

## Eksplorasi *quantity take off* (QTO) dan dampak terhadap biaya berbasis 5D BIM

Wirayuda Atmajaya<sup>1,\*</sup>, Vendie Abma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

### Article Info

Available online

### Keywords:

5D BIM  
Quantity extraction  
Quantity Tekae Off  
QTO  
Volume  
Digital Construction  
Cost Estimation  
Bexel Manager

### Corresponding Author:

Wirayuda Atmajaya  
[19511203@students.uii.ac.id](mailto:19511203@students.uii.ac.id)

### Abstract

The digital era has driven significant transformation in the construction industry, particularly in addressing cost estimation inaccuracies that often lead to overruns. This study investigates the implementation of 5D Building Information Modeling (BIM) as an innovation in construction cost planning by integrating Autodesk Revit for 3D modeling with Bexel Manager for real-time cost analysis. A case study was conducted on the Tanjungkarang Polytechnic Hall Building project, valued at IDR 8.4 billion and modeled at Level of Development (LOD) 350. A collaborative workflow was employed by converting Revit-based geometry into IFC4 format for 5D analysis in Bexel Manager. The cost data were based on AHSP 2022 and regional SHBJ standards to ensure national compliance. The 5D BIM implementation resulted in a total project cost of IDR 7.344 billion, reflecting a 12.80% cost reduction (IDR 1.077 billion) compared to conventional estimation methods (data project). Major cost variances were found in earthworks (18.55%) and roof structures (34.33%), primarily due to discrepancies in quantity take-off volumes. These differences stemmed from varying levels of detail and modeling perspectives. The system also automatically detected 24 clashes among 330 elements, highlighting issues such as an unmodeled excavation task, misinterpreted foundation task components, and insufficient detail in reinforcement and roofing. Overall, 5D BIM significantly improved accuracy, reduced human error, and demonstrated strong potential to support Indonesia's digital transformation in construction planning.

Copyright © 2025 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved

### Pendahuluan

Industri konstruksi global menghadapi paradoks secara fundamental meskipun telah memasuki era Industri 4.0, sektor industri konstruksi masih bergantung pada metodologi estimasi biaya konvensional yang rentan terhadap ketidakakuratan secara sistematis. masalah *cost overrun* telah menjadi isu krusial dengan rata-rata *cost overrun* mencapai 15% dan keterlambatan proyek hingga 20% (Gharaibeh dkk., 2024). Sementara itu, pada proyek konstruksi global di China, *cost overrun* dapat mencapai hingga 25% (Nur Sholeh dkk., 2020).

Metode perhitungan volume konvensional berbasis gambar 2D menghasilkan deviasi biaya yang signifikan akibat human error dalam interpretasi gambar, inkonsistensi perhitungan manual, dan keterbatasan visualisasi spatial relationship antar komponen struktural (Pishdad & Onungwa, 2024). Sedangkan dengan metode berbasis BIM, perhitungan volume secara otomatis melalui *quantity take-off* (QTO) memerlukan akurasi yang tinggi dalam proses pemodelan 3D, tetapi menghasilkan minimnya kesalahan yang dapat berakibat pada deviasi biaya dan volume material (Farhana & Abma, 2022). Studi lain menunjukkan bahwa estimasi yang tidak

akurat akan mengakibatkan *cost overrun* pada tahap selanjutnya (Salsabila & Abma, 2023). Dengan tidak terintegrasinya perencanaan dan keselarasan proses desain dapat menyebabkan proses perencanaan estimasi biaya terlalu lambat (Vassen, 2021).

Melihat teknologi yang sedang berkembang saat ini, BIM telah terbukti memberikan solusi transformatif. BIM adoption dapat mengurangi durasi perencanaan rata-rata 20% dan biaya 15%, diikuti dengan penurunan *design errors* hingga 30% dan RFIs hingga 25% (Das dkk., 2025). Study lain di Norwegia menunjukkan bahwa 5D BIM secara signifikan meningkatkan presisi estimasi biaya dan efektif mengurangi pembengkakan biaya (Hosamo dkk., 2024). Implementasi *automatic cost assignment* terintegrasi memungkinkan *real-time cost analysis* dimana setiap perubahan pada model 3D secara otomatis diperbarui berdasarkan *database* yang telah didefinisikan (Safaa Eldin dkk., 2024).

Namun, adopsi BIM 5D di Indonesia masih tertinggal dengan tantangan yang signifikan. Studi pada industri konstruksi Indonesia menunjukkan bahwa meskipun 60% responden telah mengakui dan mengimplementasikan BIM, tetapi adopsi masih menghadapi tantangan seperti tidak adanya kriteria dan kebutuhan, serta tingginya biaya investasi (Zhabrinna dkk., 2018). Tiga hambatan utama adopsi BIM di Indonesia adalah kurangnya praktisi yang ahli, kurangnya pemahaman sumber daya manusia terkait pemahaman terhadap BIM dan manfaatnya, dan penolakan untuk beralih memodernisasi metode perencanaan (Ariono dkk., 2022). Zhabrinna dkk., (2018) dalam studinya menyatakan dari 40 responden di Indonesia yang berpartisipasi, hanya ada 2 responden yang kompeten di bidang BIM dan secara umum masih terbatas secara pengetahuan sampai pemahaman dasar. Selain itu, belum adanya kerangka kerja standardisasi untuk interoperabilitas *software* BIM yang mengakomodasi kebutuhan proyek konstruksi lokal secara spesifik. Hal ini mengakibatkan dalam pengembangannya memerlukan strategi implementasi BIM yang disesuaikan dengan kondisi sumber daya

terbatas, kendala infrastruktur, dan berbagai tingkat kesiapan teknologi (Rinchen dkk., 2024).

Celah adopsi ini menjadi gap yang signifikan teridentifikasi dalam konteks industri konstruksi di Indonesia. Studi ini secara empiris mengeksplorasi tentang implementasi 5D BIM pada proyek infrastruktur kompleks dengan menggunakan *software* terintegrasi (Revit-Bexel Manager) yang patuh dan konsisten dengan regulasi nasional AHSP.

Konteks spesifik dalam studi ini adalah implementasi 5D BIM secara komprehensif pada proyek Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang sebagai studi kasus yang representatif untuk Proyek-proyek konstruksi di Indonesia. Alur kerja secara integrasi dilakukan untuk memungkinkan pengelolaan biaya secara menyeluruh dari desain konseptual hingga penyelesaian konstruksi dan serah terima dengan mengacu pada *database* biaya sesuai dengan AHSP 2022 dan SHBJ Lampung. Kerangka kerja ini juga kemudian dapat ditiru untuk implementasi BIM di masa depan di Indonesia.

## Landasan Teori

### **Building information modeling (BIM)**

*Building Information Modeling* (BIM) merupakan perubahan revolusioner dari sistem *Computer-Aided Design* (CAD) 2D tradisional, menghadirkan sistem pemodelan berbasis objek yang mengintegrasikan relasi cerdas antar komponen bangunan dengan metadata dan perilaku yang melekat pada setiap elemen (Biswas dkk., 2024). Lebih dari sekadar alat desain, BIM berfungsi sebagai metodologi kolaboratif yang memfasilitasi sinkronisasi dan distribusi data *real-time* diantara seluruh pemangku kepentingan proyek.

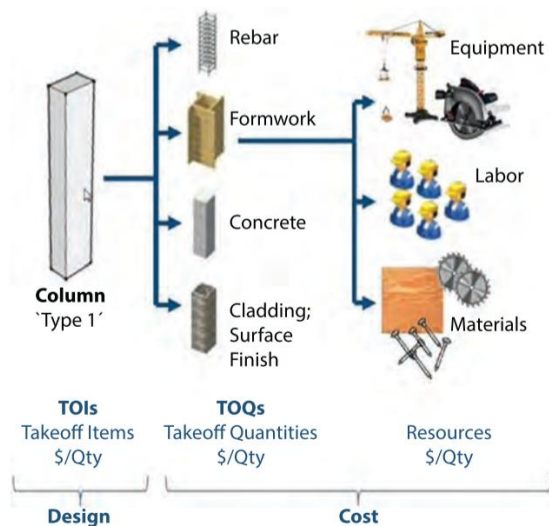
### **BIM 5D**

*Building Information Modeling* 5D (BIM 5D) adalah teknologi canggih yang menggabungkan model visual 3D dengan elemen waktu (4D) dan aspek biaya (5D) untuk memperbaiki pengelolaan proyek konstruksi secara menyeluruh (Ola-Ade dkk., 2023).

Sistem ini mendukung perhitungan biaya secara langsung dan pengendalian anggaran yang efektif di sepanjang fase proyek melalui pengintegrasian informasi finansial ke dalam model digital (Alzara dkk., 2023).

**Quantity take-off**

Quantity Take-off (QTO) merupakan proses sistematis untuk mengidentifikasi komponen yang akan diukur, memperoleh data dimensi, dan menghitung kuantitas dalam satuan terukur seperti luas dan volume berdasarkan dokumen teknis konstruksi (Shen dkk., 2010). Penerapan QTO melalui platform BIM memberikan kemampuan estimasi volume material secara otomatis dengan tingkat ketelitian yang tinggi, mengurangi keterlibatan manual dan meminimalkan kesalahan perhitungan hingga 95% dibandingkan metode tradisional (Liu dkk., 2022). Ketidaktepatan dalam estimasi quantity dapat memicu penyimpangan biaya dan kesalahan perhitungan volume material yang berdampak pada keseluruhan performa anggaran proyek (Farhana & Abma, 2022).



Gambar 1. Elemen quantity (sumber: Hardin & McCool, (2015))

Gambar 1 menunjukkan komponen detail quantity take-off yang mencakup interpretasi gambar, ekstraksi volume, dan perhitungan biaya material dalam proses perencanaan biaya secara konvensional.

**Level of development (LOD)**

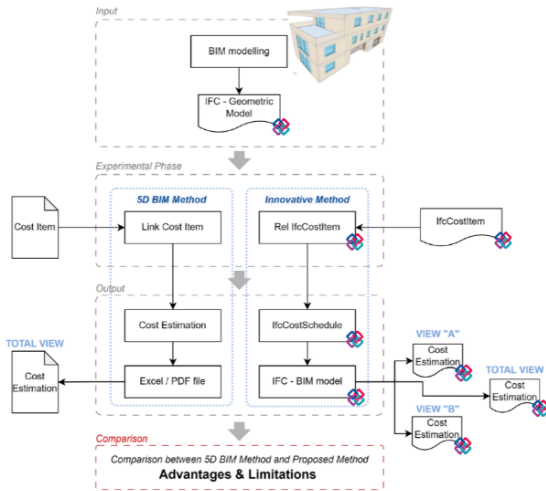
Level of Development (LOD) menentukan tingkat detail dan informasi yang terkandung dalam setiap komponen model BIM yang dibuat. LOD 350 merepresentasikan model yang menggambarkan data sistem secara grafis dengan detail kuantitas, dimensi, konfigurasi, penempatan, orientasi, dan interaksi dengan sistem bangunan lain secara spesifik, sebagai standar untuk pembuatan quantity take-off yang akurat (UNECE, 2021).

100		
200	Element modeling to include: <ul style="list-style-type: none"> <li>Type of structural concrete system</li> <li>Approximate geometry (e.g. depth) of structural elements</li> </ul>	<p>LOD 200 Highway Bridges Precast Structural I Girder (Concrete). From <a href="#">bent.com</a></p>
300	Element modeling to include: <ul style="list-style-type: none"> <li>Specific sizes and locations of main concrete structural members modeled per defined structural grid with correct orientation</li> <li>Concrete defined per spec (strength, air entrainment, aggregate size, etc.)</li> <li>All sloping surfaces included in model element with exception of elements affected by manufacturer selection</li> </ul>	<p>LOD 300 Highway Bridges Precast Structural I Girder (Concrete). From <a href="#">bent.com</a></p>
350	Element modeling to include: <ul style="list-style-type: none"> <li>Reinforcing Post-tension profiles and strand locations</li> <li>Reinforcement called out, modeled if required by the BXP, typically only in congested areas</li> <li>Chamfer</li> <li>Pour joints and sequences to help identify reinforcing lap splice locations, scheduling, etc.</li> <li>Expansion Joints</li> <li>Lifting devices</li> <li>Embeds and anchor rods</li> <li>Post-tension profile and strands modeled if required by the BXP</li> <li>Penetrations for items such as MEP</li> <li>Any permanent forming or shoring components</li> </ul>	<p>LOD 350 Highway Bridges Precast Structural I Girder (Concrete). From <a href="#">bent.com</a></p>

Gambar 2. Level of development (Sumber: UNECE, (2021))

**Interoperabilitas IFC**

Industry Foundation Classes (IFC) merupakan open standard yang dikembangkan BuildingSMART untuk memfasilitasi pertukaran data dalam ekosistem BIM. Format IFC memungkinkan integrasi yang mulus antara Autodesk Revit dan Bexel Manager tanpa kehilangan data (Mirarchi dkk., 2024).



Gambar 3. Integrasi 3D BIM ke 5D BIM melalui IFC  
(sumber: Mirarchi dkk., 2024)

Gambar 3 mengilustrasikan alur pertukaran data dari model 3D BIM melalui format IFC ke platform 5D BIM untuk analisis biaya dan quantity otomatis

**Metode Penelitian**

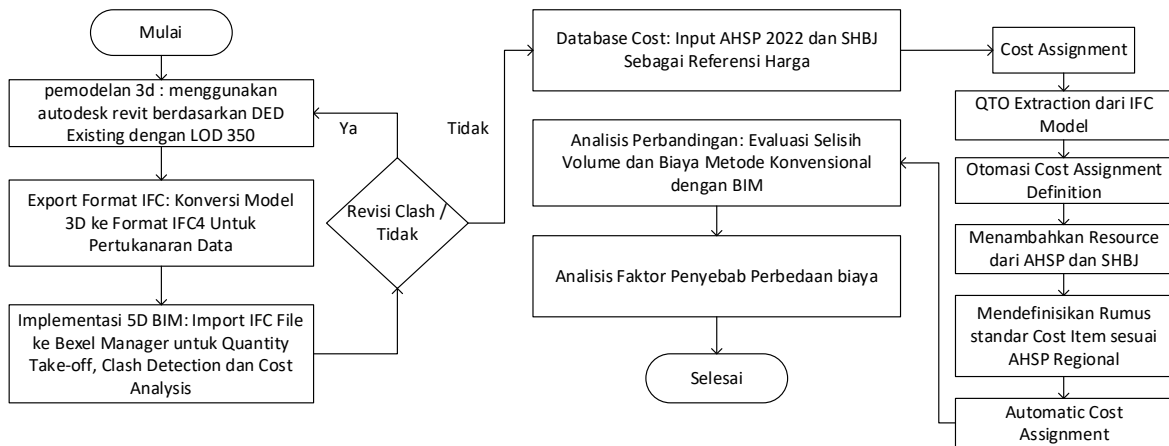
**Objek penelitian**

Penelitian dilakukan pada proyek Gedung Aula Poltekes Tanjungkarang yang berlokasi di Hajimena, Lampung Selatan, dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Struktur: Beton bertulang dan rangka baja
2. Tinggi: +13.96 m
3. Nilai RAB struktur: Rp8.422.566.549,02
4. Komponen: Pondasi, kolom, balok, plat lantai, dan rangka atap

**Bagan alir penelitian**

Bagan alir penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



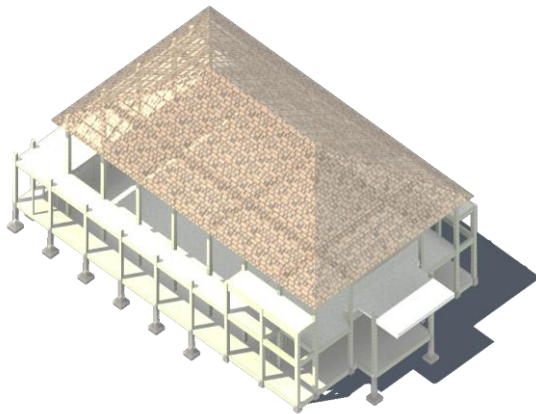
Gambar 4. Bagan alir penelitian

**Hasil dan Pembahasan**

**Implementasi dari 5D building information modelling**

Implementasi BIM Level 2 memungkinkan kolaborasi antar pemangku kepentingan dimana setiap *Software* bekerja dalam lingkup masing-masing tetapi menggunakan model yang terintegrasi melalui sistem pertukaran data standar format IFC (Al-Ashmori dkk., 2020). Integrasi antara Autodesk Revit dengan Bexel Manager

menciptakan alur kerja kolaboratif yang memungkinkan ekstraksi *quantity* dan integrasi data biaya secara efektif dan *real-time*. Hasil pemodelan dengan Revit dapat dilihat pada gambar 5 berikut



Gambar 5. Hasil pemodelan 3D BIM Revit

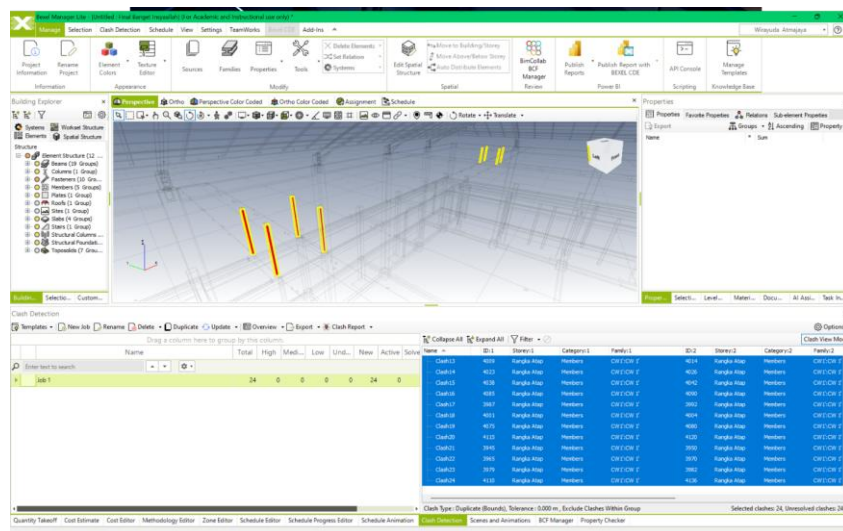
**Integrasi software revit dengan bexel manage**

Hasil dari pemodelan Revit diimplementasikan mengekspor data model dengan format .ifc untuk pertukaran data kemudian dilakukan pengecekan *clash detection* serta pengolahan data 5D BIM dan *quantity extraction*. Data yang dimasukan dapat berupa data BIM dan non-BIM untuk mendapatkan total biaya rancangan dengan

mengintegrasikan data harga berdasarkan *resource* dari AHSP dan SHBJ Regional sebagai acuan koefisien tenaga kerja dan bahan yang digunakan.

**Clash detection**

*Clash detection* dilakukan melalui Software bexel manager sebagai *quality control* untuk mengidentifikasi konflik elemen yang dapat menyebabkan *double counting* yang dapat mengakibatkan biaya berlebih. Akan tetapi, secara fitur dasar metode BIM masih perlu dilakukan pengecekan untuk memastikan kualitas akurasi yang tinggi terjamin (Valinejadshoubi dkk., 2024). Hasil menunjukkan 24 konflik dari 330 elemen dengan total 2,39% dari berat elemen yang telah dimodelkan yang berhasil diidentifikasi dan untuk kemudian dilakukan revisi desain. Berikut merupakan gambar proses dan hasil *clash detection* melalui software *Bexel Manager*.



Gambar 6. Clash detection

Berdasarkan gambar 6, hasil *clash detection* menunjukkan 24 konflik dari 330 elemen dengan total 2,39% dari berat elemen yang berhasil diidentifikasi. Setelah revisi dari *clash detection*, berat total elemen berkurang dari 1156,804 kg menjadi 1128,256 kg, dari

hasil analisa *clash* menghasilkan reduksi material sebesar 28,548 kg. Improvisasi ini secara langsung berdampak pada akurasi rencana biaya akhir dan mengeliminasi potensi konflik yang dapat menyebabkan

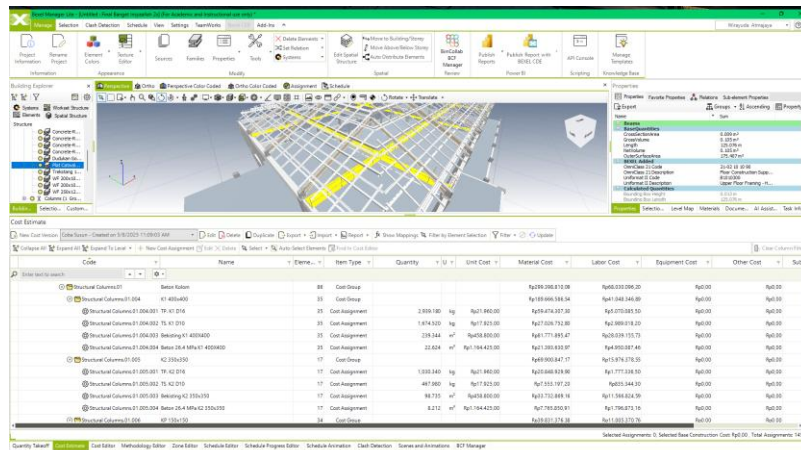
revisi di lapangan dimana hal ini berpengaruh terhadap penambahan biaya.

**Analisis biaya (BIM 5D)**

Analisis biaya selanjutnya dilakukan melalui *Bexel Manager* dengan mengintegrasikan

model dengan data analisa biaya berdasar AHSP 2022 dan SHBJ daerah.

Gambar 7 berikut merupakan ilustrasi hasil estimasi biaya yang dilakukan.



Gambar 7. Hasil integrasi data AHSP dan SHBJ dalam bentuk *cost estimate*

**Perbandingan biaya per kategori pekerjaan**

Berdasarkan implementasi 5D BIM dengan melakukan integrasi *Software Autodesk*

Revit dan *Bexel Manager*, diperoleh data perbandingan biaya perencanaan untuk kategori pekerjaan struktural secara keseluruhan terlampir pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi biaya per elevasi

No	Kategori Pekerjaan	Biaya Konvensional (data proyek) (Rp)	Biaya berbasis BIM (Rp)	Deviasi Biaya (Rp)	Selisih (%)
1	Pekerjaan Persiapan	Rp81.470.180,00	Rp81.470.180,00	Rp0,00	0%
2	Pekerjaan Tanah	Rp93.801.422,55	Rp76.401.644,55	Rp17.399.778,00	18,55%
3	Pekerjaan Pondasi	Rp2.832.496.067,40	Rp2.778.440.383	Rp54.055.683,94	1,91%
4	Struktur Lantai 1	Rp1.855.323.886,85	Rp1.899.353.511	-Rp44.029.624,95	-2,37%
5	Struktur Lantai 2	Rp375.449.443,27	Rp417.823.726,23	-Rp42.374.282,96	-11,29%
6	Struktur Atap	Rp3.184.025.548,96	Rp2.091.101.467	Rp1.092.924.081	34,33%
	<b>Total</b>	<b>Rp8.422.566.549,03</b>	<b>Rp7.344.590.913</b>	<b>Rp1.077.975.635</b>	<b>12,80%</b>

Berdasarkan hasil rekapitulasi data pada tabel 1, diperoleh hasil biaya metode data proyek senilai Rp8.422.566.549,02 sedangkan metode BIM sebesar Rp7.344.590.913,52 dengan total perbedaan selisih 12.80% senilai Rp1.077.975.635,50 yang secara keseluruhan BIM menghasilkan

biaya lebih rendah dibandingkan dengan data proyek.

**Analisis faktor perbedaan volume**

Analisis faktor perbedaan volume dilakukan untuk mengidentifikasi komponen struktural dengan deviasi biaya tertinggi dan terendah antara metode konvensional dan 5D BIM.

Metodologi menggunakan pendekatan statistik deskriptif dengan klasifikasi selisih volume berdasarkan persentase deviasi untuk setiap kategori pekerjaan struktur dari tanah hingga rangka atap.

$$\Delta V = \frac{Konvensional - BIM}{Konvensional} \times 100\%$$

Analisis ini bertujuan mengidentifikasi akar penyebab perbedaan volume, mengkategorikan sumber kesalahan dalam metode konvensional, serta memvalidasi keunggulan rekayasa presisi, model

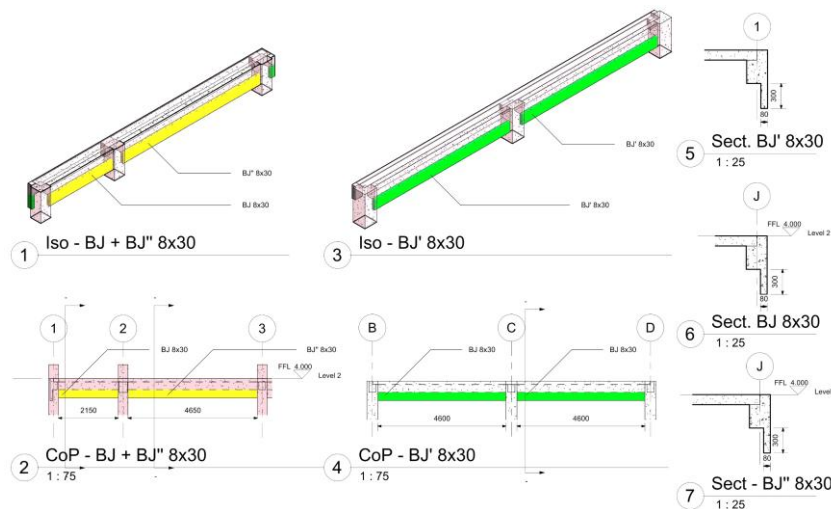
terhubung, dan perhitungan terkontrol dari implementasi 5D BIM yang dimana masih ada kemungkinan beberapa kendala yang menyebabkan kesalahan dalam akurasi Quantity take-off berbasis BIM (Vassen, 2021). Analisis memberikan wawasan tentang komponen struktural yang rentan terhadap kesalahan manusia dan salah interpretasi gambar dalam metode konvensional sebagai rekomendasi prioritas implementasi BIM pada proyek konstruksi Indonesia. Hasil rekapitulasi dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi selisih biaya elemen

Keterangan	min (%)	max (%)
Tanah	(-2,93) – Urug pasir bawah lantai	(49,09) – Pasir padat bawah pondasi
Pondasi	(-30,98) – Bekisting P1	(93,49) – Senggang P8 Pedestal PD.2
Lantai 1	(-134,00) – Bekisting BJ 8x30	(37,74) – Beton B3
Lantai 2	(-51,87) – Tul. Pokok P8 Dak +7.00	(58,27) – Tul. Pokok D16 Pek. K2
Str. Atap	(-13,85) – WF 200x100x5,5x8	(72,49) – Pipa Hitam CW 2,5'

Berdasarkan tabel 2, komponen bekisting BJ 8x30 dan senggang pedestal PD.2 diambil sebagai objek analisa mendalam dengan menghitung *output* dari BIM kemudian divalidasi dengan perhitungan manual untuk mengetahui tingkat kepresisian perhitungan volume BIM. Pemilihan kedua komponen ini didasarkan pada selisih nilai yang paling besar dalam bentuk nilai positif (+) dan negatif (-), yang memberikan representasi optimal untuk menganalisis faktor-faktor

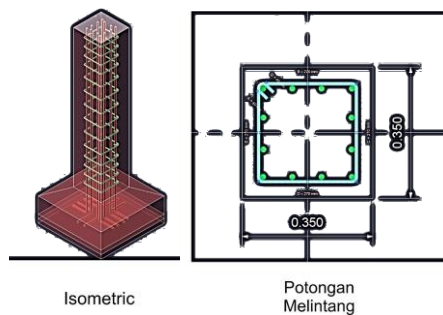
yang mempengaruhi akurasi *quantity* antara metode konvensional dan implementasi 5D BIM. Analisis detail terhadap kedua komponen ini akan mengungkap mekanisme spesifik bagaimana *connected model* dan *rule-based quantity extraction* dalam BIM dapat mengeliminasi *human error* dan meningkatkan kepresisian dalam estimasi volume struktural bekisting Janggutan. Ilustrasi detail dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Detail balok janggutan

Analisis Perhitungan manual didapatkan hasil BIM yaitu 28,084 m<sup>2</sup>, dibanding konvensional 12,00 m<sup>2</sup> (selisih 134%), dimana dengan BIM mengidentifikasi setiap elemen janggutan berdasarkan dimensi aktual dan posisi dalam model, sehingga tidak ada area terlewat seperti pada pekerjaan metode konvensional yang riskan terjadi *human error*.

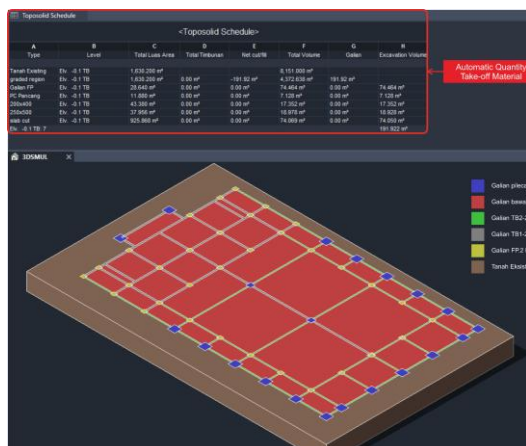
**Tulangan sengkang pedestal PD.2**



Gambar 9. Detail tulangan pedestal

Pada gambar 9 dapat diketahui bahwa perhitungan BIM melalui QTO dihasilkan berat tulangan Sengkang sebedar 12,81 kg. Sedangkan dengan konvensional pada data proyek diketahui volume sebesar 196,79 kg. Hal ini menunjukkan adanya selisih signifikan mencapai 93,49%. Hasil ini diaubatkan adanya kesalahan interpretasi signifikan dalam metode konvensional. Dengan konsep BIM menghitung setiap batang tulangan berdasarkan *bar bending schedule* secara individual yang presisi.

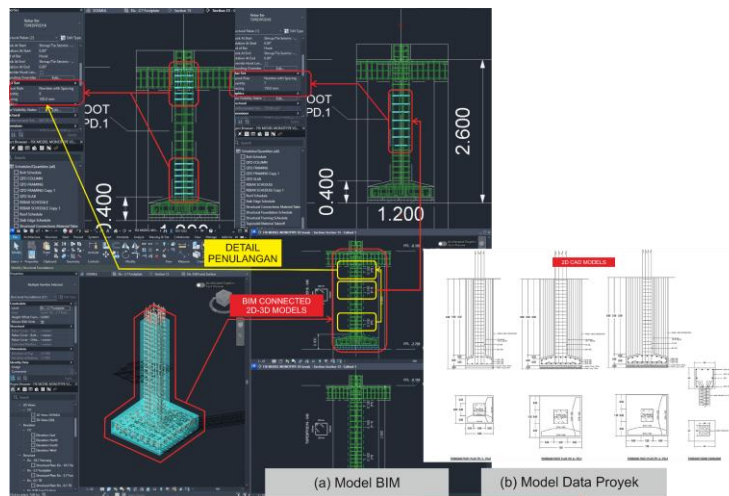
**Pemodelan pekerjaan tanah**



Gambar 10. Detail pemodelan pekerjaan tanah

Berdasarkan gambar 10 menunjukkan bahwa kemampuan dengan konsep BIM untuk memodelkan kondisi topografi secara terintegrasi menggunakan fitur toposolid dalam perangkat lunak Revit memungkinkan perhitungan galian dan timbunan secara otomatis, sehingga mengurangi potensi tidak lengkapnya data pada gambar berbasis 2D. Pemodelan BIM menghasilkan metode yang lebih cepat dan andal dibandingkan pendekatan konvensional dari data proyek yang berbasis 2D, meskipun kualitas model BIM mempengaruhi akurasi kuantitas yang diekstrak (Khosakitchalert dkk., 2019). Berbeda dengan metode konvensional dari data proyek yang tidak memodelkan galian dan timbunan sehingga menyebabkan tidak diketahuinya dasar pembuatan *quantity take-off material* yang dapat mengakibatkan misinterpretasi ketika pelaksanaan yang akan berdampak pada peningkatan biaya yang tidak diduga. Mengacu pada tabel 1, implementasi metode BIM pada pekerjaan tanah menunjukkan selisih yang signifikan dengan selisih biaya 18,55% lebih rendah atau senilai Rp17.399.778,00 dibandingkan metode konvensional. Selisih volume yang terjadi meliputi galian (BIM lebih rendah 3,77%), urugan kembali (BIM lebih rendah 3,78%), dan urug tanah bawah lantai (BIM lebih rendah 23,29%). Dengan mengelola model secara efektif dan meningkatkan akurasi hasil estimasi biaya (Rashidi dkk., 2024).

**Detail connected model BIM pada pondasi**

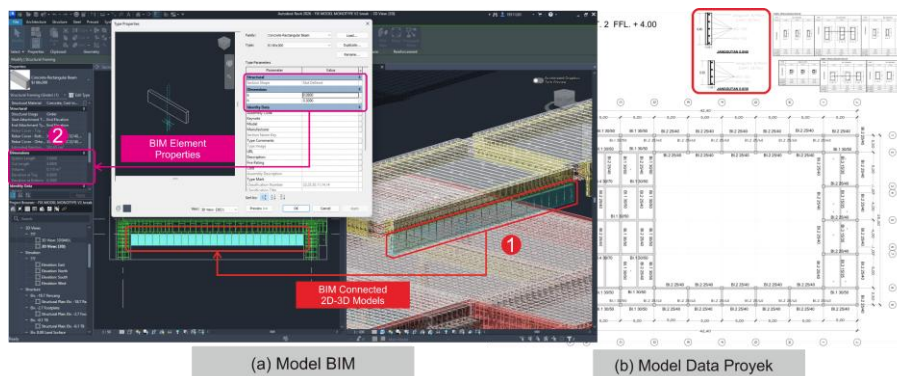


Gambar 11. Model pondasi BIM (a) dan data proyek (b)

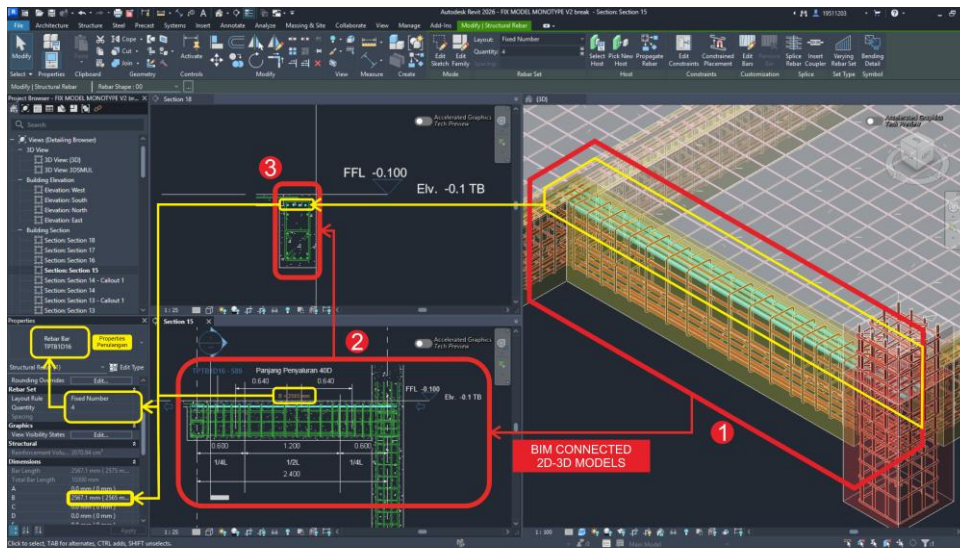
Berdasarkan gambar 11, model BIM secara keseluruhan detail terintegrasi sampai dengan elemen terkecil seperti jarak pada bagian penulangan tumpuan dan lapangan yang tampak secara visual dari berbagai perspektif sehingga memudahkan peninjauan. Mengacu pada tabel 1, dapat dilihat Perbandingan biaya pekerjaan pondasi menunjukkan BIM menghasilkan estimasi 1,91% lebih rendah dengan nilai Rp2.778.440.383 dibandingkan data proyek konvensional senilai Rp2.832.496.067. Perbedaan signifikan terlihat pada komponen bekisting dengan selisih 51,26% (BIM: 62,16 m<sup>2</sup> dibanding konvensional: 127,54 m<sup>2</sup>), beton 14,78% lebih rendah, dan

baja tulangan 30,29% lebih rendah pada metode BIM. Metode BIM memungkinkan ekstraksi kuantitas yang lebih akurat karena semua elemen model terkoneksi dalam satu kesatuan terintegrasi, berbeda dengan metode tradisional yang memerlukan peninjauan manual satu per satu pada gambar 2D (Khosakitchalert dkk., 2019). Keunggulan BIM dalam *precision engineering* yang konsisten terhadap perubahan dimensi melalui fitur otomatisasi *connected models* memungkinkan peninjauan permukaan secara langsung dengan berbagai tampilan, sehingga dapat mengeliminasi kesalahan interpretasi yang merugikan dalam perhitungan kuantitas.

**Interpretasi visual sambungan tulangan dan properties model**



Gambar 12. Detail properties BIM (a) dan data proyek (b)



(a) Model BIM

TABEL PENULANGAN TIE BEAM

TYPE	TB1 (250x500)			TYPE	TB2 (200x400)				
	KETERANGAN	TUMPUJUAN	LAPANGAN		KETERANGAN	TUMPUJUAN	LAPANGAN	TUMPUJUAN	
POTONGAN				POTONGAN					
	TUL. ATAS	6 D16	4 D16		6 D16	TUL. ATAS	3 D16	3 D16	3 D16
	TUL. BAWAH	4 D16	6 D16		4 D16	TUL. BAWAH	3 D16	3 D16	3 D16
	SENGKANG	□10-100	□10-150		□10-100	SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100
TUL. TENGAH		2 D16		TUL. TENGAH		2 D13			

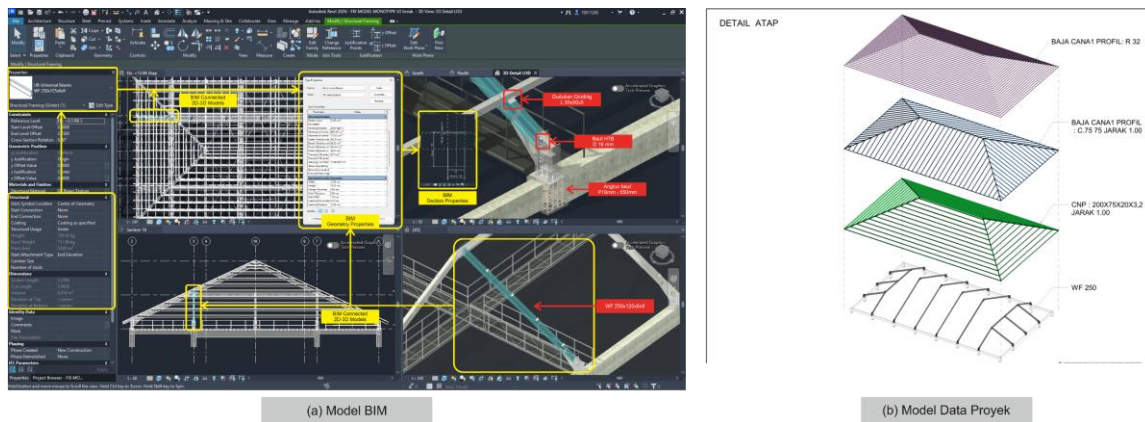
(b) Model Data Proyek

Gambar 13. Interpretasi gambar BIM (a) dan data proyek (b)

Berdasarkan gambar 12 dan 13, pada pekerjaan lantai 1, detail penulangan dan properties terlihat jelas dan terintegrasi dari berbagai perspektif *view* yang dapat menghilangkan kesalahan interpretasi gambar yang terjadi pada model gambar 2D data proyek. mengacu pada tabel 1, metode BIM menghasilkan biaya 2,37% lebih tinggi (Rp1.899.353.511,79) dibandingkan metode konvensional (Rp1.855.323.886,85), dengan volume beton BIM 10,82% lebih rendah namun bekisting 9,88% lebih tinggi. Pekerjaan lantai 2 menunjukkan pola serupa dengan biaya BIM 11,29% lebih tinggi, terutama pada komponen baja tulangan yang mengalami peningkatan 16,03% dan bekisting 12,28%. BIM secara kuantitatif

dapat mengurangi kesalahan desain hingga 30% (Wahab & Wang, 2021). Peningkatan volume pada metode BIM menunjukkan kemampuan sistem dalam mengidentifikasi detail komponen struktural yang lebih spesifik, terutama pada elemen kompleks seperti bekisting balok jangggutan yang mencapai selisih 134%. Pemodelan BIM menampilkan data komprehensif meliputi properties ukuran, detail penampang, dan koordinat yang dapat ditinjau langsung melalui visual 3D terintegrasi, sehingga memudahkan perhitungan volume pekerjaan secara akurat dengan model yang dikelola secara efektif (Rashidi dkk., 2024).

**Detail LOD dan kalkulasi properties terkontrol**



Gambar 14. Detail LOD BIM (a) dan data proyek (b)

Berdasarkan gambar 14, dapat dilihat bahwa Implementasi BIM pada pekerjaan atap menghasilkan biaya yang lebih rendah dan paling signifikan sebesar 34,33% dengan nilai Rp2.091.101.467 dibandingkan metode dari proyek senilai Rp3.184.025.548,96 yang terindikasi terdapat *human error*. Selisih terbesar terjadi pada komponen pipa baja dengan selisih 60,56% dan baja profil 17,76% lebih rendah. Hal ini bisa disebabkan karena kurang detailnya pemodelan hingga sesuai standar LOD 300. Namun secara umum, implementasi BIM terbukti mengurangi biaya proyek rata-rata 15% dan waktu penyelesaian 20%, sembari menurunkan kesalahan desain hingga 30% (Das dkk., 2025).

**Kesimpulan**

Hasil implementasi 5D BIM pada proyek Gedung Aula Poltekes Tanjungkarang menghasilkan selisih biaya yang lebih rendah sebesar 12,80% atau dengan nominal Rp1.077.975.635,50. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan volume, dimana dampak terhadap biaya signifikan pada pekerjaan tanah karena tidak dimodelkannya elemen pekerjaan galian timbunan, kemudian pada pekerjaan pondasi terdapat misinterpretasi gambar diakibatkan oleh tidak lengkapnya detail penampang penulangan, selanjutnya pada pekerjaan atap diakibatkan oleh ketidaklengkapan detail model secara spesifik serta *properties*

elemen yang terintegrasi dengan fitur parametrik *built-in* yang memenuhi standar LOD 300. Hasil eksplorasi ini, BIM 5D secara keseluruhan mampu meningkatkan akurasi, mengurangi kesalahan manusia, dan menunjukkan potensi yang kuat untuk mendukung transformasi digital Indonesia dalam perencanaan konstruksi.

**Daftar Pustaka**

Alzara, M., Attia, Y. A., Mahfouz, S. Y., Yosri, A. M., & Ehab, A. (2023). Building a Genetic Algorithm-Based and BIM-Based 5D Time and Cost Optimization Model. *IEEE Access*, *11*, 122502–122515. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3317137>

Ariono, B., Wasesa, M., & Dhewanto, W. (2022). The Drivers, Barriers, and Enablers of Building Information Modeling (BIM) Innovation in Developing Countries: Insights from Systematic Literature Review and Comparative Analysis. Dalam *Buildings* (Vol. 12, Nomor 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/buildings12111912>

Biswas, H. K., Sim, T. Y., & Lau, S. L. (2024). Impact of Building Information Modelling and Advanced Technologies in the AEC Industry: A Contemporary Review and Future Directions. Dalam *Journal of Building Engineering* (Vol. 82). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.108165>

Das, K., Khursheed, S., & Paul, V. K. (2025). The impact of BIM on project time and cost: insights from case studies. *Discover Materials*, *5*(1). <https://doi.org/10.1007/s43939-025-00200-2>

Farhana, A., & Abma, V. (2022). Implementasi Konsep BIM 5D Pada Pekerjaan Struktur

- Proyek Gedung. Dalam *Jurnal Rab Contruction Research* (Vol. 7, Nomor 2).
- Gharaibeh, L., Matarneh, S., Lantz, B., & Eriksson, K. (2024). Quantifying the influence of BIM adoption: An in-depth methodology and practical case studies in construction. *Results in Engineering*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102555>
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management*.
- Hosamo, H. H., Rolfsen, C. N., Zeka, F., Sandbeck, S., Said, S., & Sætre, M. A. (2024). Navigating the Adoption of 5D Building Information Modeling: Insights from Norway. *Infrastructures*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/infrastructures9040075>
- Khosakitchalert, C., Yabuki, N., & Fukuda, T. (2019). Improving the accuracy of BIM-based quantity takeoff for compound elements. *Automation in Construction*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102891>
- Liu, H., Cheng, J. C. P., Gan, V. J. L., & Zhou, S. (2022). A novel Data-Driven framework based on BIM and knowledge graph for automatic model auditing and Quantity Take-off. *Advanced Engineering Informatics*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101757>
- Mirarchi, C., Di Milano, P., Cassandro, J., Farina, A., & Pavan, A. (2024). *Cost estimation practices: a comparative analysis of traditional 5D BIM and IFC methods*. <https://www.researchgate.net/publication/387933720>
- Nur Sholeh, M., Fauziyah, S., & Radian Khasani, R. (2020). Effect of Building Information Modeling (BIM) on reduced construction time-costs: A case study. *E3S Web of Conferences*, 202. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020202012>
- Ola-Ade, O., Ajayi, O., & Onososen, A. (2023). *Benefits & Challenges of 5D BIM adoption: Perception of Quantity Surveyors*.
- Pishdad, P., & Onungwa, I. O. (2024). Analysis of 5d BIM for Cost Estimation, Cost Control, and Payments. *Journal of Information Technology in Construction*, 29, 525–548. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.024>
- Rashidi, A., Chan, D. W. M., Ravanshadnia, M., Sarvari, H., & Tajaddini, A. (2024). Applying Building Information Modelling (BIM) Technology in Pre-Tender Cost Estimation of Construction Projects: A Case Study in Iran. *Buildings*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/buildings14051260>
- Rinchen, S., Banihashemi, S., & Alkilani, S. (2024). Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information modelling adoption in developing countries. *Project Leadership and Society*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2024.100138>
- Safaa Eldin, A. M., Abdelalim, A., & Tantawy, M. (2024). Enhancing Cost Management in Construction: The Role of 5D Building Information Modeling (BIM). *Engineering Research Journal*, 183(3), 226–251. <https://doi.org/10.21608/erj.2024.377303>
- Salsabila, J., & Abma, V. (2023). *Perbandingan realisasi biaya pelaksanaan terhadap rab berbasis bim 5d pada pekerjaan struktural bangunan*. 3(No. 1), 102–110.
- UNECE. (2021). *Building Information Modelling (BIM) for road infrastructure: TEM requirements and recommendations*.
- Valinejadshoubi, M., Moselhi, O., Iordanova, I., Valdivieso, F., & Bagchi, A. (2024). Automated system for high-accuracy quantity takeoff using BIM. *Automation in Construction*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105155>
- Vassen, S. A. (2021). Impact of BIM-based Quantity Take off for Accuracy of Cost Estimation. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 2021(3), 55–69. <https://doi.org/10.5923/j.ijcem.20211003.01>
- Wahab, A., & Wang, J. (2021). Factors-driven comparison between BIM-based and traditional 2D quantity takeoff in construction cost estimation. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(2), 702–715. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2020-0823>
- Zhabrinna, Davies, R. J., Abdillah Pratama, M. M., & Yusuf, M. (2018). BIM adoption towards the sustainability of construction industry in Indonesia. *MATEC Web of Conferences*, 195. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819506003>