING THEATRE (MOT)																			
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Bobot (%)	Hari														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Pekerjaan Arsitektur																			
1	Pekerjaan Pemasangan Dinding	m ²	Rp. 6.250.048,13	3,61	0,90	0,90	0,90	0,90											
2	Pekerjaan Pemasangan Lantai	m ²	Rp. 6.044.287,14	3,49					0,87	0,87	0,87	0,87							
3	Pekerjaan Pemasangan Ceiling	m ²	Rp. 3.557.719,70	2,05									0,51	0,51	0,51	0,51			
4	Pekerjaan Pemasangan Pintu	Unit																	
4.1	Pemasangan Hermetic Sliding Door	Unit	Rp. 78.738.476,12	45,44												22,72	22,72		
4.2	Pemasangan Hermetic Swing Door	Unit	Rp. 78.699.704,15	45,41												22,71	22,71		
JUMLAH																			
PROGRESS RENCANA HARIAN					0,90	0,90	0,90	0,90	0,87	0,87	0,87	0,87	0,51	0,51	0,51	0,51	45,43	45,43	
PROGRESS RENCANA MINGGUAN KUMULATIF					0,90	1,80	2,71	3,61	4,48	5,35	6,22	7,09	7,61	8,12	8,63	9,15	9,67	10,18	10,18
KEBUTUHAN BIAYA						Rp. 1.562.512,03	Rp. 1.562.512,03	Rp. 1.562.512,03	Rp. 1.562.512,03	Rp. 1.511.071,79	Rp. 1.511.071,79	Rp. 1.511.071,79	Rp. 1.511.071,79	Rp. 889.429,93	Rp. 889.429,93	Rp. 889.429,93	Rp. 889.429,93	Rp. 78.719.090,13	Rp. 78.719.090,13
KEBUTUHAN BIAYA KUMULATIF						Rp. 1.562.512,03	Rp. 3.125.024,06	Rp. 4.687.536,09	Rp. 6.250.048,13	Rp. 7.761.119,91	Rp. 9.272.191,70	Rp. 10.783.263,48	Rp. 12.294.335,27	Rp. 13.805.407,16	Rp. 15.316.479,09	Rp. 16.827.551,02	Rp. 18.338.622,95	Rp. 19.849.694,88	Rp. 21.360.766,81

Gambar 8. Kurva S *Microsoft Excel*
Diagram PDM MOT Stainless Steel

PDM dari penjadwalan ruang MOT yang dihasilkan setelah memasukkan data urutan pekerjaan dan durasi

pengerjaan pada aplikasi *Microsoft Project*. Adapun Gambar PDM yakni sebagai berikut.



Gambar 9. PDM MOT *Stainless Steel*

Material Stainless Steel

Stainless steel merupakan baja paduan yang mengandung sedikitnya 11,5% krom berdasar beratnya. *Stainless steel* memiliki sifat tidak mudah terkorosi sebagaimana logam baja yang lain. *Stainless steel* berbeda dari baja biasa dari kandungan kromnya. Baja karbon akan terkorosi ketika diekspos pada udara yang lembab. Besi oksida yang terbentuk bersifat aktif dan akan mempercepat korosi dengan adanya pembentukan oksida besi yang lebih banyak lagi. *Stainless steel* memiliki persentase jumlah krom yang memadai sehingga akan membentuk suatu lapisan pasif kromium oksida yang akan mencegah terjadinya korosi lebih lanjut. [13]

Baja paduan SS 304 merupakan jenis baja tahan karat austenitic *stainless steel* yang memiliki komposisi 0.042%C, 1.19%Mn, 0.034%P, 0.006%S, 0.049%Si, 18.24%Cr, 8.15%Ni, dan sisanya Fe. Beberapa sifat mekanik yang dimiliki baja karbon tipe 304 ini antara lain: kekuatan tarik 646 Mpa, *yield strength* 270 Mpa, *elongation* 50%, kekerasan 82 HRB. *Stainless steel* tipe 304 merupakan jenis baja tahan karat yang serbaguna dan paling banyak digunakan. Komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las dan ketahanan korosinya sangat baik dengan harga yang relatif terjangkau. *Stainless steel* tipe 304 ini banyak digunakan dalam dunia industri maupun skala kecil.

Stainless steel 304 sebagai komponen dinding telah diadopsi dalam Teknik sipil sebab memiliki keunggulan utama pada material yang sangat tahan terhadap korosi serta kuat dan tahan lama. Selain itu material ini mudah untuk dilakukan pemeliharaan sehingga sehingga sangat ideal untuk konstruksi yang memerlukan standar kebersihan yang tinggi.

Pembahasan

Hasil estimasi biaya yang dilakukan dengan metode Building Information Modelling (BIM) software Revit perencanaan ruang MOT sandwich panel didapatkan harga sebesar Rp 177.474.090,47 dengan rincian pekerjaan dinding sebesar Rp9.353.178,68 pekerjaan lantai sebesar Rp6.044.287,14 pekerjaan pemasangan ceiling sebesar Rp4.638.444,38 pekerjaan pemasangan pintu sebesar sliding sebesar Rp 78.738.476,12 pekerjaan pemasangan pintu swing sebesar Rp 78.699.704,15. Untuk perencanaan ruang MOT stainless steel didapatkan harga sebesar Rp 173.290.235,24 dengan rincian pekerjaan dinding sebesar Rp6.250.048,13 pekerjaan lantai sebesar Rp6.044.287,14 pekerjaan pemasangan ceiling sebesar Rp3.557.719,70 pekerjaan pemasangan pintu sebesar sliding sebesar Rp 78.738.476,12 pekerjaan pemasangan pintu swing sebesar Rp 78.699.704,15

Durasi pelaksanaan pembangunan ruang MOT dengan tipe dinding sandwich panel selesai dalam 7 hari dengan rincian 2 hari pelaksanaan pemasangan dinding, 2 hari pelaksanaan pemasangan lantai, 2 hari pelaksanaan pemasangan ceiling, dan 1 hari pelaksanaan pemasangan pintu sliding dan pintu swing. Dan untuk pelaksanaan pembangunan ruang MOT dengan tipe dinding stainless steel selesai dalam 14 hari dengan rincian 4 hari pelaksanaan pemasangan dinding, 4 hari pelaksanaan pemasangan lantai, 4 hari pelaksanaan pemasangan ceiling, dan 2 hari pelaksanaan pemasangan pintu sliding dan pintu swing.

Kedua material dinding untuk membangun ruang

MOT mempunyai kelebihan masing-masing. Dinding sandwich panel mempunyai kelebihan dalam kemudahan pada proses instalasi dan kelebihan properti isolasi termal. Sedangkan dinding stainless steel mempunyai kelebihan anti korosi dan kemudahan pada pemeliharaan material konstruksinya.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari analisis Tugas Akhir yang telah dilakukan, yaitu pada hasil estimasi biaya yang dilakukan dengan metode Building Information Modelling (BIM) software Revit perencanaan ruang MOT sandwich panel didapatkan harga sebesar Rp 177.474.090,47. Untuk perencanaan ruang MOT stainless steel didapatkan harga sebesar Rp 173.290.235,24.

Durasi pelaksanaan pembangunan ruang MOT dengan tipe dinding sandwich panel selesai dalam 7 hari. Dan untuk pelaksanaan pembangunan ruang MOT dengan tipe dinding stainless steel selesai dalam 14 hari.

Dinding sandwich panel mempunyai kelebihan dalam kemudahan pada proses instalasi dan kelebihan properti isolasi termal. Sedangkan dinding stainless steel mempunyai kelebihan anti korosi dan kemudahan pada pemeliharaan material konstruksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik dan Sarana Kesehatan, Pedoman Teknis Ruang Operasi Rumah Sakit, Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2012.
- [2] International Organization for Standardization, "Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling," *ISO 19650-1:2018*, vol. 1, 2018.
- [3] Wikimedia Foundation, Inc., "Bahasa Indonesia: Autodesk Revit," Wikimedia Foundation, Inc., 19 Agustus 2024. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Revit. [Accessed 25 Agustus 2024].
- [4] Wikimedia Foundation, Inc., "Microsoft Project," Wikimedia Foundation, Inc., 26 Januari 2023. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Project. [Accessed 25 Agustus 2024].
- [5] D. Frank R and L. F. , *Estimating in Building Construction*, Inggris: Prentice Hall, 2023.
- [6] H. B. Rencana Dan Estimate Real Of Cost Cetakan ke-2, Jakarta: Bumi Aksara, 2013.
- [7] C. *Construction Project Scheduling*, New York: McGraw. Hill, Inc, 1992.
- [8] I. Widiyanti and L. , *Manajemen Konstruksi*, Bandung: PT Remaja , 2013.
- [9] Gubernur DKI Jakarta , *Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 10 Tahun 2020*, Jakarta: Gubernur DKI Jakarta, 2020.
- [10] Kementrian Kesehatan RI, *Peraturan Menteri*

Kesehatan Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2022 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan, Prasarana, dan Peralatan Kesehatan Rumah Sakit, Jakarta: Berita Negara Republik Indonesia, 2022.

- [11] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022.
- [12] M. I. A. I, "Analisa Produktivitas Pemasangan Dinding Dengan Menggunakan Material M-Panel," *Jurnal Sipil Fakultas Teknik Brawijaya*, vol. 1, pp. 1-9, 2014.
- [13] S. Pratiwi, A. Saputra and A. Awaludin, "Kuat Tekan Sandwich Panel Expanded Polystyrene Penambahan Plesteran dan Kawat Locket," *Teknisia*, vol. 25, p. 77.