

IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) PADA DESAIN SAMBUNGAN BALOK-KOLOM STRUKTUR BAJA

Wahiddin^{1,*}, Agus Sugiarto², Armin Naibaho³, Kartika Purwitasari⁴

Politeknik Negeri Malang ^{1,2,3,4}

Koresponden*, Email: wahiddin@polinema.ac.id

ABSTRAK

Building Information Modelling (BIM) mencerminkan revolusi industri dan digitalisasi dalam mendukung teknologi konstruksi 4.0. Pelaksanaan integrasi BIM dengan tingkat maturitas tinggi memerlukan biaya apalagi belum ada aplikasi yang mendukung implementasi BIM mulai dari tahap awal / pra desain sampai dengan penggunaan dan perawatan. Sangat penting membuat workflow yang efektif agar tujuan implementasi BIM tercapai. Hasil penelitian menunjukkan Analisis dan desain sambungan dapat dilakukan dengan mentransfer file analisis ke aplikasi analisis dan desain sambungan menggunakan koenkter antar aplikasi. Output aplikasi BIM modeler memiliki *Level of Development (LOD)* mencapai 500 yang menunjukkan bahwa outputnya dapat digunakan mulai dari proses perancangan hingga pada produksi gambar *As Built* Drawing. Sedangkan aplikasi analisis dan desain struktur serta analisis dan desain sambungan memiliki LOD 350. Alur kerja implemtasi BIM lebih mudah dimulai dari aplikasi Analisis dan Desain Struktur. Setelah semua elemen didesain dan memiliki kekutan yang direncanakan, file analisis ini dapat di ekspor ke aplikasi BIM Modeler untuk membuat gambar detail. Hasil analisis dan desain struktur juga di ekspor ke aplikasi analisis dan desain sambungan balok-kolom untuk dilakukan pengecekan kekuatan. Hasilnya kemudian menjadi dasar untuk membuat detailing pada Aplikasi BIM Modeler.

Kata kunci : BIM; *Level of Development*, Alur kerja.

ABSTRACT

Building Information Modelling (BIM) reflects the industrial revolution and digitalisation in support of construction technology 4.0. Implementing BIM integration with a high level of maturity is costly especially since there is no application that supports BIM implementation from the initial / pre-design stage to use and maintenance. It is very important to create an effective workflow so that the objectives of BIM implementation are achieved. The research results show that joint analysis and design can be done by transferring the analysis file to the joint analysis and design application using the inter-application coordinator. The output of the BIM modeller application has a Level of Development (LOD) of 500 which indicates that its output can be used from the design process to the production of As Built Drawing. While the structural analysis and design and connection analysis and design applications have a LOD of 350. The BIM implementation workflow is easier starting from the Structural Analysis and Design application. After all elements are designed and have the planned strength, the analysis file can be exported to the BIM Modeler application to create detailed drawings. The structural analysis and design results are also exported to the beam-column connection analysis and design application for strength checking. The results will be the basis for detailing in the BIM Modeler Application.

Keywords : BIM, *Level of Development*, Workflow

1. PENDAHULUAN

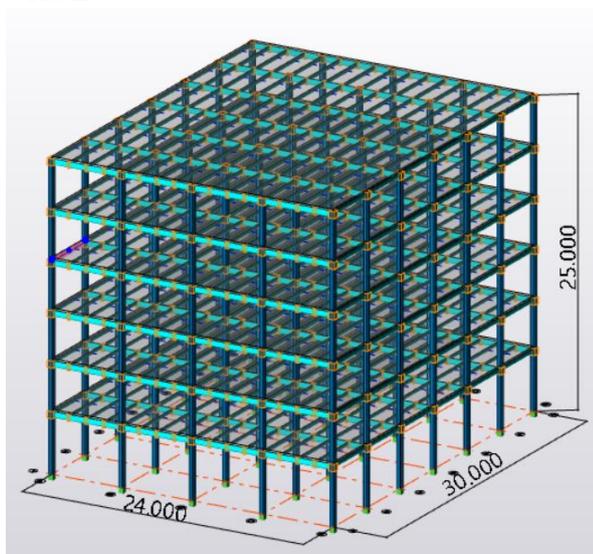
Penerapan teknologi BIM memang terbukti dapat membantu penyelenggara bangunan Gedung, infrastruktur jalan dan jembatan dalam hal meningkatkan akurasi perencanaan, mitigasi resiko konstruksi, serta merencanakan seluruh siklus

hidup proyek aset infrastruktur dengan lebih baik. Pelaksanaan integrasi BIM dengan tingkat maturitas tinggi diperlukan biaya investasi yang lebih besar di tahap awal/perencanaan (initial cost). Sampai dengan saat ini, belum ada aplikasi yang mendukung implementasi BIM

mulai dari tahap awal atau pra desain hingga sampai dengan penggunaan dan perawatan (BIM 3D hingga BIM 7D). Oleh karena itu, seorang insinyur atau bahkan beberapa insinyur diharapkan mampu berkolaborasi untuk menghasilkan produk konstruksi. Setiap aplikasi pastinya memiliki keandalan dalam suatu fitur namun lemah pada fitur yang lain. Hal ini dapat terjadi pada aplikasi dibawah platform yang sama lebih-lebih pada platform yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan kesepakatan bersama dalam menghasilkan produk konstruksi agar dapat berkolaborasi antara satu platform dengan platform yang lain di berbagai tahap implementasi BIM. Sehingga tujuan dari konsep implementasi BIM ini yaitu penggunaan file yang sama mulai dari awal tahap konstruksi sampai dengan pelaksanaan dan pemeliharaan dapat berjalan dengan baik. Pada penelitian ini akan memberikan gambaran bagaimana alur kerja (workflow) implementasi BIM pada struktur baja khususnya desain sambungan balok-kolom. Implementasi ini akan menggunakan beberapa aplikasi seperti aplikasi modeler, aplikasi analisis struktur dan aplikasi desain sambungan balok-kolom.

2. METODE

Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah dengan pemodelan struktur 3D menggunakan Aplikasi Modeler dan aplikasi analisis struktur dalam hal ini Tekla Structures Designer seperti pada gambar 1. Hasil pemodelan kemudian di ekspor ke aplikasi analisis dan desain struktur yaitu Software Tekla Structure Desainer dan atau RSAP.



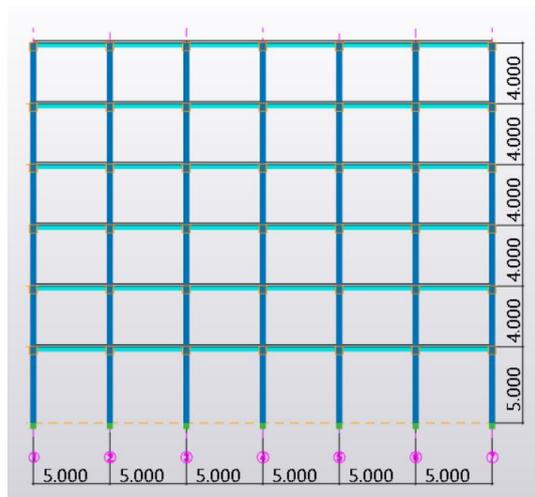
Gambar 1. Struktur bangunan baja 3D yang di analisis Data struktur yang akan dianalisis:

- Mutu baja A36, f_y' : 240 MPa

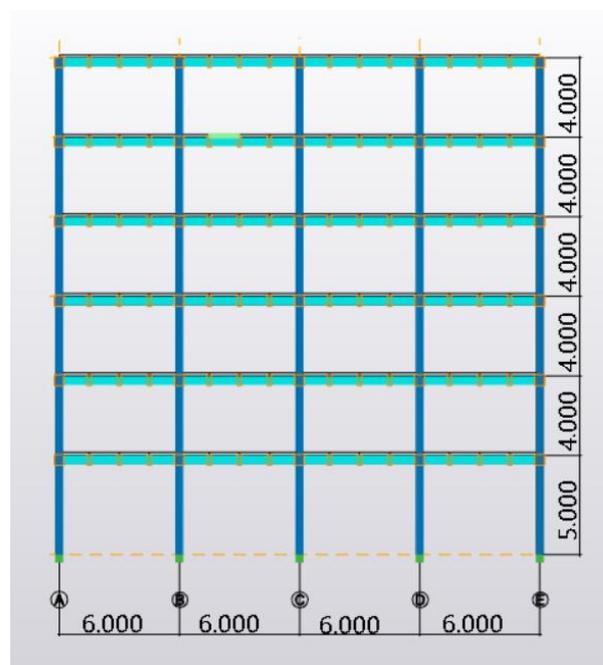
- Panjang bentang X : 6000 mm
- Jumlah bentang X : 4
- Panjang Balok Y : 5000 mm
- Jumlah bentang Y : 6
- Tinggi Story 1 : 5000 mm
- Tinggi Story 2-Roof : 4000 mm

Sedangkan properti elemen struktur sebagai berikut :

- Kolom : H 400x400x13x21
- Balok X-X : I 450x200x9x14
- Balok Y-Y : I 300x150x6,5x9
- Balok Anak : I 250x125x6x9



Gambar 2. Gambar potongan pada bidang Y-Z



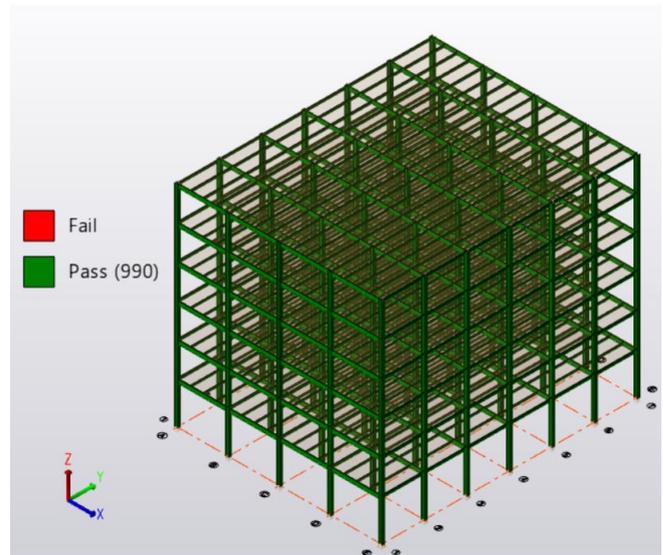
Gambar 3. Gambar potongan pada bidang X-Z Setelah dipastikan bahwa semua elemen memiliki $DCR < 1$. Aplikasi analisis dan desain struktur RSAP akan digunakan

menganalisis dan atau mendesai sambungan balok-kolom dengan tipe sambungan sederhana dan sambungan kaku. Selain menganalisis sendiri sambungan balok-kolom, hasil analisis dan desain RSAP akan di ekspor ke software Idea Statica untuk dilakukan pengecekan terhadap kapasitas sambungan berdasarkan hasil analisis dan desain struktur di atas. Bentuk sambungan akan dimodelkan Kembali pada aplikasi analisis dan desain sambungan sesuai dengan type sambungan sederhana dan sambungan kaku. Hasil analisis dan desain elemen sambungan, akan ekspor kembali Tekla structure untuk dilakukan report hasil analisis. Kemudian dilakukan pelaporan dalam bentuk gambar kerja dari masing-masing aplikasi khususnya pada daerah sambungan. Sehingga akan diperoleh output atau gambar kerja yang berasal dari Tekla structure yang merupakan aplikasi modeler, RSAP yang merupakan aplikasi analisis dan desain struktur serta Idea Statica yang merupakan aplikasi untuk mendesain sambungan balok-kolom. Ketiga aplikasi tersebut akan dihitung LOD sesuai dengan rubrik IAI berdasarkan keluaran masing-masing untuk ditetapkan nilai LOD masing-masing software. Semakin besar nilai LOD sebuah gambar semakin baik penggunaan aplikasi tersebut begitupula sebaliknya.

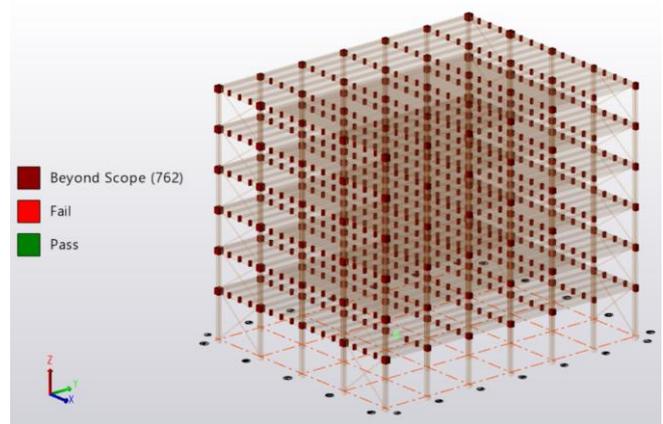
Selain keluaran gambar detail setiap aplikasi, biaya elemen struktur akan dihitung dari ketiga aplikasi tersebut karena memiliki fitur untuk menghitung biaya elemen struktur. Hasil perhitungan biaya tersebut kemudian di komparasi dengan hasil hitungan manual yang lebih teliti. Ketiga hasil hitungan tersebut dikomparasi dengan perhitungan manual sebagai acuan normative biaya struktur. Berdasarkan nilai LOD dan akurasi biaya yang diperoleh ditetapkan alur kerja (*workflow*) yang efektif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dan desain kapasitas elemen struktur dari aplikasi analisis dan desain struktur seperti pada gambar 4. Pada gambar 4, menunjukkan bahwa semua elemen struktur baik kolom maupun balok pada struktur tersebut memiliki kapasitas dan kekuatan yang lebih besar daripada beban luar yang bekerja pada struktur tersebut. Kemudian dilakukan analisis dan desain sambungan balok-kolom menggunakan aplikasi yang sama. Type sambungan disesuaikan dengan asumsi yang digunakan pada saat melakukan modeling struktur yaitu sambungan sederhana dan sambungan kaku. Bentuk sambungan berupa sambungan end-plate dengan stiffener atau pengaku pada kolom. Pada aplikasi analisis dan desain struktur versi student, fitur untuk menghitung sambungan balok-kolom belum diaktifkan sehingga (Gambar 5), hasil analisis dikirim ke aplikasi analisis dan desain sambungan balok kolom.



Gambar 4. Hasil analisis dan desain elemen struktur



Gambar 5. Report analisis dan desain sambungan belum dapat dilakukan pada aplikasi student versi

Sedangkan detail perhitungan elemen balok dan kolom seperti pada gambar 6 dan gambar 7.

Design Condition	#	Design Value	Design Capacity	Units	U.R.	Status
Axial Classification		Unknown	-	-	-	Not required
Flexural Classification	1	Compact	-	-	-	Not required
Moment, M_x		=7097,307 kgf-m				
Elastic modulus of steel, E		=199948 N/mm ²				
Minimum yield stress, F_y		=248.2 N/mm ²				
Flexural section class		Compact	AISC 360 Table B4.1b			
Shear Major	1	4798.799	41002.965	kgf	0.117	Pass
Shear Minor	1	No Significant Forces		kgf	-	Not required
Flexure Major	1	2463.004	25032.786	kgf-m	0.378	Pass
Dist of M_x along member		=3.000 m				
Required flexural strength, M_{rx}		=8403.064 kgf-m				
Allowable flexural strength		=25032.786 kgf-m				
Ratio		=0.378				
Flexure Minor		No Significant Forces		kgf-m	-	Not required
Axial Tension		No Significant Forces		kgf	-	Not required
Axial Compression		No Significant Forces		kgf	-	Not required
Combined Forces		No Significant Forces		-	-	Not required
Torsion		No Significant Forces		-	-	Not required
Deflection Self weight	1	0.3		mm	-	
Deflection Side	1	2.3	25.0	mm	0.091	Pass
Deflection Dead	1	0.2	16.7	mm	0.012	Pass
Deflection Live	1	0.9	18.7	mm	0.056	Pass
Deflection Total	1	3.1	25.0	mm	0.149	Pass

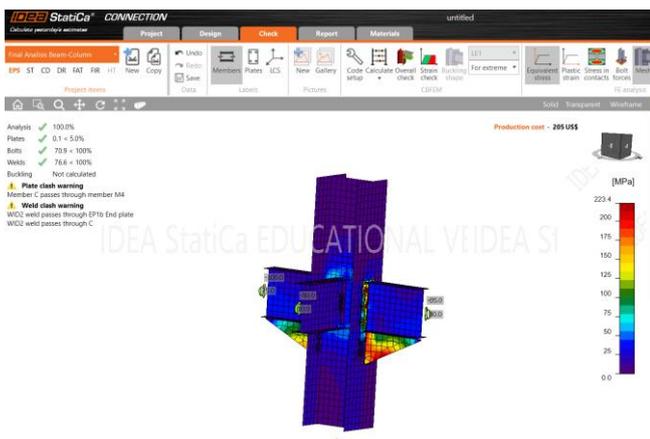
Gambar 6. Detail perhitungan elemen balok menggunakan aplikasi analisis dan desain struktur.

Design Condition	#	Design Value	Design Capacity	Units	U.R.	Status
Flexural Classification	1	Compact	-	-	-	Not required
Moment, M_x		=3774.284 kgf-m				✓ Pass
Elastic modulus of steel, E		=199948 N/mm ²				✓ Pass
Minimum yield stress, F_y		=248.2 N/mm ²				✓ Pass
Flexural section class		Compact	AISC 360 Table B4.1b			✓ Pass
Shear Major	1	3019.427	15186.283	kgf	0.199	✓ Pass
Shear Minor	1	No Significant Forces	-	kgf	-	Not required
Flexure Major	1	3774.284	5427.895	kgf-m	0.695	✓ Pass
Dist of M_x along member		=2.400 m				✓ Pass
Required flexural strength, M_{rx}		=3774.284 kgf-m				✓ Pass
Allowable flexural strength		=5427.895 kgf-m	AISC 360 F1, F2 and F3			✓ Pass
Ratio		0.695				✓ Pass
Flexure Minor		No Significant Forces	kgf-m			Not required
Axial Tension		No Significant Forces	kgf			Not required
Axial Compression		No Significant Forces	kgf			Not required
Combined Forces		No Significant Forces	-			Not required
Torsion		No Significant Forces	-			Not required
Deflection Self weight	1	0.3	-	mm	-	✓ Pass
Deflection Side	1	5.6	20.8	mm	0.268	✓ Pass
Deflection Dead	1	0.5	13.9	mm	0.034	✓ Pass
Deflection Live	1	2.3	13.9	mm	0.164	✓ Pass
Deflection Total	1	8.6	20.8	mm	0.414	✓ Pass

Gambar 7. Detail perhitungan elemen kolom menggunakan aplikasi analisis dan desain struktur



Gambar 8. Modeling sambungan balok-kolom hasil ekspor file dari aplikasi analisis dan desain struktur



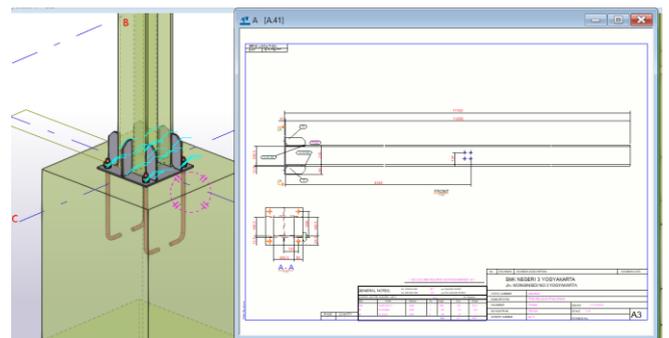
Gambar 9. Diagram tegangan hasil analisis dan desain aplikasi analisis dan desain sambungan

Setelah semua elemen struktur dipastikan kuat dan dapat digunakan, maka dilanjutkan dengan proses ekspor file ke aplikasi analisis dan desain sambungan balok-kolom seperti pada gambar 7. Aplikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah Aplikasi Idea Statica (Student Version). Proses ekspor

file dapat dilakukan dengan baik karena kedua aplikasi ini kompatibel atau dapat mengirim dan menerima file dari dan ke masing-masing aplikasi.

Kemudian dilakukan modeling sambungan balok-kolom sebagaimana asumsi yang digunakan pada aplikasi analisis dan desain struktur. Analisis dilakukan untuk mengetahui kapasitas sambungan balok-kolom terhadap gaya luar bekerja. Hasilnya berupa diagram tegangan regangan dalam bentuk stress kontur sebagaimana di ditampilkan pada gambar 8. Pada aplikasi ini, model tidak dapat dicetak secara keseluruhan struktur. Output gambar dari aplikasi analisis dan desain sambungan hanya bisa ditampilkan setiap titik sambungan balok-kolom. Sehingga tidak dilakukan transfer file untuk dilakukan modeling pada aplikasi BIM Modeler. Tranfer data berupa hasil pemodelan pada aplikasi analisis dan desain sambungan ini kemudian di modelkan ulang pada aplikasi BIM Modeler.

Begitupula pada aplikasi analisis dan desain struktur (RSAP), hasil analisis sambungan balok-kolom tidak dapat langsung dicetak menjadi gambar kerja, namun harus ditransfer informasinya ke aplikasin BIM Modeler untuk dilakukan modeling samungan balok-kolom agar di buarkan gambar kerja dan bahkan sampai pada asbuild drawingnya. Dengan memperhatikan gambar di atas, bahwa gambar atau model sambungan balok kolom menampilkan ketinggian actual dan letak sambungan secara jelas dan secara proporsional menampilkan ukuran yang seimbang antar elemen. Maka dengan menggunakan tabel IAI dapat diberi nilai LOD sebesar 350.



Gambar 10. Output gambar aplikasi BIM Modeler Hasilnya analisis dan desain sambungannya hanya dapat dibuat dalam bentuk pdf file sehingga tidak di ekspor ke aplikasi BIM Modeler untuk dibuatkan detaling gambarnya. Begitupula dengan aplikasi yang memiliki fungsi analisis dan desain struktur dengan platform yang berbeda seperti dibawah ini. Bahwa gambar yang diberikan hanya untuk memberikan gambaran tentang model yang akan dianalisis dan tidak untuk dilakukan proses produksi gambar. Sedangkan output dari aplikasi BIM Modeler pada

sambungan asembli balok dapat dilihat pada gambar 10. Hasil produksi gambar di atas menunjukkan gambar detail yang mewakili kondisi sesungguhnya sehingga berdasarkan tabel IAI diatas maka LOD aplikasi BIM Modeler ini sebesar 500.

Alur kerja pemodelan konstruksi dapat di mulai dari aplikasi modeler maupun aplikasi Analisis dan desain struktur. BIM Modeler dapat melakukan pemodelan dari aplikasi BIM Modeler kemudian melakukan ekspor file ke aplikasi analisis dan desain struktur. Pada Aplikasi dengan platform yang sama proses ekspor file dapat langsung dilakukan dengan penyesuaian nama-nama elemen struktur. Namun untuk platform yang berbeda, diperlukan file IFC yang dapat diterima dari dan oleh semua aplikasi BIM. Namun jika dilihat dari proses modeling, maka BIM Modeler dapat melakukan pemodelan gambar dari aplikasi analisis dan desain struktur. Beberapa keuntungan melakukan pemodelan dari aplikasi analisis dan desain struktur yaitu pemodelan struktur jauh lebih cepat dan mudah, elemen-elemen struktur dapat ditentukan dengan pasti aman untuk kemudian dibuatkan detailingnya dan dapat memproduksi file IFC sehingga dapat digunakan pada berbagai aplikasi BIM Modeler yang menerima IFC.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan diatas dapat di ambil simpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis sambungan balok-kolom dapat dilakukan pada aplikasi analisis struktur yang memiliki fitur desain sambungan. Analisis dan desain sambungan dapat juga dilakukan dengan mentransfer file analisis ke aplikasi khusus untuk mendesain sambungan. Proses transfer dapat dilakukan jika ada aplikasi analisis dan desain struktur kompatibel dengan aplikasi analisis dan desain sambungan tersebut.
2. Output dari aplikasi BIM modeler memiliki Level of Development (LOD) mencapai 500. Hal ini menunjukkan bahwa output aplikasi BIM Modeler dapat digunakan dari proses perancangan hingga pada produksi gambar As Built Drawing. Output Aplikasi BIM untuk analisis dan desain struktur pada sambungan balok-kolom memiliki LOD sebesar 350 sama dengan analisis dan sambungan balok-kolom. Sehingga aplikasi BIM untuk analisis dan desain elemen atruktur dan juga untuk analisis dan desain sambungan balok-kolom menjadi pendukung aplikasi BIM Modeler.
3. Berdasarkan kemudahan dan dalam melakukan modeling struktur, alur kerja yang lebih mudah adalah dimulai dari aplikasi Analisis dan Desain Struktur.

Setelah semua elemen didesain dan memiliki kekutan yang direncanakan, file analisis ini dapat di ekspor ke aplikasi BIM Modeler untuk membuat gambar detail. Hasil analisis dan desain struktur juga di ekspor ke aplikasi analisis dan desain sambungan balok-kolom untuk dilakukan pengecekan kekuatan. Hasilnya kemudian menjadi dasar untuk membuat detailing pada Aplikasi BIM Modeler.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewobroto, Wiryanto. 2016. *Struktur Baja, Perilaku, Analisis & Desain – AISC 2010*. Jurusan Teknik Sipil UPH: Tangerang.
- [2] Itsna AulyaReista dkk. 2022. *Implementasi Building Informatin Modeling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural*. Journal of Sustainable Construction.
- [3] Jim Bedrick dkk. 2021. *Level of Development (LOD) Specification for Building Information Models Part I, Guide & Commentary*. BIM Forum.
- [4] Latiffi, Aryani Ahmad, et al. “*Building Information Modeling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Projects.*” *Applied Mechanics and Materials*, vol. 773–774, Trans Tech Publications, Ltd., July 2015, pp. 933–937. Crossref, doi:10.4028/www.scientific.net/amm.773-774.933.
- [5] Paikun IPM, Ardin Rozandi, Dana Budiman, Indra Ramdani, and Kornienko Elena Vladimirovna. 2022. *Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Perumahan*. *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan* 4 (1), 1-15. <https://doi.org/10.52005/teslink.v4i1.105>.
- [6] Segui, William T. 2018. *Steel Design, 6th Edition*. Cengage Learning: Boston USA.
- [7] SNI 1729:2020. 2020. *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [8] SNI 1727:2020. 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta.