

Tinjauan Penerapan Balok Baja Kastela (Castellated Beam) Dengan Menggunakan Program SAP 2000 Pada Struktur Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab

Windasari¹, Muhammad Asyhari², Hanafi Ashad³, Yasnawi Idrus⁴, Zaifuddin⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
Email: ¹windasarias5@gmail.com; ²muhammadasyari@gmail.com;
³hanafi.ashad@umi.ac.id; ⁴yasnawi.idrus@umi.ac.id; ⁵zaifuddin.zaifuddin@umi.ac.id

ABSTRAK

Castellated beam adalah balok yang digunakan untuk konstruksi, yang berupa 2 profil baja yang disatukan menjadi 1 untuk mendapatkan tinggi profil yang sesuai. Profil tersebut dilubangi untuk memperkecil berat sendiri profil. Pada penulisan ini penulis berinisiatif untuk membahas tentang perbandingan sistem struktur balok dan kolom menggunakan beton, baja IWF, dan castellated beam pada Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab dengan menggunakan analisis program komputer SAP 2000, yang ditinjau dari segi volume dan estimasi harga materialnya. Ukuran profil yang digunakan untuk profil IWF adalah 300x150x6,5x9. Ukuran profil yang digunakan untuk profil castellated beam adalah 450x150x6,5x9. Pada penelitian yang dilakukan dengan menggunakan program SAP2000, pada penelitian yang dilakukan perencanaan gedung dengan menggunakan balok profil IWF tidak memenuhi kapasitas atau mengalami keruntuhan. Sedangkan setelah dimodifikasi profil IWF yang sama menjadi profil castellated beam, pada perencanaan gedung sudah memenuhi kapasitas. Secara umum perbandingan harga antara tinjauan perencanaan awal terhadap perencanaan lama pada bagian balok adalah Rp. 1,772,274,382.35 atau 171,31 %.

Kata Kunci: Castellated beam, momen inersia, lendutan, tegangan, SAP 200

ABSTRACT

Castellated beam is a beam used for construction, in the form of 2 steel profiles joined together into 1 to get the appropriate profile height. The profile is perforated to reduce the profile's own weight. At this writing the author took the initiative to discuss the comparison of beam and column structure systems using concrete, IWF steel, and castellated beam in the Administrative Building of the Arabic Language College using SAP 2000 computer program analysis, which was reviewed in terms of volume and estimated material prices. The profile size used for the IWF profile is 300x150x6,5x9. The profile size used for the castellated beam profile is 450x150x6,5x9. In the research conducted using the SAP2000 program, the building planning using IWF profile beams did not meet capacity or collapse. Whereas after modifying the same IWF profile into a castellated beam profile, building planning has fulfilled the capacity. In general, the price comparison between the initial planning review of the old planning on the beam section is Rp. 1,772,274,382.35 or 171.31%.

Keywords: Castellated beam, moment of inertia, deflection, tension, SAP 2000.

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Castellated adalah profil baja I, H, atau U yang kemudian pada bagian badannya dipotong memanjang dengan pola zig-zag. Sehingga terbentuk profil baru dengan lubang berbentuk segi enam (*hexagonal*), segi delapan (*octogonal*), dan lingkaran (*circular*) (Grünbauer, 2001). *Castellated Beam* dianalogikan sebagai *Vierendeel truss* yang dihasilkan dengan cara menambah lebar balok menjadi lebih tinggi (H) (Megharief, 1997)

Sejak awal perkembangan struktur baja untuk material konstruksi menggunakan profil baja solid digunakan sejak awal perkembangan era struktur baja. Seiring dengan perkembangannya penggunaan profil baja semakin beragam dengan mulai ditemukannya profil *castellated*. (*Castellated & Dan*, 2016). Analisis struktur harus dilakukan dengan cara-cara mekanika teknik yang baku. (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Pembuatan *castellated beam* bertujuan meminimalisir penggunaan bahan baja. Bentuk heksagonal dipilih karena lebih mudah dalam proses pemotongannya dibandingkan bentuk oktagon dan lingkaran. *Castellated beam* memiliki kapasitas momen lentur yang lebih besar karena penambahan tinggi balok tanpa menambah berat sendiri dan dengan lebar profil yang lebih tinggi bisa menghasilkan momen inersia dan section modulus (kemampuan/daya tahan bentuk beam terhadap pembebanan) yang lebih besar sehingga lebih kuat dan kaku bila dibandingkan dengan asalnya. (Toreh et al., 2015)

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari studi yang ingin dicapai:

1. Mengetahui perbandingan gaya-gaya dalam (momen dan gaya geser) antara perencanaan menggunakan

beton, profil WF, dan *castellated beam* pada balok dan kolom termasuk aspek volume material dan estimasi harga satuan.

2. Mendapatkan dimensi profil *castellated beam* yang sesuai dengan SNI 1729:2015.

2. Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan pada perencanaan ulang Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab dengan sistem struktur balok dan kolom menggunakan baja IWF dengan *castellated beam* dengan bantuan analisa program komputer yaitu SAP 2000.

2.1 Data dan Lokasi Perencanaan

Adapun data dan lokasi perencanaan sebagai berikut:

Nama bangunan : Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab

Fungsi : Gedung Perkantoran
Lokasi bangunan: Jl. Inpeksi PAM, Manggala, Kota Makassar

Jumlah lantai : 4 Lantai
Tinggi bangunan : 15,40 m
Mutu beton (f'_c) : 30 MPa
Mutu tulangan (f_y) : 400 MPa.

2.2 Sumber Data

Penelitian ini bersifat studi kasus oleh sebab itu diperlukan data-data dari bangunan yang sudah mempunyai data primer. Di antaranya:

- a) Layout gambar rencana Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab (STIBA) (terlampir).
- b) Gambar detail struktur beton Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab (STIBA) (terlampir).
- c) Juga diperlukan beberapa data sekunder sebagai acuan dalam perancangan ulang struktur bangunan tersebut menggunakan struktur baja. Di antaranya:

Daftar profil baja

Tinjauan Penerapan Balok Baja Kastela (Castellated Beam) Dengan Menggunakan Program SAP 2000 Pada Struktur Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab

Standar Nasional Indonesia (SNI), Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk bangunan gedung, SNI 1729: 2015.

2.3 Tahapan-Tahapan Analisis dengan SAP 2000

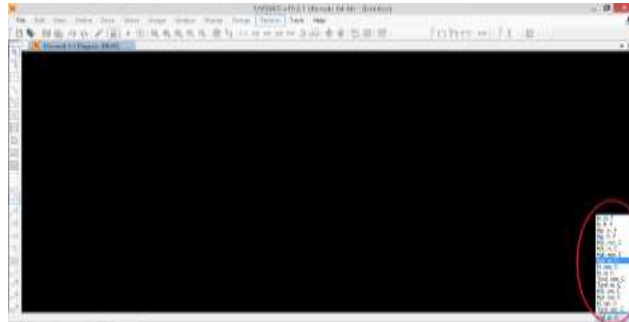
Menentukan data struktur yang akan di desain, meliputi:

Luas bangunan dan ketinggian bangunan

Beban-beban yang bekerja

Menentukan geometri model struktur

- 1) Pastikan satuan di sudut kanan bawah menunjukkan satuan yang diinginkan, setelah itu klik menu *file > New Model*



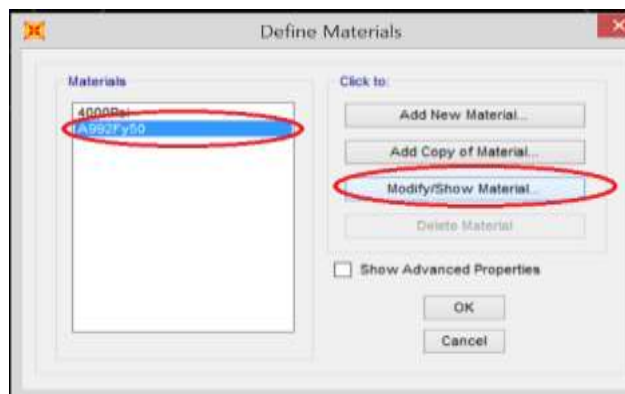
Gambar 1 Mengatur satuan

- 2) Isi informasi mengenai jumlah bentang, panjang bentang, kemudian klik *Ok*.



Gambar 2 Mengatur grid struktur

- 3) Mendefinisikan data struktur yang di gunakan, dengan memilih berupa definisi jenis material menu *define > materials*.



Gambar 3 Mendefinisikan material

- 4) Kemudian pilih dan isi spesifikasi material yang digunakan.
- 5) Menentukan profil penampang rencana dengan memilih menu

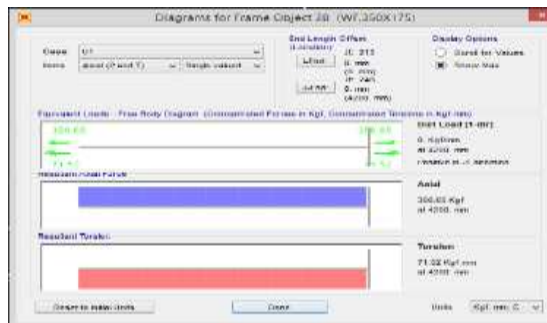
define > frame section.

Kemudian pilih menu *add new property*. Pilih jenis profil *I/W Flage*.



Gambar 4 Mendefinisikan penampang struktur

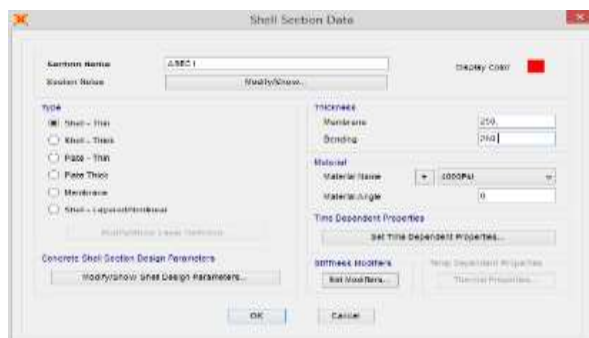
- 6) Input dimensi profil sesuai dengan hasil dari perencanaan struktur bangunan.



Gambar 5 Mengatur ukuran profil

- 7) Menentukan profil plat pada perencanaan dengan memilih menu *define > section properties > area section*. Kemudian pilih

menu *add new section*. Tentukan dimensi dari plat yang direncanakan.



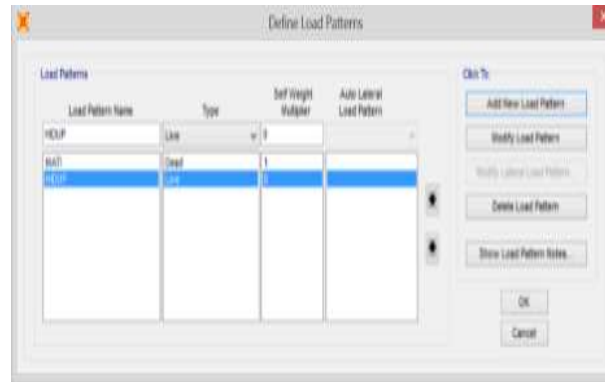
Gambar 6 Mengatur ukuran pelat

- 8) Mendefinisikan balok dan kolom struktur dengan memilih menu *assign > frame section* kemudian pilih jenis dan ukuran profil yang ingin digunakan
- 9) Mendefinisikan plat dari struktur dengan memilih menu *assign > area > section* kemudian pilih plat yang ingin digunakan.

Tinjauan Penerapan Balok Baja Kastela (Castellated Beam) Dengan Menggunakan Program SAP 2000 Pada Struktur Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab

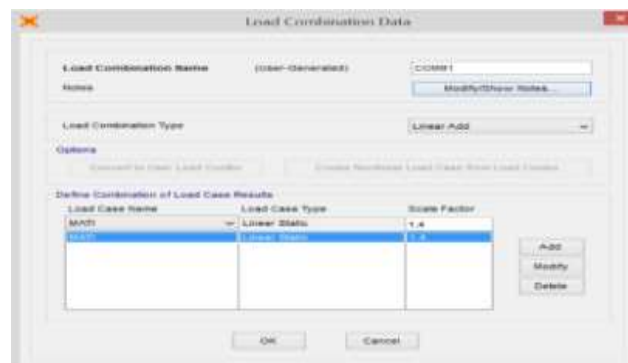
- 10) Mendefinisikan jenis beban yang bekerja dengan memilih menu *define > load patteren*. Dan input

beban mati (DL) dan beban hidup (LL) untuk beban *static*



Gambar 7 Mendefinisikan tipe beban

- 11) Mendefinisikan kombinasi beban rencana dengan memilih menu *define > load combinations*.



Gambar 8 Mendefinisikan kombinasi pembebanan

- 12) Menempatkan beban struktur dengan memilih menu *assign > area load > uniform(shell)*.

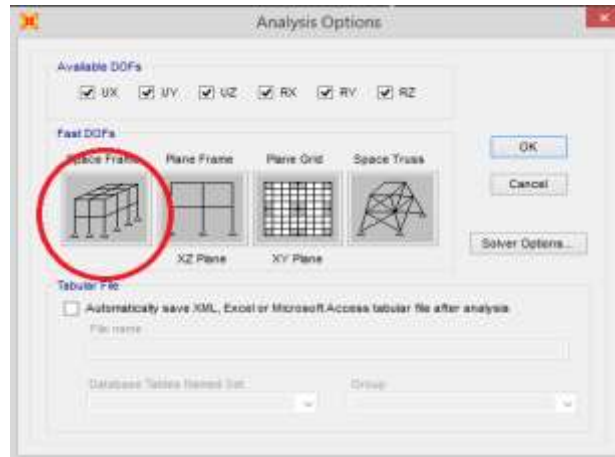
Kemudian input data beban yang bekerja pada struktur.



Gambar 9 Input beban

- 13) Melakukan analisa struktur dengan memilih menu *analyze >*

set analysis option. Kemudian pilih menu *space frame*.



Gambar 10 Mengatur analisa struktur

- 14) Kemudian Pilih menu *analyze>run analysis* untuk melihat analisa dari struktur..
- 15) Setelah proses *running* selesai, tampilkan beberapa informasi

lebih rinci mengenai struktur dengan mengklik kanan elemen yang kita pilih

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Asumsi – Asumsi

Adapun asumsi dasar umum dalam perencanaan bagian struktur atas adalah sebagai berikut:

Modulus Elastisitas (E)	=
200000 MPa	
Modulus Geser (G)	=
80000 MPa	
Nisbah Poison (μ)	=
0,3	
Koefisien Pemuaian (α)	=
$12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$	
Digunakan Jenis BJ 37 :	
$F_y = 240 \text{ MPa}$	
$F_u = 400 \text{ MPa}$	

Asumsi-asumsi di atas diperlukan untuk menganalisa sifat-sifat dan karakteristik material dalam pemilihan profil yang akan digunakan. Juga sebagai dasar dalam mendesain ketahanan material terhadap kegagalan-kegagalan umum yang terjadi di lapangan.

3.2. Desain Struktur Bangunan

3.2.1. Perencanaan Balok

Perhitungan kontrol dimensi balok menggunakan profil asal WF

300x150x6,5x9. Gaya-gaya pada balok yang ditinjau akibat beban kombinasi terbesar diperoleh dari program SAP 2000 v19 ialah sebagai berikut :

M_u	=	10124,4893 kg.m
V_u	=	13,92974 kg.
F_y	=	250 MPa = 2500 kg/cm ²
F_r	=	70 MPa = 700 kg/cm ²
E	=	200000 MPa = 2000000 Kg/cm ²
G	=	80000 MPa = 800000 kg/cm ²

Kontrol Tekuk Lokal

Pelat Sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{150}{2 \times 9} = 8,3333$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = \frac{170}{\sqrt{250}} = 10,7517$$

$$\lambda < \lambda_p \dots\dots\dots \text{OK !}$$

Pelat Badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{(300 - 2 \times 9)}{6,5} = 66,462$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}} = 106,253$$

$$\lambda < \lambda_p \dots\dots\dots \text{OK !}$$

Tinjauan Penerapan Balok Baja Kastela (Castellated Beam) Dengan Menggunakan Program SAP 2000 Pada Struktur Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab

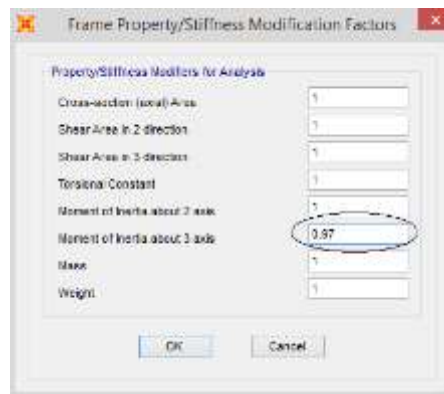
Untuk penampang-penampang yang memenuhi $\leq \lambda_p$, kuat lentur nominal penampang adalah :

$$\begin{aligned} M_n &= M_p \\ M_p &= F_y \times Z_x = 2500 \times 750,9 = 1877250 \text{ kg.cm} \\ \phi M_n &= 0,9 \times 1877250 = 1689525 \text{ Kg.cm} > 10124,4893 \text{ Kg.cm} \\ \phi M_n &\geq M_u \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

!

Kemudian balok IWF 300x150x6,5x9 di desain menjadi castellated beam 450x150x6,5x9. Untuk modifikasi

balok, diperlukan nilai inersia ekuivalen pada profil castellated beam dan inersia pada profil solid WF. Kemudian akan diperoleh faktor modifikasi antara kedua inersia yang diperoleh. Faktor inilah yang akan dimasukkan sebagai input pada set modifiers untuk frame section pada balok interior di program SAP 2000 v19. Nilai faktor rasio inilah yang akan dimasukkan kedalam momen of inersia about 3 axis pada property/stiffness modification factor untuk memodifikasi profil WF menjadi profil castellated beam.



Gambar 12 Property/stiffness modification factors

3.2.2 Perencanaan Kolom

Perhitungan kontrol dimensi kolom yang ditinjau menggunakan profil WF 588x30012x20.

Gaya-gaya kolom yang ditinjau akibat beban kombinasi terbesar diperoleh dari program SAP 2000 v.19 ialah sebagai berikut :

$$P_U = 267800,1 \text{ Kg}$$

$$M_{ux} = 2424,908 \text{ Kg.m}$$

$$M_{uy} = 44,467 \text{ Kg.m}$$

Digunakan Profil WF 588x300x12x20

$$F_y = 250 \text{ MPa} = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_r = 70 \text{ MPa} = 700 \text{ kg/cm}^2$$

$$Z_x = 2590 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 228 \text{ cm}^3$$

$$G = 80000 \text{ MPa} = 800000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 200000 \text{ MPa} = 2000000 \text{ Kg/cm}^2$$

Kontrol Penampang

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{200}{2 \times 17} = 5,88235$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = \frac{170}{\sqrt{250}} = 10,7517$$

$$\lambda < \lambda_p \dots\dots\dots \text{OK !}$$

Pelat Badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{(588 - 2 \times 17)}{11} = 51,45454$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}} = 106,2525$$

$\lambda < \lambda_p \dots\dots\dots \text{OK !}$ Profil Kompak
Karena penampang kompak, maka $M_{nx} = M_{ny} = M_p$

$$\begin{aligned} M_x = S_x \times F_y &= \frac{1726 \times 2500}{100} \\ &= 43150 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1,5 \times Mx &= 1,5 \times 43150 = \\
 &64725 \text{ kg.m} \\
 Mnx &= Mpx = Zx \times Fy \\
 &= 2590 \times 2500 \\
 &= 64725 \text{ kg.m} \\
 &\leq 1,5 Mx \dots \dots \dots OK!
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 My &= Sy \times Fy = \frac{228 \times 2500}{100} \\
 &= 5700 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1,5 \times My &= 1,5 \times 15700 \\
 &= 8550 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mny &= Mpy = Zx \times Fy \\
 &= 228 \times 2500 \\
 &= 8550 \text{ kg.m} \\
 &\leq 1,5 \dots \dots OK!
 \end{aligned}$$

Jadi diperoleh ,
 $Mnx = 64725 \text{ kg.m}$
 $Mny = 8550 \text{ kg.m}$

Kontrol Tekuk Lateral

$$Lb = 485 \text{ m}$$

$$Lp = 1,76 \quad r_y \quad \sqrt{\frac{E}{F_y}} =$$

$$1,76 \times 24 \sqrt{\frac{200000}{2500}} = 1194,72762 \text{ cm}$$

$$Lb \leq Lp \dots \dots OK! \text{ Bentang Pendek}$$

Terhadap Sumbu x :

Kontrol Kekakuan Portal

$$G = \frac{\Sigma \left[\frac{Ic}{Lc} \right]}{\Sigma \left[\frac{Ib}{Lb} \right]}$$

$$\begin{aligned}
 Ga &= \frac{\left(\frac{127,02}{485} \right) + \left(\frac{127,02}{375} \right)}{2 \times \left(\frac{13500}{700} \right)} \\
 &= 0,0155
 \end{aligned}$$

$$Gb = 1$$

Dari penarikan garis pada grafik nilai K_c untuk komponen struktur tak bergoyang dan struktur bergoyang.

$$K_c = 0,86 \text{ (bergoyang)}$$

$$K_c = 1,54 \text{ (tak bergoyang)}$$

Tak Bergoyang

$$\lambda = \frac{K_c L}{i_x} = \frac{1,54 \times 485}{24} = 31,1208$$

$$\begin{aligned}
 N_{crbx} &= \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} Ag \\
 &= \frac{3,14^2 \times 2000000}{31,1208^2} \times 134,4 \\
 &= 2736441,228 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Bergoyang

$$\lambda = \frac{K_c L}{i_x} = \frac{0,86 \times 485}{24} = 17,3791$$

$$\begin{aligned}
 N_{crbx} &= \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} Ag \\
 &= \frac{3,14^2 \times 2000000}{17,3791^2} \times 134,4 \\
 &= 8774667,411 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3.3. Analisa Permodelan Struktur Menggunakan SAP 2000

Untuk permodelan struktur asli bangunan yaitu menggunakan beton yang kemudian dimodifikasi menggunakan baja. digunakan proram bantu SAP 2000 v19 untuk mempermudah dalam menganalisis tegangan yang terjadi di sepanjang bentang. Pada perencanaan yang ditinjau profil yang digunakan ialah profil IWF300x150x6,5x9 yang kemudian di buat menjadi profil *castellated beam* 6450x150x6,5x9.

Untuk modifikasi balok, diperlukan nilai inersia ekuivalen pada profil *castellated beam* dan inersia pada profil solid profil IWF. Kemudian akan diperoleh faktor modifikasi antara kedua inersia yang diperoleh. Faktor inilah yang akan dimasukkan sebagai input pada *set modifiers* untuk *frame section* pada balok di program SAP2000 v19. Untuk Itu dibuat permodelan struktur asli (beton) dan permodelan strktur baja dengan profil solid dan permodelan strktur baja dengan profil *castellated*. Kemudian diberi beban kombinasi (

Tinjauan Penerapan Balok Baja Kastela (Castellated Beam) Dengan Menggunakan Program SAP 2000 Pada Struktur Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab

beban mati dan beban hidup). Setelah di *Running*, dapat dilihat lendutan yang terjadi pada ketiga model balok di *deformed shape* dan hasil dari ketahanan profil terhadap beban yang bekerja.

Pada pemodelan profil *castellated beam* ini, selanjutnya dipilih salah satu bentang yang memiliki nilai terbesar pada *Running Analysis* di program SAP2000. Bentang yang ditinjau untuk melihat perbandingan antara struktur sebelum dan sesudah dimodifikasi.

3.3.1. Pendefinisian Material

Untuk Beton

Berat Jenis Beton : 2400 Kg/m.

Modulus Elastisitas Beton Ec

Menggunakan K-300

$K-300 = 0,083 \times 300 = 24,9$

$4700 \times \sqrt{f'_c} = 4700 \times \sqrt{24,9}$
 $= 23452,95 \text{ Kg/m}$

Angka Poison, U: 0,2

Untuk Baja Profil

Mutu Baja profil: BJ-37

Angka Poison, U: 0,3

Modulus Elastisitas Baja, Ec: 200000

MPa Koefisien Pemuaian (α):

$12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Tegangan Leleh Utama, F_y : 240 MPa

Tegangan tarik Minimum, F_u : 400 Mpa

3.3.2 Beban kombinasi yang digunakan pada struktur

Tabel 1 Beban kombinasi I

U1	
Beban yang bekerja	Koefisien Pengali
Beban mati	1,4
Beban mati tambahan	1,4

Tabel 2 Beban kombinasi II

U2	
Beban yang bekerja	Koefisien Pengali
Beban mati	1,2
Beban mati tambahan	1,2
Bebean beban hidup	1,6

3.3.3. Output gaya dalam hasil analisa SAP2000 v19

Gaya-gaya dalam hasil analisa SAP2000 v19. Nilai tersebut digunakan untuk mendesain elemen struktur. Dalam merencanakan elemen stuktur balok. Digunakan momen maksimum. Dari hasil analisa SAP2000 v19 diperoleh sebagai berikut:

Tabel 3 Nilai maksimal gaya-gaya dalam elemen balok pada masing-masing perencanaan

Story	Perencanaan	P	V2	V3	M2	M3
		kg	kg	kg	kg-mm	kg-mm
Lantai 4	Beton	-114,68	-9933,99	0,31	719,11	-495232
	Profil IWF	69,21	-10763,32	-0,01384	-71,98	-5690876,4
	Profil Castella	63,49	-10750,18	-0,01232	-65,39	-5680956,4
	Beton	62,08	-11153,49	0,45	-564,18	-5783961,5
Lantai 3	Profil IWF	154,53	-10581,4	0,03306	-153,43	-5596556,2
	Profil Castella	160	-10580,87	0,02968	-161,34	-5594909,8
Lantai 2	Beton	506,42	-15512,58	0,23	17,63	-10687460

	Profil IWF	355,67	-14893,82	0,0875	-32,48	-10083914
	Profil Castella	356,65	-14887,46	0,08831	-28,56	-10070542
	Beton	450,65	-15625,11	0,1	65,28	-10886967
Lantai 1	Profil IWF	273,57	-15041,41	0,0219	-8,23	-10367924
	Profil Castella	274,24	-15037,84	0,023	-3,66	-10360416

Tabel 4 Nilai Minimal Gaya-Gaya Dalam Elemen Balok pada masing-masing perencanaan

Story	Perencanaan	P	V2	V3	M2	M3
		kg	kg	kg	kg-mm	kg-mm
	Beton	-1087,55	-15540,16	-0,49	-441,42	-10565492
Lantai 4	Profil IWF	-623,32	-14752,15	-0,09688	-17,95	-9666753,1
	Profil Castella	-623,24	-14755,77	-0,09489	-16,03	-9674475,3
	Beton	-1106,6	-15716,37	-1,06	-160,88	-10928975
Lantai 3	Profil IWF	-748,78	-15069,17	-0,29	90,44	-10282746
	Profil Castella	-750,17	-15062,35	-0,29	93,69	-10268435
	Beton	51,95	-2736,62	5,04	3844,58	-266524,7
Lantai 2	Profil IWF	-22,46	-10824,59	0,05198	145,48	-4762525,3
	Profil Castella	-22,13	-10825,9	0,05326	146,89	-4764794,9
	Beton	5,72	-5724,65	-0,33	-406,87	-1770017,1
Lantai 1	Profil IWF	121,69	-5282,46	-0,07782	-127,22	-1485914,2
	Profil Castella	-21,94	-5327,78	-0,07988	-122,5	-1468278,4

Tabel 5 Nilai Maksimal Gaya-Gaya Dalam Elemen Kolom pada masing-masing perencanaan

Story	Perencanaan	P	V2	V3	M2	M3
		kg	kg	Kg	kg-mm	kg-mm
	Beton	-21274,62	-2643,39	-2026,14	4349944,12	5630169,9
Lantai 4	Profil IWF	-22273,86	-3305,13	-1095,52	2303270,6	6839265,36
	Profil Castella	-22248,66	-3274,69	-1104,28	2325784,97	6763246,13
	Beton	-10722,32	-1090,25	1030,89	-2255434,3	2541446,15
Lantai 3	Profil IWF	-10079,04	-1287,62	794,48	-1678940	3121604,59
	Profil Castella	-10072,3	-1285,55	795,05	-1679967,7	3117985,27
	Beton	-27249,28	-611,15	604,49	-1319575,7	1257291,71
Lantai 2	Profil IWF	-23247,74	-727,55	501,01	-1096261,1	1537800,88
	Profil Castella	-23234,57	-726,44	500,58	-10951979,5	1538580,88
	Beton	-39987,72	-313,86	245,65	-645748,6	802858,29
Lantai 1	Profil IWF	-32852,65	-371,29	182,11	-487729,02	1000483,45
	Profil Castella	-32833,26	-371,02	181,66	-486727,66	1003545,61

Tabel 6 Nilai Minimal Gaya-Gaya Dalam Elemen Kolom pada masing-masing perencanaan

Story	Perencanaan	P	V2	V3	M2	M3
		kg	Kg	Kg	kg-mm	kg-mm
	Beton	-78356,85	4,62	129,22	249162,76	-26448,97
Lantai 4	Profil IWF	-79045,86	162,41	-69,06	-129109,85	387266,01
	Profil Castella	-79024,23	185,2	-27,58	-60090,03	430414,07

Tinjauan Penerapan Balok Baja Kastela (Castellated Beam) Dengan Menggunakan Program SAP 2000 Pada Struktur Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab

	Beton	-155929,7	-64,39	19,06	29126,81	-113947,22
Lantai 3	Profil IWF	-157751,97	-26,86	-87,45	-171934,29	-16617,94
	Profil Castella	-233817,58	-4,11	-74,16	-146445,51	19913,72
	Beton	-236061,11	-5,45	19,7	12650,19	-27134,66
Lantai 2	Profil IWF	-236484,6	33,11	-59,68	-116636,01	52243,16
	Profil Castella	-311937,49	44,44	-53,9	-108288,81	78435,1
	Beton	-311937,49	14,66	6,78	4166	29101,61
Lantai 1	Profil IWF	-314501,42	28,5	-21,33	-35051,1	67705,83
	Profil Castella	-315176,73	34,19	-21,33	-35362,77	78317,41

3.4. Perbandingan Biaya perencanaan

Berdasarkan analisa satuan pekerjaan SNI Tahun 2016, perhitungan biaya pada masing-masing elemen struktur

dari perencanaan awal yaitu menggunakan beton dengan perencanaan dengan menggunakan baja pada Gedung Administrasi Kampus Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab Makassar adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Perbandingan biaya perencanaan awal dan perencanaan dengan menggunakan baja

	Perencanaan Lama (Beton)	Perencanaan Baru (Baja)
Harga (Rp)	2,585,000,031.09	4,527,274,413.44
Selisih (%)	171,3188877	

Dari hasil perhitungan , terjadi penambahan dari segi biaya akibat penggunaan baja pada struktur dan terjadi pengurangan berat akibat penggunaan baja pada strktur. Hal ini menunjukkan penggunaan Profil *castellated beam* dapat dikatakan menguntungkan, dari segi berat yang terjadi pada struktur.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Ukuran profil yang digunakan untuk profil IWF adalah 300x150x6,5x9. ukuran profil yang digunakan untuk profil *castellated beam* adalah 450x150x6,5x9. Pada penelitian yang dilakukan dengan mennggunakan program SAP2000, pada penelitian yang dilakukan perencanaan gedung dengan menggunakan balok profil IWF tidak memenuhi kapasitas atau mengalami keruntuhan. Sedangkan setelah dimodifikasi profil IWF yang sama menjadi profil *castellated beam*, pada perencanaan gedung sudah memenuhi kapasitas. Hal ini menunjukkan

peenerapan profil *castellated beam* pada balok lebih efektif.

4.2 Saran

Setelah meninjau ulang Penerapan Balok baja profil castella pada perencanaan struktur Gedung Administrasi Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab (STIBA), maka dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Ketelitian dalam penginputan dan pengolahan data dalam perhitungan struktur sangat diperlukan agar output yang diperoleh sesuai dengan keadaan sebenarnya.
2. Untuk memperoleh hasil yang baik dan akurat dalam desain struktur sebaiknya perencana menggunakan alat bantu program komputer.

Daftar Pustaka

Castellated, b., & dan, b. (2016). *Modifikasi gedung parkir dan kantor kolom concrete filled steel tube planning modification of office building and parking pt pelindo ii by using structure*

- castellated steel beam and*.
Departemen Pekerjaan Umum. (2002).
Tata Cara Perencanaan Struktur
Baja untuk Bangunan Gedung.
Standar Nasional Indonesia.
Grunbauer. 2001 . *Castellated Beam*.
<http://.grunbauer.n>.
- Megharief, Jihad Dokali. 1997 .
*Behavior of composite
Casttelated Beam*. Canada :
McGill University.
Toreh, S. R., Teknik, F., Sipil, J., Sam,
U., & Manado, R. (2015).
*Optimasi tinggi pemotongan
lubang heksagonal pada
castellated beam*. 3(7), 447–455.