

Aplikasi *Building Information Modelling* (BIM) 5D pada Pembangunan Gedung Bali *International Hospital* (Gedung B)

Riyantama Sudargo^{1*}, Anik Ratnaningsih², Indra Nurtjahjaningtyas³

*Corresponding author's email: ¹rivantama.rts@gmail.com

Diterima Juni 2024, Direvisi Juli 2024, Disetujui Oktober 2024, Terbit Oktober 2024

Abstract: In the 4.0 era, technological developments are needed in sustainable construction, such as in the Bali International Hospital construction infrastructure project using Building Information Modeling (BIM). The use of BIM is able to minimize and avoid miss communication and errors in reading data between scientific disciplines and can also reduce time and costs in the construction of construction projects. Autodesk Revit is one part of the BIM software. which allows users to be able to plan building construction in 3D both architecturally, structurally, and MEP as well as integrating data such as cost budgets, project schedules, and material specifications into the model to be more accurate. In the Bali International Hospital project, the use of Autodesk Revit software is only limited to 3D modeling, not to bring up the results of quantity take off, in this study will be studied related to the use of Autodesk Revit software in scheduling (BIM 4D), quantity take off and Budget Plan (BIM 5D). The research steps include data collection, 3d modeling with autodesk revit 2021 software, clash detection, Quantity take off for cost budget plan, scheduling plan using ms project, scheduling simulation with navisworks manage 2021. The application of BIM in the Bali International Hospital construction project (Building B), obtained 3d modeling consisting of foundation work up to the construction of the building.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); Autodesk Revit; Autodesk Navisworks manage.

Abstrak: Pada era 4.0 perkembangan teknologi diperlukan dalam konstruksi berkelanjutan, seperti pada proyek infrastruktur pembangunan Bali International Hospital dengan menggunakan Building Information Modelling (BIM). Penggunaan BIM mampu meminimalisir dan menghindari terjadinya miss communication dan kesalahan dalam membaca data antara lintas disiplin keilmuan serta dapat juga mengefisiensi waktu dan biaya pada perencanaan sampai tahap menghasilkan siklus hidup proyek. Proyek Bali International Hospital telah menggunakan metode bim dalam penggambaran (3d) pada artikel ini akan dikaji terkait penggunaan Building Information Modelling dalam melakukan pemodelan (3D penjadwalan (4D), quantity take off dan Rencana Anggaran Biaya (5D). Langkah-langkah penelitian meliputi pengumpulan data, pemodelan 3d dengan software autodesk revit 2021, clash detection, Quantity take off untuk rencana anggaran biaya, rencana penjadwalan menggunakan ms project, simulasi penjadwalan dengan Autodesk Navisworks 2021. Pengaplikasian BIM pada proyek pembangunan Bali International Hospital (Gedung B), didapati pemodelan 3d yang terdiri dari pekerjaan pondasi sampai dengan atap dengan menghasilkan quantity take off. Dari hasil quantity take-off berbasis BIM pada software Autodesk revit 2021 didapat total pekerjaan untuk pembetonan 5589.54 m³, pembesian 288.13 ton, bekisting 13046.97 m², dan profil baja 29.21 ton serta diperoleh Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp 15,866,878,000 dan perencanaan penjadwalan (schedule) durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur adalah 202 hari kalender.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); Autodesk Revit.

1. Pendahuluan

Era Industri 4.0 mensyaratkan adanya kebijakan penting pada transformasi ekonomi berupa pembangunan infrastruktur. Indonesia, yang berada di posisi ke-4 se-Asia dalam pasar konstruksi, berkontribusi sebanyak 10% terhadap GDP di Indonesia dalam sektor konstruksi. Namun, salah satu tantangan membangun pada era 4.0 adalah perkembangan teknologi yang diperlukan dalam konstruksi berkelanjutan, khususnya pada proyek infrastruktur. Hal tersebut menjadi suatu keharusan dikarenakan pentingnya koordinasi masing-masing pihak yang saling terkait dan berhubungan [1]. Di Indonesia, perancangan dan pekerjaan konstruksi banyak menggunakan teknologi komputer, yang berkembang menjadi *Building Information Modelling* (BIM) [2], sebuah konsep atau sistem yang menyediakan informasi pemodelan terintegrasi dengan tujuan koordinasi, simulasi, dan visualisasi antar *stakeholders* dalam bentuk digital menggunakan perangkat lunak 3D [3]. Penggunaan BIM mampu meminimalisir kesalahan

dalam membaca data antar lintas disiplin keilmuan sebelum dimulainya tahap konstruksi dan menghasilkan efisiensi waktu dan biaya pada pembangunan proyek konstruksi [4].

Salah satu hasil dari menggunakan BIM dalam perencanaan adalah penjabaran detail mengenai volume pelaksanaan pekerjaan atau *quantity take off* (QTO). Penghitungan QTO menggunakan BIM mempunyai hasil yang lebih akurat, sederhana, dan detail dibandingkan dengan menghitung secara manual [5]. Software BIM yang akan digunakan perlu pertimbangan sesuai aspek pekerjaan yang akan dilakukan karena terdapat berbagai macam produk berbasis BIM [6]. Autodesk Revit merupakan salah satu software BIM, memungkinkan penggunanya merencanakan konstruksi bangunan dalam bentuk 3D serta mengintegrasikan data seperti anggaran biaya dan jadwal proyek ke dalam model mereka. Autodesk Revit memiliki banyak sekali tools yang siap pakai dan relatif mudah untuk digunakan, sehingga perencana dapat fokus di dalam perancangan sebuah Gedung [7]. Namun, penggunaan Revit pada proyek Bali International Hospital hanya sebatas pemodelan 3D tanpa memunculkan hasil QTO. Oleh karena itu, penelitian ini akan menyelidiki lebih lanjut tentang penggunaan Autodesk Revit dalam melakukan penjadwalan (BIM 4D), quantity take off, dan Rencana Anggaran Biaya (BIM 5D) pada proyek Bali International Hospital (Gedung B)..

Penelitian ini menghadirkan kebaruan (novelty) dalam penerapan Building Information Modeling (BIM) dengan pendekatan terintegrasi 5D yang mencakup pemodelan 3D, penjadwalan proyek (4D), serta penyusunan Rencana Anggaran Biaya (5D) pada proyek pembangunan Bali International Hospital (Gedung B). Berbeda dengan praktik sebelumnya yang hanya memanfaatkan Autodesk Revit untuk pemodelan visual 3D, penelitian ini secara komprehensif menggabungkan hasil pemodelan struktur dengan analisis kuantitas pekerjaan (quantity take off), perhitungan biaya konstruksi, serta penjadwalan berbasis waktu menggunakan Microsoft Project dan simulasi 4D di Autodesk Navisworks. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem informasi proyek yang lebih akurat, efisien, dan minim risiko, dengan mengintegrasikan seluruh data teknis proyek dalam satu ekosistem digital berbasis BIM. Penelitian ini juga bertujuan untuk menunjukkan potensi efisiensi dan transparansi dalam manajemen proyek melalui visualisasi 4D dan estimasi biaya 5D yang berbasis data aktual dan sistematis..

2. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Building Information Modeling* 5D, Adapun tahapan penelitian ini sebagai berikut:

Studi Literatur

Dalam tahapan studi literatur yang dilakukan adalah membaca sumber-sumber informasi dan literasi yang memiliki kaitan terhadap penelitian ini serta pedoman-pedoman atas *software* yang akan digunakan untuk menunjang serta mempelajari fungsi dan pendalaman kegunaan dalam masing-masing fiturnya.

Penelitian kali ini menggunakan data Shop Drawing pada pengerjaan Struktur dari pembangunan Bali International Hospital. Data tersebut menjadi dasar untuk membuat pemodelan 3D dan mendapatkan hasil Quantity Take Off(QTO) berdasarkan Building Information Modelling (BIM).

Pemodelan 3d dengan bim

Penggunaan pemodelan *software* Autodesk Revit merupakan awal dari pengaplikasian konsep BIM. Data proyek mencakup *shop drawing*, yang dimodelkan menjadi 3D dalam perangkat lunak Autodesk Revit 2021, dimulai dengan spesifikasi bentuk dan teknik material untuk setiap elemen. Pemodelan harus dilakukan sesuai kebutuhan untuk memverifikasi desain elemen, bahan, dan tulangan. Selain itu, setelah selesai melakukan pemodelan BIM 3D pada *software* Autodesk Revit, akan dilakukan *clash detection* untuk menghindari *clash* akibat terjadinya kesalahan saat dalam tahapan pemodelan.

Perencanaan Jadwal dan Rencana Anggaran Biaya

Rencana penjadwalan proyek akan menggunakan software BIM yang mengintegrasikan antar Microsoft Office Project dengan Autodesk Navisworks Yang bertujuan untuk melakukan penjadwalan dengan menerapkan aplikasi BIM 4D dari pemodelan bangunan yang dibuat dalam Autodesk Revit. Setelah penjadwalan didapat selanjutnya akan dimunculkan dalam bentuk BIM 5D untuk mengetahui *quantity take off.* Rencana anggaran biaya dapat disusun dan dibuat berdasarkan hasil dari *quantity take off* dengan menggunakan bantuan aplikasi Microsoft Excel.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pada penelitian ini akan dijelaskan dalam beberapa sub bab:

Pemodelan 3D Autodesk Revit

Pemodelan BIM 3D struktur Gedung rumah sakit Bali *interntional Hospital* menggunakan *software* Autodesk Revit 2021. Sebelum membuat model struktur, terlebih dahulu melakukan *set up new project* dan *Manage Template* sesuai dengan parameter tertentu serta sesuai dengan datadata umum proyek, pembuatan *Grid*, dan Elevasi. Setelah itu dilakukan pemodelan untuk *Family* struktur dikarenakan ada bentuk komponen yang tidak disediakan pada *template* dan harus dibuat secara *custom*. Selanjutnya memodelkan bentuk dari struktur bangunan dimulai dari item pekerjaan struktur bawah yaitu tiang pancang, pile cap, dan tie beam. Setelah itu dilakukan sesuai dengan *shop drawing*. Langkah selanjutnya memunculkan hasil QTO (*Quantity Take Off*). Hasil luaran pemodelan 3D Menggunakan Autodesk Revit dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil luaran pemodelan 3d pada software Autodesk Revit 2021.

Clash Detection

Clash Detection adalah alat BIM untuk proyek selama fase desain diperlukan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan bentrokan dalam desain untuk memastikan kelancaran arus konstruksi selama tahap konstruksi proyek [8]. dalam penelitian ini *software* yang digunakan yaitu Autodesk Navisworks 2021. Ditemukan adanya 130 item *clash* pada pemodelan Autodesk revit yang di identifikasi oleh fitur *Clash Detection* pada Autodesk Navisworks.

Salah satu contoh hasil *Clash Detection* yang terjadi pada sistem struktur tersebut yang di di identifikasi oleh *software* Autodesk Navisworks 2021 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Clash Detection pada Autodesk Navisworks 2021



Gambar 3. Clash antara pc 6 dengan tie beam

Perhitungan Quantity Take Off metode BIM

Data *quantity take off* yang telah selesai menggunakan metode BIM memberikan gambaran menyeluruh tentang jumlah material yang diperlukan untuk proyek konstruksi. Hasil dari *quantity take off* menggunakan pemodelan 3D juga dapat memberikan visualisasi yang lebih baik tentang distribusi material di seluruh proyek konstruksi. Ini membantu pemangku kepentingan, termasuk pemilik proyek dan kontraktor, untuk memiliki pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana material akan digunakan dan didistribusikan di lapangan Melalui analisis terperinci dari pemodelan 3D [9]. Hasil *quantity take off* yang dihasilkan oleh Autodesk revit dapat dilihat pada gambar 4.

REDE	3 · 0 · 0 · 0	H. / OA	0.0 🔛 🖓 🕄 🔸	RELEAK LANCH	Copy - Schedule	Structural Column Si	tetide 🔺 🕮 🚨 201	1934108CER - 💽 😨 🛞 -	. 🕾 X
The Architectu	are Stutture Skeel	Presant Systems	Inset Arrariate Jewlyce	Maning & She	Colatoniate Vi	iew Minuge Ad	alian Modily Modily	Schoolides/Councilies (1)+	
Propersies Structure	red Ca	Alereo Contine a Peramatan	uet Delete Rolar Hile Delate	Inter Accel	Dolete Resize	Menje Inot Cu Armanja Imaja Ca	r Griep Ungenig Freeze	 Grading Ag Font ⊞ Bondes I Align Homerful W Baset III Align Vertical + 	- Eg Higheger World
Properties	Rearreters		Columns	flows		Titles	di Hisaciers	Appearance	Eenerk
Mod is Schoolader									
Properties	,	E Structural Calu	mn Schedule X					Project Browser - PX UN	HUNDL X
-			<structural co<="" td=""><td>olumn Schedule</td><td>></td><td></td><td></td><td>A Level 1 - Asia Level 2 - Asia</td><td>lysical A lysical</td></structural>	olumn Schedule	>			A Level 1 - Asia Level 2 - Asia	lysical A lysical
Scores .	ue	A	8	C	D	E		500	
		7/60	Family	Volume	BaseLovel	Lexon		- Floor Plans	
Schedule: Structural Identity Data	Column ~ 18 fullt Type	LASTA 1						ATAP 30 Views	. 1
View Template	ellinere 1	H211 (90000550)	Concrete-Rectangular-Column	1.77 ml	LANTAL 1	4590		Analytical Me	rial
Minut Binnen	Shutheral Column	HER PARTIES OF	Concern Rectinguist Colem	177.89	LANDART	4598		1101	
Yes name	artitura catarrit.	ABT BOOLEDDS	Concern Rectarge and Column	1.77.97	LANCING	4190		D Deutices Balds	on Elevation
Dependency	intepersone.	101 10001555	Connect Sectoral Column	177.44	1007381	(73)		- Internet	
Phoning		with an article in	Courses Sectores of Course	1 72 ml	1.66/1481	45.00			
Phase Filter	Show Al	NET NOTESSA	Comple Redennie Crient	1.72 af	LANTAR 1	4130		Poorth	
Prave	New Construction	NOT PRESIDE	Concette Marthauxian Column	1.72.00	1.6601481	41.91		South	
Other		10100000555	Concete Redardaler Column	1.77 ml	LANTALI	4550		West	
E 44		1021 282062201	Concello-Rectangelar-Column	1.77.11	LAVIAT	4250		⇒ Sections (Bailding)	a Section]
rists	Far.	1011 (00000000)	Concete Rectangular Column	1.77 ml	LANTAL 1	(150		Section 2	
Filter	Edt.	HE1 99304250	Concrete-Recturgelar-Column	1,77 m	LANTH 1	4593		Section 3	
Some/Grouping	tdt	×3#1 (90006555)	Concella Rachargelar Colarini	1.77 af	1.46/7381	4(5)		Section 4	
Formatting	Edt_	×211 990001250)	Concrete-Rectangelar-Column	1.77 mf	LANTAR 1	4290		Section 5	
Ansergince	Edl.	+001 93306555g	Concete Rectangular Column	1.72 ml	LANTAL1	6530		The second	
		HB1 (0004350)	Conceto-Rectangelar-Column	1,72 m	LANTART	4590		and code cost	
		HET PRESSO	Concette Hattings and starting	1.72.07	1.4617481	41.98		School units	ows part
		HB1 99001553)	Concele-Rectangular-Colami	1.77.07	LANTAR 1	4590		PENULANISAN	
		HB1 90005550)	Concete-Rectinguist-Calimn	1.72 m	LANDAL1	4591		Structural Colum	an Schedul-
		×221 (90001550)	Concete Rectangular Column	1.77 mf	L4N7481	4590		Structural Found	rion Schedu
Processing States		HB1 99300550	Concelle-Hardwage ar-Calumn	1.72 m	LANDAR1	4591		- Structural Francia	a Scherhale . *
LODGERS NED	Augh	HB1 (00001555)	Concide Reclargelar Colares	0.77 af	Detroit i	4550		v e	
Zoom is or out using	g the Cirl + mouse whee	i or Chil St	- 23	1 III Main Main				7422000	100%

Gambar 4. Hasil quantity take off Autodesk revit 2021

Berikut merupakan hasil rekap perhitungan *quantity take off* dengan metode BIM menggunakan Autodesk Revit 2021 yang dapat dilihat pada Tabel 1 sampai 12. Hasil rekap *quantity take off* pembetonan dan bekisting pile cap terdapat 6 tipe sesuai dengan gambar perencanaan dan didapat hasil untuk total volume pembetonan yaitu 1112.2 m³ dan total luas bekisting 467.96 m². Dapat dilihat rekap *quantity take off* pembetonan dan bekisting pile cap pada Tabel 1.

No	Tipe	Volume (m ³)	Luas Bekisting (m ²)
1	Pile Cap 1B	126	53.62
2	Pile Cap 2B	143.01	54.66
3	Pile Cap 3B	90.56	35.26
4	Pile Cap 4B	76.58	76.58
5	Pile Cap 5B	461.52	166.8
6	Pile Cap 6B	214.8	81.04
	Total	1112.20	467.96

Tabel 1 Hasil Quantity take off pembetonan dan bekisting pile cap

Hasil rekap *quantity take off* pembetonan dan bekisting tie beam terdapat 6 tipe sesuai dengan gambar perencanaan dan didapat hasil untuk total volume pembetonan yaitu 194.59 m³ dan total luas bekisting 1463.81 m². Dapat dilihat rekap *quantity take off* pembetonan dan bekisting tie beam pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Quantity take off pembetonan dan bekisting Tie Biem

No	Tipe	Dimensi (mm)	Volume (m ³)	Luas Bekisting (m²)
1	TBB 1	500 x 800	116.5	757.36
2	TBB 2	500 x 700	36.65	251.36
3	TBB 3	500 x 600	8.46	61.89
4	TBB 4	250 x 600	14.96	170.76
5	TBB 5	250 x 500	15.4	187.86
6	TBB 6	250 x 400	2.62	34.58
	Total		194.59	1463.81

Hasil rekap *quantity take off* pembetonan dan bekisting pelat lantai terdapat 3 tipe berbeda ketebalan yaitu SB1 (200 mm), MD1 (130 mm), MD2 (140 mm) sesuai dengan gambar perencanaan dan didapat hasil untuk total volume pembetonan yaitu 3319.06 m³ dan total luas bekisting 4148 m². Dapat dilihat rekap *quantity take off* pembetonan dan bekisting pelat lantai pada Tabel 3.

Level	Tipe Pelat	Tebal Pelat (mm)	Volume (m ³)	Luas Bekisting (m ²)
Lantai 1	SB 1	200	207.34	1037
Lantai Q	MD1	130	609.38	609.38
Lantal 2	MD 2	140	252.75	252.75
Lantai Q	MD1	130	661.37	661.37
Lantal 3	MD 2	140	199.89	199.89
Lantai 4	MD1	130	1078.51	1078.51
Lantal 4	MD 2	140	60.01	60.01
Lantai Atap	SB 1	200	249.81	249.81
	Total		3319.06	4148

Tabel 3 Hasil Quantity take off pembetonan pelat lantai

Hasil rekap *quantity take off* pembetonan kolom terdapat 3 tipe yaitu KB 1 (600 x 650 mm) jumlah 29 item per lantai, KB 2 (550 x 900) jumlah 10 item per lantai, KB 3 (900 x 900) jumlah 2 item per lantai. Dapat dilihat rekap *quantity take off* pembetonan dan bekisting kolom per lantai pada Tabel 4.

Hasil rekap *quantity take off* pembetonan dan bekisting balok per lantai sesuai dengan gambar perencanaan dan didapat hasil untuk total volume pembetonan yaitu 657 m³ dan total luas bekisting 5102.39 m². Dapat dilihat rekap *quantity take off* pembetonan dan bekisting balok per lantai pada Tabel 5.

Level	Tipe Kolom	Dimensi (mm)	Volume (m ³)	Length (mm)	Jumlah
	KB 1	600 x 650	51.33		29
Lantai 1	KB 2	550 X 900	22.5	4550	10
	KB 3	900 X 900	7.38		2
	KB 1	600 x 650	47.56		29
Lantai 2	KB 2	550 X 900	20.8	4200	10
	KB 3	900 X 900	6.8		2
	KB 1	600 x 650	47.56		29
Lantai 3	KB 2	550 X 900	20.8	4200	10
	KB 3	900 X 900	6.8		2
	KB 1	600 x 650	47.56		29
Lantai 4	KB 2	550 X 900	20.8	4200	10
	KB 3	900 X 900	6.8		2

Tabel 4 Hasil Quantity take off pembetonan kolom

Tabel 5 Hasil Quantity take off pembetonan balok

No	Tipe	Volume (m ³)	Luas Bekisting(m ²)
1	Pekerjaan Balok Lantai 2	150.78	1181.97
2	Pekerjaan Balok Lantai 3	154.9	1208.73
3	Pekerjaan Balok Lantai 4	176.84	1401.63
4	Pekerjaan Balok Lantai Atap	174.48	1310.06
	Total	657.00	5102.39

Hasil rekap *quantity take off* penulangan pile cap didapat hasil untuk total berat penulangan yaitu 66477.29 kg. Dapat dilihat rekap *quantity take off* penulangan pile cap pada Tabel 6.

No	Tipe	Volume (m ³)	Berat (kg)
1	Penulangan Pile Cap 1B	0.46724181	3667.85
2	Penulangan Pile Cap 2B	0.52045561	4085.58
3	Penulangan Pile Cap 3B	0.3100579	2433.95
4	Penulangan Pile Cap 4B	0.28264981	2218.80
5	Penulangan Pile Cap 5B	2.25234073	17680.87
6	Penulangan Pile Cap 6B	4.63569929	36390.24
	Total	8.46844514	66477.29

Tabel 6 Hasil Quantity take off penulangan pile cap

Hasil rekap *quantity take off* penulangan tie beam didapat hasil untuk total berat penulangan yaitu 15856.57 kg. Dapat dilihat rekap *quantity take off* penulangan tie beam pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil *Quantity take off* penulangan tie beam

No	Tipe	Volume (m ³)	Berat (kg)
1	TBB 1	0.90174406	7078.69
2	TBB 2	0.41168773	3231.75
3	TBB 3	0.07374877	578.93
4	TBB 4	0.27431735	2153.39
5	TBB 5	0.30779272	2416.17
6	TBB 6	0.0506544	397.64
-	Гotal	2.01994503	15856.57

Hasil rekap *quantity take off* penulangan pelat lantai didapat hasil untuk total berat penulangan yaitu 46043.45 kg. Dapat dilihat rekap *quantity take off* penulangan pelat lantai pada Tabel 8.

No	Tipe	Volume (m ³)	Berat (kg)
1	Penulangan Pelat Lantai 1	1.46318217	11485.98
2	Penulangan Pelat Lantai 2	1.21918416	9570.60
3	Penulangan Pelat Lantai 3	1.2177566	9559.39
4	Penulangan Pelat Lantai 4	1.61133028	12648.94
5	Penulangan Pelat Lantai Atap	0.35395442	2778.54
	Total	5.86540763	46043.45

Tabel 8 Hasil Quantity take off penulangan pelat lantai

Hasil rekap *quantity take off* penulangan kolom didapat hasil untuk total berat penulangan yaitu 93365.24 kg. Dapat dilihat rekap *quantity take off* penulangan kolom pada Tabel 9.

Level	Туре	Volume (m ³)	Total Volume	Berat (kg)
	KB 1	2.79881465		
Lantai 1	KB 2	0.88716306	4.06163701	31883.851
	KB <i>3</i>	0.3756593		
	KB 1	1.80594455		
Lantai 2	KB 2	0.7526605	2.8943007	22720.26
	KB <i>3</i>	0.33569565		
	KB 1	1.85784759		
Lantai 3	KB 2	0.85298161	3.01574298	23673.582
	KB <i>3</i>	0.30491378		
	KB 1	1.10498712		
Lantai 4	KB 2	0.6001721	1.92198046	15087.547
	KB <i>3</i>	0.21682124		
	Total		11.89366115	93365.24

Tabel 9 Hasil Quantity take off penulangan kolom

Hasil rekap *quantity take off* penulangan balok didapat hasil untuk total berat penulangan yaitu 66384.07 kg. Dapat dilihat rekap *quantity take off* penulangan balok pada Tabel 10.

Tabel 1	0 Hasil	Quantity	take (off penu	langan	balok
I abel 1	0 Hasn	Quantity	iune v	ojj penu	langan	Daton

No	Tipe	Volume (m³)	Berat (kg)
1	Pekerjaan Balok Lantai 2	1.952	15319.34
2	Pekerjaan Balok Lantai 3	1.975	15505.03
3	Pekerjaan Balok Lantai 4	2.311	18138.07
4	Pekerjaan Balok Lantai Atap	2.219	17421.64
	Total	8.46	66384.07

Hasil rekap *quantity take off* bekisting kolom didapat total bekisting kolom per lantai dengan tipe sesuai gambar perencanaan. Dapat dilihat rekap *quantity take off* bekisting kolom per lantai pada Tabel 11.

Hasil rekap *quantity take off* profil baja yang dibutuhkan untuk pekerjaan atap baja didapat total berat 29 ton dengan tipe sesuai gambar perencanaan. Dapat dilihat rekap *quantity take off* profil baja pada Tabel 12.

Dari hasil quantity take off total semua pekerjaan di atas dilakukan perbandingan presentase antara metode BIM dan exisisting pada proyek didapat hasil perbandingan sebesar 1.43%, terdiri dari pekerjaan penulangan 0.95 %, pembetonan 0.29%, bekisting 0.15%, dan profil baja 0.03%.

Level	Туре	Dimensi (mm)	Luas Bekisting (m²)	Total Luas Bekisting per Lantai (m²)
	KB 1	600 x 650	330.02	
Lantai 1	KB 2	$550 \ge 900$	132	494.78
	KB 3	900 X 900	32.76	
	KB 1	600 x 650	304.5	
Lantai 2	KB 2	$550 \ge 900$	121.8	456.54
	KB 3	900 X 900	30.24	
	KB 1	600 x 650	304.5	
Lantai 3	KB 2	$550 \ge 900$	121.8	456.54
	KB 3	900 X 900	30.24	
	KB 1	600 x 650	304.5	
Lantai 4	KB 2	$550 \ge 900$	121.8	456.54
	KB 3	900 X 900	30.24	

Tabel 11 Hasil Quantity take off bekisting kolom

Tabel 12 Hasil Quantity take off Profil Baja

No	Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat (ton)
1	HB 250X250X9X14	20	1431.67	1.43
2	HB 200X100X5.5X8	24	3610.19	3.61
3	HB 300X100X6.5X9	19	4260.69	4.26
4	HB 400X200X8X13	26	19701.20	19.70
	Total		29003.74	29.00

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Dari Hasil Quantity Take Off

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah proses perhitungan suatu objek konstruksi berdasarkan volume *quantity* yang diberi harga berdasarkan jenis material dan kesulitan dalam proses pekerjaannya berdasarkan data-data yang ada seperti gambar kerja [10-11]. Rekapan volume dari *quantity take off* pada pemodelan (3d) Autodesk revit 2021 telah selesai, maka dilanjutkan ke tahap BIM 5d dengan melakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari hasil *quantity take off* pada Autodesk revit 2021. Pada perhitungan rencana anggaran biaya Pekerjaan Struktur Bali *International Hospital* (Gedung B) menggunakan dokumen AHSP Cipta Karya Bali 2023 dan daftar harga satuan daerah Bali 2023. Berikut adalah hasil rekapitulasi rencana anggaran biaya pekerjaan struktur proyek pembangunan Bali *International Hospital* (Gedung B) dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Struktur pada Pembangunan Bali International Hospital

No	Uraian Pekerjan	J	Jumlah harga		
Ι	Pekerjaan Struktur Atas	Rp	5,004,257,585		
II	Pekerjaan Struktur Bawah	Rp	7,862,799,038		
III	Pekerjaan Rangka Atap Baja WF	Rp	1,427,427,403		
	Total Pekerjaan	Rp	14,294,484,026		
	PPN 11%	Rp	1,572,393,243		
	Total Setelah PPN 11 %	Rp	15,866,877,269		
	Pembulatan	Rp	15,866,878,000		

Terbilang :

Lima Belas Milyar Delapan Ratus Enam Puluh Enam Juta Delapan Ratus Tujuh Puluh Delapan Ribu Rupiah Didapatkan *cost estimation* atau Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan implementasi 5d pada pekerjaan struktur proyek Bali *international hospital* (Gedung B) adalah sebesar Rp15,866,878,000.

Penjadwalan pada proyek

Penjadwalan pekerjaan struktur utama pada proyek Bali *international Hospital* (Gedung B) dimulai pada tanggal 7 februari 2024 dan berakhir pada tanggal 7 september 2024. Waktu yang diperlukan antara perencanaan menggunakan BIM adalah 202 hari kalender,

1. Penjadwalan mengunakan Microsoft Project

Pemodelan 4D, jadwal proyek disiapkan menggunakan Microsoft Project. Sebelum menginput data pada ms project perlu menentukan produktivitas dan durasi dari setiap pekerjaan berdasarkan koefisien pada AHSP, kemudian masukkan WBS (*Work Breakdown Schedule*) pada ms project, selanjutnya masukkan durasi yang telah direncanakan pada ms project dan atur *predeseccor* dengan salah satu metode penjadwalan yaitu PDM (*Precedence Diagramming Method*) merupakan pendekatan yang sangat efektif dalam manajemen proyek untuk menentukan urutan kegiatan dan hubungan antar kegiatan. Setiap kegiatan direpresentasikan oleh sebuah *node*, sementara panah menghubungkan kegiatan tersebut untuk menunjukkan hubungan logis antara mereka, seperti ketergantungan *Finish-to-Start* (FS), *Start-to-Start* (SS), *Finish-to-Finish* (FF), dan *Start-to-Finish* (SF). Simpan File MSP pada ms project untuk di-*import* sebagai aktivitas jadwal ke dalam model Autodesk Navisworks untuk mewakili grafik *Gantt*. Gambar 5 menunjukkan hasil penjadwalan menggunakan *software* Microsoft Poject :

>	•	Task	wes	Task Marvie	Dutation	Start	14401 1, 2	0.4		Head 2, 20	4
1	-	*	3	Proyek Pembangunan Gedung B	202 days	Wed 07/02/24					-
2		-	1.1	Pekerjaan Struktur	190 days	Wed 07/02/24		-			_
3		-	1.1.A	Pekerjaan Struktur Bawah	#2 days	Wed 07/02/24		-			
4		-	1.1.A.a	Tiang Pancang	64 days	Wed 07/02/24		-	-		
5		-	1.1.A.b	Pile Cap	32 days	Tue 26/03/24			-		
6		-	1.1.A.c	Tie Beam	32 days	Sat 30/03/24			100000		
7		-	1.1.A.d	Pelat Lantai	32 days	Sat 30/03/24			10000	4-)	
		-	1.1.0	Pekerjaan Struktur Atas	95 days	Sun 28/04/24			-		-
		-	1.1.8.0	Lentel 1	21 days	Sun 28/04/24				-	
10		-	1.1.81	Kolom	21 days	Sun 28/04/24				Torona and the second	
11		-	1.1.8.6	Lantal 2	27 days	Sun 05/05/24					
12		-	1.1.8.0.1	Balok	20 days	Sun 05/05/24			-	Coloma and Coloma	
13		-	1.1.8.6.2	Pelat Lantai	21 days	Sun 05/05/24				and a second sec	
14		-	1.1.8.6.3	Kolom	11 days	Wed 22/05/24				- units	
15		-	1.1.0.c	Laritai 3	26 days	Thu 30/05/24					
16		-	1.1.B.c.1	Balok	20 days	Thu 30/05/24				-	
17		-	1.1.8.4.2	Pelat Lavtai	21 days	Thu 30/05/24					
18		-	1.1.8.4.3	Kolom	12 days	Sat 15/06/24				-	
19		-	1.1.8.d	Lentel 4	27 days	Sun 23/06/24					
20		-	1.1.0.4.1	Balok	21 days	5un 23/06/24				P-20100000000	
21		-	1.1.8.4.2	Pelat Lantai	21 days	Sun 23/06/24				Permitting 1	
22		-	1.1.8.4.3	Kolom	11 days	Wed 10/07/24					
23		-	1.1.8.4	Lentel Atep	19 days	Wed 17/07/24				-	-
24		-	1.1.6.e.1	Balok.	19 days	Wed 17/07/24					-
25		-	1.1.8.0.2	Pelat Lavitai	5 days	Wed 17/07/24					
26		-	1.1.C	Pekerjaan Atap	37 days	Wed 17/07/24				-	_
25		-	1.1.C.a	Pekerjaan Rangka Atap Baj	a \37 days	Wed 17/07/24				2 p. 100	
nojek late:	t: TA Wed	MA PERC 27/03/2/	OBAAN	Taot Sett Milestons + Summary, P	Factive Miles Factive Se Manual Te Duration-e T Manual Se	lectone i mmary i A i m/r mmary Rollup		Start-only Probl-only External Tasks External Milasto Deadline	C 3 •	Ortical Split Programs Manual Program	
				Inactive Task	Manual Sur	nmary F		Gritical	-		
						Page 1					

Gambar 5. Penjadwalan menggunakan software Microsft Project

2. Input File Microsoft Project ke Autodesk Navisworks

File yang telah disimpan dengan format MSP di impor ke Autodesk Navisworks untuk melakukan simulasi penjadwalan 4D dengan pemodelan 3D. NWC dan pada tampilan *Timeliner*. Kegiatan dan titik tampilan aktivitas dicocokkan dalam model Navisworks dan grafik 4D model *Gantt* yang dihasilkan. Ini juga memungkinkan simulasi konstruksi untuk dianimasikan. Beberapa sudut pandang ditetapkan sesuai dengan aktivitas dan dilampirkan pada setiap aktivitas terkait. Dengan metode ini, simulasi pembangunan dapat dijalankan. Gambar 6 menunjukkan model komposit 3D Navisworks yang mencakup informasi struktural dengan grafik *Gantt* yang dihasilkan dalam Autodesk Navisworks dengan menghubungkan jadwal.

	Autodesk Naviuwork	is Manage 2021 RIMANI	AMA SUDARGO, w	Type a legislard or pho	T 2 Constants		- a x
Append Di Robert AL. Solat Project *	George Select All *	Find Roms or Find Roms Sets + B	, Popula Hair Unolocitat Unode All * VidDRy	Cloba Cluck Properties Cluck Dopley	And a start function of the start of the sta	DataSoch App Mana	
Singer States							
Tell Data Second Conferen	Gentle						
	Brand - B = Stor	1600Q		700m -	-0		4.55.
Artho - See Data Source () - Proyek Pembangan	Natura Status Exet) — nas Gedung B —	Planed Stat Planed? 02/02/0814 25/08/082 02/02/0814 25/08/082	Fod Actual Stat 4 N/A 4 N/A	Plenjh	Apl	Har	JaneA
 Pokorjaan Struktu Pekorjaan Struktu TangPancarj 	Served -	59/00/0424 25/06/082 59/00/0424 00/05/082 59/00/0424 14/06/082 59/00/0424 25/06/082	4 NA 4 NA 4 NA			-	
	-	100000 m26000	12,	e .	1		, "

Gambar 6. Hubungan antara pemodelan 3d dan timelaner pada Autodesk Naviswork 2021

3. Simulasi Penjadwalan pada Autodesk Navisworks 2021

Gambar 6 Hubungan antara pemodelan 3D, dan Timeliner Pemodelan 3D dan jadwal kegiatan yang sudah dimasukkan dalam Navisworks kemudian diolah menggunakan *Project visualization*. Tahap ini digunakan untuk mengintegrasikan hasil visualisasi model dengan penjadwalan kegiatan proyek sehingga dikatakan sebagai pemodelan 4D. Model empat dimensi akan menunjukkan secara jelas gambaran kemajuan pekerjaan dengan memasukkan data tanggal sesuai dengan jadwal proyek. Hasil dari *Project visualization* yang disimulasikan oleh Autodesk Navisworks menunjukkan rencana kemajuan pekerjaan struktur dari pembangunan Gedung B Bali *International Hospital* dapat dilihat pada gambar 7 (a,b,c,d,e,f, dan g).



Gambar 7. (a,b,c,d,e,f, dan g) Hasil *project visualitazion* Pembangunan *Bali International Hospital* (Gedung B).

Pada gambar 7 (a,b,c,d,e,f, dan g) kemajuan pekerjaan ditunjukkan dengan dua kondisi yaitu pekerjaan yang sedang dilakukan berwarna hijau, dan pekerjaan yang telah selesai dilakukan membentuk hasil akhirnya.

4. Kesimpulan

Penerapan metode Building Information Modeling (BIM) 5D d alam proyek pembangunan Bali International Hospital (Gedung B) terbukti memberikan dampak positif terhadap efisiensi dan akurasi pengelolaan proyek. Melalui pemodelan 3D menggunakan Autodesk Revit 2021, diperoleh gambaran visual struktur bangunan secara menyeluruh dari fondasi hingga atap, yang kemudian dimanfaatkan untuk menghitung volume pekerjaan secara digital (quantity take off). Hasil perhitungan menunjukkan total volume pekerjaan meliputi pembetonan sebesar 5.589,54 m³, pembesian 288,13 ton, bekisting 13.046,97 m², dan profil baja 29,21 ton. Dengan pendekatan BIM 5D, diperoleh estimasi biaya sebesar Rp 15.866.878.000, yang disusun berdasarkan data AHSP dan HSD Bali 2023. Selain itu, penjadwalan proyek dilakukan secara simultan menggunakan Microsoft Project dan Autodesk Navisworks, menghasilkan durasi pelaksanaan pekerjaan struktur selama 202 hari kalender. Simulasi visualisasi 4D yang dihasilkan mampu memberikan gambaran progres pekerjaan secara dinamis dan akurat, sehingga memudahkan koordinasi lintas disiplin dan pengambilan keputusan. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi BIM 5D mampu mengatasi hambatan tradisional dalam proyek konstruksi, meningkatkan transparansi, dan mengurangi risiko kesalahan teknis maupun administratif, serta dapat diadopsi secara luas dalam praktik konstruksi modern di Indonesia.

Daftar Pustaka

- [1] H. Parung et al., "Sosialisasi dan Pelatihan Aplikasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) Pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Gowa," J. Tepat (Teknologi Terap. Untuk Pengabdi. Masyarakat), vol. 4, no. 2, pp. 261–270, 2021.
- [2] Fakhruddin et al., "Sosialisasi Aplikasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) pada Sektor Konstruksi Indonesia," J. TEPAT Appl. Technol. J. Community Engagem. Serv., vol. 2, no. 2, pp. 112–119, 2019, doi: 10.25042/jurnal_tepat.v2i2.82.
- [3] S. Sangadji, S. A. Kristiawan, and I. K. Saputra, "Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung," *Matriks Tek. Sipil*, vol. 7, no. 4, pp. 381–386, 2019, doi: 10.20961/mateksi.v7i4.38475.
- R. D. Novita and E. K. Pangestuti, "Analisa Quantity Take Off Dan Rencana Anggaran Biaya Dengan Metode Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Software Autodeks Revit 2019 (Studi Kasus: Gedung LP3 Universitas Negeri Semarang)," Din. Tek. Sipil Maj. Ilm. Tek. Sipil, vol. 14, no. 1, pp. 27–31, 2021, doi: 10.23917/dts.v14i1.15276.
- [5] M. Fadillah and Nofriadi, "Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Berbasis Building Information Modeling (BIM) Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige," J. Ilm. Tek. Sipil, vol. 2, no. 1, pp. 24–34, 2022, [Online]. Available: https://doi.org/10.51510/agregat.v2i1.733
- [6] I. A. Reista, A. Annisa, and I. Ilham, "Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural," J. Sustain. Constr., vol. 2, no. 1, pp. 13– 22, 2022, doi: 10.26593/josc.v2i1.6135.
- [7] A. Anjani, H. Riakara Husni, and C. Niken, "Penerapan Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Software Autodesk Revit Pada Gedung 4 Rumah Sakit Pendidikan Peguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung," Jrsdd, vol. 10, no. 1, pp. 87–098, 2022.

- [8] R. Ferial, B. Hidayat, R. C. Pesela, and D. Daoed, "Quantity take-off berbasis building information modeling (bim) studi kasus: gedung bappeda padang," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 17, no. 3, p. 228, 2022, doi: 10.25077/jrs.17.3.228-238.2021.
- [9] I. Sadad *et al.*, "Implementasi Building Information Modelling untuk Quantity Take Off Material Struktur Abutment," *JIMPS J. Ilm. Mhs. Pendidik. Sej.*, vol. 8, no. 4, p. 2023, 2023, [Online]. Available: http://jim.unsyiah.ac.id/sejarah/mm
- [10] F. Ferry and I. Indrastuti, "Penerapan Building Information Modelling (Bim) Pada Proyek Pembangunan Workshop (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Workshop Kapal Di Sekupang)," J. Civ. Eng. Plan., vol. 1, no. 1, p. 7, 2020, doi: 10.37253/jcep.v1i1.721.
- [11] R Khalid, JW Soetjipto, TM Maliq, "Penerapan BIM pada Perencanaan Gedung Perkantoran untuk Mendeteksi Clash Detection dan QTO Pekerjaan Struktur", Journal of Ikatan Ahli Manajemen Proyek Indonesia, Vol 2., No. 1, pp. 1-12, 2024.