

## PERBANDINGAN BERAT KUDA-KUDA BAJA ATAP LIMAS MENGUNAKAN APLIKASI SAP 2000 – 2 DIMENSI DENGAN 3 DIMENSI

Irika Wideasanti, Sittati Musalamah

### Abstract

*This paper presents the comparison results of the weight steel truss of pyramid roof model. 2D and 3D Program in SAP 2000 were utilized to obtain the axial forces of each bar in the steel truss of pyramid roof model.*

*Five truss models were designed. They have 12 m, 15m, 18m, 21m and 24 m of length respectively. Each long span was analyzed on X and Y axis directions using SAP 2000 program, in order to obtain axial forces. In 2D program, the main truss was acted on X axis direction and loaded by half of truss that acted on Y axis direction. In 3 D program, all long spans of truss models were evaluated in X and Y axis directions as well. Steel profile with double angles was selected to support the axial forces. Hence, the weight of the entire truss can be calculated.*

*It is shown that the weight resulted from 3D program obtain is lighter than the weight calculated by 2D program. However, further research with more detail assumption in design is needed n order to apply the result for more application such as: comparison of construction cost under different profile, different model or design.*

**Keyword** : steel truss

*Ir. Irika Wideasanti, MT  
Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Jakarta, 13220  
email : [irika@ymail.com](mailto:irika@ymail.com)*

*Sittati Musalamah, MT  
Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Jakarta, 13220*

### PENDAHULUAN

Umumnya untuk rumah sederhana rangka penutup atap menggunakan bahan kayu baik berbentuk limas maupun bentuk lainnya. Penggunaan bahan kayu didasarkan atas pertimbangan biaya, akan tetapi dengan semakin sulitnya mendapatkan kayu yang berkualitas maka kecenderungan harga kayu semakin mahal. Fakta ini membuat kecenderungan sebagian perencana memilih menggunakan bahan alternatif material lain dengan tetap mempertimbangkan unsur ekonomis dan analisis Teknik.

Terdapat alternatif yang bisa digunakan sebagai bahan pembuat kuda-kuda, yaitu dengan menggunakan beton dan baja. Tetapi terdapat perbedaan yang mencolok dari segi beratnya apabila kedua bahan ini diaplikasikan sebagai kuda-kuda. Kuda-kuda beton akan menghasilkan berat sendiri yang jauh lebih besar daripada kuda-kuda baja. Karena itulah penggunaan kuda-kuda baja akan lebih banyak memberikan keuntungan daripada beton ataupun kayu.

Penggunaan baja sebagai bahan pembuat kuda-kuda semakin dikenal luas akhir-akhir ini. Hal ini didukung oleh makin mudahnya didapat kuda-kuda ini di pasaran, karena telah diproduksi secara massal di Indonesia. Biasanya kuda-kuda baja ini ditawarkan dalam bentuk satu kesatuan dengan elemen atap lainnya, sehingga dikenal dengan sebutan rangka atap baja ringan.

Sesuai namanya, material untuk rangka ini terbuat dari bahan dasar baja dengan campuran zinc dan aluminium (zinc-alum). Rangka baja ini terdiri dari lempengan-lempengan (profil) yang bervariasi bentuk dan ukurannya, sesuai fungsi masing-masing dalam struktur rangka atap. Untuk kuda-kuda dan gording digunakan profil berbentuk "I" atau "U" terbalik dan memiliki ukuran yang lebih besar. Sedangkan untuk reng digunakan profil yang paling kecil bentuk dan ukurannya.

Dengan sistem pabrikasi (perakitan) yang efisien dan praktis, rangka atap baja ringan dapat memenuhi tuntutan akan efisiensi waktu dalam penyelesaian konstruksi. Yang dimaksud pabrikasi disini adalah suatu sistem perakitan bukan di lokasi/titik terpasang perangkat terkait, sehingga memungkinkan akurasi yang tepat dengan berbagai ukuran yang ada pada gambar kerja.

Rangka atap baja ringan diset sesuai spesifikasi yang tertuang dalam gambar detail mengikuti bentuk dan ukuran yang terinci. Dalam bentuk yang hampir atau telah utuh setelah diikat dan disatukan oleh jepitan sekrup atau sejenisnya, material rangka atap dinaikkan pada posisinya di atas pasangan dinding bata atau balok beton. Setelah berada pada dudukan yang tepat, lalu dilakukan pengikatan mengikuti prosedur teknis selanjutnya. Namun, sistem pabrikasi yang efisien dan praktis ini juga mempunyai beberapa kelemahan. Diantaranya adalah tidak adanya presisi pada garis level pasangan dinding bata atau balok beton yang menjadi tempat dudukan kuda-kuda baja ringan tersebut. Dengan demikian diperlukan revisi berupa penambalan, penganjalan ataupun pembobolan dan pemangkasan di bagian-bagian yang tidak sama ketinggiannya

Masalah yang lain adalah terjadinya pemuntiran pada bagian rangka atau profil baja tertentu akibat kecerobohan pemasangan. Selain itu bisa juga terjadi kelalaian dalam peletakan profil baja yang berfungsi sebagai reng., yang berakibat tidak rapinya pemasangan genteng pada tahap selanjutnya. Kendala yang lain adalah dari segi biaya. Pemasangan rangka atap baja ringan ini juga masih lebih mahal daripada rangka atap kayu. Disamping itu pengerjaan rangka atap baja ringan ini juga

memerlukan kecermatan tinggi. Pelaksanaan dengan intensitas tinggi (misalnya pada perumahan dengan jumlah unit yang sangat banyak) dan dituntut dead line waktu, dapat menimbulkan kesalahan. Karena itu diperlukan pengawasan yang ketat pada saat pemasangan rangka atap tersebut.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum menggunakan rangka atap baja ringan ini. Yaitu penting untuk memilih material baja ringan yang kuat berdasarkan perhitungan struktur bentuk profilnya. Sebaiknya dihindarkan jatuhnya adukan semen pada porfil saat melakukan plesteran dinding atau ketika pemasangan nok genteng. Adukan semen yang jatuh dapat mengganggu kerapian perangkat kuda-kuda. Dan karena adukan semen mempunyai daya lekat yang kuat maka dapat mengakibatkan kerusakan pada lapisan coating material baja tersebut. Lapisan atau coating ini berfungsi sebagai pelindung material baja dari proses korosi, sehingga kemampuannya dalam menahan korosi menjadi empat kali lipat dari baja biasa.

Melihat berbagai hal yang harus mendapat perhatian khusus pada penggunaan dari rangka atap baja ringan pabrikasi, maka rangka atap baja biasa tetap mendapat tempat di dunia konstruksi sesuai dengan kondisi yang dihadapi. Apalagi analisa perhitungan struktur kuda-kuda, berkembang sejalan dengan perkembangan teknologi. Karena proses analisa struktur secara manual seringkali menemui proses perhitungan berulang yang menghabiskan banyak waktu dan hasil yang didapat belum tentu akurat. Sementara penggunaan program-program komputer, terutama bidang analisa struktur memberi kemudahan dalam hal pengoperasiannya, akurasi hasil dan penghematan waktu.

Dikenal beberapa macam program perhitungan analisa struktur, antara lain: STAAD, ETABS, RISA, STRUDL, GRASP, MICROFEAP dan SAP. Dari sekian macam program tersebut, SAP (Structural Analysis Program) merupakan program yang lebih banyak dikenal yang dapat menganalisa berbagai kondisi struktur seperti frame (portal) ataupun truss (rangka) baik dengan analisa 2 dimensi (2D) ataupun 3 dimensi (3D)

Semua permasalahan yang telah diidentifikasi di atas sangat penting untuk diteliti dan dikaji lebih mendalam. Mengingat keterbatasan waktu, tenaga dan biaya penelitian maka penelitian ini hanya menitikberatkan pada perhitungan kuda-kuda apabila ditinjau dari analisis ekonomi yang hanya mempertimbangkan dari sisi penggunaan bahan (berat konstruksi) dan tidak mempertimbangkan metode pelaksanaan. Analisis teknisnya hanya menggunakan SAP 2000 dengan tinjauan 2 dimensi dan 3 dimensi

Masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: bagaimana perbandingan hasil perhitungan kuda-kuda apabila dianalisa menggunakan SAP 2000 2D dan 3D ditinjau dari dari analisis ekonomis dengan tetap mempertimbangkan kekuatannya (analisis teknis).

## **METODA**

Metode yang digunakan adalah penelitian di laboratorium untuk memperoleh data, berlokasi di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Teknik pengumpulan data dengan pengujian di laboratorium menggunakan SAP 2000 - 2 Dimensi (2D) dan 3 Dimensi (3D), menggunakan jenis sampel bertujuan (purposive), yaitu kuda-kuda atap limas dengan bentang 12, 15, 18, 21 dan 24 meter.

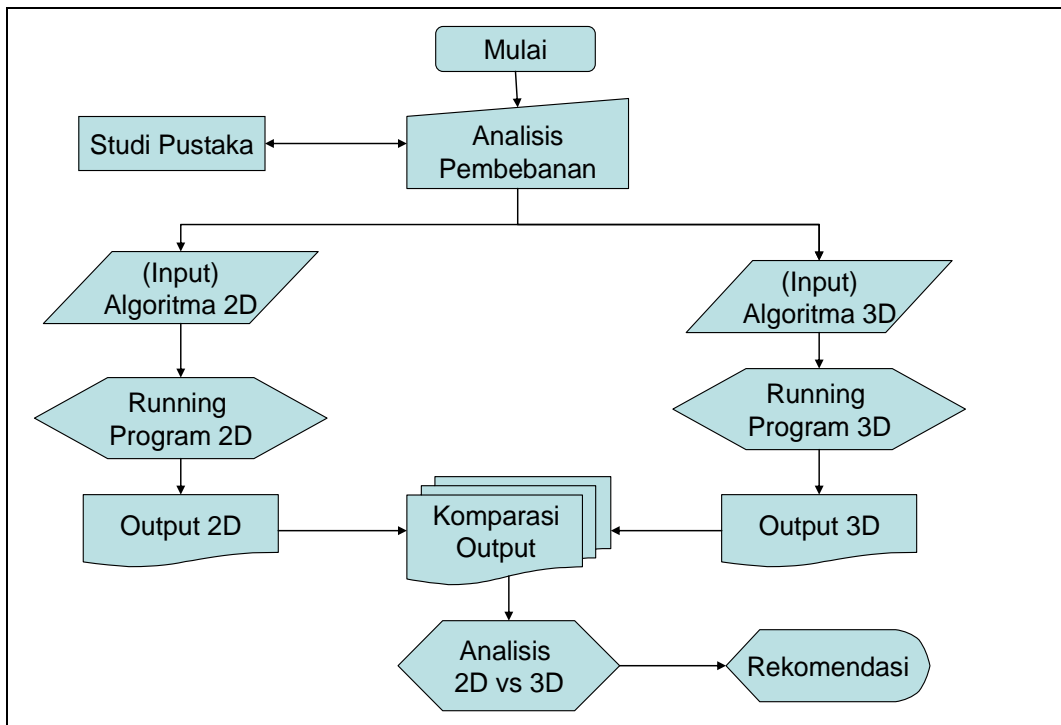
Penelitian dimulai dengan melakukan perhitungan perencanaan kuda-kuda rangka. Pada dasarnya langkah perhitungan yang umum digunakan untuk pendimensian kuda-kuda adalah dengan menggunakan teori Cremona sebagai metode analisa strukturnya, ataupun dengan menggunakan kesetimbangan gaya di titik buhul. Sebelum dianalisa dengan metode Cremona, harus sudah diketahui macam dan besar beban yang direncanakan akan didukung oleh kuda-kuda tersebut.

Beban yang diperhitungkan di sini adalah: berat sendiri, beban guna dan beban angin. Yang dimaksud berat sendiri adalah berat bahan penutup atap, berat gording, berat air hujan dan berat sendiri kuda-kuda. Dari beragam beban tersebut kemudian dilakukan kombinasi pembebanan. Dan kombinasi pembebanan yang terbesar digunakan sebagai beban pada proses analisa struktur. Hasil analisa struktur adalah berupa besar gaya di masing-masing batang kuda-kuda tersebut beserta sifat gayanya (tekan atau tarik). Berdasarkan besar dan sifat gaya tersebut kemudian direncanakan dimensi batang masing-masing bagian kuda-kuda.

Langkah berikutnya adalah perhitungan sambungan pada masing-masing titik buhul. dengan mengetahui besarnya gaya yang bekerja pada masing-masing batang yang bertemu di titik buhul yang ditinjau. Kemudian ditentukan jenis sambungan yang dipakai dan diikuti prosedur perhitungan sesuai jenis sambungan yang dipilih.

Langkah-langkah perhitungan secara manual seperti dijelaskan di atas, kemudian dapat lebih diringkas dengan menggunakan bantuan software program analisa struktur. Selain lebih menghemat waktu, penggunaan program tersebut juga memberikan hasil perhitungan yang lebih akurat dan mudah ditelusuri kesalahan-kesalahan asumsinya.

Secara skematis, tahapan penelitian yang akan dilakukan digambarkan pada Gambar 1 berikut.

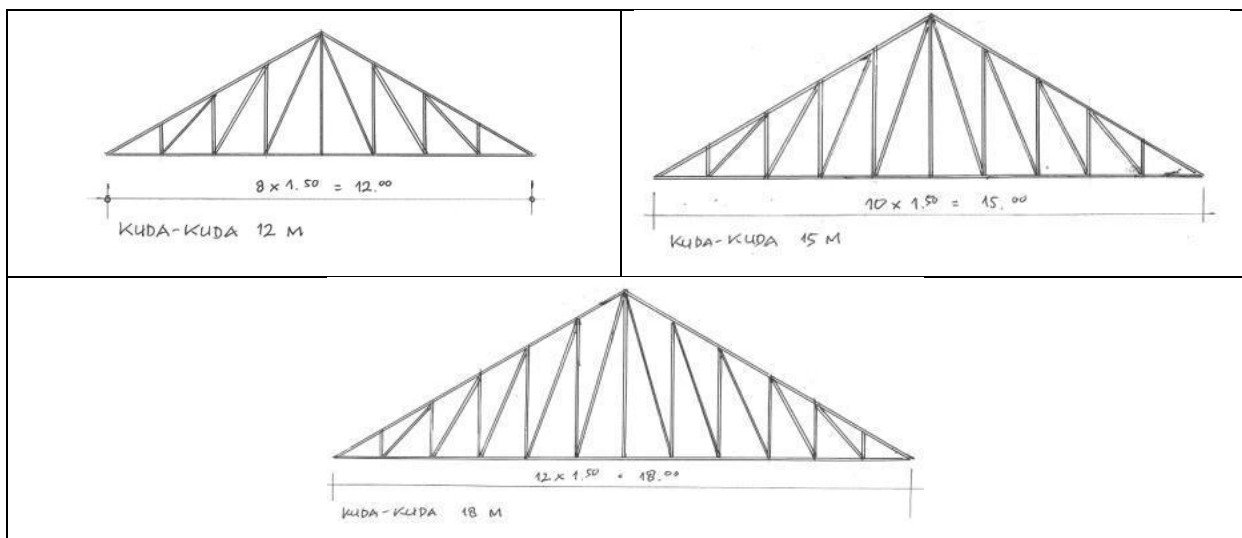


Gambar 1. Diagram Tahapan Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

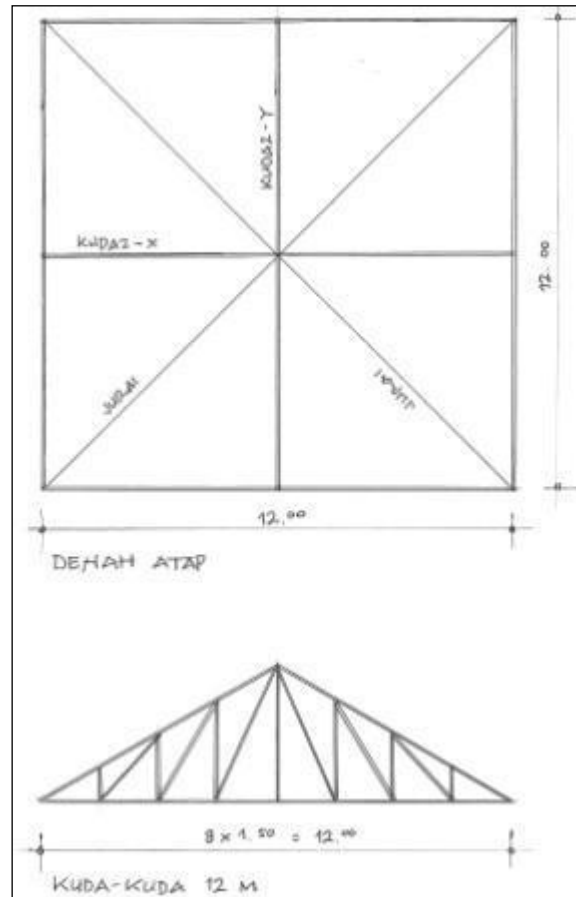
**DESKRIPSI HASIL PENELITIAN**

Kuda-kuda yang dijadikan sampel penelitian yaitu kuda-kuda atap limas dengan bentang 12, 15, 18, 21 dan 24 meter dengan bentuk rangka kuda-kuda sebagai berikut :



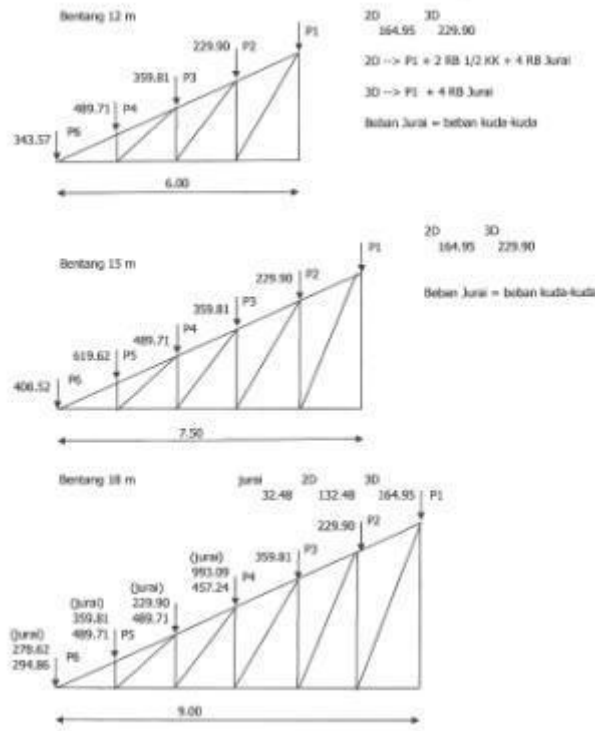
Gambar 2. Bentuk Kuda-kuda

Beban kuda-kuda dihitung pada setengah bentang, dikarenakan bentuk kuda-kuda yang simetris. Pada perhitungan SAP 2 dimensi, kuda-kuda arah Y menjadi kuda-kuda anak yang membebani kuda-kuda arah X sebagai kuda-kuda utama. Sedangkan Pada perhitungan SAP 3 dimensi, kuda-kuda arah X dan arah Y dihitung bersama-sama sebagai penahan beban atap.

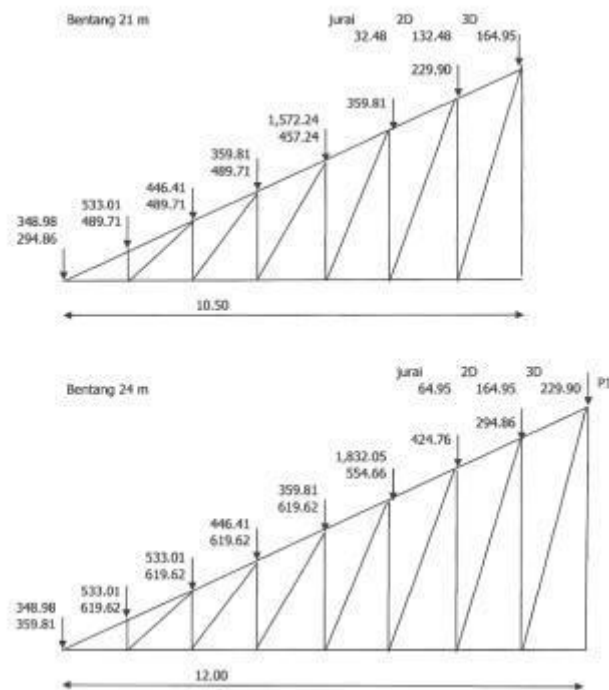


Gambar 3. Pembebanan Kuda-kuda

Beban kuda-kuda tiap titik simpul untuk tiap bentang adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 4. Beban Kuda-kuda bentang 12 M, 15 M, 18 M



Gambar 5. Beban Kuda-kuda bentang 21 M, 24 M

**Perbandingan Berat Kuda – Kuda Baja Atap Limas 2 Dimensi dengan 3 Dimensi**

## PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

## Gaya Batang

Berdasarkan perhitungan gaya batang menggunakan SAP, gaya batang pada kuda-kuda arah X yang dihitung dengan metode 2 dimensi menghasilkan gaya batang yang lebih besar daripada perhitungan 3 dimensi.

Tabel 1. Gaya Batang kuda-kuda bentang 18 M

Frame	Station	P - 2D	P - 3D	selisih	Frame	P -1/2 kuda2	selisih 2D- 1/2	selisih 3D- 1/2	
Text	m	Kgf	Kgf	Kgf	Text	Kgf	Kgf	Kgf	
1	1.5	9222.04	5481.56	3,740.48	1	1,017.00	8,205.04	4,464.56	bawah
2	1.5	8797.92	5057.45	3,740.47	2	592.89	8,205.03	4,464.56	bawah
3	1.5	8373.81	4633.34	3,740.47	3	168.78	8,205.03	4,464.56	bawah
4	1.5	7963.76	4223.28	3,740.48	4	-241.28	8,205.04	4,464.56	bawah
5	1.5	7593.08	3852.61	3,740.47	5	-611.95	8,205.03	4,464.56	bawah
6	1.5	7279.59	3539.12	3,740.47	6	-925.44	8,205.03	4,464.56	bawah
7	1.5	7279.59	3539.12	3,740.47					bawah
8	1.5	7593.08	3852.61	3,740.47					bawah
9	1.5	7963.76	4223.28	3,740.48					bawah
10	1.5	8373.81	4633.34	3,740.47					bawah
11	1.5	8797.92	5057.45	3,740.47					bawah
12	1.5	9222.04	5481.56	3,740.48					bawah
13	0.866	-489.71	-489.71	0.00	7	-489.71	0.00	0.00	tegak
14	1.732	-734.57	-734.57	0.00	8	-734.57	0.00	0.00	tegak
15	2.598	-946.95	-946.95	0.00	9	-946.95	0.00	0.00	tegak
16	3.464	-1070.02	-1070.02	0.00	10	-1,070.02	0.00	0.00	tegak
17	4.33	-1085.92	-1085.92	0.00	11	-1,085.92	0.00	0.00	tegak
18	5.196	0	0	0.00	12	-1,069.88	1,069.88	1,069.88	tegak
19	4.33	-1085.92	-1085.92	0.00			-1,085.92		tegak
20	3.464	-1070.02	-1070.02	0.00			-1,070.02		tegak
21	2.598	-946.95	-946.95	0.00			-946.95		tegak
22	1.732	-734.56	-734.57	0.01			-734.56		tegak
23	0.866	-489.71	-489.71	0.00			-489.71		tegak
24	1.73204	-10648.61	-6329.52	-4,319.09	13	-2,242.93	-8,405.68	-4,086.59	atas
25	1.73204	-10648.61	-6329.52	-4,319.09	14	-2,242.93	-8,405.68	-4,086.59	atas
26	1.73204	-10158.89	-5839.8	-4,319.09	15	-1,753.21	-8,405.68	-4,086.59	atas



Frame	Station	P - 2D	P - 3D	selisih	Frame	P -1/2 kuda2	selisih 2D- 1/2	selisih 3D- 1/2	
Text	m	Kgf	Kgf	Kgf	Text	Kgf	Kgf	Kgf	
27	1.73204	-9669.17	-5350.08	-4,319.09	16	-1,263.48	-8,405.69	-4,086.60	atas
28	1.73204	-9195.69	-4876.59	-4,319.10	17	-790.00	-8,405.69	-4,086.59	atas
29	1.73204	-8767.67	-4448.57	-4,319.10	18	-361.98	-8,405.69	-4,086.59	atas
30	1.73204	-8767.67	-4448.57	-4,319.10			-8,767.67		atas
31	1.73204	-9195.69	-4876.59	-4,319.10			-9,195.69		atas
32	1.73204	-9669.17	-5350.08	-4,319.09			-9,669.17		atas
33	1.73204	-10158.89	-5839.8	-4,319.09			-10,158.89		atas
34	1.73204	-10648.61	-6329.52	-4,319.09			-10,648.61		atas
35	1.73204	-10648.61	-6329.52	-4,319.09			-10,648.61		atas
36	2.29125	647.83	647.83	0.00	19	647.83	0.00	0.00	diagonal
37	2.99993	848.21	848.21	0.00	20	848.21	0.00	0.00	diagonal
38	3.77482	1031.92	1031.92	0.00	21	1,031.92	0.00	0.00	diagonal
39	4.58246	1132.41	1132.41	0.00	22	1,132.41	0.00	0.00	diagonal
40	5.40818	1130.26	1130.26	0.00	23	1,130.26	0.00	0.00	diagonal
41	5.40818	1130.26	1130.26	0.00					diagonal
42	4.58246	1132.41	1132.41	0.00					diagonal
43	3.77482	1031.92	1031.92	0.00					diagonal
44	2.99993	848.21	848.21	0.00					diagonal
45	2.29125	647.83	647.83	0.00					diagonal

Dari tabel di atas, terlihat bahwa, perbedaan gaya batang terjadi pada batang atas dan batang bawah, sedangkan untuk batang vertikal dan diagonal hasilnya sama untuk perhitungan 2 dimensi (kuda-kuda utuh dan setengah kuda-kuda) maupun perhitungan 3 dimensi.

### (a) Dimensi Batang

Perhitungan dimensi batang didasarkan pada gaya batang maksimum yang terjadi untuk setiap jenis batang. Sebagai contoh pada batang bawah yang merupakan batang tarik, diambil gaya batang terbesar untuk pendimensian semua batang bawah. Pada penelitian ini konstruksi kuda-kuda menggunakan profil double siku sama kaki dengan pelat buhul tebal 10 mm.

### (b) Berat kuda-kuda

Berdasarkan profil yang didapat untuk setiap jenis batang, maka didapat berat profil penyusun konstruksi rangka kuda-kuda. Sebagai pendekatan untuk menghitung berat alat penyambung, diambil 10% dari berat konstruksi kuda-kuda.

Tabel 2. Berat konstruksi Kuda-kuda KK1 bentang 15 M – 2 dimensi

Bentang	Frame	Station	P	Profil	berat	berat	
m	Text	M	Kgf		kg/m	kg	
15 - 2D	1	1.5	7682.23	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	2	1.5	7145.61	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	3	1.5	6683.99	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	4	1.5	6297.38	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	5	1.5	5985.76	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	6	1.5	5985.76	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	7	1.5	6297.38	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	8	1.5	6683.99	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	9	1.5	7145.61	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	10	1.5	7682.23	bawah	J L 45.45.5	3.38	5.070
15 - 2D	11	0.866	-619.62	tegak	J L 30.30.3	1.36	1.178
15 - 2D	12	1.732	-799.52	tegak	J L 30.30.3	1.36	2.356
15 - 2D	13	2.598	-892.82	tegak	J L 30.30.3	1.36	3.533
15 - 2D	14	3.464	-899.52	tegak	J L 30.30.3	1.36	4.711
15 - 2D	15	4.33	0	tegak	J L 30.30.3	1.36	5.889
15 - 2D	16	3.464	-899.52	tegak	J L 30.30.3	1.36	4.711
15 - 2D	17	2.598	-892.82	tegak	J L 30.30.3	1.36	3.533
15 - 2D	18	1.732	-799.52	tegak	J L 30.30.3	1.36	2.356
15 - 2D	19	0.866	-619.62	tegak	J L 30.30.3	1.36	1.178
15 - 2D	20	1.73204	-8870.61	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	21	1.73204	-8870.61	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	22	1.73204	-8250.98	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	23	1.73204	-7717.95	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	24	1.73204	-7271.53	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	25	1.73204	-7271.53	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	26	1.73204	-7717.95	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	27	1.73204	-8250.98	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	28	1.73204	-8870.61	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	29	1.73204	-8870.61	atas	J L 50.50.5	3.77	6.530
15 - 2D	30	2.29125	819.69	diagonal	J L 30.30.3	1.36	3.116
15 - 2D	31	2.99993	923.21	diagonal	J L 30.30.3	1.36	4.080
15 - 2D	32	3.77482	972.94	diagonal	J L 30.30.3	1.36	5.134
15 - 2D	33	4.58246	951.96	diagonal	J L 30.30.3	1.36	6.232
15 - 2D	34	4.58246	951.96	diagonal	J L 30.30.3	1.36	6.232
15 - 2D	35	3.77482	972.94	diagonal	J L 30.30.3	1.36	5.134
15 - 2D	36	2.99993	923.21	diagonal	J L 30.30.3	1.36	4.080
15 - 2D	37	2.29125	819.69	diagonal	J L 30.30.3	1.36	3.116
						182.566	
Total berat kuda-kuda						<b>200.822</b>	

Tabel 3. Berat konstruksi 1/2 Kuda-kuda bentang 15 M – 2 dimensi

Bentang M	Frame Text	Station m	P Kgf		Profil	berat kg/m	berat kg	
15 - ½ kuda2	1	1.5	923.24	bawah	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.040	
15 - ½ kuda2	2	1.5	386.61	bawah	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.040	
15 - ½ kuda2	3	1.5	-75	bawah	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.040	
15 - ½ kuda2	4	1.5	-461.62	bawah	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.040	
15 - ½ kuda2	5	1.5	-773.23	bawah	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.040	
15 - ½ kuda2	6	0.866	-619.62	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	1.178	
15 - ½ kuda2	7	1.732	-799.52	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.356	
15 - ½ kuda2	8	2.598	-892.82	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	3.533	
15 - ½ kuda2	9	3.464	-899.52	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	4.711	
15 - ½ kuda2	10							
15 - ½ kuda2	11	1.73204	-1958.9	Atas	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.356	
15 - ½ kuda2	12	1.73204	-1958.9	Atas	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.356	
15 - ½ kuda2	13	1.73204	-1339.26	Atas	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.356	
15 - ½ kuda2	14	1.73204	-806.24	Atas	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.356	
15 - ½ kuda2	15	1.73204	-359.81	Atas	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.356	
15 - ½ kuda2	16	2.29125	819.69	diagonal	┘ ┘ 30.30.3	1.36	3.116	
15 - ½ kuda2	17	2.99993	923.21	diagonal	┘ ┘ 30.30.3	1.36	4.080	
15 - ½ kuda2	18	3.77482	972.94	diagonal	┘ ┘ 30.30.3	1.36	5.134	
15 - ½ kuda2	19	4.58246	951.96	diagonal	┘ ┘ 30.30.3	1.36	6.232	
							52.317	
Total berat kuda-kuda							<b>57.549</b>	

Tabel 4. Berat konstruksi Kuda-kuda bentang 15 M – 3 dimensi

Bentang m	Frame Text	Station m	P Kgf		Profil	berat kg/m	berat kg
15 - 3D	1	1.5	4574.62	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	2	1.5	4038	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	3	1.5	3576.38	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	4	1.5	3189.76	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	5	1.5	2878.15	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	6	1.5	2878.15	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	7	1.5	3189.76	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	8	1.5	3576.38	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	9	1.5	4038	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	10	1.5	4574.62	bawah	┘ ┘ 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	11	0.866	-619.62	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	1.178
15 - 3D	12	1.732	-799.52	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.356
15 - 3D	13	2.598	-892.82	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	3.533
15 - 3D	14	3.464	-899.52	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	4.711
15 - 3D	15	4.33	0	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	5.889
15 - 3D	16	3.464	-899.52	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	4.711
15 - 3D	17	2.598	-892.82	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	3.533
15 - 3D	18	1.732	-799.52	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	2.356
15 - 3D	19	0.866	-619.62	tegak	┘ ┘ 30.30.3	1.36	1.178
15 - 3D	20	1.73204	-5282.28	atas	┘ ┘ 40.40.4	2.42	4.192

## Perbandingan Berat Kuda – Kuda Baja Atap Limas 2 Dimensi dengan 3 Dimensi

Bentang m	Frame Text	Station m	P Kgf		Profil	berat kg/m	berat kg
15 - 3D	21	1.73204	-5282.28	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	22	1.73204	-4662.64	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	23	1.73204	-4129.62	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	24	1.73204	-3683.2	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	25	1.73204	-3683.2	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	26	1.73204	-4129.62	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	27	1.73204	-4662.64	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	28	1.73204	-5282.28	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	29	1.73204	-5282.28	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	30	2.29125	819.69	diagonal	J L 30.30.3	1.36	3.116
15 - 3D	31	2.99993	923.21	diagonal	J L 30.30.3	1.36	4.080
15 - 3D	32	3.77482	972.94	diagonal	J L 30.30.3	1.36	5.134
15 - 3D	33	4.58246	951.96	diagonal	J L 30.30.3	1.36	6.232
15 - 3D	34	4.58246	951.96	diagonal	J L 30.30.3	1.36	6.232
15 - 3D	35	3.77482	972.94	diagonal	J L 30.30.3	1.36	5.134
15 - 3D	36	2.99993	923.21	diagonal	J L 30.30.3	1.36	4.080
15 - 3D	37	2.29125	819.69	diagonal	J L 30.30.3	1.36	3.116
15 - 3D	38	1.5	4574.62	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	39	1.5	4038	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	40	1.5	3576.38	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	41	1.5	3189.76	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	42	1.5	2878.15	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	43	0.866	-619.62	tegak	J L 30.30.3	1.36	1.178
15 - 3D	44	1.732	-799.52	tegak	J L 30.30.3	1.36	2.356
15 - 3D	45	2.598	-892.82	tegak	J L 30.30.3	1.36	3.533
15 - 3D	46	3.464	-899.52	tegak	J L 30.30.3	1.36	4.711
15 - 3D	47	1.73204	-5282.28	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	48	1.73204	-5282.28	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	49	1.73204	-4662.64	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	50	1.73204	-4129.62	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	51	1.73204	-3683.2	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	52	2.29125	819.69	diagonal	J L 30.30.3	1.36	3.116
15 - 3D	53	2.99993	923.21	diagonal	J L 30.30.3	1.36	4.080
15 - 3D	54	3.77482	972.94	diagonal	J L 30.30.3	1.36	5.134
15 - 3D	55	4.58246	951.96	diagonal	J L 30.30.3	1.36	6.232
15 - 3D	56	1.5	2878.15	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	57	1.5	3189.76	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	58	1.5	3576.38	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	59	1.5	4038	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	60	1.5	4574.62	bawah	J L 35.35.4	2.1	3.150
15 - 3D	61	3.464	-899.52	tegak	J L 30.30.3	1.36	4.711
15 - 3D	62	2.598	-892.82	tegak	J L 30.30.3	1.36	3.533
15 - 3D	63	1.732	-799.52	tegak	J L 30.30.3	1.36	2.356
15 - 3D	64	0.866	-619.62	tegak	J L 30.30.3	1.36	1.178
15 - 3D	65	1.73204	-3683.2	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	66	1.73204	-4129.62	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	67	1.73204	-4662.64	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192
15 - 3D	68	1.73204	-5282.28	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192

Bentang m	Frame Text	Station m	P Kgf		Profil	berat kg/m	berat kg	
15 - 3D	69	1.73204	-5282.28	atas	J L 40.40.4	2.42	4.192	
15 - 3D	70	4.58246	951.96	diagonal	J L 30.30.3	1.36	6.232	
15 - 3D	71	3.77482	972.94	diagonal	J L 30.30.3	1.36	5.134	
15 - 3D	72	2.99993	923.21	diagonal	J L 30.30.3	1.36	4.080	
15 - 3D	73	2.29125	819.69	diagonal	J L 30.30.3	1.36	3.116	
							274.078	
Total berat kuda-kuda							<b>301.485</b>	

Pada kuda-kuda dengan bentang 15 m, , diperoleh, berat kuda-kuda KK1 (arah X) adalah 401,645 kg, berat ½ kuda-kuda (arah Y – 2 buah) adalah 230,196 kg. Sehingga dengan perhitungan 2 dimensi berat kuda-kuda arah X dan Y adalah 631,841 kg. Dengan perhitungan 3 dimensi, berat kuda-kuda arah X dan Y adalah 602,971 kg. Maka berat konstruksi kuda-kuda dengan perhitungan 3 dimensi adalah 95,43 % dari berat konstruksi kuda-kuda dengan perhitungan 2 dimensi.

Berat kuda-kuda untuk tiap bentang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Berat Kuda-kuda

Bentang (m)	Kuda-kuda				Perbandingan 3 D / 2 D
	KK1	½ kuda2	2 D	3 D	
12	262.632	162.706	425.338	400.402	94.14%
15	401.645	230.196	631.841	602.971	95.43%
18	634.160	413.247	1,047.407	992.901	94.80%
21	886.993	610.873	1,497.865	1,381.439	92.23%
24	1,362.647	78.399	1,241.047	1,943.826	86.74%

Dari tabel tabel di atas, terlihat bahwa kuda-kuda yang dihitung menggunakan SAP 3 dimensi menghasilkan berat konstruksi yang lebih ringan dibandingkan dengan perhitungan SAP2 dimensi.

**KESIMPULAN**

1. Perhitungan gaya batang pada konstruksi rangka kuda-kuda dengan menggunakan metode SAP 3 dimensi memerlukan data yang lebih kompleks dibandingkan perhitungan metode 2 dimensi.
2. Pada kuda-kuda dengan bentang 12 m, diperoleh, berat kuda-kuda KK1 (arah X) adalah 262, 632 kg, berat ½ kuda-kuda (arah Y – 2 buah) adalah 162,706 kg. Sehingga dengan

perhitungan 2 dimensi berat kuda-kuda arah X dan Y adalah 425,338 kg. Dengan perhitungan 3 dimensi, berat kuda-kuda arah X dan Y adalah 400,402 kg. Maka berat konstruksi kuda-kuda dengan perhitungan 3 dimensi adalah 94,14% dari berat konstruksi kuda-kuda dengan perhitungan 2 dimensi.

3. Perbandingan berat konstruksi kuda-kuda yang dihitung dengan 3 dimensi dibandingkan dengan 2 dimensi, untuk bentang 15 m adalah 95,43%, bentang bentang 18 m adalah 94,80%, bentang 21 m adalah 92,23% dan bentang 24 m adalah 86,74%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amon, Rene dan K, Bruce dan Mazumder Atanu. , 1998a, *Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur dan Arsitek 1*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Amon, Rene dan K, Bruce dan Mazumder Atanu. , 1998b, *Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur dan Arsitek 2*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- AP, Pius dan Y, Trisno. ,1994, *Kamus Kecil Bahasa Indonesia*. Arkola, Surabaya.
- Arikunti, Suharsimi. ,1993, *Manajemen Penelitian*. PT. Rineka Cipta, Jakarta
- Frick, Heinz. , 2004, *Mekanika Teknik 1*. Kanisius Yogyakarta.
- Gunawan, Rudy. ,1991a, *Pengantar Ilmu Bangunan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Gunawan, Rudy. ,1991b, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Yogyakarta.
- Puspantoro, Benny. ,1995, *Konstruksi Bangunan Gedung*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Sudjana. ,1996, *Metoda Statika Edisi ke-6*. Tarsito, Bandung.
- Supriadi, IK, 1996a, *Ilmu Bahan Bangunan Gedung Seri A*, Armico. Bandung.
- Supriadi, IK., 1996b, *Ilmu Bahan Bangunan Gedung Seri B* , Armico, Bandung.
- Sorowiyono, TW, Tutu. ,1991, *Dasar-dasar Perencanaan Rumah Tinggal.*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- T, Gunawan dan S, Margaret. , 2003, *Konstruksi Baja II*. Delta Teknik Group, Jakarta.
- Frick Heinz, Setiawan Pujo L. ,2001, *Ilmu Konstruksi Struktur Bangunan*, Kanisius, Yogyakarta

Tim Penelitian dan Pengembangan Wahana Komputer, 2003, *Analisis dan Perhitungan Struktur dengan SAP 2000*, Salemba Infotek, Jakarta

Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa, 2001, *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (Edisi Ketiga), Balai Pustaka, Jakarta

SAP 2000 , 1995, *Integrated Fineted Element Analysis and Design of Structure Getting Started*, Computer and Structure Inc. Berkeley, California USA