

PENGARUH PEMANFAATAN APLIKASI *BUILDING INFORMASI MODELLING (BIM)* TEKLA STRUCTURE EDUCATIONAL TERHADAP PEMBUATAN *SHOP DRAWING* DAN *BILL OF MATERIAL*

Deni Putra Arystianto¹, Achendri M. Kurniawan²

^{1,2}Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang
¹deniputraarystianto@gmail.com

Abstrak

Building Information Modelling (BIM) adalah representasi sebuah sistem digital yang sangat berguna terutama dalam dunia konstruksi. *Building Information Modelling (BIM)* berguna untuk menggabungkan berbagai macam pemodelan digital tiga dimensi dari berbagai *software* dan disiplin ilmu yang berbeda sehingga tercipta suatu kesesuaian diantaranya. Dengan menggunakan *software-software Building Information Modelling (BIM)*, upaya untuk meminimalisir kegagalan konstruksi, fabrikasi, dan lain-lain dapat terpenuhi, sehingga selain dapat mengefisiensikan waktu, kita juga dapat mengefisiensikan mutu dan juga biaya. *Tekla Structures* adalah sebuah *software Modelling, detailing, engineering, drawing, reporting* dan manajemen dengan konsep *Building Information Modelling (BIM)* tiga dimensi dimana seluruh objek struktur direpresentasikan lengkap dengan segala informasinya. *Modelling* dengan ribuan jenis profil, bentuk dan sambungan dapat dilakukan dengan mudah, cepat, dan mengurangi kesalahan.

Dalam Penelitian ini akan dibahas metode dalam membuat *Shop Drawing* dan *Bill of Material* sebuah studi bangunan dengan struktur utama baja, menggunakan *software Tekla Structures* dimana *output* yang nantinya akan dihasilkan adalah berupa gambar-gambar *Shop Drawing* mulai *General Arrangement, Assembly Drawing, Cast Unit Drawing*, juga *Single Part Drawing* lengkap dengan *Reports Bill of Materials (BOM)* yang berisikan daftar material dan volume. Hasil *output* ini tentunya sangat berguna dan memberikan pengaruh yang signifikan dalam hal kebutuhan sebuah proyek di lapangan sejak perencanaan hingga pelaksanaan konstruksi karena kemudahan pengoperasian, keakuratan hasil gambar, dan perhitungan yang didapat, serta informasi-informasi detail lainnya.

Kata kunci: *Building Information Modelling, Tekla Structures, Shop Drawing, Bill of Material*

Abstract

Building Information Modelling (BIM) is a representation of a digital system that is very useful especially in the world of construction. *Building Information Modelling (BIM)* is useful to combine a variety of three-dimensional digital Modelling from various different software and disciplines so as to create a conformity among them. By using *Building Information Modelling (BIM)* software, efforts to minimize construction failures, fabrication, and others can be achieved, so that in addition to efficient time, we can also streamline quality and also costs. *Tekla Structures* is a software *Modelling, detailing, engineering, drawing, reporting* and management with the concept of three-dimensional *Building Information Modelling* where all structural objects are represented complete with all the information. *Modelling* with thousands of Profile types, shapes and connections can be done easily, quickly, and reduce errors.

In this research will be discussed methods in making *Shop Drawing* and *Bill of Materials* a study of buildings with the main structure of Steel, using *Tekla Structures* software where the output that will be produced is in the form of *Shop Drawing* such as *General Arrangement, Assembly Drawing, Cast Unit Drawing*, as well as *Single Part Drawing* complete with *Reports Bill of Materials (BOM)* which contains a list of materials and volumes. These output results are certainly very useful and have a significant influence on the needs of a project in the field from planning to construction implementation because of the ease of operation, accuracy of drawing results, and calculations obtained, as well as other detailed information..

Keywords: *Building Information Modelling, Tekla Structures, Shop Drawing, Bill of Material*

PENDAHULUAN

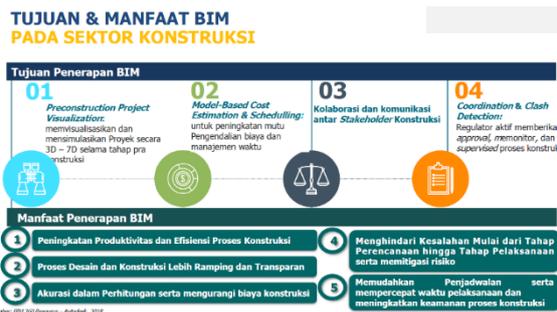
Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dalam bidang konstruksi di Indonesia pada beberapa tahun ini sangat meningkat dan cukup pesat. Hampir semua proyek bangunan gedung dan infrastruktur yang direncanakan maupun dilaksanakan, koordinasi antar pihak seperti owner, konsultan perencana, konsultan pengawas, serta kontraktor yang terlibat dilakukan secara otomatisasi yaitu dengan penggunaan teknologi informasi sebagai solusi untuk melakukan efisiensi dan mempermudah tahapan-tahapan koordinasi didalamnya.

Salah satu teknologi informasi yang dikembangkan dan dimanfaatkan saat ini sebagai upaya efisiensi untuk berkoordinasi di dunia konstruksi adalah *Building Information Modelling (BIM)*. *Building Information Modelling (BIM)* adalah representasi sebuah sistem digital yang sangat berguna terutama dalam dunia konstruksi, yaitu untuk menggabungkan pemodelan-pemodelan digital tiga dimensi dari berbagai *software* dan disiplin ilmu yang berbeda sehingga tercipta suatu kesesuaian diantaranya.

Dalam Penelitian ini akan dibahas metode dalam membuat *Shop Drawing* dan *Bill of Material* sebuah studi bangunan dengan struktur utama baja, menggunakan *software Tekla Structures* dimana *output* yang nantinya akan dihasilkan adalah berupa gambar-gambar *Shop Drawing* mulai *General Arrangement, Assembly Drawing, Cast Unit Drawing*, dan juga *Single Part Drawing* lengkap dengan *Reports Bill of Materials (BOM)* yang berisikan daftar material dan volume yang tentunya sangat berguna untuk memenuhi kebutuhan sebuah proyek sejak perencanaan hingga pelaksanaan konstruksi karena kemudahan pengoperasian, keakuratan hasil gambar, dan perhitungan yang didapat, serta informasi-informasi detail lainnya

Building Information Modelling

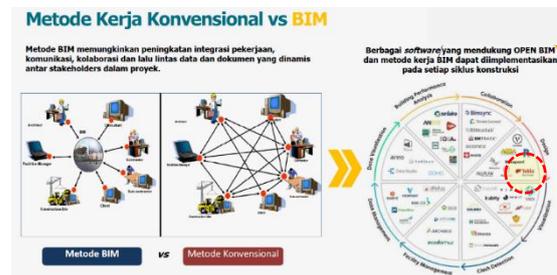
Building Information Modelling (ISO 19650: 2019) adalah penggunaan bersama representasi digital dari aset yang dibangun untuk memfasilitasi proses desain, konstruksi dan operasi untuk membentuk dasar yang andal untuk pengambilan keputusan (*Use of a shared digital representation of a built asset to facilitate design, construction and operation processes to form a reliable basis for decisions*).



Gambar 1. Tujuan dan Manfaat *Building Information Modelling*

Dengan menggunakan *software-software BIM* kita dapat meminimalisir kegagalan konstruksi, fabrikasi, dan lain-lain, sehingga selain dapat mengefisienkan waktu, kita juga dapat mengefisienkan mutu dan juga biaya. Hal ini tentunya seiring dengan Kebijakan di Kementerian PUPR yang tertuang dalam Permen PUPR Nomor:22/PRT/M/2018 tentang implementasi *BIM*, yang mewajibkan penggunaan *BIM* pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2.000m² dan diatas 2 lantai.

Tekla Structures adalah salah satu *software* yang berbasis *BIM (Building Information Modelling)* yang memiliki kemampuan dalam hal membuat *Modelling, detailing, engineering, drawing, reporting* dan manajemen dengan konsep *BIM* tiga dimensi dimana seluruh objek struktur direpresentasikan lengkap dengan segala informasinya. *Modelling* dengan ribuan jenis profil, bentuk dan sambungan dapat dilakukan dengan mudah, cepat, dan mengurangi kesalahan tentunya.



Gambar 2. Metode Kerja Konvensional VS *BIM*, dan *Tekla Structure* masuk dalam *software* yang mendukung open *BIM*

Dengan teknologi *Building Information Modelling (BIM)*, satu atau beberapa model virtual gedung dibuat secara digital. Model ini mendukung seluruh fase desain, memungkinkan analisis dan kontrol yang lebih baik dari proses manual. Setelah selesai, model yang dibuat akan berisi geometri dan data akurat yang dibutuhkan untuk mendukung aktivitas konstruksi, fabrikasi, dan pengadaan dalam rangka merealisasikan gedung tersebut (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston 2011) mencakup awal pemanfaatan teknologi untuk menangani seluruh proses konstruksi. Apabila *Building Information Modelling* diterapkan, model yang dibuat tentunya akan berisi semua informasi bangunan tersebut, dimana informasi tersebut digunakan untuk bekerjasama, memprediksi, dan membuat keputusan tentang desain, konstruksi, biaya, dan tahap pemeliharaan bangunan.

Pembuatan *Shop Drawing Dan Bill of Material* Dengan Menggunakan Aplikasi *Building Informasi Modeling (BIM) Tekla Structure Educational*

Tekla Structures Educational

Tekla Structures adalah satu *software* dengan berbagai konfigurasi. Hal ini bertujuan untuk menyesuaikan dengan kebutuhan pelanggan yang berbeda-beda. Dilengkapi dengan 30 environment dan 14 bahasa untuk mempermudah penggunaan dan penerapan *software* ini di seluruh dunia. Dengan menggunakan *Tekla Structures*, pengguna dapat membuat model bangunan tunggal untuk berkolaborasi secara efisien dengan para arsitek, ahli *mechanical electrical dan plumbing*, kontraktor dan juga pihak-pihak yang bekerja di bidang fabrikasi. *Software* ini mampu menghasilkan semua dokumentasi struktural secara otomatis, termasuk gambar konstruksi, gambar detail baja dan beton bertulang, report dan *Bill of Material (BOM)*.

Dengan mengintegrasikan model struktural dengan solusi analisis dan desain khusus *Tekla, Tekla Structural Designer*, atau serangkaian paket penyedia lainnya, maka akan dapat meningkatkan efisiensi dan menghindari kesalahan.



Gambar 3. Tampilan awal *Tekla Structures 2020*

Keuntungan utama dalam penggunaan *Tekla Structures* antara lain:

- Berkolaborasi dan berintegrasi berkat pendekatan *BIM* terbuka/*Open BIM*.
- Membuat model dari semua material.
- Menangani struktur besar dan rumit.
- Membuat model yang dapat dibangun secara akurat.
- Memungkinkan informasi mengalir dari tahapan desain dan *detailing* ke lokasi konstruksi.

Perusahaan perancang *software Tekla Structures*, Trimble memiliki sebuah solusi menakjubkan yang memungkinkan *software* ini dapat digunakan tidak hanya dalam kebutuhan sebuah proyek di lapangan atau profesional yang berbayar namun *software* ini juga dapat digunakan untuk kebutuhan edukasi secara gratis bagi siswa atau pengajar yang telah terdaftar sebagai member. Pendaftaran keanggotaan *Tekla Campus* atau yang sering disebut sebagai *Tekla Structures Educational* pun dilakukan secara gratis dengan memasukkan biodata diri dan bersedia melakukan registrasi ulang setiap 4 bulan sekali. *Software*

Tekla Structures yang berbasis edukasi dan bersifat legal inilah yang kami gunakan dalam penyusunan jurnal penelitian ini

Output Dan Manfaat Tekla Structures Dalam Pemodelan Bangunan

Software Tekla Structures mampu menghasilkan *output* berupa gambar-gambar *Shop Drawing* mulai *General Arrangement, Assembly Drawing, Cast Unit Drawing*, dan juga *Single Part Drawing* lengkap dengan *Reports Bill of Materials (BOM)* yang berisikan daftar material dan volume yang tentunya sangat berguna dalam hal kebutuhan sebuah proyek sejak perencanaan hingga pelaksanaan konstruksi.

General Arrangement Drawing adalah gambar susunan dari keseluruhan bagian gambar pemodelan. Dalam *General Arrangement Drawing* dijelaskan posisi atau susunan umum setiap elemen struktur terhadap elemen struktur yang lain, termasuk juga dimensi, jarak antar elemen, keterangan bahan, jenis, serta ukuran dari keseluruhan elemen konstruksi, dan lain-lain sebagai pendukung alur kerja dengan menggunakan satu atau lebih tampilan model, dengan jadwal terkait dan pada lembar judul proyek. Ini adalah bentuk paling umum dari gambar yang digunakan oleh pengguna untuk mengkomunikasikan struktur secara memadai kepada tim lainnya. *General Arrangement* menunjukkan representasi model dari arah yang paling sesuai. Misalnya, dalam gambar denah, dapat dilihat dari atas gedung atau lantai ke bawah ke arah tanah. Dalam gambar tampak, dapat dilihat dari salah satu sisi samping bangunan. *General Arrangement Drawing* sering kali berisi tampilan area atau detail yang diperbesar, dan informasi tambahan lainnya yang membantu dalam proses persetujuan dan selama fase konstruksi.

- *Assembly Drawing* adalah gambar kerja yang menampilkan seluruh elemen atau komponen yang melekat pada sebuah part atau bagian konstruksi yang sudah dirakit.

- *Cast Unit Drawing* adalah gambar yang menampilkan informasi tentang bagian beton, termasuk tulangan, *Grade* material beton, insulasi. Gambar ini juga digunakan baik untuk produksi *pre-cast* maupun *cast in site*

- *Single Part Drawing* adalah gambar kerja yang menunjukkan informasi dan detail fabrikasi untuk satu bagian seperti misalkan bagian komponen connector yang menghubungkan antara pondasi beton dengan kolom baja, kolom baja dengan balok baja, balok baja dengan *Purlin* baja, dan lain-lain. *Single Part Drawing* biasanya tersaji dengan ukuran lembaran yang lebih kecil misalkan kertas A4 atau ukuran lainnya.

- *Bill of Material (BOM)* adalah rincian yang terdiri dari item, bahan atau material yang

Pembuatan *Shop Drawing Dan Bill of Material Dengan Menggunakan Aplikasi Building Informasi Modeling (BIM) Tekla Structure Educational*

dibutuhkan untuk merakit, mencampur atau memproduksi sebuah pemodelan atau *Shop drawing* menjadi bentuk nyata. *Bill of Material* pada *Tekla Structures* biasanya tertulis dalam format tabel yang berisi laporan material baja, beton, tulangan, baut, las dan lain-lain yang lengkap dengan jumlah, panjang, berat tiap material, luasan permukaan dan sebagainya.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli tahun 2021. Metode yang digunakan pertama-tama adalah membuat studi pemodelan sebuah bangunan berangka utama baja berukuran panjang 35 meter dan lebar 15 meter dengan tinggi maksimal 9 meter menggunakan *software Tekla Structures*. *Output* yang dicari dari desain pemodelan tersebut nantinya adalah berupa gambar *Shop Drawing* mulai *General Arrangement*, *Assembly Drawing* lengkap dengan komponen-komponen yang terpasang pada tiap part, *Cast Unit Drawing*, juga *Single Part Drawing* yang merupakan hasil pendetailan komponen sambungan antar part seperti kolom dengan balok sebagai gambar kerja yang dapat memandu perencana dan pelaksana pada proyek di lapangan nantinya. *Output* selanjutnya adalah menemukan *Reports Bill of Materials (BOM)* yang tentunya juga akan mempermudah perencana maupun pelaksana dalam menyusun kebutuhan tentang daftar material dan volume sehingga sejak perencanaan hingga pelaksanaan konstruksi dapat dilaksanakan dengan baik dan lancar karena kemudahan pengoperasian, keakuratan hasil gambar, dan perhitungan yang didapat, serta informasi-informasi detail lainnya.

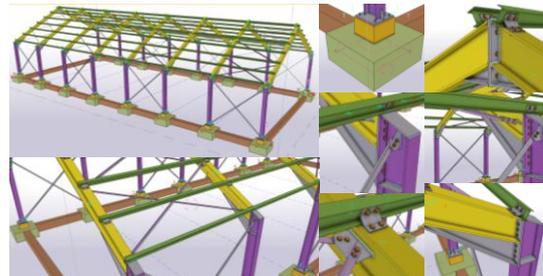
Pemodelan Bangunan Studi

Pemodelan bangunan studi secara keseluruhan dibuat dengan menggunakan *Software Tekla Structures* yang sudah disetel dengan tampilan perspective untuk display-nya terlihat pada Gambar 4. Tampilan display perspektif pada *Tekla Structures* menghasilkan gambar berwarna yang bebas diarahkan ke model bagian mana saja, kemudian ketika dilakukan *close up* atau pembesaran fokus tampilan pada satu bagian, maka akan nampak pada bagian itu detail-detail yang terpasang seperti plat, baut atau detail lainnya yang juga dilengkapi dengan efek shading atau bayangan. Pemodelan bangunan studi pada penelitian ini juga ditampilkan menggunakan *Visualize* terlihat pada Gambar 5 dimana memperlihatkan visualisasi tampilan material yang nyata seperti obyek nyata. Tampilan yang dimaksud antara lain berupa tampilan material beton di bagian pondasi dan baja pada bagian kolom, balok serta atap.

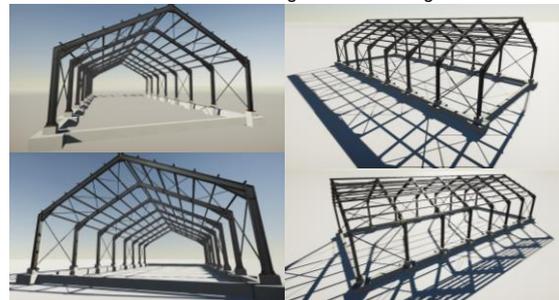
Gambar *Shop Drawing*

Gambar Kerja (*Shop Drawing*) untuk kebutuhan fabrikasi terdiri dari:

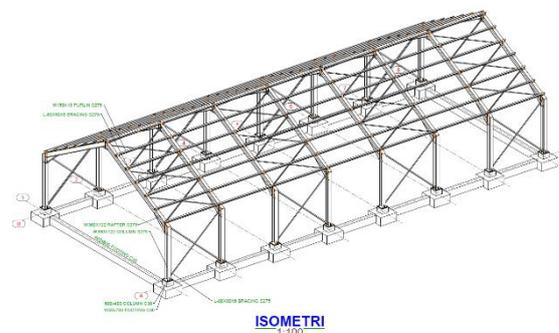
1. Gambar Tiga Dimensi (Gambar 6),
2. *General Arrangement Drawing* (Gambar 7),
3. *Assembly Drawing* (Gambar 8),
4. *Cast Unit Drawing* (Gambar 9), dan
5. *Single Part Drawing* (Gambar 10)



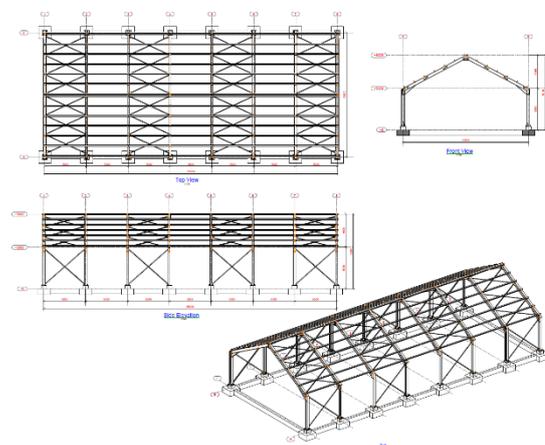
Gambar 4. Pemodelan Bangunan Studi dengan *Tekla*



Gambar 5. Pemodelan Bangunan Studi dengan *Tekla Structures 2020* dalam *setting visualize*



Gambar 6. Gambar Kerja Tiga Dimensi (Isometri) Bangunan Studi



Gambar 7. Gambar *General Arrangement* Bangunan Studi

Pembuatan Shop Drawing Dan Bill of Material Dengan Menggunakan Aplikasi Building Informasi Modeling (BIM) Tekla Structure Educational

Profile	Grade	Qty	Length(mm)	Net Area(m ²) for one	Net Area(m ²) for all	Net Weight(kg) for one	Net Weight(kg) for all
400x600	C30	14	3500	7.48	104.72	2055.75	28780.46
400x600	C30	2	13500	22.48	44.96	7929.31	15858.62
Total	16	76000		159.68			44639.08
600x400	C30	16	600	1.68	26.88	352.41	5638.62
Total	16	9600		26.88			5638.62
1500x700	C30	16	1500	8.70	139.20	3854.53	61872.41
Total	16	24000		139.20			61872.41
D20	S275	64	617.12	0.06	3.69	2.07	132.33
Total	64	58695		3.69			132.33
FPL10x197.3	S275	112	200	0.09	9.73	3.10	346.96
Total	112	22400		9.73			346.96
L400x60x5	S275	8	5477.47	1.26	5.04	24.72	98.90
L600x60x5	S275	8	5477.48	1.26	10.08	24.72	197.79
L400x60x5	S275	4	5477.48	1.26	5.04	24.72	98.90
L400x60x5	S275	8	5513.92	1.27	5.07	24.89	99.55
L600x60x5	S275	16	5513.95	1.27	20.29	24.89	398.22
L400x60x5	S275	4	5513.96	1.27	5.07	24.89	99.55
L400x60x5	S275	8	5513.97	1.27	5.07	24.89	99.55
L600x60x5	S275	4	5513.96	1.27	5.07	24.89	99.55
Total	48	26***		60.74			1192.62
L80x80x8	S275	16	6548.08	2.03	32.48	47.50	760.05
Total	16	16***		32.48			760.05
PD40x10	S275	64	10	0.00	0.16	0.07	4.52
PD40x10	S275	64	20	0.00	0.24	0.14	9.04
Total	128	1500		0.20			13.56
PLT10x60	S275	112	200	0.03	3.27	0.84	105.50
Total	112	22400		3.27			105.50
PLT10x84.5	S275	32	200	0.03	1.08	1.13	36.30
Total	32	6400		1.08			36.30
PLT10x110	S275	32	313.61	0.07	2.28	2.46	78.63
Total	32	10035		2.28			78.63
PLT15x120	S275	32	319	0.09	2.83	4.46	142.73
Total	32	10208		2.83			142.73
PLT15x255	S275	16	397.8	0.22	3.56	11.94	191.11
Total	16	6384		3.56			191.11
PLT18x270	S275	16	610	0.36	5.72	20.68	330.98
Total	16	9760		5.72			330.98
PLT20x162.8	S275	16	237.91	0.06	0.96	3.63	58.01
Total	16	3806		0.96			58.01
PLT20x172.8	S275	8	177.78	0.07	0.57	4.57	36.60
Total	8	1422		0.57			36.60
PLT20x175.5	S275	8	177.78	0.07	0.58	4.65	37.19
Total	8	1422		0.58			37.19
PLT20x214.1	S275	16	277.16	0.13	2.11	8.90	142.45
PLT20x214.1	S275	8	277.17	0.13	1.06	8.90	71.22
Total	24	6651		3.17			213.67
PLT20x214.2	S275	8	277.17	0.13	1.06	8.90	71.24
Total	8	2217		1.06			71.24
PLT20x260	S275	1	890	0.50	0.50	35.92	35.92
PLT20x260	S275	15	890	0.51	7.65	36.33	544.95
Total	16	14229		8.14			580.87
PLT20x260	S275	16	560	0.67	10.75	49.24	767.76
Total	16	8980		10.75			787.76
PLT20x600	GR207	16	600	0.74	11.83	0.00	0.00
Total	16	3600		11.83			0.00
W150x18	S275	14	5181.5	3.64	51.02	91.66	1283.21
W150x18	S275	82	10181.5	7.16	300.52	180.11	7584.84
Total	96	50***		351.57			8847.85
W250x101	S275	16	111.56	0.50	8.06	31.18	498.92
Total	16	4984		8.06			498.92
W300x122	S275	16	2021.89	3.00	47.84	205.57	3289.06
W300x122	S275	16	4638.8	7.88	126.13	545.94	8735.46
W300x122	S275	16	8447.1	14.30	225.75	891.84	15889.50
Total	48	54***		402.82			27963.96
Total					1291.00		154305.86

Tabel 3. Material List

Standard	Site/Shop	Type	Quantity	Net Weight (kg)
8.8XOX	Site	BOLT 20X100	96	14.51
8.8XOX	Site	BOLT 20X75	192	7.30
8.8XOX	Site	BOLT 20X65	240	22.48
8.8XOX	Site	BOLT 20X60	336	34.31
8.8XOX	Site	BOLT 20X55	16	1.53
8.8XOX	Site	BOLT 20X45	96	5.35
Total				85.48

Legend (A=Assembly W= Workshop G= GA)

Tabel 4. Bolt List

Project Number:	TS1000
Project	Warehouse Project
Date	09.07.2021 19:24:29

PartPos	Profile	No.	Material	Length (mm)	Area(m ²)	Weight(kg)
B8	W150X18	14	S275	10182	7.2	183.0
B9	L-60X60X5	8	S275	5514	1.3	25.1
B10	L-60X60X5	8	S275	5477	1.3	24.9
B11	L-60X60X5	8	S275	5514	1.3	25.1
B12	L-80X80X6	8	S275	6549	2.0	47.9
B13	L-80X80X6	8	S275	6549	2.0	47.9
B14	L-60X60X5	8	S275	5514	1.3	25.1
B15	L-60X60X5	8	S275	5477	1.3	24.9
B16	L-60X60X5	8	S275	5514	1.3	25.1
B17	W150X18	28	S275	10181	7.2	183.0
B18	W150X18	14	S275	5182	3.6	93.1
C1	600x400	16	C30	600	1.7	352.4
F1	PLT20x560	128	S275	560	0.7	49.2
F2	PLT10x84.5	144	S275	200	0.0	1.1
F3	D20	64	S275	917	0.1	2.1
F4	PD40x10	64	S275	10	0.0	0.1
F5	PD40x10	64	S275	20	0.0	0.1
F7	W360X122	16	S275	2022	3.0	246.0
F8	PLT20x260	1	S275	890	0.5	35.9
F9	PLT15x120	16	S275	319	0.1	4.5
F10	PLT15x255	16	S275	398	0.2	11.9
F11	PLT20x260	15	S275	890	0.5	36.3
F12	PLT16x270	16	S275	610	0.4	20.7
F13	W250X101	16	S275	312	0.5	31.6
F16	PLT10x110	32	S275	314	0.1	2.5
F17	PLT20x214.1	32	S275	277	0.1	8.9
F18	PLT20x162.8	16	S275	238	0.1	3.6
F19	PLT20x175.5	8	S275	178	0.1	4.6
F20	PLT20x172.8	8	S275	178	0.1	4.6
M1	W360X122	1	S275	4640	7.9	564.5
M2	W360X122	15	S275	4640	7.9	564.5
M3	W360X122	8	S275	8447	14.3	1027.8
M4	W360X122	8	S275	8447	14.3	1027.8
P1	PLT15x120	16	S275	319	0.1	4.5
P2	PLT20x600	16	GROUT	600	0.7	0.0
PF1	1500x700	15	C30	1500	8.7	3854.5
PF2	1500x700	1	C30	1500	8.7	3854.5
SF1	400x600	2	C30	13500	27.5	7929.3
SF2	400x600	14	C30	3500	7.5	2055.7
Total for		888.0	members			155993.30

Tabel 5. Part List

Pemodelan Bangunan Studi

Pemodelan bangunan studi yang dibuat dengan menggunakan *software Tekla Structures* sebagai salah satu *software* berbasis *Building Information Modelling* cukup representatif untuk digunakan dalam pemenuhan kebutuhan tampilan gambar kerja untuk pembelajaran maupun gambar proyek di lapangan. Tahapan pembuatan pemodelan bangunan studi meliputi (Gambar 11):

1. Pemodelan grid. Grid adalah bantuan untuk meletakkan objek pada model, terdiri dari plane *vertical* dan *horizontal*, di tampilkan dengan dash dot line. Pada kondisi default, telah terdapat sebuah grid ketika membuat model, kemudian jarak grid dimodifikasi dan disesuaikan dengan rencana bangunan studi.

2. Pemodelan Pondasi dan *Tie Beam*. Secara garis besar, sebelum diaplikasikan atau ditempatkan pada grid-grid yang tersedia, part pembentuk pondasi yaitu *Pad Footing*, dan part pembentuk *Tie Beam* yaitu *Strip Footing* harus dimodifikasi mulai dari Nama part, *Profile* atau ukuran, *Grade Material*, serta Posisi sesuai dengan kebutuhan.

3. Pemodelan Kolom Baja. Kolom baja dipasang dengan langkah memilih dan mengaktifkan main tab *Steel*, dan memilih Column. Sama dengan langkah pemasangan Pondasi dan *Tie Beam*, definisi Column harus dimodifikasi mulai dari Nama part, *Profile* atau ukuran, *Grade Material*, serta Posisi sesuai dengan kebutuhan.

Pembuatan *Shop Drawing* Dan *Bill of Material* Dengan Menggunakan Aplikasi *Building Information Modeling (BIM) Tekla Structure Educational*

4. Pemodelan *Rafter*. *Rafter* adalah balok kuda-kuda sebagai balok struktural yang ditopang oleh kolom. Untuk membuat *rafter*, perlu diaktifkan main tab *Steel*, kemudian dipilih beam. Definisi pada beam properties harus disesuaikan mulai dari Nama part dari beam dirubah menjadi *rafter*, kemudian mengganti *Profile* atau ukuran, *Grade Material*, serta Posisi sesuai dengan kebutuhan.

5. Pemodelan *Purlin*. *Purlin* adalah Frame nonstruktural yang di baut pada cleat diatas *rafter* untuk dukungan sheeting atap. Biasa terbuat dari Lhip-Channel, CNP atau Z-Section. Untuk membuat *purlin*, perlu diaktifkan main tab *Steel*, kemudian dipilih beam. Definisi pada beam properties harus disesuaikan mulai dari Nama part dari beam dirubah menjadi *purlin*, kemudian mengganti *Profile* atau ukuran, *Grade Material*, serta Posisi sesuai dengan kebutuhan.

6. Pemodelan *Bracing*. *Bracing* adalah elemen struktur yang diletakan secara menyilang (diagonal) pada struktur portal, yang berfungsi untuk menopang/mengaku portal dalam menahan beban pada struktur. Untuk membuat *Bracing*, perlu diaktifkan main tab *Steel*, kemudian dipilih beam. Definisi pada beam properties harus disesuaikan mulai dari Nama part dari beam dirubah menjadi *brace*, kemudian mengganti *Profile* atau ukuran, *Grade Material*, serta Posisi sesuai dengan kebutuhan.

7. Install *Component* pada part-part yang sudah dimodelkan pada grid. *Component* adalah sebuah fasilitas yang dapat digunakan untuk menghubungkan bagian-bagian pada model. *Component* memiliki tugas otomatis untuk diinstall dan dimodifikasi. *Component* beradaptasi dengan perubahan dalam model, yang berarti *Tekla Structures* secara otomatis juga memodifikasi properti dari *Component* jika part yang disambungkannya dimodifikasi.

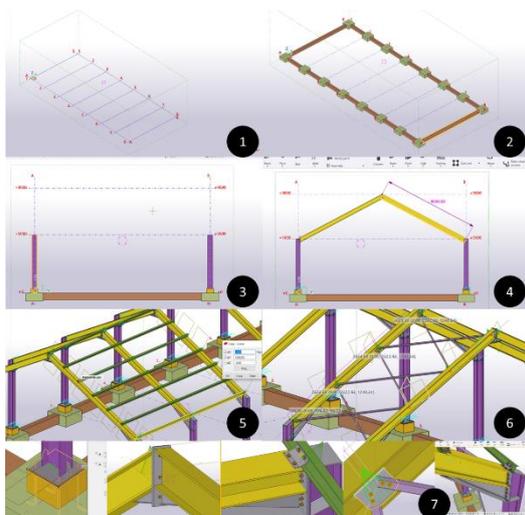
8. Menampilkan tampilan tiga dimensi. Tampilan tiga dimensi dapat langsung diperoleh dari display *software* ini, tanpa memerlukan *software* tambahan lainnya untuk bisa disimpan dalam bentuk gambar berwarna (tampilan perspektif maupun *Visualize*) dan digunakan sebagai gambar penjelas disamping kebutuhan akan gambar kerja *Shop Drawing* atau gambar-gambar yang lebih detail dan terukur lainnya.

Gambar *Shop drawing*

Gambar kerja *Shop Drawing* yang dihasilkan dari pemodelan bangunan studi memiliki banyak pilihan sudut pandang, dimana dapat disetel untuk menampilkan tampak keseluruhan bangunan dari depan, belakang, samping, atas, juga potongan sesuai dengan grid yang sudah disediakan dan dapat disesuaikan sejak awal. Selain tampilan secara keseluruhan bangunan, pada *Tekla Structures* pengguna juga dimudahkan untuk mengambil detail-detail gambar dari bagian-bagian tertentu sesuai kebutuhan seperti *Assembly drawing* yang menampilkan part struktur bangunan dilengkapi dengan komponen konektor yang menempel dengannya; *Cast Unit drawing* yang menampilkan sisi bagian tulangan dari part yang terbuat dari bahan beton; *Single Part drawing* yang menampilkan tiap-tiap komponen konektor atau penyusun struktur yang mampu di breakdown hingga bagian terkecil.

Tingkat ketepatan dan keakuratan tiap bagian pemodelan bangunan studi yang dibuat dengan *Tekla Structures* sangat tinggi. Setiap bagian-bagian struktur mulai dari struktur paling bawah (*Pad Footing* dan *Strip Footing*), struktur tengah (concrete column dan *Steel column* lengkap dengan *brace* atau ikatan angin), serta struktur atap (*rafter*, *purlin*, dan *brace* atau ikatan angin) tergambar dengan jelas dan memiliki dimensi, marking, part number yang lengkap pula. Detail part dan komponen sebagai konektor antar part yang mudah diaplikasikan juga mampu tergambar dengan rinci secara otomatis, bahkan sampai ke detail dan lubang bautnya.

Gambar komponen tulangan baik itu tulangan utama maupun tulangan sengkang yang dipasang pada bagian part berbahan beton juga dapat tergambar dengan jelas, memiliki ukuran diameter dan jarak yang mampu disetel dengan mudah sesuai kebutuhan. Mayoritas gambar kerja *Shop drawing* yang ditampilkan oleh *software Tekla Structures* ini secara default selalu dilengkapi dengan tabulasi informasi keterangan dan kebutuhan material, jumlah, berat, panjang, luas, bahkan rencana bar bending. Tampilan tabel informasi material tersebut dapat pula disetel, disembunyikan atau ditambahkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 11. Tahapan Pemodelan Bangunan Studi

Pembuatan *Shop Drawing Dan Bill of Material* Dengan Menggunakan Aplikasi *Building Information Modeling (BIM) Tekla Structure Educational*

Reports Bill of Material (BOM)

Disamping *Shop drawing*, *Reports Bill of Material* juga merupakan hasil *output* dari pemodelan yang telah dibuat dengan *Tekla Structures*. *Reports Bill of Material (BOM)* adalah Laporan daftar yang berisi material dan semua komponen yang digunakan untuk memproduksi sebuah bagian struktur. Dalam pencatatan *Bill of Material (BOM)*, elemen yang dikalkulasi tidak hanya berupa bahan mentah tapi juga *Assembly*, sub-*Assembly*, sub-komponen, dan bagian lainnya yang ikut dalam proses produksi. Tentunya *Bill of Material (BOM)* mempunyai peranan sangat penting dari tahapan fabrikasi berkaitan dengan konsumsi material dan jenisnya yang nantinya dapat dinaikkan levelnya untuk perhitungan Rencana Anggaran Biaya dan juga *Time Scheduling*.

Pada penelitian ini, informasi *Bill of Material* yang kami tampilkan antara lain *Material List*, *Assembly List*, *Assembly Part List*, *Bolt List*, dan *Part List*. Pada *Material List*, setiap jenis profil part yang dipakai terinci secara detail dalam tabel dengan berbagai informasi seperti *Grade*, jumlah, panjang, luas, dan juga berat material. Pada *Assembly List*, setiap jenis *Assembly* dijelaskan dalam bentuk tabel dengan informasi berupa *Assembly mark*, part numbering, nama part yang dihubungkan oleh *Assembly*, *Profile*, luas dan berat. Untuk *Assembly part list*, informasi yang ada pada tabel *Assembly list* diperjelas secara lebih detail dan terinci, karena tiap *Assembly* dijelaskan dengan keterangan sub-*Assembly*-nya. Laporan *Bolt List*, tersusun dalam tabel dengan informasi tentang jenis, tipe, jumlah, dan juga berat baut. *Part List*, setiap jenis part dijelaskan dalam bentuk tabel dengan informasi berupa posisi grid part, *Profile*, part numbering, *Grade* material, panjang, luas dan berat.

Kebutuhan total material sebagai pembentuk struktur bangunan studi yang berhasil didapat adalah :

- Berat total material : 154305,86 kilogram
- Jumlah total *Assembly*: 456 pcs
- Berat total *Assembly*; 44043,17 kilogram
- Kebutuhan baut : 976 pcs
- Luas total permukaan cat : 1251 m²

Kesimpulan

1. *Tekla Structures* merupakan salah satu program yang mengimplementasikan *Building Information Modelling*. *Software* ini mampu memberikan pengaruh yang cukup signifikan untuk memudahkan dalam pemodelan elemen struktur secara tiga dimensi dengan sangat baik, mudah dioperasikan dan dipahami dalam penggunaannya.

2. Tampilan pemodelan bangunan atau elemen struktur secara tiga dimensi pada *Tekla Structure* dapat dilakukan langsung dengan beberapa alternatif antara lain *display* perspektif, *Visualize*, dan bisa juga menggunakan *create General Arrangement drawing* tanpa perlu bantuan *software* lain untuk menampilkan hasil pemodelannya.

3. Saat ini pekerjaan struktur dan konstruksi dengan tingkat kompleksitas dan ketelitian tinggi, dimana membutuhkan gambar detail yang baik untuk fabrikasi dan juga saat konstruksi berlangsung dapat terpenuhi dengan penggunaan *software Tekla Structures* yang memiliki kemampuan membuat gambar *General Arrangement drawing*, *Assembly Drawing*, *Cast Unit Drawing*, dan juga *Single Part Drawing*.

4. Perhitungan *Bill of Material (BOM)* pada *Tekla Structure* dapat dilakukan secara otomatis hanya dengan memilih menu *Reports*. Memiliki hasil yang akurat dan dapat menampilkan berbagai informasi antara lain Nama elemen, *Profile*, posisi, *Grade* material, panjang, luas bahkan berat. Informasi tersebut dapat disimpan dan ditampilkan langsung dengan *software* Microsoft excel bahkan Notepad.

5. Dengan menggunakan *Tekla Structures*, perbedaan penafsiran tentang perhitungan *Bill of Material (BOM)* dari masing-masing pihak yang terlibat dalam sebuah konstruksi dapat diminimalisir. Hal ini dikarenakan perhitungan *Bill of Material (BOM)* langsung bisa didapat dari hasil pemodelan yang sudah dibuat dengan *software* yang sama. Untuk proses perhitungan-pun hanya membutuhkan waktu yang sangat cepat, karena setelah pemodelan selesai dibuat, maka *Bill of Material (BOM)* dapat secara otomatis dihitung dan keluar. Apalagi ketika terdapat perubahan desain, maka hanya perlu mengubah gambar dan keluar *update volume* yang baru, sehingga tidak perlu menghitung lagi dari awal.

Saran

1. Untuk dapat bersaing di era globalisasi yang terus berkembang dengan pesat seperti saat ini, kemampuan atau skill dari calon perencana atau pihak yang ingin menggunakan *software Tekla Structure* perlu dilatih dan terus ditingkatkan. Tentunya hal ini selain untuk mempermudah saat pengoperasian *software* berbasis *Building Information Modelling*, juga agar terhindar dari kondisi dimana pemodelan yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang seharusnya. Jika hal ini terjadi maka gambar *Shop drawing* ataupun *Bill of Material* yang didapatkan tidak sesuai dengan yang seharusnya.

2. Perusahaan Trimble selaku pengembang *software Tekla Structures* telah memberikan solusi dan kemudahan bagi para calon-calon perencana atau pihak yang terlibat dalam kegiatan konstruksi

Pembuatan *Shop Drawing Dan Bill of Material* Dengan Menggunakan Aplikasi *Building Information Modeling (BIM) Tekla Structure Educational*

yang ingin mempelajari *Tekla Structures* sebagai salah satu *software* berbasis *Building Information Modelling* dengan menyediakan *Tekla Campus* atau yang sering disebut *Tekla Structure Educational* yang dapat dimanfaatkan secara gratis. Penulis menyarankan kepada para pembaca, calon-calon perencana atau pihak-pihak yang ingin mempelajari *software* ini untuk dapat memanfaatkan fasilitas yang diberikan tersebut dengan sebaik-baiknya.

3. Pemodelan sejak awal hingga akhir dengan *software* ini membutuhkan waktu yang beragam, tergantung dari bentuk dan kompleksitas bangunan yang dibuat, kemampuan device atau perangkat keras yang digunakan, juga tentu saja skill dari pengguna sehingga perlunya dipersiapkan perencanaan jadwal maupun sarana-prasarana untuk pemodelan yang matang agar tidak terjadi permasalahan di kemudian hari seperti rusaknya file karena perangkat keras yang tidak mumpuni, atau juga ketidaktepatan waktu dengan deadline yang diberikan pihak owner.

DAFTAR PUSTAKA

BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling For Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Kanada: John Wiley & Sons.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2008). *BIM Handbook : a Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers Designers, Engineers, and Contractors*. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2011). *BIM Handbook, a Guide to Building Information Modelling* 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken.

Firoz, S., & Rao, S. (2012). *Modelling Concept of Sustainable Steel Building by Tekla Software*. *International Journal of Engineering Research and Development*, 1(5), 18-24.

[KemenPUPR] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Pembangunan Bangunan Gedung Negara*. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 22PRT/M/2018. Jakarta (ID): Kementerian Pekerjaan

Saputri, F. (2012). *Penerapan Building Information Modelling (BIM) pada Pembangunan Struktur Gedung Perpustakaan IPB Menggunakan Software Tekla Structures* 17. Institut Pertanian Bogor.

Trimble. (2018). *Tecla Structures Fundamental Courses*.