



Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Bangunan Gedung Bertingkat Menggunakan Tekla Structures

Wawan Aditya¹, Meilandy Purwandito², Arisna Fauzia³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

¹wandya21@gmail.com, ²meilandy@unsam.ac.id*, ³arisnafauzia@unsam.ac.id

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is a digital representation that has transformed the way the construction industry operates through the digitalization and digital data management. This advancement digitalization is also supported by the Ministry of Public Works and Housing (PUPR) through Ministerial Regulation number 22/PRT/M/2018, which mandates the use of BIM methods in the construction of state buildings with more than two floors. The BIM Implementation Policy in PUPR infrastructure development, published by the Research and Development Center for Policy and Technology Application in 2019. The success of construction projects is determined by the accuracy of quality, time, and cost, both in the planning and construction stages. The research object is the multi-story lecture building of the Faculty of Economics at Universitas Samudra. The study was conducted by modeling the building structure using Tekla Structures, then comparing the Bill of Quantity (BOQ) generated by the BIM concept with the BOQ calculated manually. Data were obtained from the planning documents Detail Engineering Design (DED) and BOQ by the Planning Consultant, referring to the SNI 2847:2019 standard Requirements for Structural Concrete for Buildings. The research results show that the comparison of BOQ work using the BIM method on structural components produced a concrete volume of 432.20 m³ (97.26%), a deformed bar weight of 44,138.38 kg (90.49%), and a plain bar weight of 37,023.87 kg (97.09%) of the planned calculation. The differences obtained are due to the different calculation methods in BIM, manual calculation errors (human error), and rebar detailing calculations using general equations.

Keywords: BIM, Multi-Story Building, Tekla Structures, Bill of Quantity.

Abstrak

Building Information Modeling (BIM) merupakan representasi digital yang telah mengubah cara kerja di dunia konstruksi melalui digitalisasi dan manajemen data digital. Kemajuan digitalisasi ini juga didukung oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui Peraturan Menteri nomor 22/PRT/M/2018, yang mewajibkan penggunaan metode BIM pada pembangunan Gedung Negara lebih dari dua tingkat. Kebijakan Implementasi BIM pada pembangunan infrastruktur PUPR, yang dipublikasikan oleh Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi pada tahun 2019. Obyek penelitian ini adalah Gedung ruang kuliah bersama Fakultas Ekonomi Universitas Samudra. Penelitian dilakukan dengan memodelkan struktur bangunan gedung menggunakan Tekla Structures, kemudian membandingkan Bill of Quantity (BOQ) yang dihasilkan oleh konsep BIM dengan BOQ yang dihitung secara manual. Data diperoleh dari dokumen perencanaan Detail Engineering Detail (DED) dan BOQ Konsultan Perencana, merujuk pada standar SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan pekerjaan BOQ menggunakan metode BIM pada komponen struktur menghasilkan volume beton sebesar 432,20 m³ (97,26%), berat pembesian ulir sebesar 44.138,38 kg (90,49%), dan berat pembesian polos sebesar 37.023,87 kg (97,09%) dari hitungan perencanaan. Perbedaan hasil yang didapat disebabkan oleh perbedaan metode perhitungan pada BIM, kesalahan perhitungan secara manual (human error), serta perhitungan pendetailan tulangan yang menggunakan persamaan umum.

Kata kunci: BIM, Gedung Bertingkat, Tekla Structures, Bill of Quantity.

Diterima Redaksi : 2024-05-30 | Selesai Revisi : 2024-06-12 | Diterbitkan Online : 2024-09-01

1. Pendahuluan

Universitas Samudra merupakan salah satu Perguruan Tinggi Negeri yang berada di Kota Langsa, Provinsi Aceh, Indonesia. UNSAM sangat berperan penting dalam peningkatan mutu terhadap sumber daya manusia

yang berkualitas. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang semakin pesat mengakibatkan Universitas Samudra harus mampu bersaing dengan Perguruan Tinggi lain di daerah berkembang. Dengan jumlah peningkatan Mahasiswa yang meningkat setiap



tahunnya disetiap program studi menjadi salah satu hal yang harus ditinjau kembali dalam kebutuhan sarana ruang belajar bagi Mahasiswa. Permasalahan utama dalam penentuan ruang kelas disetiap mata kuliah, banyak Mahasiswa yang memberikan keluhan mengenai kebutuhan ruang kelas dalam mengampu pembelajaran di Universitas Samudra. Dalam menghadapi permasalahan tersebut, Universitas Samudra berencana melakukan pembangunan Gedung Kuliah Bersama Fakultas Ekonomi Universitas Samudra dengan luas bangunan 1.055 m² dengan 3 tingkatan lantai. Dalam mendukung Permen PUPR No.22/2018 tentang Pembangunan Gedung Negara yang mewajibkan digunakannya metode BIM untuk bangunan gedung negara seluas diatas 2000m² dan lebih dari dua lantai [1]. Keberhasilan proyek yang tepat waktu, biaya, dan mutu merupakan suatu tujuan penting bagi pemilik proyek maupun penyedia jasa. Seiring waktu, proyek konstruksi sering kali dihadapi dengan berbagai jenis permasalahan, baik yang berkaitan dengan tahap perencanaan maupun kegiatan pelaksanaan proyek di lapangan, yang mana hal tersebut dapat berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan proyek. Oleh karena itu, perlu diterapkannya manajemen proyek yang baik agar proyek dapat diselesaikan secara tepat waktu, biaya, maupun mutu yang akan dicapai [2][3]. Biaya merupakan salah satu komponen penting dalam proyek konstruksi yang mana biaya ini akan sangat berpengaruh dari masa prakonstruksi, apalagi pada masa konstruksi. Hal inilah yang mendasari dapat dilakukannya pekerjaan BOQ menggunakan *software* berbasis BIM dengan menghitung volume setiap item pekerjaan [4].

Building Information Modeling (BIM) adalah metode yang dapat membayangkan konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah dan menganalisis dampak potensial. Di Indonesia melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 22/PRT/M/2018 [5]. *Building Information Modeling* (BIM) mampu menjamin integrasi data atau informasi seperti mensinkronisasikan data antar beragam stakeholder, *automatic drawing generation*, laporan, analisa desain, simulasi penjadwalan, meminimalisir redundansi data, kehilangan data dan salah penerjemahan data menjadi sebuah informasi [6]. Dalam penerapannya, BIM juga memiliki keuntungan diantara lain: Meningkatkan produktivitas karena adanya koordinasi dan kolaborasi informasi yang saling terintegrasi (*collaboration management*); Mengurangi resiko dalam proses perencanaan, ketidakpastian, meningkatkan keselamatan serta menganalisis dampak potensial proyek; Mengoptimalkan *resources* (biaya, waktu dan sumber daya manusia); Memproduksi gambar teknis yang cepat dan akurat; serta Meminimalisir terjadinya *variation order* [7].

Tekla Structures memiliki kemungkinan yang besar untuk dilaksanakan pada saat proses konstruksi di

lapangan. Dengan menggunakan aplikasi *Tekla Structures*, pengguna mampu membuat, mengkombinasikan, mengatur hingga membagikan data proyek dalam bentuk model tiga dimensi sehingga aplikasi ini dapat digunakan baik saat proses perencanaan, proses fabrikasi dan juga proses konstruksi [8]. Manfaat serta keunggulan *Tekla Structures* diantara lain adalah presisi dan kejelasan detail, otomatisasi terhadap hasil, serta efisiensi dan penghematan usaha manajemen [9]. Dengan sistem yang terintegrasi, segala perubahan secara otomatis akan update sewaktu-waktu dan butuh dilakukan revisi. Pemodelan yang membutuhkan waktu singkat dan kemampuan mengoperasikannya akan memberikan hasil manajemen proyek yang efisien. Apabila diaplikasikan hal tersebut sangat menghemat biaya, waktu dan sumber daya manusia [10].

Bill of Quantity (BOQ) adalah sebuah daftar singkat pekerjaan beserta perhitungan kuantitasnya. Kuantitas yang dihitung merupakan estimasi karena kuantitas yang sebenarnya sangat sulit dihitung secara akurat akibat ketidakpastian yang terjadi selama pelaksanaan [11]. Metode penghitungan volume yang paling umum adalah metode tradisional yang menghitung semua fungsi satu per satu secara manual. Tujuan dari penyiapan *Bill of Quantity* adalah untuk membantu estimator dalam memproduksi dokumen tender serta juga membantu mempermudah administrasi kontrak yang efisien dan efektif.

Kriteria yang harus dipenuhi oleh pekerjaan struktur suatu bangunan gedung agar kualitas dan keamanan bangunan tersebut sesuai dengan standard masing-masing negara. Negara Indonesia memiliki standar yang dijadikan pedoman dalam pembangunan struktur gedung beton bertulang pada standar/ *code* SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI atau Standar Nasional Indonesia adalah standar yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional dan berlaku secara Nasional (PP 102 tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional) [12]. Standar ini mengatur persyaratan minimum untuk desain, konstruksi dan evaluasi kekuatan komponen dan system struktur beton pada setiap struktur yang direncanakan dan dibangun sesuai persyaratan peraturan umum gedung [13]. Merujuk pada SNI 2847:2019 tabel 25.3.1 dalam mendesain detail tulangan kait (beugel) dapat dibuat dengan tiga jenis kait yaitu bengkokan 90°, 135°, dan 180° serta pada sambungan lewatan bagi elemen struktur yang panjang terus menerus sehingga diperlukan penyambungann dengan tiga jenis sambungan penulangan yaitu sambungan mekanis (*coupler*), sambungan lewatan (*overlap*) dan sambungan las tumpul penuh [14].

Bar bending schedule merupakan sebuah daftar pola yang berisikan pembengkokan tulangan seperti data bentuk, diameter, panjang dan jumlah tulangan. Data untuk menyusun bar bending schedule tersebut harus berisi ukuran, jumlah, dan dimensi tulangan baja yang

digunakan. Daftar pembengkokan tulangan baja juga digunakan sebagai acuan dalam mengadakan material tulangan. Sebuah tulangan baja biasanya terdiri atas satu atau enam pada bagian. Pada *bar bending schedule* diberi kode ukuran panjang masing-masing dengan huruf A, B, C, D, E dan F sesuai dengan shape diagramnya [15].

Tujuan penelitian ini adalah memodelkan struktur gedung kuliah bersama fakultas ekonomi Universitas Samudra menggunakan aplikasi *Tekla Structures*, kemudian membandingkan BOQ hasil pemodelan Tekla Struktur dengan BOQ yang dihitung secara manual. Selain itu, juga dilakukan *output bar bending schedule* berdasarkan hasil pemodelan tersebut.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada rencana proyek Gedung Ruang Kuliah Bersama Fakultas Ekonomi Universitas Samudra Langsa. Pengambilan data didapatkan melalui Konsultan Perencana.

2.1. Data Penelitian

Data *Bill of Quantity* (BOQ) Proyek Perencanaan Gedung Ruang Kuliah Bersama Fakultas Ekonomi Universitas Samudra. Data ini digunakan untuk mengetahui berapa hasil volume yang telah dihitung oleh konsultan perencana.

Gambar *Detail Engineering Design* (DED) Proyek Perencanaan Gedung Ruang Kuliah Bersama Fakultas Ekonomi Universitas Samudra. Gambar kerja ini digunakan sebagai pedoman yang akan digunakan untuk memodelkan bangunan pada *software Tekla Structures* yang merujuk pada standar SNI 2847:2019.

2.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada Gedung Ruang Kuliah Bersama Fakultas Ekonomi Universitas Samudra berada di kota Langsa provinsi Aceh.

2.3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dibagi menjadi 4 bagian, diantaranya:

1. Persiapan

Melakukan studi literatur pustaka dalam menggunakan *software Tekla Structures*; instalasi *software Tekla Structures* pada perangkat laptop; dan berlatih menggunakan *software* terkait; serta menentukan data yang dipermukaan dalam pemodelan dan analisis.

2. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan antara lain; Gambar *Detailed Engineering Design* (DED) yang diperoleh dari konsultan perencana; dan *Bill of Quantity* (BOQ) metode perhitungan manual oleh konsultan perencana.

3. Pemodelan

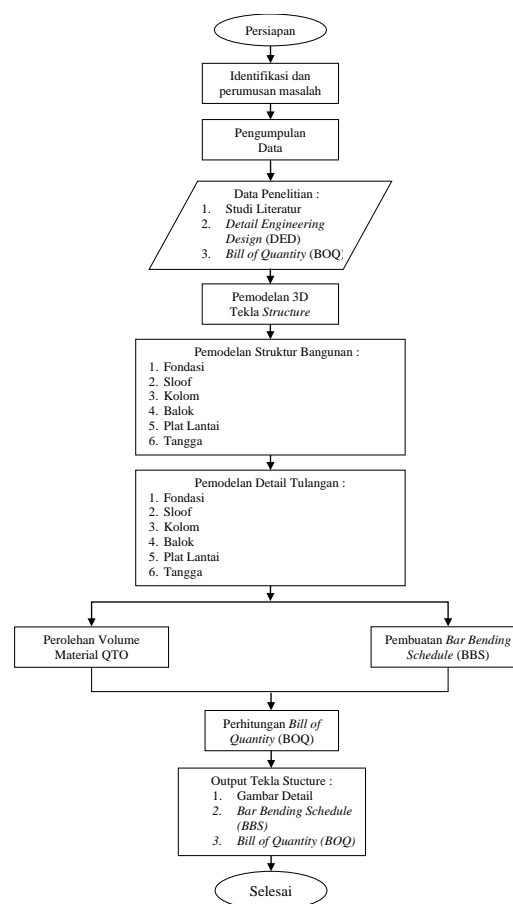
Setelah keseluruhan data diperoleh, kembali dipelajari dan dilanjutkan dengan melakukan

pemodelan 3D untuk visualisasi bangunan gedung dan pemodelan *Bill of Quantity* (BOQ) untuk mendapatkan volume yang diperoleh dari konsep BIM.

4. Analisis Perbandingan

Pada tahap ini dilakukan dengan cara menghitung volume pekerjaan struktur dengan cara pendekatan BIM dari hasil output material dari *software Tekla Structures*. Perhitungan volume pekerjaan struktur dilakukan dengan cara menghitung menggunakan bantuan *software Microsoft Excel* berdasarkan format yang sudah ada [16].

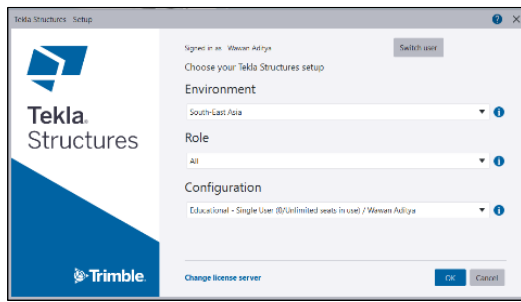
Diagram alir penelitian berdasarkan metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

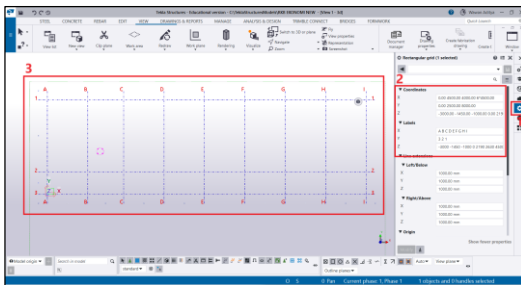
2.4. Pemodelan 3D Struktural & Pendetailan Tulangan

1. Memilih *environment* dan konfigurasi lisensi dalam penggunaan *Tekla Structures Student Version 2023*, dalam penelitian ini Wawan Aditya terdaftar dengan lisensi *educational*.



Gambar 2. Project Baru Tekla Structures

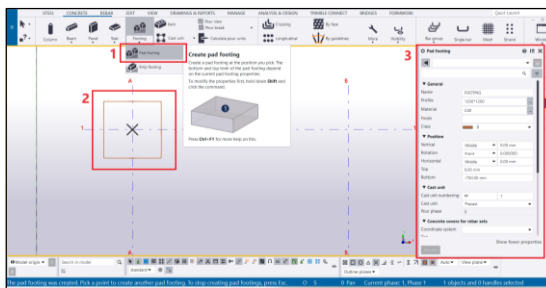
2. Pembuatan *grid & level* dengan pengaturan *properties* seperti pada kotak (1), selanjutnya dapat dilakukan modifikasi dalam mengatur koordinat grid x,y, dan z hingga label (nama) yang terdapat pada kotak (2). Jika sudah selesai kemudian pilih modify, maka tampilan grid akan berubah sesuai kotak merah (3).



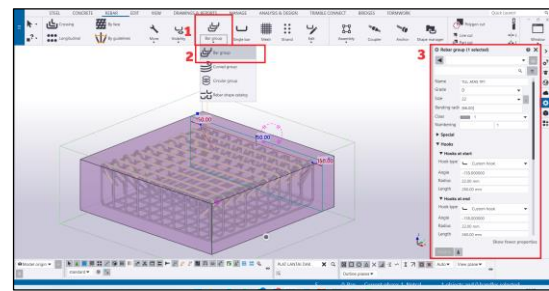
Gambar 3. Pembuatan Grid & Level

3. Pemodelan pondasi melalui toolbar **CONCRETE** sebagai material lalu pilih *Footing – Pad Footing*. Poer tapak 1 dengan ukuran 2000 x 2000 mm tinggi 600 mm dan poer tapak 2 dengan ukuran 1250 x 1250 mm tinggi 400 mm. Pada bagian *task properties* juga dilakukan penyesuaian terhadap *Cast Unit*, pekerjaan dilakukan dilapangan sehingga pemilihan *cast unit* menjadi *cast in place*.

Pemodelan detail tulangan pada pondasi menggunakan *tool Rebar Groub* pada tab *rebar* (1) dan (2) serta ujung kait tulangan dimodifikasi dengan bengkokan 135° (3).



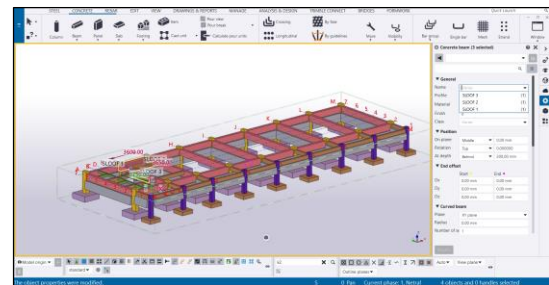
(a)



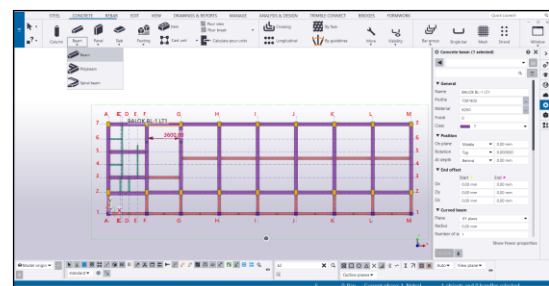
(b)

Gambar 4. (a) Model Struktur Pondasi Tapak (b) Pendetailan Tulangan Struktur Pondasi Tapak

4. Pemodelan pekerjaan sloof & balok menggunakan *toolbar beam* pada tab *concrete* (1), lalu pilih *beam* (2). Lakukan modifikasi dan penyesuaian terhadap ukuran balok menggunakan *task properties* (3).

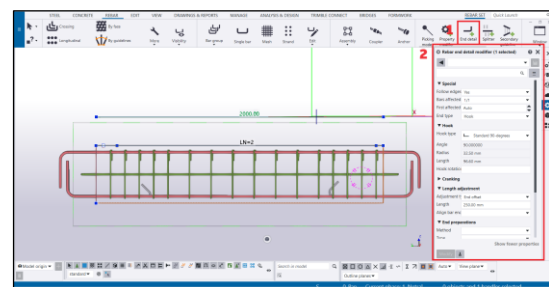


Gambar 5. Model Struktur Sloof

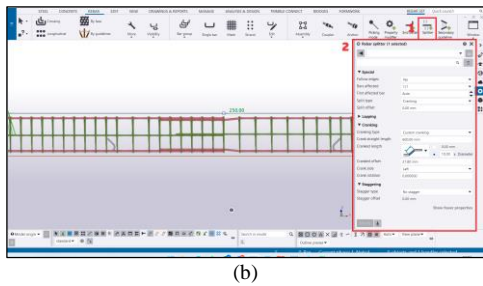


Gambar 6. Model Struktur Balok ELV. +4.50

Pemodelan detail tulangan pada sloof SL-2 ini menggunakan *tool Rebar Set Longitunal* pada tab *rebar* serta ujung kait tulangan dimodifikasi dengan bengkokan 90° menggunakan *end detail modifier* (2).



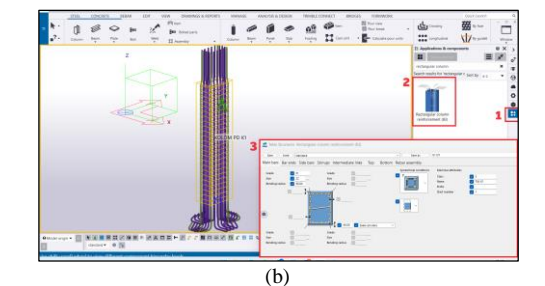
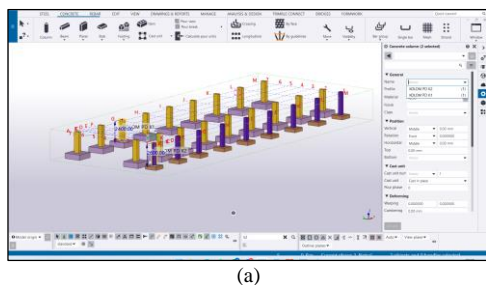
(a)



(b)
 Gambar 7. (a) Pendetailan Tulangan Sloof Bentang Pendek (b) Pendetailan Tulangan Sloof Menerus

5. Kolom dimodelkan dengan 4 jenis ukuran, Kolom K1 600x400 mm, Kolom K2 400x400 mm, Kolom K3 200x200 mm, dan Kolom Praktis. Pemodelan dilakukan menggunakan toolbar *column* yang ada pada tab *concrete* (1). Penyesuaian terhadap modifikasi ukuran kolom dilakukan pada *task properties* untuk masing-masing jenis kolom (2).

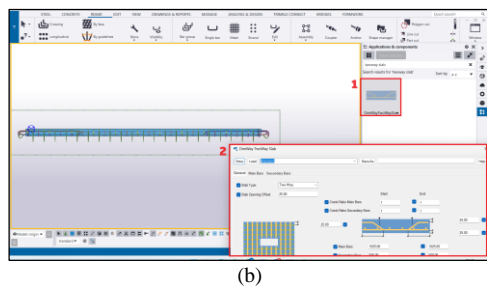
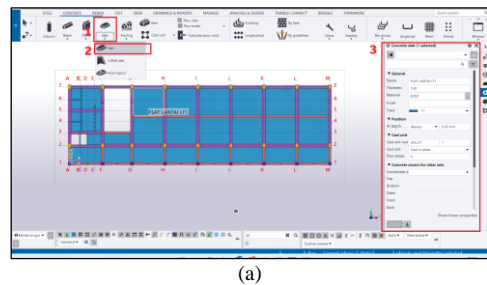
Pemodelan detail tulangan pada kolom pedestal K1 ini menggunakan tool *Macro Components* (1) yang terdapat pada program Tekla Structures, *components Rectangular Column Reinforcement* (83) (2) dapat memodelkan detail tulangan yang terpasang pada kolom. Penyesuaian dilakukan terhadap masing-masing jenis kolom. Dalam hal ini, kolom pedestal K1 menggunakan tulangan D22 dengan selimut beton 40mm di setiap sisinya (3).



(a)
 Gambar 8. (a) Model Struktur Kolom Pedestal (b) Pendetailan Tulangan Kolom Pedestal

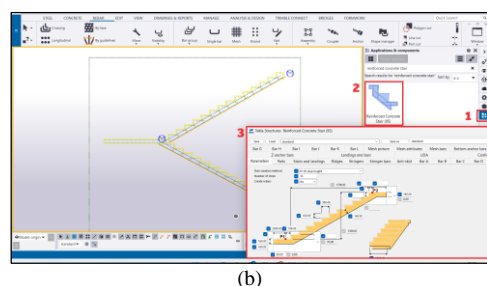
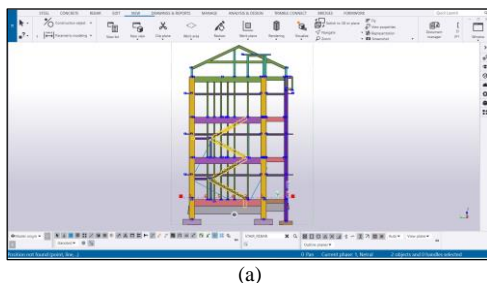
6. Pemodelan detail tulangan pada plat lantai ini menggunakan tool *Macro Components* yang terdapat pada program Tekla Structures, *components OnewayTwoWay Slab* (1) dapat memodelkan detail tulangan yang terpasang pada plat lantai. Penyesuaian dilakukan terhadap

masing-masing jenis plat lantai. Dalam hal ini, plat lantai elv. 4.50 menggunakan tulangan P10 – 150mm dan ketebalan 130 mm (2).



(a)
 Gambar 9. (a) Model Struktur Plat Lantai (b) Pendetailan Tulangan Plat Lantai

7. Pemodelan detail tulangan pada tangga ini menggunakan fitur *Macro Components* yang terdapat pada program, *components Reinforced Concrete Stair* (1) dapat memodelkan detail tulangan yang terpasang pada tangga. Penyesuaian dilakukan dengan referensi detail gambar *DED*.



(a)
 Gambar 10. (a) Model Struktur Tangga (b) Pendetailan Tulangan Tangga

2.6. Pendetailan Tulangan Berdasarkan SNI 2847:2019
 Perhitungan pendetailan tulangan digunakan dalam pemodelan yang dibuat pada *software Tekla Structures* dalam penerapan BIM pada gedung bertingkat Ruang

Kuliah Bersama Fakultas Ekonomi Universitas Samudra.

1. Penyaluran Pendetailan Tulangan Kait Standar
 Kait bengkokan standar pada batang tulangan dinyatakan dalam hubungan diameter bengkokan karena lebih mudah mengukurnya daripada radius kait bengkokan. Pengaruh diameter kait adalah bengkokan tanpa terputus dan pencegahan kehancuran beton sisi dalam kait bengkokan [17].

Tabel. 1 Kait Standar Tulangan Struktur

Type Kait Standar	Ukuran Batang	Diameter sisi dalam bengkokan minimum	Perpanjangan lurus l_{ext} (mm)	Type Kait Standar
Kait 90 derajat	D10 hingga D25	6db	12db	
	D29 hingga D36	8db		
	D43 hingga D57	10db		
Kait 180 derajat	D10 hingga D25	6db	Terbesar dari 4db dan 65mm	
	D29 hingga D36	8db		
	D43 hingga D57	10db		

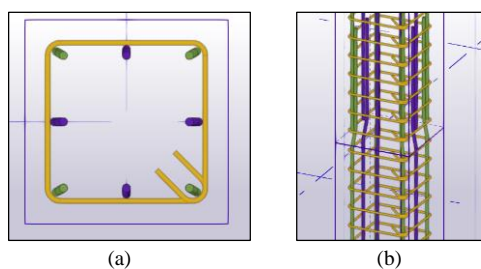
Sumber: SNI 2847:2019 Tabel 25.3.1

Diameter sisi dalam bengkokan minimum untuk batang yang digunakan sebagai tulangan transversal dan kait standar untuk batang yang digunakan untuk angkur sengkang, ikat silang, sengkang pekekang, dan spiral.

Tabel. 2 Kait Standar Tulangan Sengkang

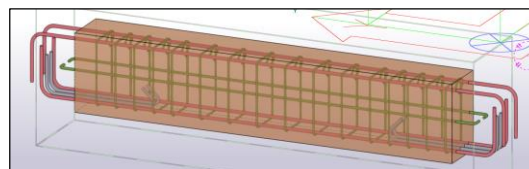
Type Kait Standar	Ukuran Batang	Diameter sisi dalam bengkokan minimum	Perpanjangan lurus l_{ext} (mm)	Type Kait Standar
Kait 90 derajat	D10 hingga D16	4db	12db Terbesar dari 4db dan 65mm	
	D19 hingga D25	6db	12db	
Kait 135 derajat	D10 hingga D16	4db	Terbesar dari 6db dan 75mm	
	D19 hingga D25	6db		
Kait 180 derajat	D10 hingga D25	4db	Terbesar dari 4db dan 65mm	
	D19 hingga D25	6db		

Sumber: SNI 2847:2019 Tabel 25.3.1



Gambar 11. (a) (b) Detail Kait Tulangan Sengkang

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v5i2.853>



Gambar 12. Detail Penyaluran Tulangan Ujung Kait

2. Sambungan lewatan
 Pada tulangan longitudinal kolom dalam Panjang sambungan tulangan lewatan memiliki persyaratan, diantara lain: Sambungan lewatan tidak diizinkan untuk tulangan yang lebih besar dari D36, kecuali kondisi yang sudah diatur; Reduksi panjang penyaluran yang sesuai dengan yang disyaratkan tidak diizinkan untuk menghitung panjang sambungan lewatan; Panjang penyaluran tulangan budel harus sesuai dengan yang disyaratkan [17].

- a) Panjang minimum sambungan tulangan lewatan dalam kondisi tarik dibagi dua kelas, A dan B (SNI 2847:2019 Tabel 25.5.2.1):

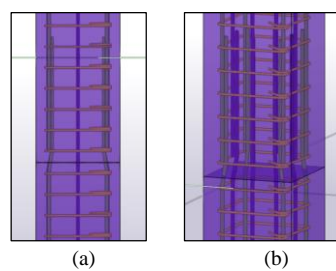
Sambungan kelas A : $l_{sc} \min = 1,0 l_d$ dan tidak kurang dari 300 mm

Sambungan kelas B : $l_{sc} \min = 1,3 l_d$ dan tidak kurang dari 300 mm

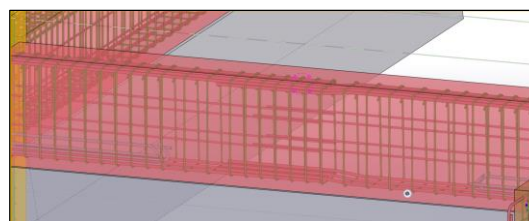
- b) Panjang sambungan Lewatan tekan l_{sc} pada batang ulir D36 atau yang lebih kecil harus dihitung sesuai dengan dibawah:

1. untuk $f_y < 420$ MPa: $l_{sc} \min = 0,071 \cdot f_y \cdot db$ dan tidak kurang dari 300 mm

2. untuk $f_y > 420$ MPa: $l_{sc} \min = (0,13 \cdot f_y - 24) db$ dan tidak kurang dari 300 mm



Gambar 13. (a) (b) Detail Sambungan Lewatan Kolom

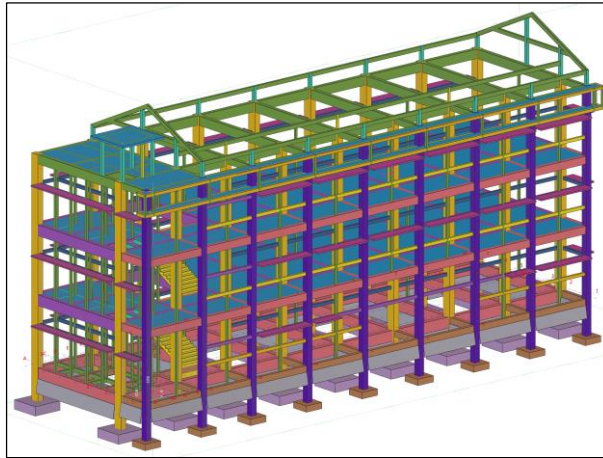


Gambar 14. Detail Sambungan Lewatan Balok

3. Hasil dan Pembahasan

Didapatkan pemodelan hasil 3D (visual) dengan *output* gambar detail struktur (DED) dan *bar bending schedule* (BBS) serta penerapan konsep 5D (estimasi) dalam

penerapan metode BIM pada bangunan gedung bertingkat Ruang Kuliah Bersama Fakultas Ekonomi Universitas Samudra.



Gambar 15. Pemodelan 3D Gedung RKB Fakultas Ekonomi Universitas Samudra

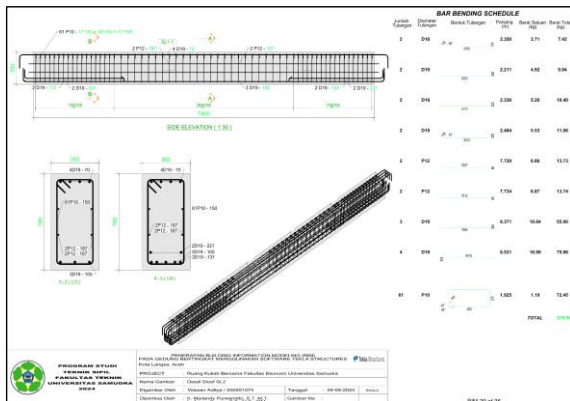
maka kemudian membuat rekap daftar seluruh item pekerjaan yang telah dihitung sebelumnya dan membandingkan berapa selisih volume dari metode perhitungan manual dan pendekatan BIM. Perhitungan persentase menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Vol. BIM}}{\text{Vol. Manual}} \times 100\% \quad (1)$$

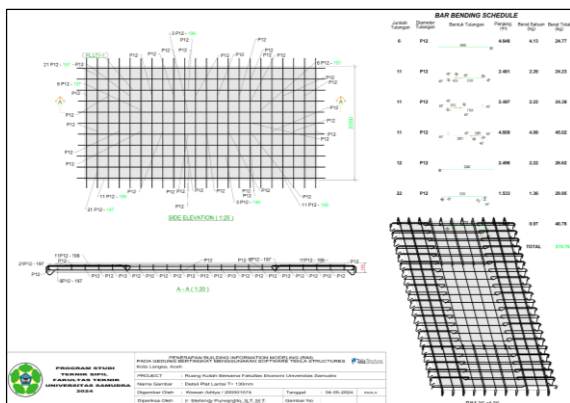
Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 3 untuk volume beton, Tabel 4 untuk pembesian ulir, dan Tabel 5 untuk pembesian polos.

Tabel 3. BOQ Volume Pekerjaan Beton M3

Uraian Pekerjaan	Vol. Manual	Vol. BIM	Sat.	Persentase
Beton Mutu $f_c' = 21,7 \text{ MPa (K - 250)}$				
Pas. Pondasi Menerus	70.47	68.22	M ³	96.81%
Pondasi Poer Tapak PT.1 Uk. 200/200 cm	43.20	42,40	M ³	100.00%
Pondasi Poer Tapak PT.2 Uk. 125/125 cm	7.50	5,53	M ³	75.00%
Sloof SL-1 Uk. 35/70 cm	32.14	31,52	M ³	100.01%
Sloof SL-2 Uk. 25/40 cm	8.23	6,43	M ³	80.07%
Sloof SL-3 Uk. 15/25 cm	0.56	0,54	M ³	98.75%
Kolom K.1 Uk. 60/40 cm	69.55	65,93	M ³	98.76%
Kolom K2 U.k 40/40 cm	28.77	22,76	M ³	80.58%
Kolom K.3 Uk. 20/20 cm	2.13	1,73	M ³	84.69%
Kolom Kolom Praktis Uk. 13/13 cm	5.48	6,05	M ³	115.71%
Balok BL.1 Uk. 40/70 cm	73.48	76,55	M ³	106.24%
Balok BL.2 Uk. 30/50 cm	26.26	23,09	M ³	89.68%
Balok BL.3 Uk. 15/25 cm	1.20	1,03	M ³	87.42%
Balok Lantai BL.4 Uk. 13/20 cm	12.24	12,90	M ³	108.63%
Ring Balok RB.1 Uk 30/60 cm	23.62	24,68	M ³	106.38%
Ring Balok RB.2 Uk 25/40 cm	5.92	4,95	M ³	84.97%
Ring Balok RB.3 Uk 15/25 cm	4.98	4,67	M ³	95.72%
Plat Kanopy T = 8 cm	8.69	9,83	M ³	114.20%
Plat Lantai	82.51	79,92	M ³	99.02%
Pek. Tangga	7.92	11,71	M ³	150.25%



(a)



(b)

Gambar 16. (a) (b) Output Detail Gambar Struktur & Bar Bending Schedule (BBS)

Tabel 4. BOQ Volume Pekerjaan Pembesian Ulir

Uraian Pekerjaan	Vol. Manual	Vol. BIM	Sat.	Persentase
Pekerjaan Pembesian Ulir				
Pondasi Poer Tapak PT.1 Uk. 200/200 cm	6861.50	6300,04	Kg	91.82%
Pondasi Poer Tapak PT.2 Uk. 125/125 cm	1099.36	731,29	Kg	66.52%
Sloof SL-1 Uk. 35/70 cm	3461.25	3095,41	Kg	89.43%
Sloof SL-2 Uk. 25/40 cm	1213.40	859,01	Kg	70.80%
Kolom K.1 Uk. 60/40 cm	20249.98	18458,24	Kg	91.15%
Kolom K2 U.k 40/40 cm	2746.49	2081,05	Kg	75.77%
Kolom K.3 Uk. 20/20 cm	496.86	414,09	Kg	83.34%

3.1. Analisis Perbandingan Metode Manual VS BIM

Setelah melakukan pemodelan dalam model tiga dimensi dan menghitung volume pekerjaan untuk menghasilkan data *bill of quantity* setiap pekerjaan dengan bantuan *software Tekla Structures Version 23.0*,

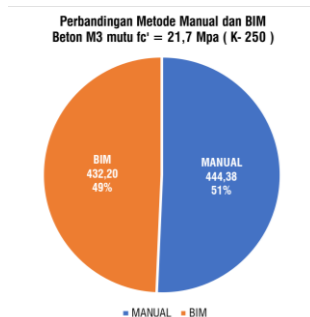
DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v5i2.853>

Uraian Pekerjaan	Vol. Manual	Vol. BIM	Sat.	Persentase
Balok BL.1 Uk. 40/70 cm	7847.31	7563,71	Kg	96.39%
Balok BL.2 Uk. 30/50 cm	2760.72	2524,94	Kg	91.46%
Ring Balok RB.1 Uk 30/60 cm	2040.61	2110,60	Kg	103.43%

Tabel 5. BOQ Volume Pekerjaan Pembesian Polos

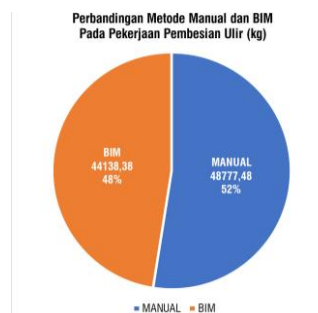
Uraian Pekerjaan	Vol. Manual	Vol. BIM	Sat.	Persentase
Pekerjaan Pembesian Polos				
Sloof SL-1 Uk. 35/70 cm	1810,82	1810.82	Kg	101.73%
Sloof SL-2 Uk. 25/40 cm	383,09	383.08	Kg	78.84%
Sloof SL-3 Uk. 15/25 cm	105,68	105.68	Kg	89.76%
Kolom K.1 Uk. 60/40 cm	3223,74	3223.74	Kg	111.30%
Kolom K.2 U.k 40/40 cm	1274,54	1274.55	Kg	86.76%
Kolom K.3 Uk. 20/20 cm	194,48	194.50	Kg	88.34%
Kolom Kolom Praktis Uk. 13/13 cm	2232,39	2232.39	Kg	116.65%
Balok BL.1 Uk. 40/70 cm	4334,91	4334.90	Kg	112.68%
Balok BL.2 Uk. 30/50 cm	1091,39	1091.38	Kg	92.96%
Balok BL.3 Uk. 15/25 cm	162,73	162.71	Kg	94.20%
Balok Lantai BL.4 Uk. 13/20 cm	3095,50	3095.60	Kg	123.45%
Ring Balok RB.1 Uk 30/60 cm	1417,42	1417.43	Kg	104.03%
Ring Balok RB.2 Uk 25/40 cm	663,04	663.02	Kg	78.01%
Ring Balok RB.3 Uk 15/25 cm	797,81	797.82	Kg	144.25%
Plat Kanopy T = 8 cm	760,07	760.08	Kg	119.59%
Plat Lantai	13991,67	13991.57	Kg	83.73%
Pek. Tangga	1484,61	1484.60	Kg	103.28%

Berikut grafik rata-rata perbandingan perhitungan setiap pekerjaan berdasarkan klasifikasi pekerjaan beton, pembesian ulir dan pembesian polos pada Gambar 17 sampai Gambar 19.



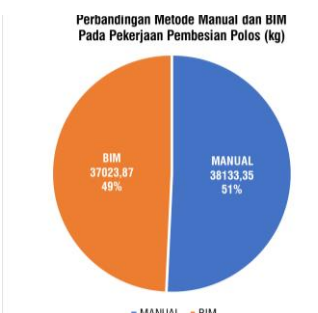
Gambar 17. Grafik Perbandingan Pekerjaan Beton

Dari Gambar 17 didapatkan persentase perbedaan selisih pekerjaan beton mutu $f_c' = 21,7$ MPa (K-250) sebesar 2,82% jika dibandingkan dengan perhitungan metode manual.



Gambar 18. Grafik Perbandingan Pekerjaan Pembesian Ulir

Dari Gambar 18 didapatkan persentase perbedaan selisih pekerjaan pembesian ulir sebesar 10,51% jika dibandingkan dengan perhitungan metode manual.



Gambar 19. Grafik Perbandingan Pekerjaan Pembesian Polos

Gambar 19 menunjukkan persentase perbedaan selisih pekerjaan pembesian ulir sebesar 3% jika dibandingkan dengan perhitungan metode manual.

Berdasarkan hasil perhitungan selisih volume pekerjaan sebelumnya dengan metode manual diperoleh selisih volume kerja yang bervariasi, terdapat nilai dengan metode manual lebih sedikit dan begitu pun juga dengan volume yang didapat menggunakan pendekatan BIM [18]. Perbedaan hasil perhitungan terjadi disebabkan kesalahan perhitungan secara manual (*human error*) pada perhitungan volume secara manual, perbedaan metode perhitungan pada *software Tekla Structures* dengan menghitung volume mulai dari awal hingga akhir muka struktur (*bentang bersih*) dengan mengurangi volume besi yang digunakan, perhitungan sambungan lewatan (*lap splice*) manual dihitung menggunakan persamaan umum yaitu (40d) sementara perhitungan sambungan lewatan yang dimodelkan menggunakan Standar SNI 2847:2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Kemudian, pemodelan tulangan pada *software Tekla Structures* dan gambar DED tidak dapat dimodelkan sama persis, karena *Tekla Structures* memiliki standar terhadap penggunaan *template Applications & Components*. Pada *output Bill of Quantity* yang diperoleh dari *software Tekla Structures* dapat mempengaruhi terhadap volume yang dihasilkan, jika pemodelan BIM yang dibuat tidak benar (*kesalahan input dimensi, kesalahan input material*) akan menghasilkan volume yang berbeda [19]. Perubahan

volume ini juga bersifat otomatis terhadap objek yang dimodelkan dalam *software*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapatkan bahwa pemodelan 3D (visual) dan 5D (estimasi) dengan menggunakan *software Tekla Structures* diperoleh model struktur bangunan untuk seluruh komponen struktur. Penelitian ini juga merujuk pada penerapan SNI 2847:2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung terhadap pendetailan tulangan.

Pemodelan 5D menghasilkan daftar kebutuhan pembengkakan tulangan *Bar Bending Schedule* (BBS) untuk masing-masing komponen struktur yang dimodelkan (pondasi, sloof, kolom, balok, ring balok, plat lantai, dan tangga). Penggunaan tulangan polos Ø8 mm dengan berat 3876,02 kg; Ø10 mm dengan berat 13047,01 kg; Ø12 mm dengan berat 20100,83 kg, serta penggunaan tulangan ulir D16 dengan berat 8787,74 kg; D19 dengan berat 10592,36 kg; dan D22 dengan berat 24758,28 kg untuk pekerjaan struktur secara keseluruhan.

Perbandingan pekerjaan *Bill of Quantity* (BOQ) menggunakan metode pendekatan BIM pada komponen struktur (beton, dan pembersian) pada Gedung Ruang Kuliah Bersama Fakultas Ekonomi Universitas Samudra menghasilkan volume beton 432,20 m³ (97,26%) dari hitungan perencanaan, berat pembersian ulir 44.138,38 kg (90,49%) dari hitungan perencanaan, dan berat pembersian polos 37.023,87 (97,09%) dari hitungan perencanaan. Perbedaan hasil yang didapat terjadi disebabkan perbedaan metode perhitungan pada BIM dengan menghitung volume dari awal hingga akhir muka struktur, kesalahan perhitungan secara manual (*human error*) serta perhitungan pendetailan tulangan yang menggunakan persamaan umum. Perolehan volume BOQ yang didapatkan dapat dipertanggungjawabkan melalui objek 3D yang dimodelkan dalam *software Tekla Structures*.

Daftar Rujukan

- [1] Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Rekomendasi Percepatan Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Pembangunan Infrastruktur PUPR*. 2019.
- [2] Chen, S. *et al.*, "Potential features of building information modelling for application of project management knowledge areas as advances modeling tools," *Advances in Engineering Software*, vol. 176, no. 9, p. e19697, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.advengsoft.2022.103372.
- [3] Fauzia, A., and Firdasari, F., "Efisiensi Pemilihan Pelat Baja pada Rehabilitasi Gedung Bertingkat terhadap Biaya dan Waktu (Studi Kasus Gedung Operasi RSUD Kota Langsa)," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 7, no. 2, Apr. 2022, doi: 10.32672/jse.v7i2.4100.
- [4] Rafky Kautsar, M., "Penerapan Building Information Modelling (BIM) Pada Pekerjaan Quantity Take-Off Menggunakan Software Tekla Structures 2020 (Studi Kasus: Gedung F Fakultas Dakwah & Komunikasi Kampus III UIN Imam Bonjol Padang)," Universitas Andalas, 2021. [Online]. Available: <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/75888>
- [5] Permen PU No. 22/PRT/M/2018, *Pembangunan Bangunan Gedung Negara Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia*. 2018.
- [6] Nugrahini, F. C., and Permana, T. A., "Building Information Modelling (BIM) dalam Tahapan Desain dan Konstruksi di Indonesia, Peluang Dan Tantangan : Studi Kasus Perluasan T1 Bandara Juanda Surabaya," *AGREGAT*, vol. 5, no. 2, pp. 459–467, Nov. 2020, doi: 10.30651/ag.v5i2.6588.
- [7] *Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia*, vol. 53, no. 1. Pusat Pendidikan dan Pelatihan SDA Konstruksi, 2018, pp. 1–55.
- [8] Yulandoro P.S, L., and Prakasa Dwi, R., "Perhitungan Kebutuhan Beton Dan Tulangan Pada Bangunan Kondotel The Royal Paradise Dengan Menggunakan Aplikasi Tekla," Politeknik Negeri Bandung, 2020. [Online]. Available: <http://digilib.polban.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptppolban-gdl-lanangyula-12237>
- [9] Minawati, R., "Manfaat Penggunaan Software Tekla Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Design-Build," *Dimensi Utama Teknik Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 8–15, Aug. 2017, doi: 10.9744/duts.4.2.8-15.
- [10] Saputri, F., "Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Pembangunan Struktur Gedung Perpustakaan IPB menggunakan Software Tekla Structures 17," Institut Pertanian Bogor, 2012.
- [11] Abidin, S., "QuantityTake-Off Berbasis Building Information Modeling (Studi Kasus: Pembangunan Rusunawa Penjaringan Surabaya)," Universitas Muhammadiyah Surabaya, 2021. [Online]. Available: <https://repository.um-surabaya.ac.id/8139/>
- [12] Badan Standardisasi Nasional, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847*, no. 8. 2019, p. 720.
- [13] Diputra, G. A., Wiranata, A. A., and Kharisma, A., "Perbandingan Bill of Quantity (BOQ) Antara Dokumen Kontrak Dengan Hasil Perhitungan Tekla Structures (Studi Kasus: Proyek Gedung Mall Di Pulau Jawa)," *Jurnal Spektran*, vol. 11, no. 1, pp. 55–61, 2023, doi: 10.24843/SPEKTRAN.2023.v11.i01.p07.
- [14] Alamsyah, W., and Purwandito, M., "Tekla Structure Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Gedung Kuliah Pascasarjana IAIN Langsa Menggunakan Software Tekla Structures," *PRINCE: Journal of Planning and Research in Civil Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 146–159, 2023, doi: 10.55616/prince.v2i1.449.
- [15] Jayantari, M. W., Dewi, P. S. T., and Yoga, P. G. A., "Analisa Perbandingan Volume dan Biaya Bar Bending Schedule dengan Metode SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005 (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Kantor Pacto, Denpasar-Bali)," *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, vol. 1, no. 2, pp. 50–58, Nov. 2022, doi: 10.38043/reinforcement.v1i2.4102.
- [16] Fadillah, M., and Nofriadi, "Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Berbasis Building Information Modeling (BIM) Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat*, vol. 2, no. 1, pp. 24–34, 2022, doi: 10.51510/agregat.v2i1.733.
- [17] Suryagama, A., and Fajarwati, V. N., "Penerapan Building Information Modelling (BIM) Pada Struktur Gedung Apartemen Dengan Software Tekla Structures," Politeknik Negeri Bandung, 2020.
- [18] Pratoom, W., and Tangwiboonpanich, S., "a Comparison of Rebar Quantities Obtained By Traditional Vs Bim-Based Methods," *5 Suranaree J. Sci. Technol*, vol. 23, no. 1, pp. 5–10, 2016.
- [19] Putra, A. A. P., Oei, N. I. W., Hermawan, and Hasiholan, B., "Comparative Study in Bill of Quantity Estimates on Reinforcement Works of Pile Cap, Single Pier and Double Pier of Flyover between Conventional Methods and BIM (Building Information Modelling)," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1065, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1065/1/012041.