

PERBANDINGAN ANALISIS PORTAL GABLE BAJA MENGGUNAKAN METODE PANJANG EFEKTIF DAN METODE ANALISIS LANGSUNG

Syari Putri Winda Nurriszki¹ Muttaqin Hasan² M. Arief Rahman Panjaitan³

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh 23111, Indonesia *Corresponding author, email: syariputri9@gmail.com¹

Abstract

This paper presents the results of a comparison of Direct Analysis Method (DAM) to replace the effective length method (Effective Length Method, ELM) which is still used in Indonesia. The purpose of this research is to know the comparison of analysis result in the form of inner force (moment, shear force, axial force), reaction force placement, deflection and ratio of steel structure capacity with ELM method and DAM method. Includes bending moment diagrams, shear forces, axial forces, reaction force placement and capacity ratio. The structural elements studied are structural elements of steel gable portals. In the early stages of modeling the structure of steel gable portal, and then carried out loading on the portal structure in the form of dead load, live load and wind load. The analysis is then performed, and the results show that from the moment analysis and shear forces, the DAM method is more conservative (safer in design) than the ELM method because the DAM method tends to be a larger moment and shear force. Meanwhile, when viewed from the analysis of axial forces, reaction force placement, deflection and capacity ratio ELM method more conservative than the DAM method..

Keywords: DAM, ELM, bending moment, shear force, axial force, reaction force placement, deflection, capacity ratio

Abstrak

Tulisan ini menyajikan hasil perbandingan metode analisis langsung (Direct Analysis Method, DAM) untuk menggantikan metode panjang efektif (Effective Length Method, ELM) yang selama ini masih digunakan di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan hasil analisis berupa gaya dalam (momen, gaya geser, gaya aksial), gaya reaksi perletakan, lendutan dan rasio kapasitas struktur baja dengan metode ELM dan metode DAM. Meliputi diagram momen lentur, gaya geser, gaya aksial, gaya reaksi perletakan dan rasio kapasitas. Elemen struktur yang dikaji adalah elemen struktur portal gable baja. Pada tahap awal dilakukan pemodelan struktur portal gable baja, dan selanjutnya dilakukan pembebanan pada struktur portal berupa beban mati, beban hidup dan beban angin. Analisis kemudian dilakukan, dan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dari analisis momen dan gaya geser, metode DAM lebih konservatif (lebih aman dalam desain) dibandingkan metode ELM karena metode DAM cenderung momen dan gaya geser lebih besar. Sedangkan bila ditinjau dari analisis gaya aksial, gaya reaksi perletakan, lendutan dan rasio kapasitas metode ELM lebih konservatif dari pada metode DAM.

Kata kunci: DAM, ELM, momen lentur, gaya geser, gaya aksial, gaya reaksi perletakan, lendutan, rasio kapasitas

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Saat ini, Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1729-2002 mengenai Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung masih digunakan di Indonesia. Sementara itu, peraturan SNI yang terbaru telah dipublikasikan yaitu SNI 1729:2015 yang mengacu kepada *American Institute Steel Construction (AISC) 2010*. AISC sendiri sudah melakukan revisi peraturan AISC berulang kali.

Dalam SNI 1729:2015, terdapat metode desain stabilitas struktur yang baru yaitu metode analisis langsung (*Direct Analysis Method, DAM*), sedangkan metode panjang efektif (*Effective Length Method, ELM*) yang telah digunakan selama ini hanya digunakan sebagai metode alternatif. Selain itu, belum pernah dijumpai adanya peraturan SNI

mengenai standar perangkat lunak padahal perkembangan perangkat lunak untuk analisa struktur di Indonesia sudah beredar dimana-mana dan digunakan oleh konsultan perencana maupun kontaktor.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan melakukan analisis portal gable baja dengan metode analisis langsung (*Direct Analysis Method, DAM*) dan metode panjang efektif (*Effective Length Method, ELM*). Hasilnya akan dibandingkan satu dengan lainnya.

1.4 Hasil Yang Diperoleh

Hasil yang didapat dari penelitian ini berupa perbandingan momen, gaya geser, gaya aksial, gaya reaksi perletakan, lendutan, dan rasio kapasitas untuk metode ELM dan metode DAM.

Hasil analisis menunjukkan bahwa momen maksimum untuk ELM dan metode DAM berturut-turut adalah 53,998 kNm dan 54,535 kNm. Gaya geser maksimum untuk metode ELM dan DAM adalah 19,535 kN dan 19,627 kN. Gaya aksial dan reaksi perletakan untuk metode ELM dan DAM adalah 37,010 kN dan 36,322 kN. Lendutan maksimum untuk metode ELM dan DAM adalah 0,054 m dan 0,053 m. Rasio kapasitas maksimum pada kolom untuk metode ELM dan DAM adalah 0,678 dan 0,699 akibat kombinasi gaya aksial dan momen lentur. Sedangkan rasio kapasitas maksimum pada balok untuk metode ELM dan DAM adalah 0,459 dan 0,632.

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Struktur Portal Gable

Struktur portal gable merupakan salah satu bentuk konstruksi baja yang sering digunakan dalam perencanaan struktur pada bangunan-bangunan bentang besar, seperti bangunan industri, gudang, pabrik, workshop, dan arena olah raga yang memerlukan ruangan yang cukup luas tanpa tiang-tiang penyangga di tengah ruangan. Suatu portal gable mempunyai berbagai macam komponen yang berperan dalam menunjang kekuatan struktur secara keseluruhan, yaitu antara lain : rafter, kolom base plate, haunch dan stiffener

2.2 Pembebanan

Peraturan pembebanan yang dipakai mengacu pada SNI 03-1727-1989[1]., Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. Beban-beban yang bekerja meliputi:

2.2.1 Beban mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah berat beban dengan besar yang konstan dan berada pada posisi yang sama setiap saat. Beban ini terdiri atas berat semua elemen struktur termasuk berat bagian yang berada di atasnya seperti gording dan penutup atap.

2.2.2 Beban hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah beban yang besar dan posisinya dapat berubah-ubah. Beban hidup yang dapat bergerak dengan tenaganya sendiri disebut beban bergerak, seperti manusia dan kendaraan. Jenis beban hidup yang lain adalah beban air hujan.

2.2.3 Beban angin (*Wind Load*)

Angin tekan dan angin hisap yang terjadi dianggap bekerja tegak lurus bidang atap pada tiap titik buhul bagian atas dan pada bagian dinding, sehingga komponen angin hanya bekerja pada arah sumbu x saja dan komponen angin dalam arah sumbu y = 0.

2.2.4 Beban gempa (*Earthquake Load*)

Dalam peraturan yang berlaku sesuai SNI 1726 – 2012, gempa rencana ditetapkan sebagai gempa maksimum dengan kemungkinan terlewatinya besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 persen.

2.3 Metode Analisis Struktur

2.3.1 Metode panjang efektif

Ivanfebraja dan Teruna[3] menyebutkan bahwa metode panjang efektif (*Effective Length Method, ELM*) adalah metode yang digunakan untuk memperhitungkan pengaruh portal keseluruhan melalui perilaku kolom secara individu. Untuk melakukan hal tersebut, *nomogram braced frame* dan *unbraced frame* diperlukan untuk memperoleh nilai faktor panjang efektif dari kolom secara individu.

2.3.2 Metode analisis langsung

Ivanfebraja dan Teruna[3] menyebutkan bahwa metode analisis langsung (*Direct Analysis Method, DAM*) adalah metode yang digunakan untuk mengatasi keterbatasan analisis struktur elastis yang tidak bisa memperhitungkan stabilitas secara langsung. Persyaratan analisa struktur dengan Direct Analysis Method (DAM) yang dikeluarkan oleh AISC 2010,

Pada metode *Direct Analysis Method* (DAM), pengaruh ketidaksempurnaan batang diperhitungkan sewaktu dilakukan analisa struktur. Pengaruh ketidaksempurnaan batang tersebut dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan pemodelan ketidaksempurnaan batang tersebut atau diberi sebuah beban horizontal pada tiap tingkat yang dinamakan dengan *notional load*. Nilai *notional load* tersebut adalah :

$$N_i = 0.002\alpha Y_i \dots\dots\dots 2.15)$$

Keterangan :

$$\alpha = 1,0 \text{ (LRFD)} ; \alpha = 1,6 \text{ (ASD)}$$

N_i = beban notional yang digunakan pada level i, kips (N)

Y_i = beban gravitasi di level i dari kombinasi cara LRFD maupun ASD

2.4 Lendutan

Batas-batas lendutan untuk keadaan kemampuan-layan batas harus sesuai dengan struktur, fungsi penggunaan, sifat pembebanan, serta elemen-elemen yang didukung oleh struktur tersebut. Batas lendutan maksimum diberikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Batas lendutan maksimum

komponen struktur dengan beban tidak terfaktor	Beban tetap	Beban sementara
Balok pemikul dinding atau finishing yang getas	L/360	-
Balok biasa	L/240	-
Kolom dengan analisis orde pertama saja	h/500	h/200
Kolom dengan analisis orde kedua	h/500	h/200

2.5 Rasio Kapasitas

Untuk elemen struktur yang mengalami kombinasi gaya aksial dan momen lentur, rasio kapasitasnya mengacu Dewobroto[4] pada harus di cek sebagai berikut:

(a) jika $\frac{P_r}{P_c} \geq 0,2$, maka :

$$\frac{P_r}{P_c} + \alpha \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \dots\dots\dots(2.24)$$

(b) jika $\frac{P_r}{P_c} < 0,2$, maka :

$$\frac{P_r}{P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

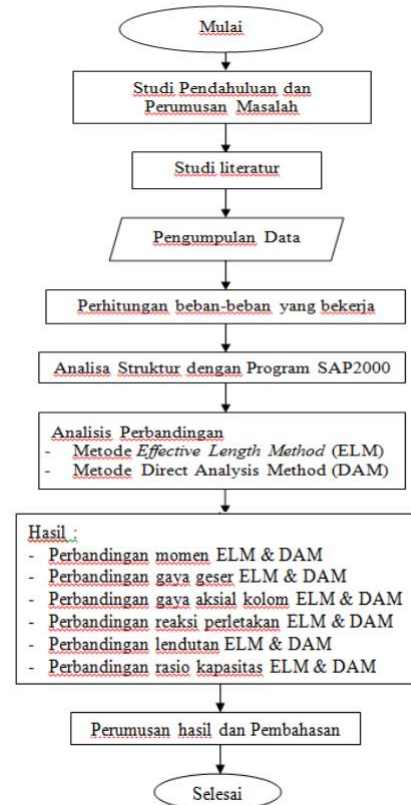
$P_r = P_u$ kuat aksial perlu elemen struktur, hasil analisa struktur rangka secara menyeluruh (global)

$P_c = \phi P_n$ kuat rencana elemen struktur

$M_r = M_u$ kuat lentur perlu elemen, hasil analisis struktur yang telah memperhitungkan efek orde ke-2 atau efek P-Δ pada rangka secara menyeluruh (global).

3. Metodologi Perencanaan

Pada bab ini akan diuraikan secara singkat mengenai tahap-tahap perencanaan. Secara garis besar, perhitungannya dalam perencanaan ini menggunakan bantuan software seperti Microsoft Excel dan SAP2000. Metodologi perencanaan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir

4. Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil perbandingan analisis dengan metode analisis langsung (*Direct Analysis Method*, DAM) dan metode panjang efektif (*Effective Length Method*, ELM) berdasarkan output program SAP2000 dan perhitungan yang dilakukan menggunakan Microsoft Excel. Pembahasan dilakukan sesuai dengan latar belakang dan permasalahan yang dikemukakan pada Bab I, didukung dengan studi literatur pada bab II dengan menggunakan metode penelitian yang telah diuraikan pada Bab III.

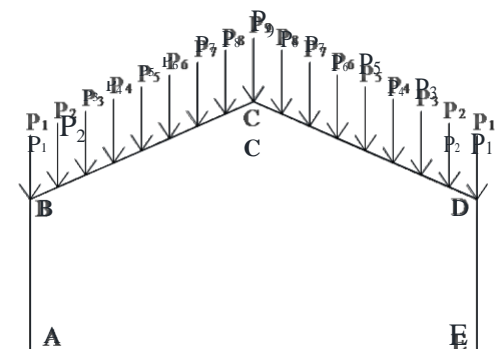
4.1 Pembebanan Metode Panjang Efektif (ELM)

Berdasarkan pada SNI 03-1727-1989, beban mati, beban hidup, dan beban angin yang bekerja pada portal gable dapat dilihat pada Tabel 2.

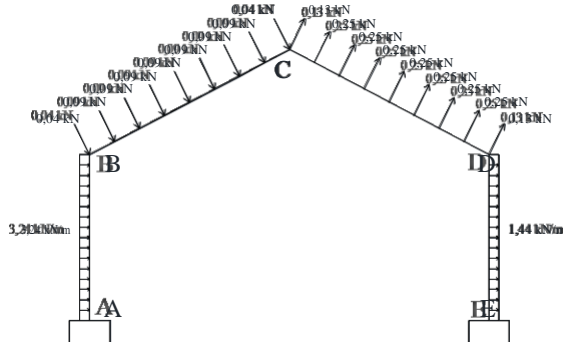
Tabel 2 Pembebanan metode ELM pada portal gable

Titik Buhul	Beban mati (KN)	Beban Hidup (KN)	Beban Angin (kN)			
			Angin Tekan (KN)	Angin Hisap (KN)	Dinding Pihak Angin (KNm)	Dinding Belakang Angin (KNm)
P1	0.818	2.000	0.044	0.126	-	-
P2-P8	1.135	1.143	0.088	0.252	-	-
P9	1.585	1.143	0.044	0.126	-	-
Bentang AB	-	-	-	-	3.240	-
Bentang ED	-	-	-	-	-	1.440

Untuk pembebanan beban mati dan beban hidup dapat dilihat pada Gambar 2 dan untuk pembebanan beban angin pada atap dan dinding dapat dilihat pada Gambar 3.



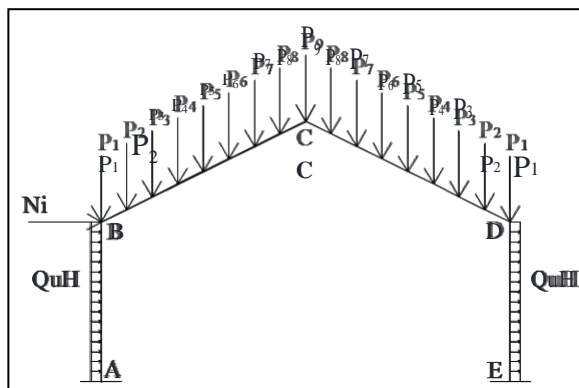
Gambar 2 Beban mati dan beban hidup yang bekerja pada tiap titik buhul portal gable



Gambar 3 Beban angin yang bekerja pada portal gable

4.2 Pembebanan Metode Analisis Langsung (DAM)

Analisa dilakukan dengan menggunakan software SAP2000. Berdasarkan pada SNI 03-1727-1989, beban mati, beban hidup, dan beban angin yang bekerja pada portal gable dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Pembebanan untuk analisis DAM

4.3 Perbandingan Metode ELM dan DAM dengan kombinasi 1,2D+1,6L

Analisa dilakukan dengan menggunakan software SAP2000. Sesuai pembebanan yang telah dijelaskan di sub bab sebelumnya, maka portal gable akan dianalisis menggunakan metode ELM dan untuk pembebanan metode DAM dengan kombinasi 1,2D + 1,6L dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai perbandingan momen lentur, gaya geser dan gaya aksial metode ELM dan DAM yang diperlihatkan pada Tabel 4. Untuk gaya dan momen reaksi perletakan metode ELM dan DAM diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 3 Pembebanan metode DAM dengan kombinasi 1,2D + 1,6L

Titik	Beban mati (KN)	Beban Hidup (KN)	Beban Pu (KN)	Beban Notional (KN)
Buhul P1	0.818	2.000	4.182	-
P2-P8	1.135	1.143	3.191	-
P9	1.585	1.143	3.731	-
Bentang AB	-	-	-	0.114
Bentang ED	-	-	-	-

Tabel 4 Momen, gaya geser dan gaya aksial dengan kombinasi 1,2D + 1,6L

Joint	Metode ELM			Metode DAM		
	Momen (KNm)	Gaya Geser (KN)	Gaya Aksial (KN)	Momen (KNm)	Gaya Geser (KN)	Gaya Aksial (KN)
1	-39.87	-14.40	-36.84	-39.18	-14.21	-36.10
2	-46.51	-19.22	-26.22	-46.08	-19.11	-26.10
37	-26.49	-15.84	-24.46	-26.12	-15.73	-24.34
38	-10.05	-12.46	-22.71	-9.75	-12.35	-22.59
39	2.82	-9.08	-20.95	3.06	-8.96	-20.84
40	12.13	-5.70	-19.19	12.29	-5.58	-19.09
41	17.86	-2.32	-17.43	17.94	-2.20	-17.34
42	20.02	1.06	-15.68	20.02	1.64	-15.59
43	18.61	4.44	-13.92	18.52	5.27	-13.84
44	18.61	-4.44	-13.92	18.43	-4.94	-13.90
45	20.02	-1.06	-15.68	19.85	-1.57	-15.66
46	17.86	2.32	-17.43	17.70	2.27	-17.42
47	12.13	5.70	-19.19	11.98	5.64	-19.19
48	2.82	9.08	-20.95	2.69	9.02	-20.95
49	-10.05	12.46	-22.71	-10.16	12.39	-22.72
50	-26.49	15.84	-24.46	-26.58	15.77	-24.48
4	-46.51	19.22	-26.22	-46.57	19.14	-26.24
5	39.87	14.40	-36.84	40.21	-14.47	-36.20

Tabel 5 Gaya dan momen reaksi perletakan dengan kombinasi 1,2D + 1,6L

Joint	Metode ELM			Metode DAM		
	F1 (KN)	F3 (KN)	M2 (KNm)	F1 (KN)	F3 (KN)	M2 (KNm)
1	14.40	36.84	39.87	14.21	36.10	39.18
5	-14.40	36.84	39.87	-14.47	36.20	-40.21

Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa pada metode DAM memiliki momen maksimum terdapat pada joint 4 sebesar (-) 46,569 kNm, gaya geser maksimum terdapat pada

joint 4 sebesar (-) 19,144 kN dan gaya aksial maksimum terdapat pada joint 5 sebesar (-) 36,198 kN. Dibandingkan metode ELM memiliki momen maksimum terdapat pada joint 2 dan 4 sebesar (-) 46,510 kNm, gaya geser maksimum terdapat pada joint 2 dan 4 sebesar 19,215 kN dan gaya aksial maksimum terdapat pada joint 1 dan 5 sebesar (-) 36,835 kN.

4.4 Perbandingan Metode ELM dan DAM dengan kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5W

Analisa dilakukan dengan menggunakan software SAP2000. Sesuai pembebanan yang telah dijelaskan di sub bab sebelumnya, maka portal gable akan dianalisis menggunakan metode ELM dan untuk pembebanan metode DAM dengan kombinasi 1,2D+1,6L+0,5W dapat dilihat pada Tabel 6. Nilai perbandingan momen lentur, gaya geser dan gaya aksial metode ELM dan DAM yang diperlihatkan pada Tabel 7. Untuk gaya dan momen reaksi perletakan metode ELM dan DAM diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 6 Pembebanan metode DAM dengan kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5W

Titik Buhul	Beban mati (KN)	Beban Hidup (KN)	Beban Angin (kN)				Beban Notional (KN)
			Angin Tekan (KN)	Angin Hisap (KN)	Dinding Pihak Angin (KNm)	Dinding Belakang Angin (KNm)	
P1	0.818	2.000	0.044	0.126	-	-	-
P2-P8	1.135	1.143	0.088	0.252	-	-	-
P9	1.585	1.143	0.044	0.126	-	-	-
Bentang AB	-	-	-	-	3.240	-	0.112
Bentang ED	-	-	-	-	-	1.440	-

Tabel 7 Momen, gaya geser dan aksial dengan kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5W

Joint	Metode ELM			Metode DAM		
	Momen (KNm)	Gaya Geser (KN)	Gaya Aksial (KN)	Momen (KNm)	Gaya Geser (KN)	Gaya Aksial (KN)
1	-18.52	-14.60	-36.08	-17.52	-14.36	-35.55
2	-39.90	-18.43	-26.05	-39.47	-18.05	-25.86
37	-20.71	-15.01	-24.29	-20.15	-15.02	-24.15
38	-5.15	-11.58	-22.53	-4.52	-11.53	-22.44
39	6.80	-8.16	-20.77	7.43	-8.05	-20.73
40	15.13	-4.74	-19.01	15.69	-4.56	-19.02
41	19.85	-1.31	-17.26	20.26	-1.07	-17.31
42	20.94	2.66	-15.50	21.15	2.88	-15.60
43	18.42	6.08	-13.74	18.36	6.36	-13.89
44	16.49	-4.26	-14.73	16.06	-4.19	-15.09
45	17.27	-1.01	-16.49	16.82	2.73	-16.80
46	14.61	2.79	-18.25	14.18	5.96	-18.51
47	8.51	6.05	-20.00	8.12	9.20	-20.22
48	-1.02	9.30	-21.76	0.32	12.66	-21.93
49	-13.99	12.55	-23.51	-14.25	6.36	-23.64
50	-30.40	15.80	-25.27	-30.55	-4.19	-25.35
4	-50.25	19.06	-27.03	-50.27	18.89	-27.06
5	54.00	-19.54	-37.01	54.54	-19.63	-36.32

Tabel 8 Momen, gaya geser dan aksial dengan kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5W

Joint	Metode ELM			Metode DAM		
	F1 (KN)	F3 (KN)	M2 (KNm)	F1 (KN)	F3 (KN)	M2 (KNm)
1	4.88	36.08	18.52	4.64	35.55	17.52
5	-19.54	37.01	-54.00	-19.63	36.32	-54.54

Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa metode DAM memiliki momen maksimum terdapat pada joint 5 sebesar 54,535 kNm, gaya geser maksimum terdapat pada joint 5 sebesar (-) 19,627 kN dan gaya aksial maksimum terdapat pada joint 5 sebesar (-) 36,322 kN. Dibandingkan metode ELM memiliki momen maksimum terdapat pada joint 5 sebesar 53,998 kNm, gaya geser maksimum terdapat pada joint 5 sebesar (-)19,535 kN dan gaya aksial maksimum terdapat pada joint 5 sebesar (-) 37,010 kN

4.6 Perbandingan Metode ELM dan DAM dengan Kombinasi 0,9D + 1,0W

Analisa dilakukan dengan menggunakan software SAP2000. Sesuai pembebanan yang telah dijelaskan di sub bab sebelumnya, maka portal gable akan dianalisis menggunakan metode ELM dan untuk pembebanan metode DAM dengan kombinasi 0,9D + 1,0W dapat dilihat pada tabel 4.8. Nilai perbandingan momen lentur, gaya geser dan gaya aksial metode ELM dan DAM yang diperlihatkan pada Tabel 8. Untuk gaya dan momen reaksi perletakan metode ELM dan DAM diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Momen, gaya geser dan aksial dengan kombinasi 0,9D + 1,0W

Titik Buhul	Beban mati (kN)	Beban Angin (kN)				Beban Notional (KN)
		Angin Tekan	Angin Hisap	Dinding Pihak Angin	Dinding Belakang Angin	
P1	0.818	0.044	0.126	-	-	-
P2-P8	1.135	0.088	0.252	-	-	-
P9	1.585	0.044	0.126	-	-	-
Bentang AB	-	-	-	3.240	-	0.034
Bentang ED	-	-	-	-	1.440	-

Tabel 10 Momen, gaya geser dan aksial dengan kombinasi 0,9D + 1,0W

Joint	Metode ELM			Metode DAM		
	Momen (KNm)	Gaya Geser (KN)	Gaya Aksial (KN)	Momen (KNm)	Gaya Geser (KN)	Gaya Aksial (KN)
1	26.95	13.36	-13.42	26.44	13.17	-14.12
2	-5.14	-6.07	-10.04	-5.75	-6.34	-10.39
37	1.06	-4.66	-9.35	0.71	-4.89	-9.68
38	5.77	-3.26	-8.66	5.64	-3.44	-8.97
39	8.99	-1.85	-7.98	9.03	-1.99	-8.27
40	10.73	-0.44	-7.29	10.89	-0.54	-7.56
41	10.98	1.37	-6.61	11.22	1.37	-6.85

Joint	Metode ELM			Metode DAM		
	Momen	Gaya Geser	Gaya Aksial	Momen	Gaya Geser	Gaya Aksial
	(KNm)	(KN)	(KN)	(KNm)	(KN)	(KN)
42	9.75	2.78	-5.92	10.01	2.82	-6.14
43	7.03	4.19	-5.23	7.27	4.27	-5.43
44	2.82	-0.54	-7.22	3.42	-0.63	-7.41
45	2.40	0.94	-7.90	2.67	0.94	-8.12
46	0.51	2.00	-8.58	0.75	2.05	-8.83
47	-2.51	3.07	-9.27	-2.35	3.16	-9.54
48	-6.66	4.13	-9.95	-6.63	4.27	-10.25
49	-11.93	5.19	-10.63	-12.08	5.39	-10.96
50	-18.33	6.26	-11.32	-18.70	6.50	-11.67
4	-25.85	7.32	-12.00	7.27	7.61	-12.38
5	44.02	-15.96	-15.29	44.59	-16.17	-16.01

Tabel 11 Momen, gaya geser dan aksial dengan kombinasi 0,9D + 1,0W

Joint	Metode ELM			Metode DAM		
	F1	F3	M2	F1	F3	M2
	(KN)	(KN)	(KNm)	(KN)	(KN)	(KNm)
1	-13.36	13.42	-26.95	-16.30	14.12	-26.44
5	-15.96	15.29	-44.02	-16.17	16.01	-44.59

Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa metode DAM memiliki momen maksimum terdapat pada joint 5 sebesar 44,586 kNm, gaya geser maksimum terdapat pada joint 5 sebesar 16,167 kN dan gaya aksial maksimum terdapat pada joint 5 sebesar (-) 16,008 kN. Dibandingkan metode ELM memiliki momen maksimum terdapat pada joint 5 sebesar 44,015 kNm, gaya geser maksimum terdapat pada joint 5 sebesar (-) 15,964 kN dan gaya aksial maksimum terdapat pada joint 5 sebesar (-) 15,289 kN.

4.7 Perbandingan Lentutan metode ELM dan DAM

Analisa dilakukan dengan menggunakan software SAP2000. Hasil perhitungan lentutan metode panjang efektif (Effective Length Method, ELM) dan metode analisis langsung (Direct Analysis Method, DAM) dapat dilihat Tabel 12.

Tabel 12 Momen, gaya geser dan aksial dengan kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5W

Metode	Lentutan (m) (L/240)			Lentutan Terjadi
	Kombinasi 1	Kombinasi 2	Kombinasi 3	
	ELM	-0.0539	-0.0511	
DAM	-0.0531	-0.0507	-0.0165	-0.0531

Dari tabel diatas dapat dilihat pengecekan kapasitas lentutan untuk metode ELM dan DAM telah memenuhi syarat, disebabkan lentutan yang terjadi masih dibawah L/240 atau 6,25 cm. Dapat disimpulkan dari tabel perbandingan lentutan dengan menggunakan kedua metode ELM dan DAM bahwa lentutan pada metode ELM lebih besar dibandingkan metode DAM. Pada metode DAM

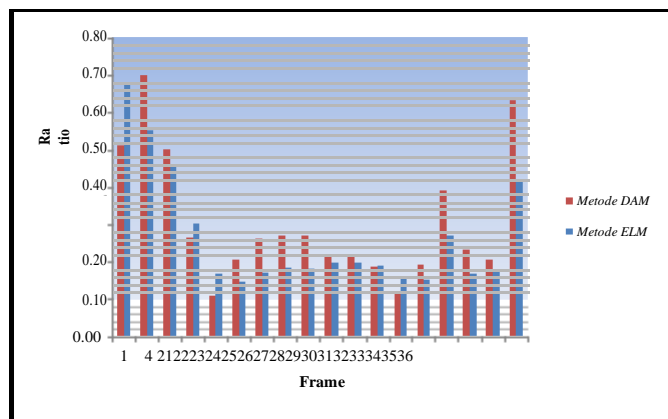
terdapat beban tambahan sekunder akibat adanya ketidaksampurnaan sambung (*connection*) pada profil baja yang bersifat *full penetration* dan internal pada

4.8 Perbandingan Rasio Kapasitas

Analisa dilakukan dengan menggunakan software SAP2000. Hasil Perbandingan perhitungan nilai rasio kapasitas untuk metode ELM dan DAM dapat dilihat pada Tabel 13 dan Gambar 5

Tabel 13 Momen, gaya geser dan aksial dengan kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5W

Frame	ELM Ratio	DAM Ratio	Keterangan
1	0.678	0.513	DAM lebih konservatif
4	0.552	0.699	ELM lebih konservatif
21	0.459	0.500	ELM lebih konservatif
22	0.301	0.265	DAM lebih konservatif
23	0.168	0.109	DAM lebih konservatif
24	0.148	0.207	ELM lebih konservatif
25	0.183	0.261	ELM lebih konservatif
26	0.192	0.271	ELM lebih konservatif
27	0.191	0.270	ELM lebih konservatif
28	0.197	0.218	ELM lebih konservatif
29	0.198	0.219	ELM lebih konservatif
30	0.192	0.189	DAM lebih konservatif
31	0.158	0.117	DAM lebih konservatif
32	0.152	0.192	ELM lebih konservatif
33	0.278	0.392	ELM lebih konservatif
34	0.169	0.234	ELM lebih konservatif
35	0.175	0.207	ELM lebih konservatif
36	0.451	0.632	ELM lebih konservatif



Gambar 5 Pembebanan untuk analisis DAM

Dari Gambar 5 dapat dilihat secara seksama untuk kedua metode yang berbeda, status struktur yang didapat sama. Namun jika dilihat dari nilai rasio kapasitas kedua metode, nilai rasio kapasitas untuk metode DAM umum mempunyai nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan rasio kapasitas metode ELM artinya metode DAM lebih ekonomis dalam desain.

5. Pembahasan

5.1 Perbandingan gaya dalam, reaksi perletakan, dan lendutan untuk metode ELM dan DAM

Perbandingan metode ELM dan DAM dimaksudkan untuk memperoleh metode yang lebih konservatif (lebih aman) antara metode ELM dan DAM. Hasil perbandingan kedua metode tersebut disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13 Perbandingan metode ELM dan DAM

No.	Besaran/Komponen	ELM	DAM	Selisih (%)
1	Kolom			
	-Momen (KNm)	53.998	54.535	0.986
	-Gaya geser (KN)	-19.535	-19.627	0.469
	-Gaya aksial (KN)	-37.010	-36.322	-1.894
2	Balok			
	-Momen (KNm)	-50.251	-50.268	0.034
	-Gaya geser (KN)	19.215	19.144	-0.371
3	Gaya Reaksi Perletakan			
	- F1 (KN)	-19.535	-19.627	0.469
	- F3 (KN)	37.010	36.322	-1.894
	- M2 (KNm)	-53.998	-54.535	0.986
4	Lendutan (m)	-0.054	-0.053	-1.498
5	Rasio Kapasitas		0.699	3.019

Dari Tabel 13 diatas dapat dilihat:

- 1) Untuk perencanaan kolom, dapat dilihat bahwa metode DAM lebih konservatif, hal ini disebabkan cenderung memberikan nilai momen dan gaya gesernya yang lebih besar dengan selisih masing-masing adalah 0,986 % dan 0,469 %. Karena nilai momen dan gaya geser yang besar cenderung memberikan dimensi penampang yang lebih besar. Sebaliknya metode DAM untuk gaya aksial cenderung akan memberikan hasil desain komponen struktur yang lebih ekonomis.
- 2) Untuk perencanaan balok, dapat dilihat bahwa metode DAM lebih konservatif, hal ini disebabkan cenderung memberikan nilai momen yang lebih besar. Selisih momen dari metode ELM dan DAM adalah 0,034 %. Sebaliknya metode DAM untuk gaya geser cenderung akan memberikan hasil desain komponen struktur yang lebih ekonomis

6. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Momen yang dihasilkan dengan menggunakan metode ELM adalah 53,998 KN-m lebih kecil dibandingkan metode DAM dengan nilai sebesar 54,535 KN-m dengan selisih 0,986 %.
2. Gaya geser yang dihasilkan dengan menggunakan metode ELM sebesar 19,535 KN lebih kecil dibandingkan metode DAM sebesar 19,627 KN dengan selisih 0,469 %.
3. Gaya aksial yang dihasilkan dengan menggunakan metode ELM sebesar 37,010 KN lebih besar metode DAM sebesar 36,322 KN dengan selisih 1,894 %.
4. Gaya reaksi perletakan yang dihasilkan dengan menggunakan metode ELM secara umum metode ELM lebih kecil dibandingkan metode DAM.
5. Lendutan maksimum terjadi pada metode ELM sebesar 0,054 m lebih besar dibandingkan metode DAM sebesar 0,053 m dengan selisih 1,730 %.

7. Daftar Pustaka

- [1] *Departemen Pekerjaan Umum. (1989). Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung: SNI 03 – 1727 – 1989, Jakarta, Indonesia.*
- [2] *Departemen Pekerjaan Umum. (2012). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung: SNI 1726:2012, Jakarta, Indonesia.*