

Desain Rangka Atap Baja Bentang Panjang dengan Memanfaatkan Konsep BIM

DINA SRI RACHMAWATI, KAMALUDIN

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: dinasrir@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini penggunaan konsep BIM dalam perencanaan struktur bangunan sipil sangat diperlukan. Hal ini dikarenakan konsep BIM adalah suatu konsep pertukaran data informasi antar software salah satu contoh software yang memanfaatkan konsep BIM adalah Tekla Structures dan SAP2000. Untuk pemodelan struktur digunakan Tekla Structures dan untuk proses analisis digunakan SAP2000. Konsep BIM dapat dimanfaatkan untuk menganalisis beban-beban yang terpasang. Penelitian ini dilakukan untuk menghitung beban SDL yang terpasang pada struktur rangka atap secara real yang telah dimodelkan lengkap pada Tekla Structures. Dilanjutkan dengan menghitung berat SDL kemudian dimasukkan sebagai beban di SAP2000. Tahap ini dilakukan secara terus menerus hingga berat SDL yang terpasang ada Tekla Structures sesuai dengan data yang diinput pada SAP2000. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa berat penampang yang dirancang menggunakan konsep BIM dan tanpa konsep BIM akurat. Hasil dimensi dari material yang digunakan memenuhi syarat yang telah dilakukan.

Kata kunci: Tekla Structures, BIM, SAP2000

ABSTRACT

Nowadays, the application of BIM concept in civil structure planning is very necessary. BIM concept allows exchange of data information between softwares. Some of the softwares that use BIM concept are Tekla Structures and SAP2000. For modeling using Tekla Structures and for analysis using SAP2000. BIM concept is applied in order to analyse installed load. This study aims to calculate the installed load by real data. First of the building model of roof truss is completely created in Tekla Structures. Then, we calculate SDL load of the building and input it to SAP2000. This stage is done repeatedly until SDL load in Tekla Structures matches the data in SAP2000. The result shows that there is accurate cross section weight designed with BIM concept or without BIM concept. The dimension of materials that used is eligible.

Keywords: Tekla Structures, BIM, SAP2000

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat diberbagai bidang, khususnya pada bidang konstruksi . Memberikan banyak manfaat pada pekerjaan konstruksi yang mempunyai tingkat kesulitan dan komplek dalam proses pengerjaan. Dalam beberapa pekerjaan konstruksi yang berkaitan beberapa disiplin ilmu, misalnya arsitektur, struktur serta mekanikal, elektrikal dan plumbing (MEP). Teknologi *virtual building* dengan sistem komputasi yang dikembangkan didasarkan pada prinsip BIM (*Building Information Modeling*), mampu menciptakan modeling secara 3D berbagai bidang konstruksi (arsitektur, struktur dan MEP). BIM berfungsi untuk mempermudah pengerjaan perencanaan suatu proyek karena program yang berbasis BIM dapat terintegrasi langsung dengan program analisis pendukung seperti SAP2000 dan ETABS . Sehingga saat ada perubahan pada analisis tidak perlu merubah gambar rencana secara manual karena sudah terubah secara otomatis.

Studi kasus yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah struktur rangka atap baja konvensional banyak digunakan di Indonesia sebagai salah satu material selain rangka kayu. Hal itu dikarenakan material baja konvensional memiliki keunggulan pada bobotnya yang cukup besar sehingga mampu meningkatkan kekuatan gaya yang diteruskan.

Pada saat pengerjaan struktur atap, perhitungan beban tambahan atau SDL seringkali diasumsikan tanpa ada evaluasi pada beban tambahan khususnya pelat dan baut. Dalam menganalisis beban SDL secara *real* dan akurat digunakan program lunak seperti Tekla Structure dan SAP2000. Tekla Structures merupakan program modeling berbasis BIM (*Building Information Modeling*) yang berfungsi untuk membuat model dan menyimpan seluruh informasi sebuah struktur bangunan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Baja

Struktur baja merupakan struktur yang terbuat dari kombinasi terorganisir dari baja struktural yang diatur dan dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan arsitektur dan teknis pemakai. Jenis struktur ini banyak digunakan dalam proyek konstruksi berskala menengah dan besar (*pre-engineered building*) oleh kegunaan fitur baja itu sendiri. Struktur baja meliputi sub-struktur atau bagian dalam sebuah bangunan yang terbuat dari baja struktural.

2.2 Konsep Bangunan Bentang Panjang

Bangunan bentang panjang merupakan bangunan yang memungkinkan penggunaan ruang bebas kolom yang selebar dan sepanjang mungkin. Sistem struktur ini dibuat berdasarkan guna dan fungsi bangunan bentang panjang dipergunakan untuk kegiatan-kegiatan yang membutuhkan ruang bebas kolom yang cukup besar, seperti untuk kegiatan olahraga, gedung pertunjukan, auditorium dan kegiatan pameran atau gedung *exhibition*.

Menurut ahli struktur Schodek, D. L. (1998), struktur bentang panjang dibagi ke dalam beberapa sistem struktur yaitu:

1. Struktur rangka batang dan rangka ruang.
2. Struktur *funicular*, yaitu kabel dan pelengkung.
3. Struktur *plan* dan *grid*.
4. Struktur membran, meliputi pneumatil dan struktur tenda dan jaring.
5. Struktur cangkang.

2.3 Struktur Rangka Atap Bentang Panjang

Rangka batang merupakan susunan elemen-elemen linear yang membentuk segitiga menjadi bentuk rangka yang stabil. Struktur rangka batang terbagi menjadi dua jenis, yaitu *plane truss* dan *space truss*. Secara umum, perbedaannya adalah:

1. *Plane truss* merupakan susunan elemen-elemen dalam suatu bidang tunggal (2D).
2. *Space truss* merupakan susunan elemen-elemen yang membentuk volume 3D (ruang).

Bentuk struktur rangka batang banyak digunakan karena mampu menerima beban struktur yang relatif besar dan dapat melayani kebutuhan bentang struktur yang panjang. Keuntungan yang diperoleh dalam penggunaan struktur rangka batang, yaitu:

1. Struktur menjadi lebih ringan, lebih kuat dan lebih kaku.
2. Elemen-elemen yang digunakan dapat disesuaikan jenis dan dimensinya terhadap sifat dan besar gaya yang bekerja.

2.4 Variabel Desain Rangka Atap Baja

Untuk mendesain rangka atap diperlukan variabel-variabel pendukung yang disyaratkan dalam SNI 1729:2015. Berikut variabel-variabel yang digunakan:

1. Lebar bangunan.
2. Tinggi bangunan.
3. Jenis penutup atap.
4. Kemiringan atap.
5. Bentuk atap.
6. Beban-beban yang digunakan (termasuk beban sendiri dan beban tambahan).
7. Jenis dan kualitas sambungan yang digunakan (baut dan las).
8. Jenis dan kualitas profil baja yang digunakan.

2.4.1 Perencanaan Struktur Rangka Atap Baja

Kombinasi yang digunakan dalam perencanaan rangka atap bentang panjang ini adalah beban hidup (L), beban mati (D), beban angin (W), beban hujan (R). Kombinasi pembebanan diatur dalam SNI 1727:2013 pasal 2.2.2 halaman 11 dengan kombinasi sebagai berikut:

1. $1,4D$.
2. $1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$.
3. $1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$.
4. $1,2D + 1,0W + L + 0,5(Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$.
5. $1,2D + 1,0E + L + 0,2S$.
6. $0,9D + 1,0W$.
7. $0,9D + 1,0E$.

2.5 Desain Sambungan

Pada penelitian ini sambungan yang digunakan adalah sambungan dengan baut sebagai material penyambung komponen baja. Kekuatan baut dihitung berdasarkan tarik, geser, tumpu dan slip dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kekuatan Nominal Pengencangan dan Bagian yang Berulir

Deskripsi Pengencangan	Kekuatan Tarik Nominal f_{nt}	Kekuatan Geser Nominal f_{nt}
	[MPa]	[MPa]
Baut A307	310	168
Baut Grup (misal, A325), bila ulir tidak dikecualikan dari bidang geser	620	372
Baut Grup (misal, A325), bila ulir dikecualikan dari bidang geser	620	457

Tabel 1. Kekuatan Nominal Pengencangan dan Bagian yang Berulir lanjutan

Deskripsi Pengencangan	Kekuatan Tarik Nominal f_{nt} [MPa]	Kekuatan Geser Nominal f_{nt} [MPa]
Baut A490 dan A490M, bila ulir tidak dikecualikan dari bidang geser	780	457
Baut A490 dan A490M, bila ulir dikecualikan dari bidang geser	780	579
Bagian berulir yang memenuhi persyaratan pasal A3.4, bila ulir tidak dikecualikan dari bidang geser	$0,75f_u$	$0,450f_u$
Bagian berulir yang memenuhi persyaratan pasal A3.4, bila ulir dikecualikan dari bidang geser	$0,75f_u$	$0,563f_u$

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2015)

1. Tahanan Geser

Sebagaimana disyaratkan dalam SNI 1729:2015 tentang spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural pasal J3 poin 7 nilai tahanan nominal akibat geser diperhitungkan. Untuk menghitung nilai tahanan geser menggunakan **Persamaan 1**.

$$R_n = F_{nv}A_b \quad \dots(1)$$

Dalam metode LRFD nilai tahanan geser ini direduksi oleh faktor keamanan ϕ sebesar 0,75.

halmana:

R_n = kekuatan nominal [N],
 f_{nv} = tegangan geser nominal [MPa],
 A_b = luas bidang baut [in^2/mm^2].

2. Tahanan Tarik

Rumus yang dipergunakan dalam tegangan tarik ini relatif sama dengan tegangan geser. Dengan nilai faktor keamanan ϕ sebesar 0,75. Untuk menghitung nilai tahanan geser menggunakan **Persamaan 2**.

$$R_n = F_{nt}A_b \quad \dots(2)$$

halmana:

R_n = kekuatan nominal [N],
 f_{nt} = tegangan tarik nominal [MPa],
 A_b = luas bidang baut [in^2/mm^2].

3. Tahanan Tumpu

Kondisi terlemah pada baut dan pelat yang tersambung memengaruhi nilai tahanan tumpu baut. Sesuai yang sudah disyaratkan pada SNI 1729:2015 pasal J3 poin 10.

a. Jika deformasi di lubang baut pada beban layan adalah suatu perhitungan desain digunakan **Persamaan 3**.

$$R_n = 1,2\ell_c t F_u \leq 2,4dt F_u \quad \dots(3)$$

b. Jika deformasi pada lubang baut pada beban layan adalah bukan suatu perhitungan desain digunakan **Persamaan 4**.

$$R_n = 1,5\ell_c t F_u \leq 3dt F_u \quad \dots(4)$$

halmana:

R_n = kekuatan nominal [N],

- F_u = kuat tarik minimum [MPa],
- d = diameter baut nominal [mm²],
- ℓ_c = jarak bersih, dalam arah dari gaya, antara tepi lubang dan tepi yang berdekatan atau jarak tepi dari material [mm],
- t = tebal material yang disambung [mm].

4. Tahanan Kritis-Slip

Tahanan kritis-slip perlu diperhitungkan karenasuatu sambungan dapat gagal atau runtuh akibat slip. Seperti yang sudah ditentukan pada persyaratan SNI 1729:2015 pasal J3 poin 8 maka rumus yang digunakan **Persamaan 5**.

$$R_n = \mu D_u h_f T_b N_s \quad \dots(5)$$

halmana:

μ = koefisien slip rata-rata,

D_u = rasio rata-rata pratarik [1,13],

h_f = faktor pengisi,

Bila tidak ada pengisi atau baut telah ditambahkan $h_f = 1,00$,

Untuk satu pengisi antara bagian-bagian tersambung $h_f = 1,00$,

Untuk dua atau lebih pengisi antara bagian-bagian tersambung $h_f = 0,85$.

T_b = gaya tarik minimum menggunakan **Tabel 2**,

Tabel 2. Pratarik Baut Minimum

Ukuran Baut, mm	Baut A325M	Baut A490M
M16	91	114
M20	142	179
M22	176	221
M24	205	257
M27	267	334
M30	326	408
M36	475	595

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2015)

N_s = jumlah bidang slip yang diperlukan untuk mengizinkan sambungan dengan slip.

5. Jumlah Baut

Dalam kasus ini, jumlah dan susunan baut sudah diketahui. Tetapi perlu dilakukan kontrol pada jumlah baut yang sudah direncanakan. Ada dua cara yang dipergunakan dalam perhitungan jumlah baut. Keduanya perlu untuk diketahui perencana. Untuk menentukan jarak tepi menggunakan **Persamaan 6** dan untuk jarak antar baut menggunakan **Persamaan 7**.

a. Jarak baut tepi

$$1,5d < s < 3d \quad \dots(6)$$

b. Jarak antar baut

$$2,5d < s < 7d \quad \dots (7)$$

2.6 BIM (Building Information Modeling)

BIM (*Building Information Modeling*) adalah suatu proses yang dimulai dengan menciptakan 3D model digital secara *real-time* dan didalamnya berisi informasi tentang bangunan tersebut yang meliputi bangunan geometri, hubungan spasial, informasi geografis, jumlah dan sifat dari komponen bangunan dan berfungsi sebagai sarana untuk membuat perencanaan, perancangan, pelaksanaan pembangunan dan pemeliharaan bangunan

tersebut beserta infrastrukturnya bagi semua pihak yang terkait didalam proyek seperti konsultan, pemilik bangunan (*owner*) dan kontraktor.

2.6.1 Tekla Structures

Menurut Saputri, F. (2012), Program Tekla Structures merupakan revolusi baru dalam bidang rekayasa struktur yang memiliki beberapa keunggulan dibanding program aplikasi lainnya. Relia yang memiliki beberapa keunggulan dibanding program aplikasi lainnya. Tekla BIM (*Building Information Modeling*) merupakan program yang berbasis ensiklopedi proyek. Program Tekla Structures merupakan perangkat lunak BIM yang memungkinkan untuk membuat dan mengelola data secara akurat dan rinci, serta dapat membuat model struktur 3D tanpa melupakan material dan struktur yang kompleks. Model Tekla Structures ini dapat mencakup seluruh proses konstruksi bangunan dari konsep desain untuk fabrikasi, pemasangan dan manajemen konstruksi.

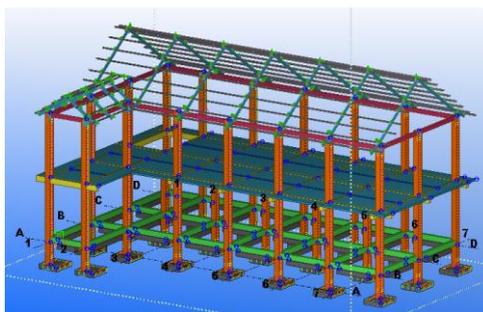
2.6.2 Integrasi Tekla Structures dengan SAP2000

Detail dan tahap pengintegrasian antara Tekla Structures dengan SAP2000 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Nama model yang akan dianalisis.
2. Pemilihan obyek model yang akan di ekspor ke SAP2000.
3. Ekspor sebagai sebuah model file IFC.
4. Membuka aplikasi SAP2000 kemudian proses analisis dan desain dilakukan. Pada tahap ini desain seperti acuan kode dapat ditambah dan diatur ulang. Apabila dalam proses desain ditemukan elemen struktur yang gagal, maka perubahan dapat segera dilakukan dalam SAP2000 tanpa perlu mengulang tahapan dari awal.
5. Untuk mengambil kembali struktur yang telah didesain pada SAP2000 impor *file* IFC ke dalam Tekla Structures. Jika pada tahap analisis dan desain ditemukan adanya pergantian elemen, Tekla Structures akan secara otomatis mengubah desain yang telah dimodelkan sebelumnya.

2.7 Penelitian Terdahulu

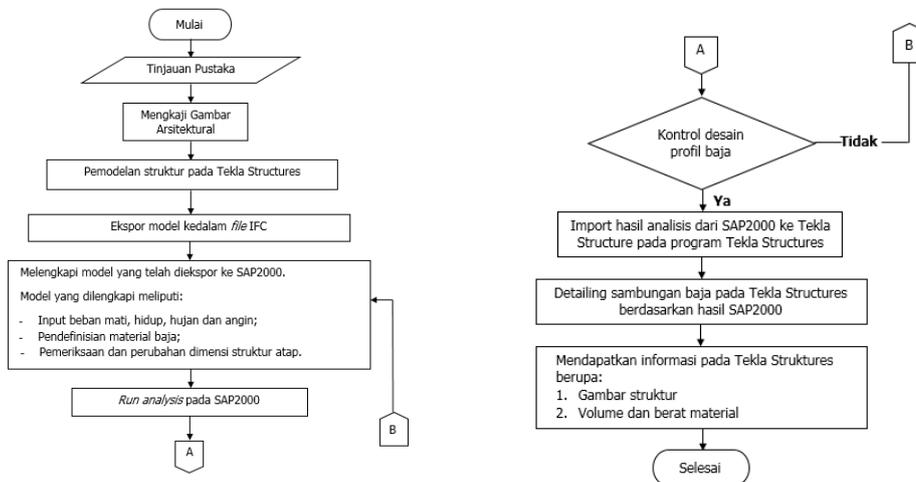
Penelitian ini disusun dengan dasar dari studi yang telah dilakukan sebelumnya yaitu oleh Tangkas, K. (2015) dengan judul penelitian Integrasi Program Tekla Structures & SAP2000 Dalam Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Atap Baja. Analisis dan pemodelan dilakukan pada program Tekla structures dengan SAP2000. Dengan hasil proses pengintegrasian yaitu pada ekspor model sudah bekerja dengan baik. Bagian yang diharapkan terekspor seperti kolom, balok, pelat dan rangka atap hingga beban yang diinputkan pada Tekla Structures telah terekspor ke program SAP2000. Kemudian penyajian hasil analisa gaya dalam seperti momen, gaya geser dan gaya normal sudah dapat dilaksanakan dengan bantuan program SAP2000. Namun proses import tidak berhasil karena perbedaan antara versi *link* integrasi dengan versi SAP2000 yang digunakan. Untuk pemodelan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Hasil keluaran 3D Tekla Structures

3. METODOLOGI PENELITIAN

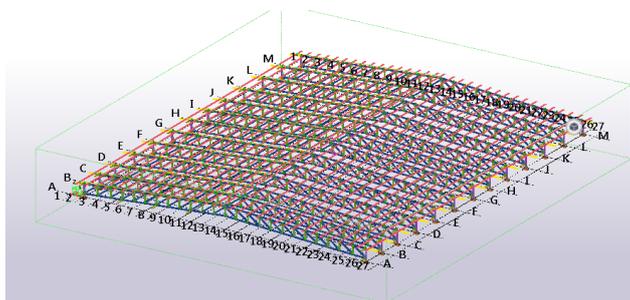
Penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa kegiatan yang ditunjukkan pada diagram alir penelitian seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

3.1 Pemodelan Struktur pada Tekla Structures

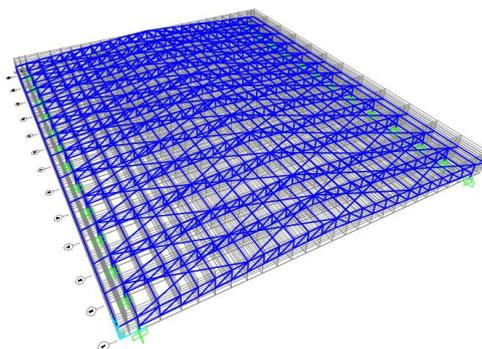
Pemodelan dan detailing struktur rangka atap baja ini dibantu dengan program tekla Structures seperti pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Model 3D rangka atap pada Tekla Structures

3.2 Analisis Pemodelan

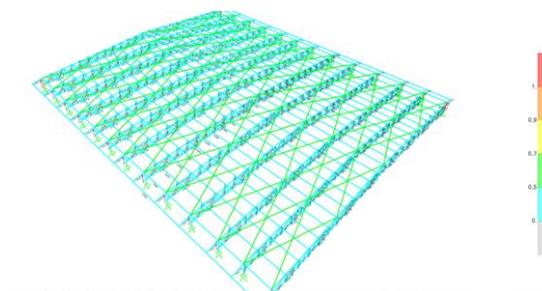
Analisis pemodelan pada program SAP2000 dilakukan setelah didapat berat dan volume rangka atap yang sudah dimodelkan dalam program Tekla Structures seperti pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Model rangka atap pada SAP2000

3.3 Run Analysis

Pada saat *run analysis* pengecekan gaya sangat mempengaruhi desain penampang yang digunakan. Sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap penampang dan sambungan agar sesuai standar dan yang sudah direncanakan oleh konsultan, serta ekonomis dalam penggunaan material. Hasil run analysis dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Hasil analisis model pada SAP2000

3.4 Desain Sambungan

Sambungan pada profil baja sangat mempengaruhi kekuatan dan berat struktur yang dirancang. Sehingga pada saat desain sambungan perlu diperhatikan berat dari baut dan pelat yang digunakan agar dapat memenuhi kapasitas kekuatan yang akurat dan efektif.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

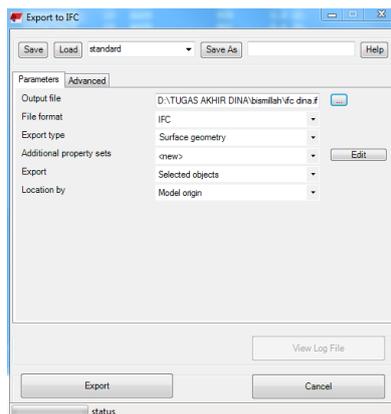
4.1 Pemodelan Struktur pada Tekla Structures

Sebelum dilakukan pemodelan, setiap material dan dimensi penampang profil baja yang akan digunakan telah tersedia pada Tekla Structures. Berikut data teknis material yang akan digunakan:

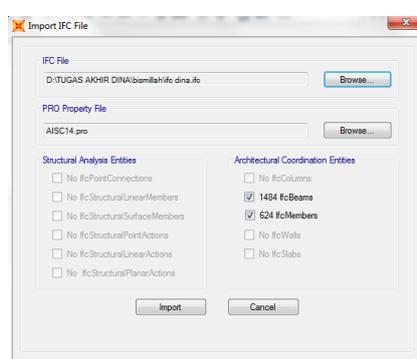
Bentang atap	= 40 m
Jarak antar kuda-kuda	= 3,25 m
	= 3,5 m
	= 4 m
Profil kuda-kuda	= Profil <i>double</i> siku L
Profil Gording	= Profil <i>Lipped Chanel</i> (kanal)
Mutu Baja	= BJ 41
Tegangan putus minimum (f_u)	= 410 MPa
Tegangan leleh Minimum (f_y)	= 250 MPa
Penutup atap	= Zincalume
Sudut kemiringan atap	= 10°

4.2 Ekspor Model

Untuk ekspor model ke SAP2000 dari Tekla Structures, yaitu dengan menggunakan panel ekspor impor yang terdapat pada program Tekla Structures. Dikarenakan program Tekla Structures yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dalam versi edukasi maka model harus diekspor ke bentuk *file* IFC terlebih dahulu seperti pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**.



Gambar 6. Panel *eksport* IFC pada Tekla Structures



Gambar 7. Panel *import* IFC pada SAP2000

4.3 Input Pembebanan

Adapun pembebanan yang diinput ke dalam program SAP2000 antara lain:

1. Beban Mati

$$\begin{aligned} \text{Beban penutup atap zinalume } 0,4 \text{ m} &= 4,72 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Jarak Gording} &= 2 \text{ m} \\ \text{Beban Mati dari atap} &= 4,72 * 2 \\ &= 9,44 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

2. Beban Hidup Atap

$$\text{Beban pekerja pada beberapa joint} = 100 \text{ kg}$$

3. Beban Angin

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987, pasal 4.2 menyebutkan tekanan tiup angin harus diambil 25 kg/m² minimal yang berjarak lebih dari 5 km dari pinggir pantai.

a. Beban di pihak angin

$$\begin{aligned} \text{Koefisien angin tekan} &= (0,02 * \alpha) - 0,4 \\ &= (0,02 * 10) - 0,4 \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P1 &= L_{\text{antar gording}} * L_{\text{antar kuda-kuda}} * \text{koef}_{\text{angin tekan}} * q_{\text{angin}} \\ &= 1,2 * 3,25 * 0,2 * 25 \\ &= 32,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban angin tekan arah vertikal

$$\begin{aligned} P1_{3,25\text{m}} &= q_{\text{angin tekan}} * \cos \alpha \\ &= 32,5 * \cos 10^\circ \\ &= 32,01 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban angin tekan arah horizontal

$$\begin{aligned}
 P_{13,25m} &= q_{\text{angin tekan}} * \sin \alpha \\
 &= 32,5 * \sin 10^\circ \\
 &= 5,64 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban di belakang angin

Koefisien angin hisap = -0,40

$$\begin{aligned}
 P_{13,25m} &= L_{\text{antar gording}} * L_{\text{antar kuda-kuda}} * k_{\text{oeff angin hisap}} * q_{\text{angin}} \\
 &= 1,2 * 3,25 * -0,4 * 25 \\
 &= -65 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban angin hisap arah vertikal

$$\begin{aligned}
 P_{13,25m} &= q_{\text{angin hisap}} * \cos \alpha \\
 &= -65 * \cos 10^\circ \\
 &= -64,01 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban angin hisap arah horizontal

$$\begin{aligned}
 P_{13,25m} &= q_{\text{angin hisap}} * \sin \alpha \\
 &= -66 * \sin 10^\circ \\
 &= -11,29 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4. Beban Hujan

$$\begin{aligned}
 \text{Beban air hujan} &= 40 - 0,8\alpha \\
 &= 40 - 0,8(10^\circ) \\
 &= 32 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987, beban hujan dibatasi maksimal 20 kg/m².

4.4 Impor Hasil Analisis SAP2000 ke dalam Tekla Structures

Dari hasil analisis berupa gaya-gaya dalam dan dimensi material yang mengalami perubahan akan diambil dari SAP2000 melalui proses ekspor menjadi *file* IFC seperti pada Tekla Structures. Hasil dari proses integrasi dapat dilihat seperti pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

Tabel 3. Hasil Berat dari Tekla Structures

Part Pos	Profile	No.	Material	Length [mm]	Area [m ²]	Weight [kg]
Twin Member Column	2L 175*175*15	52	A36	1.700	0,9	2.566,08
Twin Member Column	2L 150*150*15	442	A36	925	0,4	10.108,54
Twin Member Beam	2L 175*175*15	52	A36	4.877	3,3	7.384,52
Twin Member Beam	2L 175*175*15	52	A36	6.009	4,1	8.837,92
Twin Member Beam	2L 175*175*15	104	A36	4.454	3,0	13.500,24
Twin Member Beam	2L 175*175*15	208	A36	4.490	3,1	27.081,08
Twin Member Beam	2L 65*65*6	104	A36	1.797	0,4	804,96
Twin Member Beam	2L 65*65*6	520	A36	1.605	0,3	3.598,40
Gording	SSC 200*75*20*3,2	34	A36	47.505	19,70	15.302,55
Trekstang	D13	416	A36	1.197	0,04	416,24
Total		2078				89.600,54

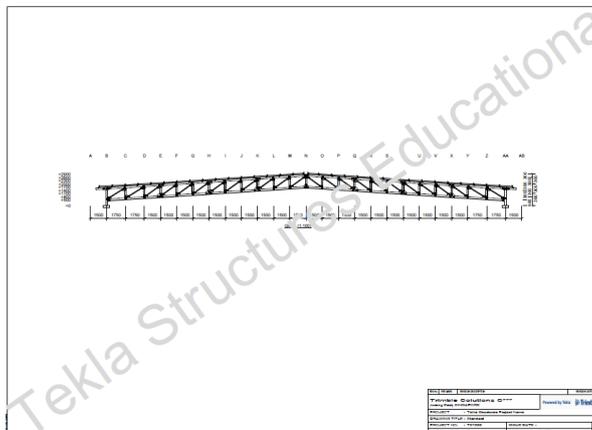
Tabel 4. Hasil Berat dari SAP2000

GroupName	SelfMass	SelfWeight	TotalMassX	TotalMassY	TotalMassZ
Text	[Kg-s ² /m]	[Kg]	[Kg-s ² /m]	[Kg-s ² /m]	[Kgf-s ² /m]
ALL	10.589,14	103.844,04	10.589,14	10.589,14	10.589,14

Hasil perbandingan berat yang didapatkan dari Tekla Structures dengan SAP2000 tidak terlihat berbeda secara signifikan. Akan tetapi pada Tekla Structures terdapat rincian berat tiap material lebih detail dibandingkan dengan SAP2000.

4.5 Informasi Bangunan dari Tekla Structures

Pemodelan struktur pada Tekla bisa dihasilkan informasi bangunan dalam bentuk gambar kerja. Gambar yang akan ditampilkan yakni: gambar detail sambungan kuda-kuda, detail sambungan gording dan detail fabrikasi kuda-kuda seperti pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Hasil gambar kerja dari Tekla Structures

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari proses pengerjaan model hingga hasil yang telah didapat melalui integrasi Tekla Structures dengan SAP2000 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil berat penampang elemen material rangka atap yang didapat dari Tekla Structures sebesar 89.600,4 kg.
2. Hasil berat keseluruhan baut sebesar 3.915,6 kg dan berat plat yang digunakan sebesar 9.212,05 kg.
3. Hasil keseluruhan penampang rangka atap yang didapat dari SAP2000 sebesar 103.844,04 kg.
4. Hasil perhitungan beban pada SAP2000 dengan Tekla Structures tidak terlalu berbeda secara signifikan.
5. Pada proses pengintegrasian Tekla Structures ke SAP2000 tidak dapat menggunakan proses ekspor *analysis* secara langsung karena program Tekla Structures yang digunakan adalah versi edukasi. Proses integrasi dapat dilakukan dengan mengekspor model menjadi *file* IFC terlebih dahulu.
6. Informasi bangunan yang dikeluarkan pada Tekla dapat berupa pelaporan dan gambar. Hasil pelaporan yang dikeluarkan Tekla Structures berupa ukuran, berat profil baja, dan jumlah baut. Kemudian pada hasil gambar yang dikeluarkan Tekla berupa gambar perspektif 3D, gambar denah 2D, dan gambar detail 2D.

5.2 Saran

Adanya saran yang dapat penulis berikan selanjutnya mengenai desain rangka menggunakan Tekla Structures dengan SAP2000 adalah sebagai berikut:

1. Integrasi program Tekla Structures dan SAP2000 memerlukan *link* integrasi yang lengkap pada Tekla Structures nonedukasi.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan dengan mendesain struktur 3D *truss*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bapak Erwin Yuniar Rahadian, S.T., M.T dan Bapak Heri Kasyanto, S.T., M.Eng selaku instruktur Tekla Structures.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional. (2013). SNI 1727:2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 1729:2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *PPPURG 1987 tentang Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Saputri, F. (2012). *Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Pembangunan Struktur Gedung Perpustakaan IPB menggunakan Software Tekla Structures 17. Tugas Akhir*. Bogor: Jurusan Teknik Sipil - Institut Pertanian Bogor.
- Schodeck, D.L. (1988). *Struktur*. Jakarta: Refika Aditama.
- Tangkas, K. (2015). *Integrasi Program Tekla Structures & SAP2000 dalam Perencanaan Struktur Beton Bertulang dengan Atap Baja. Tugas Akhir*. Bali: Jurusan Teknik Sipil - Universitas Udayana.